

Bautagung

Raumberg-Gumpenstein 2019

Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2019

gemäß Fortbildungsplan
des Bundes

15. - 16. Mai 2019

Organisiert von:

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus



Impressum

Herausgeber

Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft
Raumberg-Gumpenstein, A-8952 Irdning-Donnersbachtal
des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus
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 Tier, Technik und Umwelt

Satz

Sigrid Brettschuh
Brigitte Krimberger

ISSN: 1818-7722

ISBN 13: 978-3-902849-70-0

Diese Tagung wurde vom Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus finanziert.

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2019, 15. - 16. Mai 2019, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 2019

Inhalt

Vorstellung des geplanten EIP-Projektes Berg-Milchvieh.....	5
<i>Andreas Steinwider und Sylvia Schindecker</i>	
Anbindehaltung - Kombinationshaltung - Laufstall oder ganz was anderes? Eine stallbauliche Betrachtung	9
<i>Walter Breininger</i>	
Tierwohl-Potenzial-Bewertung von Milchviehhaltungssystemen im Berggebiet	15
<i>Elfriede Ofner-Schröck, Thomas Guggenberger und Andreas Steinwider</i>	
Einfaches Modell zur emissionstechnischen Bewertung von Rinderställen.....	19
<i>Alfred Pöllinger</i>	
Was kostet das? Die Sicht der Betriebswirtschaft zum Rinderstallbau	23
<i>Martin Karoshi</i>	
Erste Ergebnisse aus dem Projekt Liegemonitoring	27
<i>Christian Fasching, Gregor Huber, Johann Gasteiner und Andreas Steinwider</i>	
Neues aus der Prüfstelle - Ergebnisse zur Prüfung des Tiefboxenkissens POLSTA	31
<i>Elfriede Ofner-Schröck, Thomas Guggenberger, Johann Häusler und Johann Gasteiner</i>	
Stallbaulich-technische Möglichkeiten zur Umsetzung der NEC Richtlinie in der Rinderhaltung.....	41
<i>Alfred Pöllinger, Andreas Zentner, Eduard Zentner, Michael Kropsch und Andreas Zefferer</i>	
Stallbaulich-technische Möglichkeiten zur Umsetzung der NEC Richtlinie in der Schweine- und Geflügelhaltung.....	45
<i>Eduard Zentner, Alfred Pöllinger, Andreas Zentner, Michael Kropsch und Andreas Zefferer</i>	
Untersuchungen zu erhöhten Fressständen in der Milchviehhaltung im Hinblick auf Tierverhalten und Ammoniakemissionen.....	47
<i>Michael Zähler, Kerstin Zeyer, Joachim Mohn, Frederik Hildebrandt, Joan-Bryce Burla und Sabine Schrade</i>	
Abluftreinigung in der Schweinehaltung - internationale Erfahrungen aus der Praxis	53
<i>Michael Kropsch</i>	
Abluftreinigung in der Mastschweinehaltung - eine betriebswirtschaftliche Betrachtung für Österreich.....	59
<i>Christian Fritz</i>	
Tiergesundheitliche Auswirkungen von Management und Stallbau in der Geflügelhaltung.....	71
<i>Peter Mitsch</i>	

Bauliche Maßnahmen zur Reduzierung von Hitzestress in Rinderställen.....	73
<i>Peter Stoetzel und Jochen Simon</i>	
13 Ventilatoren im Praxistest - Kühltechnik für den Rinderstall	77
<i>Irene Mösenbacher-Molterer, Eduard Zentner und Johannes Zahner</i>	
Stand der Technik für den Güllelagerbau in Österreich.....	83
<i>Dieter Kreuzhuber</i>	

Vorstellung des geplanten EIP-Projektes Berg-Milchvieh

Andreas Steinwiddler^{1*} und Sylvia Schindecker²

Zusammenfassung

Die kleinstrukturierte Berg-Milchviehhaltung steht vor großen Herausforderungen. Die ökonomische Situation ist angespannt und geforderte Umbaumaßnahmen in Richtung ganzjähriger Laufstall- bzw. Auslaufstallsysteme verschärfen den Druck auf viele Betriebe und schaffen Verunsicherungen. Im eingereichten EIP-Projekt „Berg-Milchvieh“ werden innovative Stallumbaulösungen speziell für kleine Bergbetriebe entwickelt, umfassend evaluiert und dokumentiert. Darüber hinaus werden aber auch alternative Betriebsentwicklungsstrategien bei Aufgabe der Berg-Milchviehhaltung erarbeitet. Das Projekt soll einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung der kleinbäuerlichen Betriebe im benachteiligten Gebiet leisten, um die Multifunktionalität der Berglandwirtschaft zu erhalten.

Summary

The smallholder mountain dairy farming is facing great challenges. The economic situation is stretched and is exacerbated by legal requirements to convert to loose-housing or outlet-stall-systems, creating an unfavourable economic situation and uncertainty in general. In the submitted EIP project “Berg-Milchvieh”, innovative barn conversion solutions are developed, comprehensively evaluated and documented especially for small mountain farms. In addition, alternative farm development strategies for mountain dairy farms will also be developed. The project is intended to make an important contribution to support mountain farms in disadvantaged areas in order to preserve the multifunctionality of mountain farming.

Vorstellung des geplanten EIP-Projektes Berg-Milchvieh

Einleitung und Problemstellung

Die Themen Kombinations-, Laufstall-, Auslauf- und Weidehaltung beschäftigen derzeit sowohl biologische als auch konventionelle Milchviehbetriebe. Lebensmitteleinzelhandelsmarken zahlen Milchzuschläge nur mehr für Milch aus Laufstall- oder Auslaufstallsystemen bzw. werden dazu Umstellungsfristen diskutiert. Vor allem im Berggebiet (Hanglage, kleine Betriebsgrößen etc.) setzen derzeit traditionellerweise viele Betriebe auf Kombinationshaltung (Weide+Auslauf+vorübergehende Anbindehaltung) und stehen auf Grund der Marktsignale sowie den betrieblichen und betriebswirtschaftlichen Gegebenheiten vor sehr großen Herausforderungen. Die österreichische Berglandwirtschaft

ist kleinstrukturiert. Laut Grünem Bericht (2018) hält beispielsweise jeder Biobetrieb durchschnittlich 18,5 Milchkühe und jeder konventionelle Betrieb 22,9 Milchkühe. Rund 50 % der Biobetriebe halten ihre Milchkühe in Kombinationshaltung (Weide+Auslauf+vorübergehende Anbindehaltung; Quelle Bio-Austria, 2018).

In den Berggebieten der westlichen Bundesländer wird diese Haltungsform auf bis zu 80 % der Biobetriebe praktiziert. *Tabelle 1* zeigt beispielhaft aktuelle Daten von zwei Molkereien zur Milchviehhaltung auf Biobetrieben im Berggebiet. Von den 1.635 Betrieben halten derzeit 55 % die Kühe im Kombinationssystem. Der Großteil der Kombinationshaltungsbetriebe liegt in extremen Bergregionen mit kleinen Betriebsstrukturen. Vergleichbare Situationen finden wir auch in anderen Grünland-Bergregionen Österreichs, dabei ist zu bedenken, dass rund 70 % der in Österreich produzierten Milch aus dem Berggebiet stammt.

Tabelle 1: Haltungssysteme auf den Bio-ZZU-Betrieben der Obersteirischen Molkerei (Quelle: OM 2018) bzw. den Bio-Berglandmilch-Berggebetsbetrieben (Quelle: Berglandmilch 2018)

	Obersteirische Molkerei (Bio-ZZU)		Berglandmilch (Bio im Berggebiet)		beide Regionen Kombinationshaltung % der Betriebe
	Kombinationsh. Betriebe, N	Laufstallhaltung Betriebe, N	Kombinationsh. Betriebe, N	Laufstallhaltung Betriebe, N	
Kühe 0-10	107	15	335	56	86 %
Kühe 11-15	87	26	187	103	68 %
Kühe 16-20	38	50	93	124	43 %
Kühe 21-30	16	73	32	159	17 %
Kühe über 30	2	28	4	100	4 %
Gesamtsumme	250	192	651	542	55 %

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

² Landwirtschaftskammer Österreich, Schauflergasse 5, A-1014 WIEN

* Ansprechperson: Priv.-Doz. Dr. Andreas STEINWIDDER, andreas.steinwiddler@raumberg-gumpenstein.at

Die Verunsicherung ist hoch - Umbaulösungen sind besonders am Berg kostspielig, müssen gut durchdacht werden und benötigen darüber hinaus auch betriebsindividuelle Lösungsansätze. Stallbauunternehmen haben für diese kleinen Betriebe zumeist keine passenden und kostengünstigen Lösungen bzw. können diese nicht bedienen. Auf Seite der Beratungs- und Bildungsorganisationen lastet ein großer Druck und es müssen innovative Lösungen gemeinsam mit Praxis, Beratung und Forschung erarbeitet werden. Dabei gilt es auch Nachhaltigkeitskriterien sowie das Tierwohl als auch das Emissionsrisikopotenzial zu beachten. Auch der Ausstieg aus der Milchviehhaltung ist ein bedeutendes Thema und muss, zur Absicherung der Bewirtschaftung bzw. der Betriebe, gut überlegt und begleitet werden.

EIP-Projektantrag „Berg-Milchvieh“

Bezug nehmend auf die EIP-Ausschreibung (LE 2020) wurde im Herbst 2018 (1. Stufe) bzw. im Jänner 2019 (2. Stufe) zum Ausschreibungsleitthema „Entwicklung und Testung von Lösungsansätzen zur Verbesserung der Tierhaltung“ ein Projektantrag mit dreijähriger Laufzeit (1. Juni 2019 bis 31. Mai 2022) bei der Förderstelle des BMNT eingereicht. Die operationelle Gruppe des Projektes setzt sich zusammen aus: 1.) LandwirtInnen (STMK, T, SB), 2.) LK-Österreich – Projektleadpartner, 3.) LK-Länder (V, T, SB, STMK, K, OÖ, NÖ; – Bauberatung, Betriebswirtschaftsberatung, Grünlandberatung und Bioberatung sowie Bildung), 4.) Bio Austria (Ö) und Bio-Austria Vereine betroffener Bundesländer (SB, STMK, NÖ/W, T; – Grünlandberatung bzw. Bildung), 5.) ÖKL (Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung), 6.) Molkereien (Obersteirische Molkerei und Tirol-Milch „Bergland“).

Als strategische Partner und Dienstleister wirken 1.) Raumberg-Gumpenstein – Research & Development, 2.) Universität für Bodenkultur (Department Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Landtechnik) und 3.) LW-Pilotbetriebe in den Regionen mit. Ergänzend wird es auch einen Austausch mit Stakeholdern (VÖM, LM-Handel, AMA, Universitäten, BMNT etc.) zu den Projektergebnissen sowie eine entsprechende Ergebnisumsetzung in Zusammenarbeit mit regionalen Bildungsträgern geben. Darüber hinaus ist auch ein Forschungsprojekt der HBLFA Raumberg-Gumpenstein - mit weiterführenden wissenschaftlichen Untersuchungen zur Kombinationstierhaltung - vorgesehen.

Ein wesentliches Ziel des Projektes ist die detaillierte Dokumentation und Evaluierung innovativer baulicher Lösungen von Milchviehbetrieben in extremen Berglagen in Österreich. Dabei werden Baumaßnahmen, Kosten, Tierwohl- und Emissionsrisiko-Potenziale dokumentiert bzw. Nachhaltigkeitskriterien evaluiert. Es sollen auch bauliche Alternativen zur klassischen Laufstallhaltung erarbeitet und beurteilt werden. Die Ergebnisse daraus werden in einer Baubroschüre mit Betriebsbeispielen bzw. auf bestehenden Homepage-Plattformen (ÖKL, LK, HBLFA) zusammengefasst werden. Es werden aber auch mögliche alternative Betriebsentwicklungsstrategien (Aufgabe der Milchviehhaltung, Aufbau zusätzlicher/anderer Betriebszweige) beschrieben und in Form einer Broschüre bzw. Homepage-Infos für die LandwirtInnen zusammengefasst. Für die Zielgruppe der BeraterInnen werden Beratungstools (Folien, Vorträge, Bildmaterial, Broschüren, Pilot- und Exkursionsbetriebe) zur Verfügung gestellt. Bereits in der Projektlaufzeit wird aus Gründen der Aktualität auf einen Wissenstransfer über Bildungsmaßnahmen, die das vorliegende Projekt ergänzen (LFI etc.), besonders Wert gelegt. Es werden in den betroffenen österreichischen Regionen dazu Schulungen, Seminare, Vorträge stattfinden. Ein Austausch der Projektergebnisse mit Stakeholdern, diversen Partnern entlang der Lebensmittel-Wertschöpfungskette, der Beratung und Forschung ist ebenfalls vorgesehen. Damit soll ein Konsens über die erarbeiteten Lösungen zwischen den Partnern der Wertschöpfungskette erreicht werden.

Das Projekt gliedert sich in 4 Arbeitspakete (AP) mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Aktivitäten. Neben AP1 (Projektmanagement) und AP4 (Wissenstransfer,

Abbildung 1: Übersicht über Arbeitspakete, Schwerpunkte, Ziele, Methoden und Ergebnisse im Projekt

AP	Aktivitäten/Schwerpunkte/Ziele	Methoden/Ergebnisse
1	1. Projekt-, Kostenmanagement, Reporting	Projektleitung Koordination, Kostenrechnung, Dokumentation, Kontrolle, Berichte etc.
2	2. Innovative Baulösungen	Erfassung und Entwicklung sowie Bewertung von zumindest 30 innovativen Baulösungen für Milchviehbetriebe am Berg
	2.1 Lernen aus umgesetzten innovativen Baulösungen am Berg	Einheitlich Erheben/Dokumentieren/Evaluieren Baulösung / Kosten / Tiergerechtigkeit / Umweltwirkung → Austausch der Ergebnisse → Basis für Beratungstools
	2.2 Gemeinsame Entwicklung innovativer Lösungen	Fachaustausch /Zusammenarbeit/Entwicklung Einheitlich Erheben/Dokumentieren/Evaluieren → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
	2.3 Bewertung Tiergerechtheits- und Emissionsrisiko-Potenzial bzw. Nachhaltigkeit	Methodik/Systemevaluierung/Fachaustausch/Empfehlungen Einheitlich Erheben/Dokumentieren/Evaluieren/Empfehlungen ableiten → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
3	2.4 Baukosten u. BW-Kennzahlen der innovativen Baulösungen	Fachaustausch /Entwicklung Einheitliche Vorgangsweise/Dokumentieren/Evaluieren → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
	3. Alternative Konzepte in der Betriebsentwicklung am Berg	Erfassung und Entwicklung und Bewertung - Infoplattform sowie zumindest 10 alternative Betriebsentwicklungsbeispiele
4	3.1 Vorhandene Infoquellen/Beratungstools	Erfassung Einheitliche Vorgangsweise/Dokumentieren/Evaluieren → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
	3.2 Betriebsbeispiele	Erfassung/Evaluierung/Entwicklung Einheitliche Vorgangsweise/Dokumentieren/Evaluieren → Austausch der Erfahrungen → Basis für Beratungstools
4	4. Ergebnisse, Wissenstransfer und Beratungstools (Innovationsbroschüren, aktuelle Basisdaten, Foliensätze, Pilotbetriebe, Exkursionsbetriebe, Fachtagung, Schulungen, Homepage, Stakeholder-Workshops etc.)	Innovationen für Praxis und Beratung, Vernetzung von wesentlichen Akteuren, Basisdaten für Entwicklungen; Abschlusstagung, Beratungstools, Schulungen für BeraterInnen; Im Projektverlauf bzw. nach Projektphase – Zusammenarbeit mit Bildungsträgern / Infos für die Praxis

Beratungstools, Öffentlichkeitsarbeit) liegt zu Projektbeginn der Fokus vorerst auf den inhaltlichen Aspekten betreffend innovative Baulösungen (AP2) und alternativer Betriebsentwicklungsstrategien (AP3). Es werden folgende methodischen Ansätze verfolgt:

- **Lernen von innovativen LandwirtInnen:** Innovative Haltungssysteme bzw. Betriebsentwicklungsstrategien im Berggebiet werden gesammelt, evaluiert und einheitlich dokumentiert;
- **Gemeinsam Neues entwickeln und Betriebe begleiten:** Neue Zu-, Umbau- und Auslaufösungen werden regionsübergreifend – im Austausch von Praxis-Beratung-Forschung – diskutiert, entwickelt, evaluiert und einheitlich dokumentiert;
- **Tierwohl- und Emissionsrisiko sowie Nachhaltigkeit bewerten:** Die innovativen Haltungssysteme auf Berg-Milchviehbetrieben werden hinsichtlich „Tierwohlpotenzial“, „Emissionswirkungspotenzial“ und ausgewählten „Nachhaltigkeitskriterien“ beurteilt und kritische Punkte (keine Fehlermultiplikation) diskutiert;
- **Wirtschaftlichkeit prüfen:** Basisdaten zu Baukosten werden wesentlich erweitert; Die umgesetzten, alternativen Bau- und Auslaufösungen werden hinsichtlich wirtschaftlicher Kriterien einheitlich bewertet; Kritische Grenzen aus wirtschaftlicher Sicht werden erarbeitet;
- **Alternative Betriebsentwicklungen aufzeigen:** Ein möglicher Ausstieg aus der Milchproduktion wird für eine Vielzahl von Betrieben eine mögliche Option darstellen. Um die Betriebe in der nachhaltigen Grünlandbewirtschaftung zu halten, werden alternative Betriebsstrategien erarbeitet bzw. bestehende Informationen dazu genutzt und gebündelt;
- **Austausch mit Stakeholdern, Partnern entlang der Lebensmittel-Wertschöpfungskette, Beratung, Forschung und Praxis:** In der Projektphase werden die Ergebnisse auch mit den nicht beteiligten Verarbeitungsbetrieben, dem Lebensmitteleinzelhandel, Fachkollegen von Universitäten, Vermarktungsorganisationen, Beratung und Praxis diskutiert;
- **Beratungstools und Infos - Nachprojektphase:** Alle einheitlich und gemeinsam erarbeiteten Ergebnisse werden über eine umfassende Broschüren, Homepage-Plattformen, Fachbeiträgen in landwirtschaftlichen Medien an die Praxis weitergegeben. Für die Beratung und Forschung stehen entsprechende Beratungs- und Betriebsentwicklungstools (Folien, Vorträge, Exkursionsbetriebsnetzwerk, Web-Applikationen etc.) nach Projektende zur Verfügung und es werden Basisdaten für Agrarpolitik und Gestaltung bereitgestellt;
- **Unterstützung in der Diskussion:** Die aktuellen Daten und Ergebnisse sollen einen wertvollen Beitrag zur fachlichen Diskussion zu Fragen der Berglandwirtschaft leisten.

Anbindehaltung - Kombinationshaltung - Laufstall oder ganz was anderes? Eine stallbauliche Betrachtung

Walter Breininger^{1*}

Noch vor einigen Jahren wäre ein solches Thema bei Veranstaltungen wie dieser als wichtig und höchst interessant eingestuft und vielleicht auch heiß diskutiert worden. In der Praxis aber bei den Betrieben draußen hätte sich kaum jemand unmittelbar davon angesprochen gefühlt. Für größere Betriebe war ein Umstieg von der Anbindehaltung auf die Laufstallhaltung ohnedies ganz selbstverständlich und bei nächster Gelegenheit eingeplant, aber bei kleineren Milchviehbetrieben kein großes Thema. Mit der Kombination von Anbindestall und Weide war man der Ansicht, das Thema Tierhaltung recht gut im Griff zu haben. Sowohl Biobetriebe als auch konventionelle Betriebe sahen daher keinen unmittelbaren Handlungsbedarf. Auch von Seiten der Gesetzgebung gab es, wenn die Haltungsform rechtlich entsprach, keinen erhöhten Druck etwas zu ändern oder gar größere Investitionen zu tätigen. Das Thema „ganzjährige Anbindehaltung“ wird hier nicht behandelt.

Kein regionales Thema!

Die Diskussion um den Anbindestall ist kein spezifisch österreichisches Thema. Man kann in's benachbarte Bayern, in die Schweiz oder auch nach Südtirol blicken, überall geht es um das eine Thema: Wie soll es mit dem Anbindestall weitergehen!

Begonnen hat die Debatte schon vor längerer Zeit, aber so richtig in Fahrt kam sie in etwa vor zwei Jahren, ausgehend von Deutschland, wo Handelsketten und Molkereien verstärkt den Umstieg auf Laufstall gefordert haben. Mittlerweile hat diese Forderung nach „Laufstallmilch“ auch Österreich erreicht und da im Besonderen die Bergegebiete. Denn hier werden, bedingt durch oftmals sehr kleine Milchkuhherden, diese noch traditionellerweise am Anbindestand gehalten.

Genaue Zahlen für das Bundesgebiet sind mir nicht bekannt, aber in der Region Murau wurden bei Biobetrieben folgende Zahlen erhoben:

Von insgesamt 442 Milchlieferanten haben immerhin noch 250 Betriebe Anbindehaltung, das sind ca. 60 % der Betriebe. Und betroffen davon, wie nicht anders zu erwarten, sind hauptsächlich Betriebe mit kleineren Beständen. Auf 232 Betrieben gibt es weniger wie 20 Milchkühe. Auffallend daran ist die noch immer sehr hohe Anzahl an Betrieben mit Anbindehaltung, aber noch mehr überrascht die sehr hohe Anzahl an Betrieben mit sehr kleinen Kuhbeständen. Immerhin stellen 107 Betriebe mit max. 10 Kühen die größte Gruppe dar.

Diese Erhebung dürfte aber nicht nur auf diese Region zutreffen, sondern ist in ähnlicher Zusammensetzung in allen Berggebieten anzufinden sein.

Für diese sehr große Gruppe von Betrieben mit kleinen Kuhbeständen eine wirtschaftlich verkraftbare und sinnvolle Baulösungen zu finden, wird eine der großen Herausforderungen in Zukunft darstellen, geht es doch um die Erhaltung dieser kleinbäuerlichen Struktur im Berggebiet.

Von dieser Thematik sind aber nicht nur Betriebe mit Milchproduktion und Nachzucht sondern auch Betriebe in der Fleischproduktion mit Mutterkuhhaltung und Rindermast betroffen. Schwierig gestalten sich immer Übergangszeiten, in denen alteingesessene Haltungsformen von neuen abgelöst werden sollen. In der Rinderhaltung und da speziell in der Milchviehhaltung kommt noch erschwerend dazu, dass dieser Wandel gerade bei kleineren Betrieben am Berg, mit schwierigsten Rahmenbedingungen verknüpft ist.

Erste Auswirkung auf Grund dieser Diskussionen um die Anbindehaltung merkt man sehr deutlich an den Anmeldungen zur Bauberatung. Hat man in den vergangenen Jahren relativ wenige kleinere Betriebe zum Thema Stallbau beraten, so stiegen die Anfragen in diesem Sektor besonders stark an.

Der Anbindestall – ein Auslaufmodell?

Wenn man sich die Entwicklung in der Nutztierhaltung der letzten Jahrzehnte ansieht, lässt sich eindeutig ein Trend zum Laufstall hin erkennen und dies wird bei Baumaßnahmen erfreulicherweise auch in hohem Maße angenommen. Begriffe wie „artgerechte Tierhaltung“ üben natürlich großen Einfluss auf die Planungstätigkeit aus und machen sich bei größeren Kuhherden eindrucksvoll bemerkbar.

Welche Lösungsansätze gibt es?

„Tierwohl“ ist eine wichtige Sache. Aber ein ebenso wichtiges Ziel muss es sein, dass neben einer verbesserten Tierhaltung auch täglich anfallenden Arbeiten wie das Füttern, Entmisten oder Melken wesentlich vereinfacht, erleichtert und zeitlich verkürzt werden können. Bei Beratungen vor Ort hat das Thema Arbeiterleichterung einen sehr hohen Stellenwert. Da die Arbeitskräfte und auch die verfügbare Arbeitszeit auf den Höfen immer geringer werden, muss die Stallarbeit einfacher und leichter werden.

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8010 GRAZ

* Ansprechperson: Dipl.Ing. Walter BREININGER, walter.breininger@lk-stmk.at



Bild 1: Blick auf einen großzügigen Auslauf mit Möblierung

Der Laufstall

Bei ersten Überlegungen zur Verbesserung der Tierhaltung und der Situation am Betrieb drehen sich alle Ideen zunächst fast immer um den Laufstall. Ist es mit einem Umbau allein getan oder doch ein Zubau notwendig? Wäre nicht ein Neubau überhaupt das Sinnvollste? Ziel aller Überlegungen dabei muss es sein, den Ist-Zustand zu verbessern und in allen Bereichen die Tierhaltung, die Arbeitswirtschaft und die Finanzierbarkeit betreffend, positiv abzuschneiden.

Auf keinen Fall sollte ein Ergebnis herauskommen, dass viel Geld nur dafür verwendet wird um einen Laufstall nachweisen zu können, der aber weder für die Tiere eine Verbesserung der Haltung bringt, noch die Arbeit im Stall spürbar erleichtern kann. Leider gibt es dafür gar nicht so wenige Beispiele. Sehr oft wurde in „Notlösungen“ investiert mit Einsparungen beim Flächenangebot und somit zu kleinen Stallungen und Einsparungen bei der Ausstattung zB. Entmistungen. Das führt zwangsläufig zu schlechten Beispielen.

Mit dem Einzug in einen Laufstall geht aber sehr oft eine zusätzliche Veränderung am Betrieb einher. Betriebe vergrößern durch den Stallbau sehr oft ihren Tierbestand und diese können dann aus verschiedensten Gründen nicht mehr ausgetrieben werden. Es gibt jetzt zwar den von allen erwünschten Laufstall, aber keine Kuh ist mehr im Freien anzutreffen.

Das Allheilmittel alleine in einem Laufstall zu suchen wird leider nicht immer funktionieren. Daher wird es für diese Betriebe andere Lösungsansätze geben müssen.



Bild 3, 4: Vom Fressbereich bis zum Liegebereich – Angebote im Auslauf



Der etwas andere Laufstall - der möblierte Auslauf

Ein Ansatz, das Image der Anbindehaltung von Grund auf zu verbessern, liegt nicht darin, diese Haltungsform gänzlich auszuschließen, sondern durch einen attraktiven Auslauf wesentlich aufzuwerten. Denn gerade die für Rinder so wichtigen positiven Eigenschaften, die ein Freigeländezugang bieten kann, kann selbst ein Laufstall nicht so leicht wettmachen.

Dabei ist die Größe des Außenbereiches alleine kein ausschlaggebendes Kriterium. Es sind die Klimaeinflüsse wie



Bild 2: Gelungener Stallum- und zubau von Anbindehaltung auf Laufstallhaltung



Sonne im Herbst und Winter oder Regen im Frühling und Sommer, die höher zu bewerten sind. Über die positiven Seiten des Auslaufes wurde schon viel berichtet, leider aber nicht immer genügend beachtet und wertgeschätzt

Was macht einen Auslauf zu einem attraktiven Auslauf?

Leereräumte Auslaufflächen begeistern im seltensten Fall. Aber wie schafft man es Ausläufe zu gestalten? Ganz einfach – man stattet diese Freifläche mit den verschiedensten Elementen eines Laufstalles aus. Das kann mit einer Bürste, einer Tränke oder einer Futterraufe beginnen und bei der Überdachung für einen Liegebereich enden. Wobei überdachte Bereiche überhaupt von einiger Bedeutung sind. Sie sind einerseits Schattenspenden und vermindern andererseits anfallende Niederschlagswässer und somit auch die Notwendigkeit deren Lagerung. Ein großer Unterschied bei der Errichtung eines möblierten Auslaufes und eines Laufstalles besteht auch darin, dass der Auslauf nicht auf einmal gebaut und fertiggestellt werden muss. Er funktioniert auch schon „halbfertig“, man kann sich dafür etwas mehr Zeit nehmen. Wichtig wäre es aber trotzdem, das große Ganze nicht aus

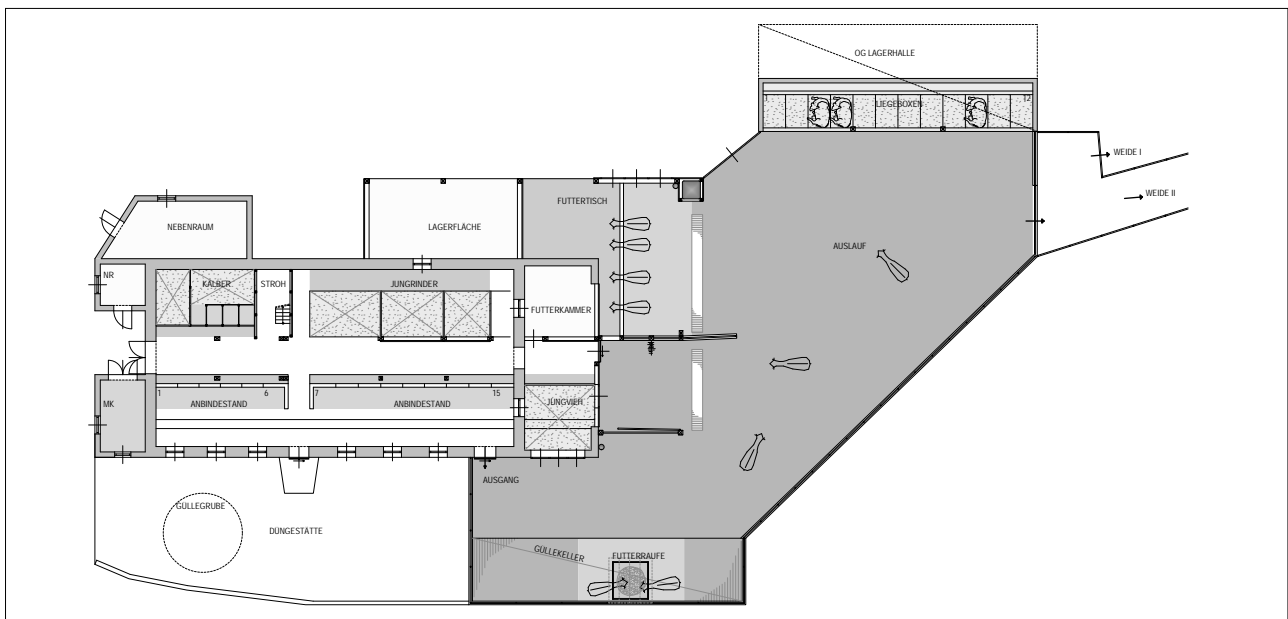
den Augen zu verlieren und nicht allzu viel dem Zufall zu überlassen. Speziell die Situierung der Güllegrube oder der Festmistlagerstätte sollte gut überlegt werden, damit diese nicht in einigen Jahren schon wieder im Weg stehen.

Der möblierte Auslauf wird Teil des Stalles, der Anbindestall aber bleibt weiterhin bestehen und soll auch benutzt werden, zum einen für die tägliche Melkarbeit, ev. zur ergänzenden Fütterung und zum anderen als Rückzugsort bei ungünstigen Wetterbedingungen. Denn im alpinen Bereich sind Extremwittersituationen wie tiefste Außentemperaturen, intensive Schneefälle oder heftige Stürme nicht auszuschließen und für solche Tage ist der Anbindestall äußerst sinnvoll. Voraussetzungen dafür sind immer tadellos funktionierende und tierschutzrechtlich einwandfreie Anbindestände.

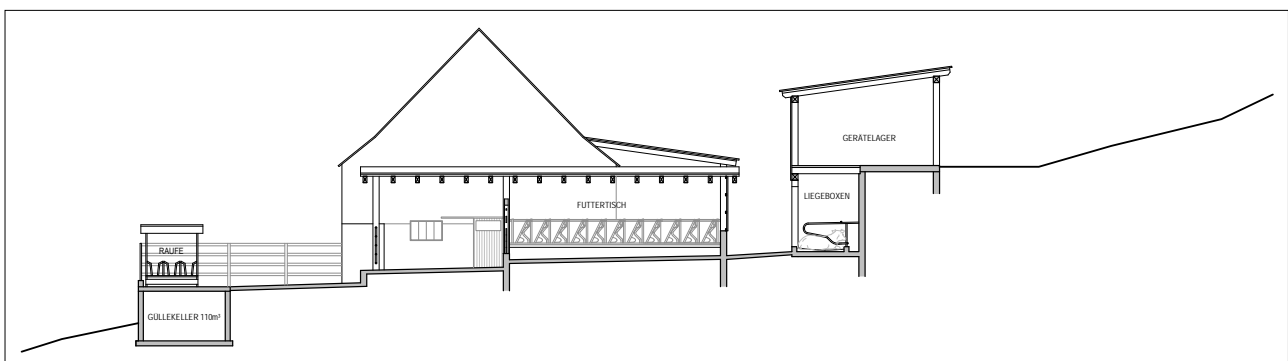
Der „gefürchtete“ Schritt von der Anbindehaltung zur Laufstallhaltung wird somit fast unbemerkt gemacht.

Mit Augenmaß das Thema angehen!

Alle Beteiligten bei diesem komplexen Themenbereich, von den Betrieben angefangen, über die Verarbeiter und Handelsketten, bis zu den Konsumenten und der Politik, alle sind aufgefordert mit Augenmaß an diese neue Herausforderung



Skizze 1: Grundriss eines möblierten Auslaufes mit zwei Fressbereichen, Liegeboxen, Tränken, und Bürste. Der Anbindestall wird für die Melkarbeit, ev. zur Ergänzungsfütterung und bei schlechter Witterung benutzt



Skizze 2: Schnitt durch den Auslauf mit einem Höhenunterschied vom unteren Futterplatz auf einem Güllekeller bis zu den Liegeboxen unter der Abstellhalle von mehr als 2m

heranzugehen. Es muss allen bewusst werden, dass so einschneidenden Maßnahmen nicht so einfach nachgekommen werden kann. Denn der Forderung nach einem Laufstall kann nicht überall so ohne weiteres nachgegangen werden.

Der Platz für einen Laufstall, der ja einen wesentlich größeren Flächenbedarf im Gegensatz zu einem Anbindestall aufweist, muss erst gefunden werden. Am Berg bauen bedeutet immer auch aufwendiger zu bauen. Denn zusätzlich zu oft sehr schwierigen und engen Höfen mit geringen Platzreserven kommen auch noch schwierigere und steilere Lagen dazu. Diese Ausgangssituation erfordert somit zusätzlich einen erhöhten bautechnischen Aufwand für Stütz- und Bergmauern.

Und ein entscheidender Punkt wird leider sehr oft übersehen: bedingt durch die kleineren Tierbestände werden sämtliche anfallende Kosten durch geringere Stückzahlen, Laufmeter und Kubikmeter usw. um einiges kostspieliger. Daher baut ein 10-15 Kuhbetrieb bereits um einiges teurer

als ein 30-40 Kuhbetrieb. Und ein Vergleich mit einem 50-60 Kuhbetrieb würde das noch eindrucksvoller verdeutlichen.

Wenn die Gesellschaft Interesse an einer flächendeckenden, intakten Bewirtschaftung unseres Berggebietes hat, wird an einer wirkungsvollen Förderstrategie, die auf diese Nachteile eingeht und diese besonders berücksichtigt, kein Weg vorbeiführen.

Aber auch die Molkereien und der Lebensmittelhandel sind aufgefordert, diesen gewünschten Mehraufwand zu entlohnen. Und zu guter Letzt ist auch der Konsument eingeladen mit Verständnis und Geduld diesen Wandel mitzutragen.

Denn gerade für kleine Betriebe, oftmals in sehr exponierter Lage, wäre ein zu rascher Wechsel von Anbindehaltung auf Laufstallhaltung wirtschaftlich nicht verkraftbar und durchführbar. Ein Zwischenschritt über den möblierten Auslauf könnte aber für viele Betriebe einen sinnvollen und auch finanzierbaren Weg darstellen.

Betrieb Schlaffer

Puchschachen, Gaal bei Knittelfeld

Meinen Betrieb habe ich im Mai 2018 von meinen Eltern übernommen. Der Betrieb wird als Bio-Bergbauernhof auf ca. 1000 Meter Seehöhe mit einer Größe von 14 ha Grünland und 7 ha Wald geführt. Wir haben 15 Milchkühe und ca. 20 Stk. Jungrinder. Bei einem Stalldurchschnitt von ca. 6.500 Liter werden ungefähr 80.000 Liter Jahresmilchmenge an die Molkerei geliefert.

Während der Vegetationszeit wird täglicher Zugang zur Weide und zusätzlich noch frisches Grünfutter am Futtertisch vorgelegt. Die Kühe werden zum Melken in den Stall getrieben, wo sie auch ihr Kraftfutter erhalten. Nach dem Melken kommen sie wieder in den Auslauf zurück, wo sie

je nach Jahreszeit und Tagesablauf ihren Weidegang machen oder den Auslauf mit den Liegeflächen aufsuchen.

Wir mähen die meisten Flächen zweimal, in günstigen Lagen gibt es auch einen dritten Schnitt. Das Heu wird mit einer Belüftungsanlage belüftet.

2010 wurde begonnen den Tierbereich umzubauen, da unsere Jauchengrube zu klein war. So kam dann eins zum anderen, zusätzlich brauchten wir auch eine neue Gerätehütte. Die Liegeboxen unter der Gerätehütte ergaben sich fast von selbst. Dadurch ergab sich von selbst auch ein größerer Auslauf, der ohnedies angedacht war. Wir begannen zu überlegen, wie wir das bei unserem Gelände optimal lösen können. Da das Gelände südlich des Stalles sehr steil war, wollten wir nur eine rechteckige Grube bauen. Diese haben wir mit Betonspalten abgedeckt. So haben wir gleichzeitig mehr Auslauffläche bekommen und zusätzlich auch mehr Lagerplatz für Festmist geschaffen.

Tierwohl-Potenzial-Bewertung von Milchviehhaltungssystemen im Berggebiet

Elfriede Ofner-Schröck,^{1*} Thomas Guggenberger¹ und Andreas Steinwiddner²

Zusammenfassung

Im EIP-Projekt „Berg-Milchvieh“ werden innovative Haltungssysteme auf Berg-Milchviehbetrieben unter anderem auch hinsichtlich Tierwohl-Potenzial bewertet. Dazu kommt ein in das Betriebsmanagement-Tool „FarmLife“ integriertes Modul für Tierwohl zum Einsatz. Dieses durchläuft während seiner Entwicklung einen wissenschaftlichen Begleitprozess. Durch die Zusammenschau mit anderen Faktoren wie Emissionsrisikopotenzial und ausgewählten Nachhaltigkeitskriterien wird eine umfassende und praktikable Bewertung und die Diskussion weiterführender Konzepte ermöglicht.

Schlagwörter: Tierwohl, Beurteilungssystem, FarmLife, Milchvieh, Berglandwirtschaft

Summary

In the EIP project „Dairy Farming in Mountainous Areas“, innovative husbandry systems on dairy farms in mountainous areas are also assessed with regard to animal welfare potential. For this purpose, an online-tool for animal welfare in connection to an overall assessment in the farm-management-tool „FarmLife“ is used, which previously goes through a scientific monitoring process in stakeholder groups. In synopsis with other factors such as the potential for emission risks and selected sustainability criteria, a comprehensive and practicable assessment and discussion of further concepts is enabled.

Keywords: animal welfare, assessment system, FarmLife, dairy cattle, farming in mountainous areas

1. Einleitung

Im EIP-Projekt „Berg-Milchvieh“ werden innovative Stallumbaulösungen speziell für kleine Bergbetriebe entwickelt, umfassend evaluiert und dokumentiert. Das Projekt soll einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung der kleinbäuerlichen Betriebe im benachteiligten Gebiet leisten, um die Multifunktionalität der Berglandwirtschaft zu erhalten (STEINWIDDER und SCHINDECKER, 2019). Das Projekt gliedert sich in vier Arbeitspakete. Im Arbeitspaket 2 werden unter anderem auch die innovativen Haltungssysteme auf Berg-Milchviehbetrieben hinsichtlich Tierwohl-Potenzial bewertet. Im vorliegenden Beitrag werden die methodischen Ansätze für diese Tierwohl-Potenzial-Bewertung beschrieben.

2. Internationale Beurteilungssysteme

International wurden bisher eine Reihe von Beurteilungssystemen entwickelt, die sich hinsichtlich Aufbau, eingesetzter Indikatorengruppen und der Anwendungsgebiete unterscheiden. Grundsätzlich kann die Tiergerechtigkeit von Nutztierhaltungssystemen entweder mit tierbezogenen Parametern oder mit haltungsumwelt-/ressourcenbezogenen sowie managementbezogenen Parametern oder einer Kombination aus diesen beurteilt werden. Jede dieser Indikatorengruppen besitzt eine spezifische Aussagekraft und bringt verschiedene Vor- und Nachteile mit sich. Die

Auswahl von Parametern hängt entscheidend davon ab, welches Ziel (Forschung, Gesetzesvollzug, Zertifizierung, Beratung, Schwachstellenanalyse) bei der Beurteilung der Tiergerechtigkeit verfolgt wird (MAIN et al., 2002). Jedenfalls sollte ein Beurteilungssystem valide, reliabel und praktikabel sein, d. h. Aussagekraft hinsichtlich Tierwohl besitzen, unter gleichen Bedingungen wiederholbare Ergebnisse liefern sowie mit möglichst geringem Zeit- und Kostenaufwand erfasst werden können.

Nachfolgend werden einige Beispiele der derzeit vorhandenen Beurteilungssysteme genannt, die in unterschiedlichem Ausmaß Anwendung in der Praxis finden:

- Tiergerechtheitsindex TGI 35 L (BARTUSSEK, 1996)
- Welfare Quality® assessment protocols (WELFARE QUALITY, 2009)
- DLG-Merkblatt 381 „Das Tier im Blick – Milchkühe“ (DLG, 2012)
- Tierschutzindikatoren – Vorschläge für die betriebliche Eigenkontrolle (KTBL, 2015)
- Leitfaden Tierwohl (BIO AUSTRIA, 2015)

In Deutschen und Schweizer Projekten wurde an der Entwicklung von Nachhaltigkeitsbeurteilungskonzepten gearbeitet, die auch den Aspekt Tiergerechtigkeit beinhalten (BECKER et al., 2015, MEIER et al., 2014). In einer Schweizer Studie wurde versucht, eine umfassende Beur-

¹ Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

² Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

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

teilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben durchzuführen (ROESCH et al., 2016). Dabei wurden folgende Komponenten der Nachhaltigkeit berücksichtigt: Soziales (menschliches Wohlbefinden, Tierwohl, Landschaftsbild), Ökonomie (wirtschaftliche Situation) und Ökologie (Ressourcennutzung, Klima, Nährstoffmanagement, Ökotoxizität, Biodiversität, Bodenqualität).

3. Integration in die Nachhaltigkeitsbewertung

Tiergerechtigkeit oder Tierwohlaspekte werden – wie auch viele weitere Bereiche der Land- und Lebensmittelwirtschaft – intensiv in der Gesellschaft diskutiert. Chemisch- und physikalische Wirkungen in der Nachhaltigkeitsbewertung werden in der Ökobilanzierung nach ISO-Normen abgearbeitet und finden ihren Ausdruck in der Bewertung potenzieller Umweltwirkungen. Kennzahlen dieser Bewertung sind direkte oder indirekte Emissionen der Produktionssysteme, die in ihrer Größe und Wirkung eng mit den ursprünglichen (direkten) Messverfahren verbunden sind. Die Tierwohl-Potenzial-Bewertung gewinnt – wie auch die Bewertung des Biodiversitätspotenzials – in den letzten Jahren an Bedeutung. Bei beiden Aspekten stützt man sich ebenfalls auf mess- und wiederholbare Größen, lässt aber im Bereich der Wirkungsanalyse einen breiteren Interpretationsspielraum zu. Alle Aspekte müssen letztlich unter dem Bewertungsbereich der Ökologie vereint werden. Diese Anforderung ist auch deshalb so wichtig, weil nur dann eine weiterführende Interaktion mit der Ökonomie und dem sozialen Aspekt der Landwirtschaft möglich wird. Praktisch bedeutet dies beispielsweise für die Bewertung des Tiergerechtheits- oder Tierwohlpotenzials, dass jedes System am Ende idealerweise auch zum Beispiel der Wirtschaftlichkeit des Betriebes, der sozialen Haltung der bäuerlichen Familie etc. gegenübergestellt werden kann. Dies wäre die Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung von Verbesserungsmaßnahmen in der Betriebsberatung.

International wird in der Nachhaltigkeitsbewertung diesem Ziel durch einen „breiten Bewertungsansatz“ (viele unterschiedliche Kriterien und Parameter) Rechnung getragen. Das „Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems, SAFA“ (FAO, 2014), beschreibt vier Dimensionen der Nachhaltigkeit sehr ausführlich, wobei auch „Animal Welfare“ als ein wichtiges Thema angeführt ist. In Österreich hat die Forschungsgruppe Ökoeffizienz der HBLFA Raumberg-Gumpenstein das Betriebsmanagement-Tool „FarmLife“ entwickelt. Dieses Online-Tool wurde für die praktische Umsetzung in bäuerlichen Kursgruppen und den Einsatz im Schulbetrieb Land- und Forstwirtschaftlicher Schulen entworfen (HERNDL et al., 2015; HERNDL et al., 2016, *Abbildung 1*). Das derzeit in Entwicklung stehende Tierwohl-Tool wird in diese technische Plattform integriert, um die Bewertung des Tiergerechtheits-Potenzials effizient und praktikabel umzusetzen und gleichzeitig auch eine Verknüpfung mit anderen Nachhaltigkeitskriterien zu ermöglichen.

4. Zielsetzung und Vorgehensweise

Für die Anwendung im Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife bedarf es eines Tierwohl-Ansatzes mit einem hohen Maß an Praktikabilität. Durch die Kombination verschiedener Indikatorrentypen soll eine möglichst umfassende Gesamtbewertung erreicht werden. Gleichzeitig soll das Beurteilungsergebnis Rückschlüsse auf die Einflussfaktoren zulassen und dem Landwirt Empfehlungen zur Verbesserung etwaiger Haltungs- und Managementmängel an die Hand geben. Der Prozess des Projektablaufes wird in *Abbildung 2* dargestellt.

Eckpunkte für die Entwicklung:

- Web-Tool mit Anschluss zu einer gesamtbetrieblichen Bewertung im Betriebsmanagement-Tool FarmLife (Ökoeffiziente Landwirtschaft)
- Integration verschiedener Indikatoren für Tierwohl



Abbildung 1: Betriebsmanagement-Werkzeug FarmLife – www.farmlife.at

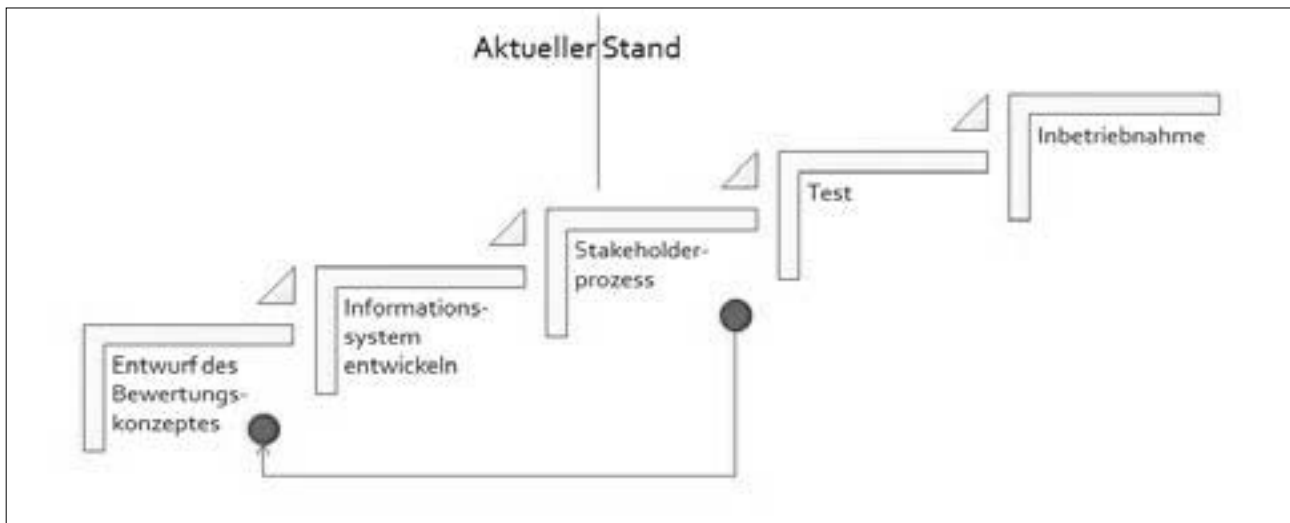


Abbildung 2: Prozess des Projekttablaufes

- Wissenschaftlicher Begleitprozess in Stakeholder-Gruppen
- Freier Zugang im Rahmen von Projektgemeinschaften
- Festlegung eines maximalen Erfassungsaufwandes

Anhand dieses Tierwohl-Tools werden die im EIP-Projekt Berg-Milchvieh untersuchten innovativen Haltungssysteme auf Milchviehbetrieben hinsichtlich ihres Tierwohl-Potenzials bewertet. Begleitende Datenerhebungen zur Tierhaltung sowie die Zusammenschau mit anderen Faktoren wie Emissionsrisiko-Potenzial (PÖLLINGER, 2019) und ausgewählten Nachhaltigkeitskriterien ermöglichen eine umfassende Bewertung, die Analyse kritischer Punkte und die Diskussion weiterführender Konzepte.

Das in Umsetzung begriffene Werkzeug kann im Testbetrieb bereits in FarmLife online eingesehen werden. Ein prototypisches Grundkonzept wurde bereits implementiert, wobei die Datenerfassung auf eine grundlegende Erhebung von umweltbezogenen Parametern und eine mobile Erfassung für tierbezogene Parameter aufgeteilt wurde. Nach einem Stakeholderprozess wird in einigen Monaten ein erster Test mit integrierten Anpassungsphasen möglich sein.

5. Literatur

- BARTUSSEK, H. (1996): Tiergerechtheitsindex für Rinder, TGI 35 L/1996, Stand Mai 1996, Veröffentlichungen der Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein, A-8952 Irtdning, www.raumberg-gumpenstein.at
- BECKER, F., EBSCHKE, F., PFEIFER, S., RAUEN, A., SÜDEKUM, K., VON BORELL, E. (2015): Nachhaltigkeitsbewertung in der Rinderhaltung: Fütterung, Ressourcen, Klima, Tiergerechtigkeit. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main.
- DLG (2012): Das Tier im Blick – Milchkühe ,DLG-Merkblatt 381, DLG e. V, Frankfurt/Main.
- FAO (2014): SAFA – Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems, Guidelines, version 3.0, pp. 268. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

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

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

KTBL (2015): Tierschutzindikatoren – Vorschläge für die betriebliche Eigenkontrolle. KTBL-Schrift 507, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.

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

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

PÖLLINGER, A. und A. ZENTNER, (2019): Einfaches Modell zur emissionstechnischen Bewertung von Rinderställen. Tagungsband zur Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2019, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irtdning-Donnersbachtal, S. 19-22.

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

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

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

Einfaches Modell zur emissionstechnischen Bewertung von Rinderställen

Alfred Pöllinger^{1*} und Andreas Zentner¹

Zusammenfassung

In der Landwirtschaft gehen jährlich 60 bis 75 Mio Euro an Stickstoff durch Ammoniakemissionen verloren. Um einen Teil davon für die nachhaltige landwirtschaftliche Produktion nutzbar zu machen, braucht es eine Vielzahl an kleineren und größeren Maßnahmen, um das Ziel zu erreichen. Angetrieben durch die Notwendigkeit der Erreichung der NEC-Ziele soll dieser Prozess beschleunigt werden. Um Maßnahmen aber für den Landwirt, die Landwirtin darstellbar machen zu können, kann man sich dem Kalkulationsmodell „Agrammon“ aus der Schweiz bedienen. Mit dem Programm können verschiedenste Maßnahmen zur Emissionsminderung berechnet und

in Zahlen dargestellt werden. Im Laufstall mit Ganzjahresstallhaltung und Auslauf, bei Güllelagerung im offenen Güllebehälter mit natürlicher Schwimmdecke und der breitflächigen Gülleverteiler, werden jährlich rund 52 kg NH₃-N/Kuh emittiert. Bei neuen stallbaulichen Lösungen (Fressstanderhöhung, Quergefälle und Harnableitung), mit abgedecktem Güllelager und der Gülleausbringung mit Schleppschuhverteiler, lassen sich die Emissionen um beinahe 50 %, auf 27 kg NH₃-N/Kuh und Jahr reduzieren.

Schlagwörter: Ammoniak, Emissionen, Bewertung, Modell, Rinder, Stallbau

Einleitung

Die Landwirtschaft ist für 94 % der Ammoniakemissionen verantwortlich (ANDERL et al., 2017). Damit ist die Landwirtschaft im Bereich der Ammoniakemissionen Hauptverursacher. Ammoniak ist ökosystemrelevant und trägt zur Versauerung und Eutrophierung sensibler Ökosysteme bei. Die NEC-Richtlinie sieht für Österreich ein Reduktionsziel von 12 % auf der Basis der Emissionen aus dem Jahr 2005 vor. Derzeit werden ca. 66 kt Ammoniak pro Jahr emittiert (ANDERL et al., 2017). Aktuelle Berechnungen weisen noch höhere Gesamtemissionen auf (ANDERL et al., 2019 – unveröffentlicht). Im Rahmen der notwendigen Maßnahmenmendiskussion zur Reduktion von Ammoniakemissionen aus dem Wirtschaftsdüngerprozess von der Fütterung über die Stallhaltung, der Lagerung der Wirtschaftsdünger bis zur Ausbringung werden die unterschiedlichsten Strategien diskutiert und vorgeschlagen. Im Maßnahmenkatalog des BMNT (NEC – Maßnahmenkatalog, 2019, unveröffentlicht) sind die für Österreich wichtigsten Maßnahmen aufgeführt und in Kategorien eingeteilt (siehe dazu auch den Beitrag PÖLLINGER, et al., in dieser Publikation).

In der Schweiz muss noch ein deutlich höherer Anteil an Ammoniakemissionen reduziert werden. Deshalb hat ein Forscherteam an der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) gemeinsam mit den Firmen Bonjour Engineering GmbH sowie Oetiker+Partner AG und mit Unterstützung des Bundesamts für Umwelt (BAFU) ein Modell entwickelt, mit dem auf einzelbetrieblicher Basis die tatsächlichen Ammoniakemissionen berechnet werden können. Ebenfalls können Verbesserungsmaßnahmen zur Emissionsminderung auch rechnerisch dargestellt werden.

Weiter ist es mit dem Modell möglich, bisher noch wenig bekannte, wissenschaftlich noch weiter zu beforschende Minderungsmaßnahmen bereits vorsichtig einzelbetrieblich zu quantifizieren. „Das Simulationsmodell Agrammon erlaubt die Berechnung der Ammoniakemissionen und zeigt auf, wie sich auf einem Betrieb Änderungen in Struktur und Produktionstechnik auf die Emissionen auswirken“ (www.agrammon.ch). Damit soll es dem Landwirt, der Landwirtin möglich sein, vorgeschlagene Maßnahmen selbst zu berechnen und darzustellen.

Fütterung, Milchleistung und N-Ausscheidungen

In dem Programm werden Standardwerte für Stickstoffausscheidungen gemäß GRUD (RICHNER, et al., 2017) verwendet. Als Annahme wurde eine mittlere Milchleistung pro Kuh und Jahr von 7.500 kg angenommen. Die Grundfütterration wurde mit 80 % Grassilage und 20 % Maissilageanteil berechnet. Der Kraftfutteranteil (ohne nähere Differenzierung) wurde mit 2 kg/Kuh und Tag im Sommer und mit 3 kg/Kuh und Tag im Winter festgelegt.

Der Wert für Stickstoffausscheidungen kann durch die Eingabe verändert werden. Variiert man die Stickstoffausscheidung von 100 auf 120 kg/Kuh und Jahr, dann ändern sich Ammoniakemissionen von 14,2 auf 17,1 kg NH₃-N/Kuh und Jahr. Der Standardwert liegt bei 15,9 kg NH₃-N/Kuh und Jahr bei einer Stickstoffausscheidungsrate von 118 kg/Kuh und Jahr bei der angegebenen Milchleistung und dem Fütterungsregime. Damit wird klar, dass einer ausgewogenen Fütterung ohne Eiweißüberschuss große

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: DI Alfred PÖLLINGER, alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at

Bedeutung bei der Vermeidung von Ammoniakemissionen in der gesamten Wirtschaftsdünger-Kette zukommt.

Für die weiteren Berechnungen wurden immer nur die Werte für die Standard-N-Ausscheidungen herangezogen. In einer Variantenberechnung wurde die Milchleistung auf 12.000 kg/Kuh und Jahr gesteigert. Gleichzeitig wurde dafür allerdings die Ration auf 60 % Maissilageanteil und 40 % Grassilageanteil verändert. Der Kraftfuttereinsatz wurde auf durchschnittlich (bezogen auf die gesamte Laktationsdauer) 6 kg Kraftfutter pro Kuh und Tag festgelegt. Eine noch höhere Kraftfüttergabe lässt das Programm nicht zu. Dabei erhöhten sich die Ammoniakemissionen im Stall nur 0,8 kg/Kuh und Jahr (von 15,9 auf 16,7 kg). Weitere Futterkomponenten können mit dem Programm berücksichtigt werden (Heu, Maiswürfel, Kartoffeln und Futterrüben).

Baulich-technische Voraussetzungen im Stall

Für die Berechnung der im Stall anfallenden Ammoniakemissionen sind die Aufstallungsform (Laufstall oder Anbindehaltung), die Gestaltung der Lauf-, Fress- und Mistgänge, das Vorhandensein und die Nutzung von Auslauflächen und die Stallhaltungsform (ganzjährige Stallhaltung oder kombiniert mit Weidenutzung) entscheidend. Für die Basisberechnung wird ein Laufstall mit planbefestigten Lauf-, Fress- und Mistgängen, einem permanent verfügbaren Auslauf und der Güllelagerung in einer offenen Grube angenommen.

Aufstallungsform (Anbindehaltung – Laufstallhaltung) mit und ohne Weidehaltung

Die Laufstallsysteme – Liegeboxenlaufstall oder Tiefstreu- oder Tretmistsystem – unterscheiden sich nicht in der Emissionsberechnung. Lediglich bei der Düngerform – Gülle oder Stallmist/Jauchesystem – ist bei der Ausbringung eine etwas geringere Emissionsrate für das Stallmist/Jauchesystem unterlegt.

Vergleicht man die Anbindehaltung mit der Laufstallhaltung, dann muss man zwischen der Anbindehaltung in Kombination mit Weidehaltung im Sommer und Auslauf im Winter und der Anbindehaltung mit reiner Auslaufkombination (ohne Weide) unterscheiden. Die Anbindehaltung ohne Weide und mit Auslauf liegt mit 8,7 kg $\text{NH}_3\text{-N/Kuh}$ und Jahr zwar deutlich unter dem Standardsystem – Ganzjahreshaltung im Laufstall (15,9 kg $\text{NH}_3\text{-N/Kuh}$ und Jahr) – allerdings etwas höher als das System Laufstallhaltung in Kombination mit Vollweide (8,1 kg $\text{NH}_3\text{-N/Kuh}$ und Jahr). Die geringsten Emissionen im Stall und auf der Weide werden in Kombination mit Anbindehaltung und Vollweide erzielt (5 kg $\text{NH}_3\text{-N/Kuh}$ und Jahr).

Kombiniert man die Laufstallhaltung mit einer 190 Tage Weidehaltung, mit 8 Stunden pro Tag, dann ist das Emissionsniveau mit 12,7 kg $\text{NH}_3\text{-N/Kuh}$ und Jahr ähnlich hoch, wie im System „Auslauf auf Weide“. Deutlicher lassen sich die Emissionen mit einem Vollweidesystem reduzieren (190 Tage und 20 Stunden/Tag). Mit diesem System erreicht man ein Niveau von 8,1 kg $\text{NH}_3\text{-N/Kuh}$ und Jahr.

Ausgestaltung von Fress-, Lauf- und Mistgängen und Auslauflächen

Im Bereich der Rinderhaltung sind alle Flächen auf denen gekotet und geharnt wird, also die Lauf-, Fress- und Mistgänge und die Auslauflächen als Emissionsquellen ausgewiesen. Deshalb kommt der Gestaltung, der Reinigung und generell dem Wirtschaftsdüngermanagement bereits im Stall große Bedeutung zu.

Der erhöhte Fressstand bringt in der Standardberechnung um 1,1 kg weniger Ammoniakemissionen pro Kuh und Jahr. Alleine die Ausführung der Fress-, Lauf- und Mistgänge mit 3 % Quergefälle und einer Harnsammelrinne reduziert die jährlichen Ammoniakemissionen im Stall um 2,2 kg pro Kuh. Kombiniert man beide Maßnahmen, dann ergibt sich eine Reduktion von 3,3 kg Stickstoffverluste aus dem Stall. Das entspricht einer Reduktion von rund 20 %. Der planeben ausgeführte Rillenboden bringt immerhin eine Reduktion von 2,8 kg. Weitere Reduktionsmaßnahmen sind nicht ausgeführt, könnten aber definiert werden. So sollte eine eingebaute Laufgangbefeuchtung bei gleichzeitig höherem Reinigungsintervall mit 5 % Reduktionspotenzial für die Erhebungsbetriebe bewertet werden.

Der Auslauf wird hinsichtlich seiner Bodengestaltung und der Nutzungsfrequenz bzw. Aufenthaltsdauer bewertet. Bezogen auf die Bodengestaltung wird zwischen planbefestigt, unbefestigt, perforiert oder Weide als Auslauf unterschieden. Grundsätzlich führt ein permanenter Zugang zum Auslauf auch zu höheren Ammoniakemissionen. Der Anteil an emissionsaktiver, weil verschmutzter Oberfläche wird erhöht. Führt man den Auslauf nicht planbefestigt aus, lassen sich die Emissionen um 3,5 kg/Kuh und Jahr reduzieren. Nutzt man Weidefläche als Auslaufläche, dann reduzieren sich die Emissionen um 4,2 kg, absolut also auf 11,7 kg $\text{NH}_3\text{-N/Kuh}$ und Jahr.

Wirtschaftsdüngerlagerung

Der Bereich der Wirtschaftsdüngerlagerung trägt mit rund 20 % zu den landwirtschaftlich bedingten Ammoniakemissionen bei (siehe auch PÖLLINGER et al., 2019). Berechnungen zufolge emittieren aus dem offenen Güllelager mit natürlicher Schwimmdecke 8,6 kg $\text{NH}_3\text{-N/Kuh}$ und Jahr, bei gleichzeitig hohem Rührintervall von 7 bis 12-mal pro Jahr. Aus Güllegruben mit Betondeckel sind es nur mehr 1,4 kg. Damit ist in diesem Sektor eine 83 %ige Reduktion der Emissionen möglich.

Wirtschaftsdünger-Ausbringung – Technik und Management

Bei der breitflächigen Wirtschaftsdüngerausbringung werden die höchsten Emissionsraten gemessen. Mit 27,4 kg $\text{NH}_3\text{-N/Kuh}$ und Jahr ist dieser Wert beinahe doppelt so hoch wie im Laufstall mit 365 Tagen Auslauf auf betonierter Fläche. Angenommen wird auch, dass 47 % der Güllemenge in der warmen Jahreszeit, also nach dem 1., 2. und 3. Schnitt ausgebracht wird. Bringt man die Gülle mit einem Güllefass mit Schleppschuhverteiler aus, dann lassen sich die Emissionen um 50 % reduzieren. Wird die Gülle ohne Wasserdünnung ausgebracht, dann erhöhen

sich die Emissionen um rund 4 kg/Kuh und Jahr. In dem Kalkulationsprogramm lässt sich der Verdünnungsgrad allerdings nicht auf 1:0,75 reduzieren, wie es die „typische österreichische Gülle“ ist. Die Verdünnung beginnt bei 1:1 (Gülle zu Wasser).

Weitere emissionsreduzierende Einflussfaktoren, wie Tagestemperatur oder Tageszeit (Abendausbringung), können ebenfalls angepasst werden. Die Wirkung ist allerdings im Modell nur geringfügig erkennbar.

Literatur

ANDERL, M., HAIDER, S., ZETHNER, G. (2017): Quantifizierung von Maßnahmen zur Ammoniakreduktion aus der Landwirtschaft. Rep-0629 Wien, 2017

Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich

NEC – Maßnahmenkatalog (2019): ENTWURF Maßnahmen für das Nationale Luftreinhalteprogramm – Sektor Landwirtschaft. Empfehlungen aus den Arbeitsgruppen zu NH₃-Reduktionsmaßnahmen in der österreichischen Landwirtschaft (Stand Jänner 2019). BMNT, Koordination Abt. II/8, Wien.

PÖLLINGER, A., ZENTNER, A., ZENTNER, E., KROPSCH, M., ZEFFERER, A., (2019): Stallbaulich-technische Möglichkeiten zur Umsetzung der NEC Richtlinie in der Rinderhaltung. Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2019, in Druck.

RICHNER, W., FLISCH, R., MAYER, J., SCHLEGEL, P., ZÄHNER, M., MENZI, H., (2017.4): Eigenschaften und Verwendung von Düngern, in: Richner, W., Sinaj, S., (Eds.), Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz / GRUD 2017. Agrarforschung Schweiz 8 (6) Spezialpublikation, pp. 4/1-4/23.

Was kostet das? Die Sicht der Betriebswirtschaft zum Rinderstallbau

Martin Karoshi^{*}

Zusammenfassung

Die Entwicklung des Betriebes sowie die Absicherung der Produktionsgrundlage und Einkommensmöglichkeit führen zu Stallbauplanungen. Oft ist das Thema Arbeitszeit und Arbeitsbelastung ganz entscheidend für einen Stallbau oder für andere Entwicklungen. Für Betriebe, die einen Milchviehstallbau planen, sind meist mehrere Faktoren entscheidend. Die Produktionstechnik, Tierwohl, Tiergesundheit und Haltungsaufgaben, etc. sind bedeutend, die wirtschaftliche Betrachtung hat einen wesentlichen Stellenwert. Inwieweit ein Betrieb eine

Investition in einen Milchviehstall tätigen kann, hängt wesentlich von der Kosten- und Leistungsstruktur in der Produktion, vom Ausmaß der Fremdfinanzierung, von Fördermöglichkeiten und den betriebsindividuellen Voraussetzungen, die oft nicht steuerbar sind, ab. Pauschale Aussagen zur Finanzierung und Investitionstätigkeit sind kaum machbar, jeder Betrieb muss in seiner Individualität einzeln betrachtet werden.

Schlagwörter: Kapitaldienstgrenze, Investitionskosten je Kuhplatz, Planung, Milchpreis, Finanzierung

Investitionsentscheidungen in der Landwirtschaft werden von betriebsinternen und -externen Faktoren beeinflusst. Produktionstechnische, arbeitswirtschaftliche, tiergesundheitliche und wirtschaftliche Überlegungen werden angestellt. Auch Einflüsse von außen, wie Gesetze, Auflagen, Normen, Anrainer usw. finden zentrale Berücksichtigung im Entscheidungsprozess. Nicht zuletzt sind Wünsche und Vorstellungen der Betriebsleiterfamilie ganz zentral zu berücksichtigen.

Die Rentabilität und die Finanzierbarkeit des Investitionsprojektes sind aus betriebswirtschaftlicher Sicht zu klärende Fragestellungen. Daneben sollte die Liquidität des Betriebes, gerade während der Investitionsphase genau gesteuert werden. Jedes (Investitions-)Projekt muss effektiv ausreichend Einkommen (mit-) erwirtschaften. Neben allen Forderungen und Verpflichtungen in Richtung Gesetzlichkeit, Öffentlichkeit, Märkten usw., möchten Betriebe Einkommen erwirtschaften und ihre Existenz absichern.

Für Stallbauprojekte muss am Beginn eine umfassende Planung stehen, bevor eine Entscheidung in Richtung Stallbau gefällt wird. Wesentliche Faktoren einer Planung müssen berücksichtigt werden:

- Planungen sollten ohne Zeitdruck und zum richtigen Zeitpunkt erfolgen. Dies sind wesentliche Überlegungen zur Vermeidung von Fehlinvestitionen.
- Wie ist der Betrieb derzeit wirtschaftlich aufgestellt? Über die erzielten Einkünfte, die gebundene Arbeitszeit, die Höhe der jährlichen Abschreibungen, die Eigenkapitalbildung, etc. sollte Klarheit herrschen. Natürlich sollte der Betrieb auch über seinen Privatverbrauch und die darin liegenden Vorstellungen in der Zukunft ein klares Bild haben. Diese Kenntnisse sind Voraussetzung für die Planung eines Investitionsprojektes. Eigene betriebliche Aufzeichnungen fördern die Planungssicherheit!

- Bauberatungen, Betriebsbesichtigungen, der Austausch mit Berufskollegen und das Einbinden der eigenen Familienarbeitskräfte sind Erfolgsfaktoren für die Planung.
- kritische Überlegungen zulassen, diese können die Planung schärfen
- das betriebliche Umfeld nicht außer Acht lassen, Entwicklungen am Markt bestmöglich abschätzen.

Pauschale betriebswirtschaftliche Aussagen zu Stallbauinvestitionen sind kaum machbar, jeder Betrieb muss individuell betrachtet, analysiert und beraten werden.

Zur Veranschaulichung wird hier ein Beispielbetrieb skizziert, unter Einbeziehung folgender Annahmen: Es handelt sich um einen konventionellen Milchviehbetrieb im Berggebiet mit 16 Milchkühen in Anbindehaltung mit eigener Nachzucht. Die derzeit verkaufte Milchmenge je Kuh beträgt ca. 6.500 kg Milch mit einem durchschnittlichen Milchpreis der letzten 12 Monate von 36,9 Cent je kg Milch. Der Betrieb verfügt über 18,29 ha eigene landwirtschaftliche Nutzfläche und hat keine Pachtfläche. Der Betrieb ist schuldenfrei, eine Person geht einer außerlandwirtschaftlichen Teilzeitbeschäftigung nach. Der Betrieb verfügt über ein Gesamteinkommen von 39.273 €. Dieses wird für die Zahlung der SVB-Beiträge und des Privatverbrauchs (33.712 €) benötigt. Was davon übrig bleibt ist die Überdeckung des Verbrauchs (5.561 €). Dieser Wert entspricht, durch die Schuldenfreiheit, auch der nachhaltigen Kapitaldienstgrenze und entspricht dem jährlich potenziellen Beitrag zur Betriebsentwicklung.

Die Arbeitszeit je Kuh ist im Anbindestall hoch. Der Betrieb hat die Möglichkeit unmittelbar in der Nähe hochwertiges Dauergrünland von ca. 6 ha zu pachten. Mit der derzeitigen Mechanisierung kann die Pachtfläche bewirtschaftet werden. Der Betrieb überlegt nun einen Stallbau vorzunehmen. Die Gründe hierfür liegen darin, die Arbeitszeiten je Kuh zu

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8010 GRAZ

^{*} Ansprechperson: Mag. Martin KAROSHI, martin.karoshi@lk-stmk.at

reduzieren, den Kuhkomfort und das Leistungspotenzial zu heben und die längerfristige Produktion, vor allem auch in Bezug auf Tierhaltungsaufgaben, abzusichern.

Geplant wird eine Investition in die Melktechnik, zusätzlichen Wirtschaftsdüngerlagerraum, einen Liegeboxenlaufstall für 25 Kuhplätze mit Schieberentmischung, wobei das Jungvieh in Zukunft im Altstall verbleiben soll.

Die geplanten Investitionskosten je Kuhplatz werden mit ca. 12.000 € geschätzt. Die gesamten Investitionskosten werden mit ca. 300.000 € geschätzt, der Betrieb verfügt über Eigenmittel von 75.000 € zur Finanzierung. Ein Investitionszuschuss in der Höhe von 62.500 € erscheint möglich, der Rest wird mit einem AIK finanziert.

Durch die Möglichkeit 6 ha landwirtschaftliche Nutzfläche zu pachten, wird die Aufstockung auf 25 Kühe möglich. Eine Steigerung der verkauften Milchmenge von ca. 700 kg je Kuh soll nach dem Stallbezug möglich werden. Mehr Kühe bedeutet mehr Grundfutterbedarf. Dies heißt aber nicht immer proportional mehr Pachtfläche, auch die Intensivierung des eigenen Grünlandbestandes sollte in einer Stallbauplanung integriert sein.

Weiterhin wird das Grundfutter in Form von Silorundballen bereitgestellt werden. Es sind keine weiteren Investitionen in die Außenwirtschaft notwendig.

Unter Berücksichtigung sämtlicher geplanter Bereiche ergeben sich viele Änderungen in der Kosten- und Leistungsstruktur. Im Bereich der Leistungen wird es zu Veränderungen bei der Milchmenge, den verkauften Kälbern und Altkühen kommen, sowie in Wirtschaftsdüngerlieferung. Durch die veränderte Flächennutzung werden auch die öffentlichen Gelder steigen.

Im Bereich der variablen Kosten werden sich die variablen Kosten je Kuh verändern (durch die Anzahl der Kühe und die Leistung je Kuh), aber auch variable Stromkosten, variable Maschinenkosten und variable Bewirtschaftungskosten, ganz allgemein.

Die Fixkosten stehen ganz besonders vor Veränderungen, da hier die Investition an sich stark zur Wirkung kommt. Die Ab-

schreibungen, Instandhaltungs- und Versicherungskosten, Schuldzinsen, Pachtkosten und Beiträge zur bäuerlichen Sozialversicherung bzw. auch allgemeiner Wirtschaftskosten.

Auch die Arbeitszeit und -qualität wird sich je nach der ursprünglichen Haltungs- und Bewirtschaftungsform verändern. Von derzeit ca. 130 h pro Kuhplatz wird eine Arbeitszeit von nicht über 80 h im neuen Laufstall angestrebt. Mit den geplanten 25 Kühen sollte die derzeitige Arbeitszeit bei 16 Kühen nicht überschritten werden.

Berücksichtigt man somit alle weiter oben angemerkten Veränderungen, so könnte folgende Situation entstehen (Tabelle 1).

Man erkennt, dass bei gleichem Milchpreis in der Situation nach der Investition der Gesamtdeckungsbeitrag inkl. der öffentlichen Gelder und die Fixkosten einer Veränderung unterliegen. Auch die außerlandwirtschaftlichen Einkünfte und der Privatverbrauch wurden einer Veränderung unterworfen, was einer gewissen Gesetzmäßigkeit folgt. Durch die zusätzliche Pachtfläche steigen auch die Beiträge zur bäuerlichen Sozialversicherung. Man erkennt, dass bei knapp 37 Cent Milchpreis in dieser Betriebsannahme eine Überdeckung des Verbrauchs und eine positive nachhaltige Kapitaldienstgrenze möglich erscheinen.

Dauerhaft in der Planung von einem konventionellen Milchpreis von 37 Cent auszugehen kann ggf. zu einer Fehleinschätzung führen. Folgend wird dargestellt, welche

Tabelle 1: Einkommensrechnung unter bestimmten Entwicklungsmaßnahmen

	vor Investition 36,9 Cent MP, 6.500 kg	nach Investition 36,9 Cent MP, 7.900 kg
Gesamtdeckungsbeitrag incl. öffentliche Gelder	40.703	65.655
- Fixkosten	21.234	35.400
+ Kapitalerträge, sonstige Erträge (Dienstleistungen)	2.164	2.164
= Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft	21.632	32.418
+ außerlandwirtschaftliche Einkünfte	12.040	12.160
+ Sozialtransfers	5.601	5.601
= Gesamteinkommen Unternehmerhaushalt	39.273	50.180
- Privatverbrauch	26.356	27.556
- SVB	7.356	8.736
= Über-/Unterdeckung des Verbrauchs	5.561	13.888
- Tilgung Kredit	0	7.687
= nachhaltige Kapitaldienstgrenze (KDG)	5.561	6.201

Tabelle 2: Einkommensrechnung unter bestimmten Entwicklungsmaßnahmen

	vor Investition 36,9 Cent MP, 6.500 kg	nach Investition 36,9 Cent MP, 7.900 kg	nach Investition 33 Cent MP, 7.200 kg	nach Investition 33 Cent MP, 7.200 kg; 10.000,- je Kuhplatz	nach Investition 35 Cent MP, 7.600 kg, 12.000,- je Kuhplatz
Gesamtdeckungsbeitrag incl. öffentliche Gelder	40.703	65.655	54.280	54.280	59.855
- Fixkosten	21.234	35.212	35.212	33.348	35.212
+ Kapitalerträge, sonstige Erträge (Dienstleistungen)	2.164	2.164	2.164	2.164	2.164
= Einkünfte aus Land- und Forstwirtschaft	21.632	32.606	21.231	23.096	26.806
+ außerlandwirtschaftliche Einkünfte	12.040	12.160	12.160	12.160	12.160
+ Sozialtransfers	5.601	5.601	5.601	5.601	5.601
= Gesamteinkommen Unternehmerhaushalt	39.273	50.367	38.992	40.857	44.567
- Privatverbrauch	26.356	27.556	27.556	27.556	27.556
- SVB	7.356	8.736	8.736	8.736	8.736
= Über-/Unterdeckung des Verbrauch	5.561	14.075	2.700	4.565	8.275
- Tilgung Kredit	0	7.875	7.875	5.704	7.875
= nachhaltige Kapitaldienstgrenze (KDG)	5.661	6.201	-5.174	-1.139	401

rechnerische Situation entstehen könnte, wäre der Milchpreis bei 33 Cent je kg verkaufter Milch (*Tabelle 2*).

Bei 33 Cent je kg und einer verkauften Milchmenge je Kuh von 7.200 kg sieht man, dass die nachhaltige Kapitaldienstgrenze doch deutlich negativ ist. D.h. für diesen Milchpreis wäre möglicherweise die verkaufte Menge zu niedrig, die Investitionskosten zu hoch, der Fremdkapitalanteil zu hoch, die Kostenstruktur zu wenig schlank, etc. In dieser Situation würde der Betrieb von der Substanz leben.

In einer weiteren Betrachtung könnte man fragen, wie sich das Ergebnis darstellen würde, wären die Investitionskosten lediglich bei 10.000 € je Kuhplatz (immer mit der Frage der Korrelation geringer Investitionskosten zu Tiergesundheit, Leistung, Tierkomfort, etc.). 2.000 € je Kuhplatz weniger würden zwar eine Entspannung bringen, aber das Ergebnis wäre immer noch nicht positiv.

Rein rechnerisch ergäbe sich eine positive nachhaltige Kapitaldienstgrenze bei einem Milchpreis von 35 Cent je kg verkaufter Milch, einer verkauften Milchmenge von 7.600 kg, aber auch bei angenommenen Investitionskosten von 12.000 € je Kuhplatz.

Eine Vielzahl an Variablen fließt somit in eine Planung ein. Best Case und Worst Case-Überlegungen sollten unbedingt berücksichtigt werden. Schlussendlich liegt es im Ermessen der Betriebsführer und Betriebsführerinnen Entscheidungen, unter höchstmöglicher Risikoeinschätzung, zu treffen.

Sollte eine Planungsvariante zu riskant erscheinen, dann wird immer wieder überlegt anders oder günstiger zu bauen, bestehende Substanz zu nutzen und umzubauen statt neu zu bauen. Möglicherweise lassen sich Investitionen verschieben oder etwa die Vermarktungs- und Produktionsweise ändern (z.B. biologische Wirtschaftsweise).

Macht die Finanzierbarkeit dem Projekt einen Strich durch die Rechnung und suchen die Betriebsführer und Betriebsführerinnen dadurch nach Alternativen, so darf

das ursprüngliche Ziel der Investition nicht aus den Augen gelassen werden. War ein wesentliches Ziel der Investition die Arbeitszeit in den Griff zu bekommen, so muss dieses Ziel auch bei der Suche nach alternativen Lösungen zentral betrachtet werden!

Wesentliche Hebel für oder gegen eine Stallbauinvestition sind auch Leistungen in der Produktion zu steigern bzw. die Kosten zu senken, wobei diese Hebel mitunter eine gewisse Planungsunsicherheit beinhalten. Schlussendlich kann auch der Ausstieg aus der Milchproduktion hin zu neuen Betriebszweigen einen Entwicklungsschritt darstellen.

Als Alternative zu einem kompletten Neubau eines Stalles kann in einzelnen Fällen auch der Um- oder Zubau überlegt werden. Durch geschickte Kombination bestehender Substanz (z.B. Fress- und Melkbereich im bestehenden Stall) mit einem Auslauf und dort angeschlossenem überdachtem Liegebereich könnten die Investitionskosten auch deutlich unter 10.000 € zu liegen kommen. Ob bei einer solchen Lösung Verbesserungen in der Arbeitswirtschaft und der Arbeitszeit je Kuh so deutlich wie bei einem Neubau ausfallen, muss im Einzelfall beurteilt werden.

Stallbauinvestitionen sind oft auch eine Frage der Nutzungsdauer und der Laufzeiten der (Fremd-)Finanzierung. Investitionsentscheidungen betreffen immer wieder bereits auch zukünftige Bewirtschaftergenerationen. Ist eine Hofübergabe in den nächsten Jahren geplant, hat die Übernahmegeneration aber noch keine konkreten Vorstellungen über die weitere Bewirtschaftung, so ist zu überlegen, ob die derzeitige Produktion nicht mit der bestehenden Substanz und einfachen Zusatzlösungen (zB Auslauf) aufrecht erhalten werden kann bis die Unternehmer die Betriebsführung beginnen und weitere Entscheidungen treffen.

Stallbauinvestitionen können Chancen eröffnen und Arbeitsplätze schaffen und erhalten. Jeder Betriebsführer, jede Betriebsführerin muss um die ökonomischen Grenzen genau Bescheid wissen.

Erste Ergebnisse aus dem Projekt Liegemonitoring

Christian Fasching,^{1*} Gregor Huber¹, Johann Gasteiner¹ und Andreas Steinwider²

Zusammenfassung

Das Evaluieren vom Liegeverhalten einer Milchviehherde sowie das gezielte Optimieren von Haltungsbedingungen und Managementmaßnahmen sind wesentliche Faktoren, die zum wirtschaftlichen Erfolg eines Milchviehbetriebes beitragen. Häufig kann mit einfachen und kostengünstigen Maßnahmen zusätzliches Potenzial mobilisiert werden. Durch das Optimieren vom Liegeverhalten nimmt auch die Häufigkeit von

Gesundheitsproblemen ab. Ältere Kühe mit geringeren Produktionsverlusten können erwartet werden. Um mögliche Potenziale zu erkennen und gezielte Maßnahmen zu treffen, wird im Rahmen vom Projekt Liegemonitoring die Ausgangssituation erfasst. Dazu wurde auf zehn Betrieben in den Sommermonaten 2018 die tägliche Liegedauer erhoben. Sie reicht von 8,4 bis 13,7 Stunden je Kuh und Tag. Auch wenn die Betriebe mit diesen Ergebnissen innerhalb der Empfehlungen liegen, lassen detailliertere Untersuchungen deutliche Potenziale erkennen.

Einleitung

Bei Kühen hat Liegen einen höheren Stellenwert als Fressen oder Sozialkontakt. Es ist ein hoch motiviertes Verhalten das eng mit wichtigen Funktionen wie dem Wiederkauen, Sozialkontakt oder Erholung verbunden ist (STONE et al., 2017, WINCKLER, 2009). Das Eutergewebe wird beim Liegen stärker durchblutet wodurch eine erhöhte Milchbildung stattfindet (RULQUIN und CAUDAL, 1992, TOBER et al., 2011). Die für Milchkühe artgerechte Liegedauer wird in der Literatur mit 7 bis 14 Stunden je Tag angegeben (TOBER et al., 2011, WINCKLER, 2009). Auf Grund ihrer Bedeutung wird sie auch gerne als Indikator für Liegekomfort und das Wohlbefinden verwendet (MASELYNE et al., 2017, WINCKLER, 2009). Ihre Abhängigkeit von physiologischen Größen macht es bei einer Bewertung notwendig, Parameter wie Laktationstag, Alter oder Leistungsniveau zu berücksichtigen (BEWLEY et al., 2010, STONE et al., 2017).

Literatur

Indem Haltungsbedingungen optimiert werden, erhöht sich die Liegedauer und in Folge auch die produzierte Milchmenge. So stellte HOY (2019) in seinen Untersuchungen fest, dass die Milchleistung je Kuh und Tag um 1,4 kg steigt, sofern die Liegedauer von 8,4 auf 11,6 Stunden zunimmt. Während der Zeit des Liegens wird auch der Stütz- und Bewegungsapparat geschont, sodass mit optimierten Haltungsbedingungen vor allem auch Gliedmaßenschäden vorgebeugt werden kann. Auch das Abtrocknen der Klauen hat positive Auswirkungen, die nicht zu vergessen sind.

Nach MASELYNE et al. (2017) ist bei der Interpretation der Liegedauer vor allem der Laktationstag zu berücksichtigen. Nach ihren Untersuchungen nimmt die Liegedauer am Be-

ginn der Laktation stetig ab und erreicht vier Wochen nach der Abkalbung ihr Minimum (10,5 h je Tag). Ab diesem Zeitpunkt beobachten sie einen abnehmenden Zuwachs der täglichen Liegedauer, die im letzten Laktationsdrittel mit 12,4 h je Tag ihr Maximum erreicht. Sie geben an dass, der Verlauf dem Trend der Energiebilanz und dem entgegengesetzten Trend der Standard Laktationskurve folgt. BEWLEY et al. (2010) kommen in ihrer Studie zu einem ähnlichen Ergebnis. Sie zeigen, dass die Liegedauer mit zunehmender Milchleistung abnimmt und schlussfolgern, dass die Futteraufnahme bei zunehmender Milchleistung mehr Zeit in Anspruch nimmt.

Beim Einfluss der Lufttemperatur und der Luftfeuchtigkeit auf die Liegedauer sind sich die Autoren uneinig. TOBER et al. (2011) erheben die Liegedauer bei verschiedenen Stalllufttemperaturklassen und stellen fest, dass die tägliche Liegedauer zwischen den Klassen 5°C bis 10°C und 10°C bis 15°C am stärksten abnimmt. Nachdem auch der Anstieg der täglichen Aktivität zwischen diesen Klassen höher ist als der in den benachbarten Klassen, stellen sie die Vermutung an, dass bereits bei diesen relativ niedrigen Stalllufttemperaturen relevante Wärmebelastungen auftreten.

STONE et al. (2017) untersuchen den Einfluss vom Temperature-Humidity-Index (THI) auf die tägliche Liegedauer in Abhängigkeit der Laktationszahl. Sie kommen zum Ergebnis, dass mit Zunahme vom THI (Maximum je Tag) die tägliche Liegedauer bei Kühen in der ersten Laktation zunimmt und bei Kühen mit zwei und mehr Laktationen abnimmt. Auch GEISCHEDER (2017) untersuchte den Einfluss von Hitzestressphasen mit und ohne Ventilatoreinsatz auf die tägliche Liegedauer. Sie wiederrum kommt zum Ergebnis, dass sich die Liegedauer nicht signifikant zwischen thermoneutralen Phasen, Hitzestressphase mit

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

² HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: DI Christian FASCHING, christian.fasching@raumberg-gumpenstein.at

Ventilatoreinsatz und der Hitzestressphase ohne Ventilatoreinsatz unterscheidet.

Material und Methode

Um mögliche Potenziale in Hinblick auf das Liegeverhalten von Milchkühen zu erkennen, wurde in einem ersten Durchgang bei zehn Arbeitskreisbetrieben die Liegedauer erfasst. Die Erhebungen erfolgten zwischen April und Oktober 2018 und dauerten bei jedem Betrieb sechs bzw. sieben Tage. Die Anzahl an beobachteten Kühen richtete sich nach der Herdengröße und reicht von 10 bis 25. Sie wurden so ausgewählt, dass keine Brunst zu erwarten war. Die tägliche Milchmenge der Studientiere am Betrieb mit der niedrigsten Leistung lag bei 19,9 kg je Kuh und die am Betrieb mit der höchsten Leistung bei 38,2 kg je Kuh. Der mittlere Laktationstag reichte von 109 bis 237.

Die stehende bzw. liegende Position wurde mit Hilfe von Lagesensoren (Onset Pendant G data logger), die am Hinterbein montiert wurden, erhoben. FASCHING et al. (2019) validierten diese Methode an der Versuchsherde der HBLFA Raumberg-Gumpenstein. Sie stellten fest, dass bei einer mittleren Liegedauer von 87,6 min je Liegeperiode die Übereinstimmungsgrenzen im Bland-Altman-Diagramm bei -1,39 bzw. 1,25 min lagen. Der Lagesensor unterschätzte in ihren Untersuchungen die Liegedauer einer Liegeperiode im Mittel um 0,07 Minuten. Die Sensitivität für das Abliegen bzw. Aufstehen geben die Autoren mit 99 % bzw. 100 % an, die Spezifität mit jeweils 100 %. LEDGERWOOD et al. (2010) kamen mit ihren Untersuchungen ebenfalls zum Ergebnis, dass diese Methode sehr gut zum Erfassen vom Liegeverhalten geeignet ist. Für weiterführende Untersuchungen wurde mit einem Datenlogger (Testo 175 H1) die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit vom Liegebereich erfasst.

Die Erhebung von tierindividuellen Parametern wie Rasse, Milchleistung, Laktationstag und Laktationszahl sowie betriebsindividuelle Merkmale wie Liegeboxenabmessungen und Managementmaßnahmen erfolgte mit einem Fragebogen.

Tabelle 1: Mittelwert und Standardabweichung der täglichen Liegedauer je Betrieb sowie Laktationstag, Milchleistung und mittlerer temperature-humidity Index (THI). Ein Datensatz entspricht der täglichen Liegedauer einer Kuh. Um das Leistungspotenzial voll auszuschöpfen soll eine Liegedauer von zumindest 12 Stunden je Tag angestrebt werden. Bei Betrieb 1 und 4 wurde der Datenlogger zum Berechnen vom THI während der Erhebungsphase beschädigt.

Betrieb	N (h)	Mittlere Liegedauer (h je Kuh und Tag)	SD	Laktationstag	Milchleistung (kg je Tag)	THI
7	105	8,43	1,88	208	20,9	53,8
10	140	11,45	2,27	156	28,1	54,0
9	171	13,72	2,25	184	36,6	54,1
6	105	12,05	1,38	189	31,1	56,0
8	54	10,53	2,39	109	25,0	58,9
2	84	11,35	2,13	207	38,2	61,0
5	90	10,94	1,80	237	32,9	67,7
3	133	11,62	1,89	189	34,5	68,0
1	105	12,12	1,90	199	37,4	
4	425	9,05	1,95	204	19,9	

Erste Ergebnisse

Die Ergebnisse auf Betriebsebene (Tabelle 1, Abbildung 1) beruhen auf einen Datensatz welcher 1.412 Datenzeilen mit jeweils Einzelkuhtagesdatensätze umfasst. Am Betrieb mit der niedrigsten Liegedauer lagen die Studientiere 8,4 Stunden pro Tag und am Betrieb mit der höchsten Liegedauer 13,7 Stunden.

Werden diese Ergebnisse mit den weitgefassten Angaben aus der Literatur verglichen (7-14 Stunden je Tag), liegen sämtliche Betriebe innerhalb der angegebenen Bereiche. Um aber das Leistungspotenzial und die positiven Effekte vom Liegen auszunutzen, empfehlen TOBER et al. (2011) und auch LUTZ (2000), unabhängig von physiologisch relevanten Merkmalen oder Umweltfaktoren, eine tägliche Liegedauer von zumindest 12 Stunden. Nach diesen Empfehlungen ist die Liegedauer auf zwei Betrieben (Betrieb 4/7) als unzureichend einzustufen. Fünf Betriebe lagen knapp unter dieser Empfehlung (Betrieb 2/3/5/8/10). Bei diesen Betrieben könnte demzufolge Optimierungspotenzial hinsichtlich Tierhaltung und Betriebsmanagement bestehen.

In anderen Studien wird über eine Liegedauer von 10,5 h (BEWLEY et al., 2010), 10,0 bis 12,6 h (LEDGERWOOD et al., 2010), 11 h (ITO et al., 2009), 10,5 bis 12,4 h (MA-SELYNE et al., 2017) je Tag berichtet. In Hinblick auf die

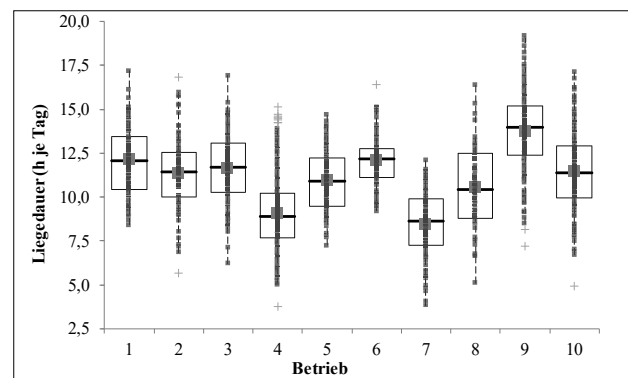


Abbildung 1: Box Plots der auf den Studienbetrieben erhobenen täglichen Liegedauer.

Ergebnisse dieser Untersuchungen erscheint es sinnvoll, die Liegedauer in Abhängigkeit vom Laktationstag und dem Leistungsniveau zu interpretieren. Nachdem keiner der Autoren Empfehlungen in Abhängigkeit dieser Parameter definiert, können mögliche Potenziale nur mit Hilfe vom Zwischenbetrieblichen Vergleich festgestellt werden.

Auf den Studienbetrieben betrug die mittlere tägliche Liegedauer 11,1 Stunden, der mittlere Laktationstag lag bei 188 und die mittlere tägliche Milchleistung bei 30,4 kg. Nach MASELYNE et al. (2017), STONE et al. (2017) und BEWLEY et al. (2010) besteht ein positiver Zusammenhang zwischen Liegedauer und Laktationstag bzw. ein negativer Zusammenhang zwischen Liegedauer und Milchleistung. Demnach haben die Betriebe 4 und 7 das größte Optimierungspotenzial. Trotzdem der Laktationstag überdurchschnittlich hoch und die Milchleistung unterdurchschnittlich waren, zeigten die Kühe eine vergleichsweise sehr niedrigere Liegedauer. Auch auf den Betrieben 5 und 8 wurde eine unterdurchschnittliche Liegedauer festgestellt, wobei das Ergebnis von Betrieb 8 mitunter auf das Laktationsstadium zurückzuführen sein könnte. Deutlich überdurchschnittlich hingegen war die Liegedauer am Betrieb 9. Trotz einer täglichen Milchleistung von 36,6 kg und einem durchschnittlichen Laktationstag von 184 lagen die Kühe im Schnitt 13,72 Stunden.

Um festzustellen in wie weit das Liegeverhalten durch Managementänderungen verbessert werden kann, ist in *Abbildung 2* die Differenz zur mittleren täglichen Liegedauer an verschiedenen Wochentagen betriebsindividuell dargestellt. Wie es beispielsweise am Betrieb 7 und 1 deutlich zu beobachten ist, kam es an einzelnen Wochentagen zu Unregelmäßigkeiten in der Liegedauer. Worauf dies zurückzuführen war und welche Möglichkeiten zur Reduktion dieser Differenzen bestehen, kann ausschließlich vom Betriebsführer selbst beurteilt bzw. im Rahmen von einem Beratungsgespräch erarbeitet werden.

Eine weitere Möglichkeit zum Erkennen von Potenzialen besteht in der Analyse des Liegeverhaltens im Tagesverlauf. Wie in *Abbildung 3* dargestellt, zeigt die Liegekurve der Betriebe 1/6/9, mit einer täglichen Dauer von mehr als 12 Stunden, einen gleichmäßigeren Verlauf als auf den anderen Betrieben. Die Grafik zeigt auch, dass jene Betriebe mit der geringsten täglichen Liegedauer einen sehr unregelmäßigen Tagesverlauf aufwiesen (Betrieb 4 und 7).

Die Ergebnisse aus zwei Stunden-Verlaufsdarstellungen über mehrere Wochentage hinweg aufgelöst, lassen Effekte von regelmäßigen und wiederkehrenden Maßnahmen (wie Melken, Füttern oder beispielsweise das Aufräumen von Gülle), auf das Liegeverhalten erkennen. Am Betrieb 7 beispielsweise kam es in der Nacht von Mittwoch auf Donnerstag zu einem massiven Einbruch der Liegedauer (*Abbildung 4*). Die Ursachen dafür können vielfältig sein und müssen ggf. gemeinsam mit dem Betriebsführer herausgefunden werden.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Eine Voraussetzung für das Erreichen von überdurchschnittlichen Leistungen ist eine hohe tägliche Liegedauer (HOY, 2019). Um das dahingehende Potenzial einzuschätzen ist es notwendig, die aktuelle Situation zu erheben. In Folge können Maßnahmen gezielt zum Optimieren der

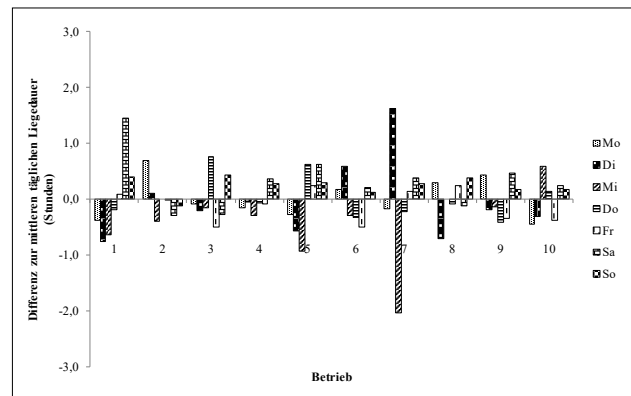


Abbildung 2: Betriebsindividuelle Differenz zur mittleren täglichen Liegedauer in Abhängigkeit vom Wochentag

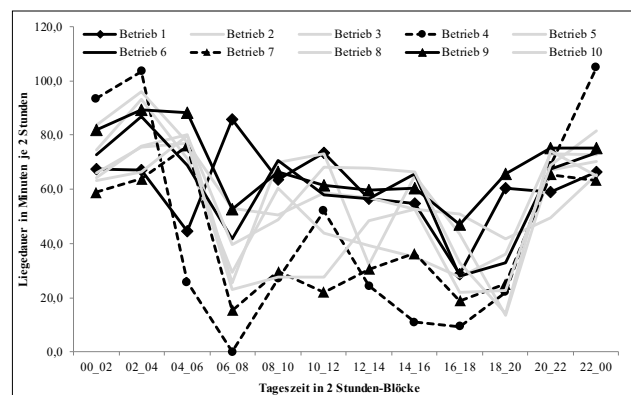


Abbildung 3: Betriebsindividuelle Liegedauer in Abhängigkeit vom Tagesverlauf. Voraussetzung für eine hohe tägliche Liegedauer (Betrieb 1/6/9) ist ein möglichst flacher Kurvenverlauf.

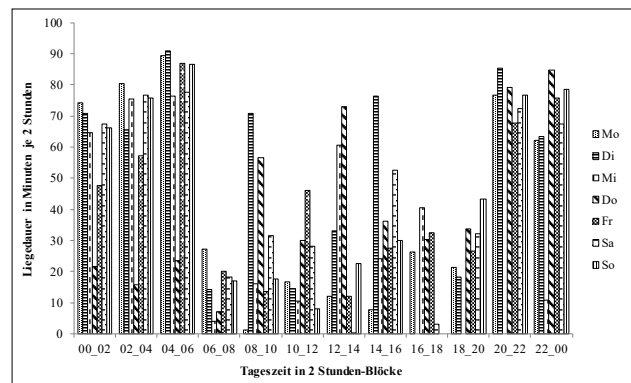


Abbildung 4: Liegedauer von Betrieb 7 in Abhängigkeit vom Tagesverlauf und dem Wochentag. In der Nacht von Mittwoch auf Donnerstag kam es zu einem massiven Einbruch der Liegedauer.

Liegebedingungen getroffen werden. Die Möglichkeiten dafür sind vielfältig. Sie reichen von einfachen Veränderungen im Tagesablauf bis hin zum Anpassen der Liegeboxen bzw. dem Einstellen von Aufstallungselementen sowie dem Verbessern vom Liegekomfort.

Um auch das Potenzial der Studienbetriebe zu beleuchten, werden die Ergebnisse im Rahmen einer Ergebnispräsentation vorgestellt. Dabei wird in der gemeinsamen Diskussion versucht, mögliche Gründe für Unregelmäßigkeiten und Auffälligkeiten zu finden. Ziel dabei ist, die tatsächlichen

Potentiale zu erkennen, sodass gezielte Maßnahmen getroffen werden können.

In weiterführenden Untersuchungen wird erhoben ob das Liegeverhalten von Parametern wie beispielsweise Liegeboxenabmessungen, dem Tier-Fressplatzverhältnis oder auch von Managementmaßnahmen wie der Häufigkeit der Boxenpflege beeinflusst wird und in wie weit die Studienergebnisse mit der bestehenden Literatur übereinstimmen.

Literatur

- BEWLEY, J.M.; BOYCE, R.E.; HOCKIN, J.; MUNKSGAARD, L.; EICHER, S.D.; EINSTEIN, M.E. und SCHUTZ, M.M. (2010): Influence of milk yield, stage of lactation, and body condition on dairy cattle lying behaviour measured using an automated activity monitoring sensor. *Journal of dairy research* 77 (1), 1-6.
- BRANDES, C. (2013): Liegende Kühe sind produktive Kühe. *Der Fortschrittliche Landwirt* 23, Stocker Verlag, 3.
- COOPER, M.D.; ARNEY, D.R. und PHILLIPS, C.J.C. (2007): Two- or Four-Hour Lying Deprivation on the Behavior of Lactating Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 90 (3), 1149-1158.
- DEMING, J.; BERGERON, R.; LESLIE, K. und DEVRIES, T. (2013): Associations of housing, management, milking activity, and standing and lying behavior of dairy cows milked in automatic systems. *Journal of Dairy Science* 96 (1), 344-351.
- DEVRIES, T.J. und von KEYSERLINGK, M.A.G. (2005): Time of Feed Delivery Affects the Feeding and Lying Patterns of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 88 (2), 625-631.
- FASCHING, C.; OFNER-SCHRÖCK und HUBER, G. (2018): Abschlussbericht in Druck: Validierung einer sensorbasierte Methode zum Erkennen des Liege-Verhaltens von Rindern. Raumberg-Gumpenstein.
- GEISCHEDER, S. (2017): Auswirkungen von Hitzestress auf Milchkühe der Rasse Fleckvieh unter bayerischen Klimabedingungen und Einfluss einer Unterstützungslüftung durch Ventilatoren. Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, München.
- GREIF, M.; WERNER, D.; SCHWENZFEIER-HELLKAMP, E. und REITER, K. (2017): Einfluss von unterschiedlichen Lichtspektren auf das Verhalten von Milchvieh. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, Freiburg im Breisgau, 265-267 S.
- HELMREICH, S.; GYGAX, L.; WECHSLER, B. und HAUSER, R. (2011): Aktivität und Liegeverhalten von Milchkühen in Ställen mit automatischem Melksystem (AMS). Tänikonener Melktechniktagung.
- HOY, S. (2019): Länger liegen - mehr Milch. *Top Agrar Rind*, 4.
- ITO, K.; WEARY, D.M. und von KEYSERLINGK, M.A.G. (2009): Lying behavior: Assessing within- and between-herd variation in free-stall-housed dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92 (9), 4412-4420.
- KRAWCZEL, P.; KLAIBER, L.; BUTZLER, R.; KLAIBER, L.; DANN, H.; MOONEY, C. und GRANT, R. (2012): Short-term increases in stocking density affect the lying and social behavior, but not the productivity, of lactating Holstein dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95 (8), 4298-4308.
- LEDGERWOOD, D.N.; WINCKLER, C. und TUCKER, C.B. (2010): Evaluation of data loggers, sampling intervals, and editing techniques for measuring the lying behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 93 (11), 5129-5139.
- LUTZ, B. (2000): Kuhkomfort als Voraussetzung für hohe Leistungen (Stallklima, Haltung, Bewegung). *Viehwirtschaftliche Fachtagung, Irdning*, 27.
- MASELYNE, J.; PASTELL, M.; THOMSEN, P.T.; THORUP, V.M.; HÄNNINEN, L.; VANGEYTE, J.; VAN NUFFEL, A. und MUNKSGAARD, L. (2017): Daily lying time, motion index and step frequency in dairy cows change throughout lactation. *Research in veterinary science* 110, 1-3.
- RULQUIN, H. und CAUDAL, J. (1992): Effects of lying or standing on mammary blood flow and heart rate of dairy cows. *Annales de zootechnie*. 1.
- RUUD, L.E. und BOE, K.E. (2011): Flexible and fixed partitions in freestalls - Effects on lying behavior and cow preference. *Journal of Dairy Science* 94, 4856-4862.
- STONE, A.; JONES, B.; BECKER, C. und BEWLEY, J. (2017): Influence of breed, milk yield, and temperature-humidity index on dairy cow lying time, neck activity, reticulorumen temperature, and rumination behavior. *Journal of Dairy Science* 100 (3), 2395-2403.
- TOBER, O.; LOEBSIN, C. und SANFTLEBEN, P. (2011): Untersuchungen telemetrisch erfassbaren Verhaltens sowie ausgewählter physiologischer und Stallklimaparameter bei Hochleistungskühen unter den Bedingungen moderner Außenklima-Laufstallhaltung zur Schaffung von Managementhilfen und Optimierung der Tierumwelt, Institut für Tierproduktion, Dummerdorf.
- WINCKLER, C. (2009): *Nutztierethologie*, UTB.
- ZÄHNER, M.; SCHRADER, L.; HAUSER, R.; KECK, M.; LANGHANS, W. und WECHSLER, B. (2004): The influence of climatic conditions on physiological and behavioural parameters in dairy cows kept in open stables. *Animal Science* 78 (1), 139-147.

Neues aus der Prüfstelle - Ergebnisse zur Prüfung des Tiefboxenkissens POLSTA

Elfriede Ofner-Schröck,^{1*} Thomas Guggenberger¹, Johann Häusler² und Johann Gasteiner¹

Zusammenfassung

Das österreichische Tierschutzgesetz sieht eine verpflichtende Überprüfung sämtlicher neuartiger Produkte vor dem ersten Inverkehrbringen in Österreich vor. Der Nachweis gilt als erbracht, wenn dies durch ein Gutachten der Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz bestätigt wird. Die Durchführung von praktischen Prüfungen durch eine Prüfstelle soll der Fachstelle fehlende Informationen für die Begutachtung liefern. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein ist eine solche vom Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz genehmigte Prüfstelle. Im Jahr 2018 wurde die HBLFA Raumberg-Gumpenstein beauftragt, eine Prüfung des Tiefboxenkissens POLSTA der Firma Kraiburg durchzuführen. Dies erfolgte durch eine Bonitierung von Rindern hinsichtlich des Auftretens von Technopathien. Im Herbst 2018 wurde ein umfassender Prüfbericht gelegt. Aus den durchgeführten Untersuchungen ließ sich ableiten, dass durch die Haltung von Rindern auf ordnungsgemäß eingebauten und verwendeten POLSTA-Tiefboxenkissen keine negative Beeinflussung der Gelenksgesundheit zu erwarten ist. Der Zustand der durch das POLSTA-Tiefboxenkissen am meisten betroffenen Gelenke, der Karpalgelenke, hat sich in den vorliegenden Beurteilungen bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens deutlich verbessert. Das POLSTA-Tiefboxenkissen erhielt ein positives Gutachten der Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz und es wurde dafür das Tierschutz-Kennzeichen ausgestellt.

Schlagwörter: Rinder, Tierschutz, Prüfstelle, Fachstelle, Liegebox

Summary

The Austrian Animal Welfare Act stipulates the mandatory examination of all innovative products before they are offered on the Austrian market. Proof is provided if confirmed by an expert report of the Specialist Unit for Animal Husbandry and Animal Welfare. Should additional data be required for the assessment, this can be obtained in co-operation with an official Test Centre. Agricultural Research and Education Centre Raumberg-Gumpenstein (HBLFA Raumberg-Gumpenstein) is such an official Test Centre, approved by the Federal Ministry For Labour, Social Affairs, Health and Consumer Protection. In 2018, the HBLFA Raumberg-Gumpenstein was commissioned to carry out an examination of the deep litter cubical cushion POLSTA developed by Kraiburg. This was done by evaluating cattle for the occurrence of integument alterations. In autumn 2018 a comprehensive test report was submitted. From the investigations carried out, it could be concluded, that the keeping of cattle on properly installed and used POLSTA deep litter cubical cushions does not lead to any negative influence on the joint health. The condition of the joints most affected by the POLSTA deep litter cubical cushion, the carpal joints, has improved significantly in the present evaluations when using the POLSTA deep litter cubical cushion. The POLSTA deep litter cubical cushion received a positive expert report from the Specialist Unit for Animal Husbandry and Animal Welfare and the Animal Welfare Label was issued for it.

Keywords: cattle, animal welfare, Test Centre, Specialist Unit for Animal Husbandry and Animal Welfare, cubicle

1. Einleitung

Im Jahr 2018 wurde die HBLFA Raumberg-Gumpenstein als eine vom Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz (BMASGK) genehmigte Prüfstelle der Fachstelle seitens der Firma Kraiburg beauftragt, eine Prüfung des Tiefboxenkissens POLSTA durchzuführen. Dies sollte durch eine Bonitierung von Rindern hinsichtlich des Auftretens von Technopathien erfolgen. Im Herbst 2018 wurde durch die HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein

umfassender Prüfbericht gelegt (OFNER-SCHRÖCK et al., 2018). In diesem Beitrag werden die wesentlichen Ergebnisse zur Prüfung des Tiefboxenkissens POLSTA dargestellt.

2. Prüfung von Haltungs- und Stallsystemen

„Neuartige serienmäßig hergestellte Aufstallungssysteme und neuartige technische Ausrüstungen für Tierhaltungen dürfen nur in Verkehr gebracht und zur Tierhaltung verwendet werden, wenn der erste Inverkehrbringer nach-

¹ Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

² Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, Institut für Nutztierwissenschaften, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

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

weisen kann, dass sein Produkt den Bestimmungen dieses Bundesgesetzes und den darauf beruhenden Verordnungen entspricht, oder als neuartiges Produkt aufgrund des anerkannten Standes der Wissenschaft und Technik als diesen gleichwertig einzustufen ist. Der Nachweis gilt als erbracht, wenn dies durch ein Gutachten der Fachstelle gemäß Abs. 6 bestätigt wird (§ 18 Abs. 7 TSchG).“

Durch diese Bestimmung sieht das österreichische Tierschutzgesetz eine verpflichtende Überprüfung sämtlicher neuartiger Produkte vor dem ersten Inverkehrbringen in Österreich vor (TSchG, 2004). Seit März 2012 ist die Fachstellen-/Haltungssystemverordnung, BGBl. II Nr. 63/2012, in Kraft (FstHVO, 2012). Als neuartig gelten Aufstallungssysteme und technische Ausrüstungen, die zum Zeitpunkt des Inkrafttretens dieser Verordnung bei der Tierhaltung in Österreich nicht eingesetzt waren oder die sich in ihrer Gesamtheit oder hinsichtlich eines oder mehrerer einzelner Teile von bestehenden Systemen oder Ausrüstungen unterscheiden, sodass die Funktionsbereiche für oder die Nutzung durch die Tiere verändert wird (§ 2 FstHVO).

Diese Überprüfung von Haltungs- und Stallungssystemen, Heimtierunterkünften und Heimtierzubehör sowie sonstiger in der Tierhaltung eingesetzter technischer Ausrüstungen auf deren Tierschutzkonformität ist Hauptaufgabe der Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz (www.tierschutzkonform.at). Sie ist eine aufgrund von § 18 Abs. 6 iVm § 18a Abs. 1 Tierschutzgesetz eingerichtete unabhängige Stelle und dient als zentrale Informations- und Begutachtungsstelle im Bereich des Tierschutzes.

Das Tierschutz-Kennzeichen bestätigt die Tierschutzkonformität von Haltungs- und Stallungseinrichtungen, Heimtierunterkünften und Heimtierzubehör sowie sonstiger in der Tierhaltung eingesetzter technischer Ausrüstungen. Es ist das einzige Kennzeichen seiner Art, legitimiert durch das österreichische Tierschutzgesetz. Es wird nur nach positiver Bewertung eines Produkts durch die Fachstelle als offizielle unabhängige staatliche Stelle vergeben. Jedes von der Fachstelle überprüfte und positiv bewertete Produkt erhält mit dem Tierschutz-Kennzeichen eine individuelle Prüfnummer und ist dadurch eindeutig gekennzeichnet. Die Prüfnummer setzt sich zusammen aus der Jahreszahl, einer Zahl für die Tierkategorie und einer fortlaufenden Nummer.

Gemäß § 8 FstHVO hat die Fachstelle für die Durchführung praktischer Prüfungen geeignete Einrichtungen nach Zustimmung des BMASGK auf der Homepage der Fachstelle zu veröffentlichen. Die Durchführung einer praktischen Prüfung eines Produktes ist notwendig, wenn nicht genügend Informationen zur Tiergerechtheit vorliegen, sodass die Fachstelle eine Bewertung durchführen kann. Die Durchführung der praktischen Prüfung durch eine Prüfstelle soll die noch fehlenden Informationen liefern. Der Ablauf des Prüfverfahrens ist in *Abbildung 1* dargestellt. Die HBLFA Raumberg-Gumpenstein ist eine solche vom BMASGK genehmigte Prüfstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz.

3. Kurzbeschreibung des Produktes

POLSTA der Fa. Kraiburg Elastik GmbH & Co. KG ist ein weiches Tiefboxenkissen für Rinder (Kühe, Jungvieh und Mutterkühe) in Liegeboxenlaufställen. Das Tiefboxenkissen POLSTA wird im vorderen Bereich einer Tiefbox verlegt und soll hier die untere, dicke Einstreuschicht bzw. die Stroh-Mist-Matratze ersetzen. Das Tiefboxensystem im hinteren Bereich der Liegebox bleibt unverändert. Das Tiefboxenkissen POLSTA weist eine Höhe von 10 cm, eine Breite von 110 cm und eine Länge von 91 cm auf. Es besteht aus zwei Funktionsschichten: Untermatte mit Lamellenprofil und Obermatte mit großen Luftpolstern (*Abbildung 2* und *Abbildung 3*). Das Lamellenprofil der Untermatte soll als Dämpfung der Punktbelastung der Gelenke beim Aufstehen und Abliegen der Rinder dienen. Die Obermatte mit Luftpolstern soll die obere Einstreuschicht besonders gut halten und ist für die Tiere laut Angaben der Firma Kraiburg „anschmiegsam weich“. Die Abschlusskante des Tiefboxenkissens in Richtung der hinteren Boxenhälfte ist abgeschrägt, sodass ein sanfter Übergang von der Gummimatte zur Einstreu gegeben ist (*Abbildung 4* und *Abbildung 5*). Die Montage des Tiefboxenkissens erfolgt mit neun Befestigungen pro Liegeplatz.

4. Praxiserfahrungen

Im Rinderforschungsstall für Milchvieh der HBLFA Raumberg-Gumpenstein sind seit Oktober 2017 sechs POLSTA-Tiefboxenkissen eingebaut. Die Matten liegen in gegenständigen Liegeboxen in dem in *Abbildung 6* dargestellten Bereich des Stalles.

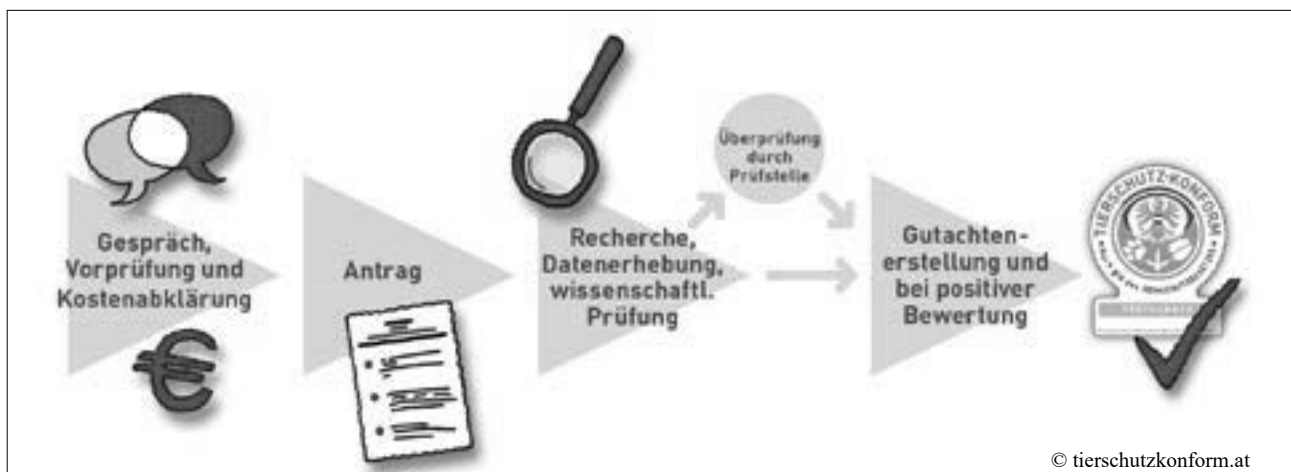


Abbildung 1: Ablauf der Begutachtung



Abbildung 2: POLSTA-Tiefboxenkissen (Quelle: www.kraiburg-elastik.de)



Abbildung 3: Ober- und Unterseite im Querschnitt (Quelle: www.kraiburg-elastik.de)

Erste Praxiserfahrungen der im Stall tätigen Mitarbeiter der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zeigten, dass die Matten von den Kühen gerne angenommen werden, zumindest ist ein Meideverhalten nicht zu erkennen. In der Bewirtschaftung erweisen sich die Matten als praktikabel. Die Liegeboxenpflege erfolgt regelmäßig in ordnungsgemäßer Form, sodass die Matten stets vollständig mit Einstreu bedeckt sind. Auffälligkeiten im Abliege-, Liege- und Aufstehverhalten der Kühe oder diesbezügliche Verletzungen (Technopathien) an den Tieren waren bisher nicht feststellbar. Diese Aussagen beruhten jedoch ausschließlich auf Praxisbeobachtungen und nicht auf wissenschaftlichen Untersuchungen. Eine abschließende Beurteilung konnte daher noch nicht erfolgen. Daher erfolgte im Jahr 2018 die Beauftragung für eine weiterführende Prüfung.

5. Prüfmethode

Die Prüfung des POLSTA-Tiefboxenkissens erfolgte auf drei Praxisbetrieben, die im beurteilten Haltungssystem ausschließlich dieses Tiefboxenbodensystem verwenden. Es



Abbildung 5: POLSTA-Tiefboxenkissen mit Einstreu im Praxiseinsatz

wurden Hautschäden und Gelenksveränderungen (Technopathien) an den Milchkühen erhoben und ergänzend dazu einzelne Aspekte der Haltungsumwelt und des Betriebsmanagements erfasst.

5.1 Hautschäden und Gelenksveränderungen

Die Untersuchungen wurden zu zwei Erhebungsterminen durchgeführt. Die erste Erhebung fand vor Einbau des POLSTA-Tiefboxenkissens statt (Frühjahr 2018), um die Ausgangssituation hinsichtlich Technopathien zu dokumentieren. Die zweite Erhebung wurde frühestens drei Monate nach Einbau des Tiefboxenkissens POLSTA durchgeführt (Herbst 2018), um etwaige durch diesen Liegeboxenbelag begründete Veränderungen an den Tieren festzustellen. Die Bonitierungen wurden jeweils von der gleichen Person durchgeführt, wobei die in *Abbildung 7* dargestellten Körperregionen an der linken und der rechten Körperhälfte der Kühe erfasst wurden. Dazu wurden die Tiere im Fressgitter fixiert und die betroffenen Körperregionen an jedem Tier durch Adspektion und Palpation beurteilt.

Es wurden die in *Tabelle 1* dargestellten Arten von Hautschäden und Gelenksveränderungen erhoben. Um vergleichbare Bewertungsergebnisse zu gewährleisten, wurde die Untersuchung in Anlehnung an das DLG-Bewertungsschema durchgeführt, jedoch durch einzelne Details ergänzt. So wurden beispielsweise bei der Beurteilung des Tarsus das „Sprunggelenk“ und der „Fersenhöcker“ getrennt erhoben. Bei der Auswertung wurde aus Gründen

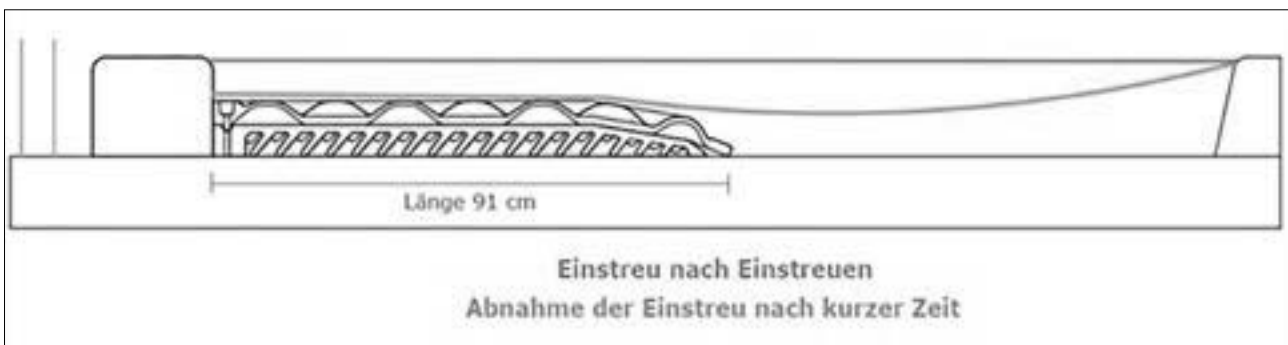


Abbildung 4: Systemskizze POLSTA-Tiefboxenkissen (Quelle: www.kraiburg-elastik.de)

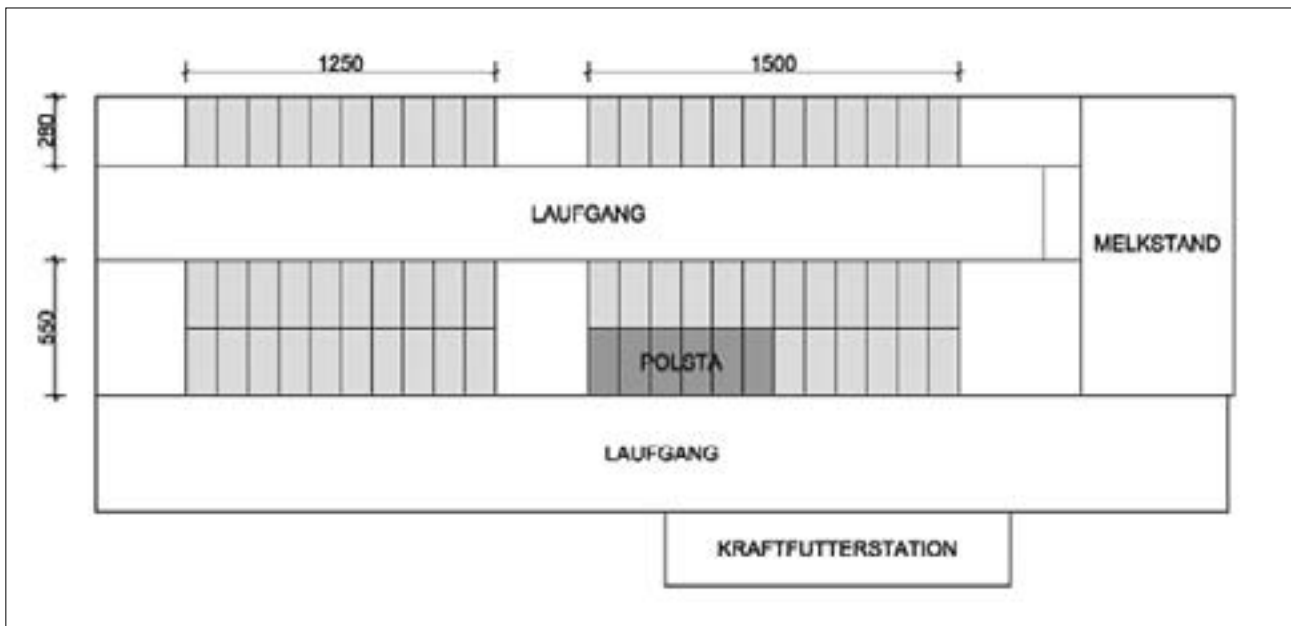


Abbildung 6: Übersicht über den Liegebereich des Rinderforschungsstalles der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

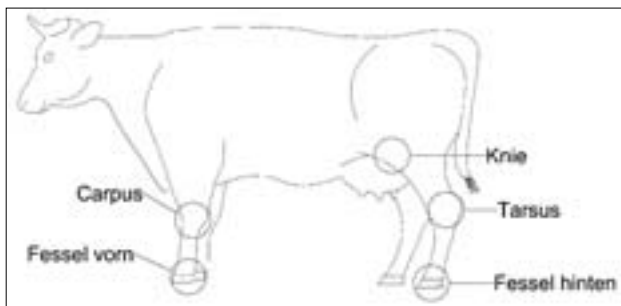


Abbildung 7. Beurteilte Körperregionen

der Vergleichbarkeit der Ergebnisse der schwerwiegendere Befund der beiden Regionen herangezogen; es gingen lediglich Veränderungen, die außen am Tarsus liegen, in die Auswertung ein.

5.2 Haltungsumwelt und Management

Durch Messung und Erhebung einzelner haltungstechnischer Bedingungen im Stall wurden Daten zu Liegeboxenabmessungen, Liegeboxenbügel, Steuereinrichtungen, Einstreumenge, usw. erfasst. Außerdem wurden die Landwirte zu ihren Erfahrungen mit dem neuen Liegeboxenbelag befragt und gebeten, eine Beurteilung aus ihrer Sicht abzugeben.

Die Liegeboxenlänge und Liegeboxenbreite wurde gemäß „Handbuch Selbstevaluierung Tierschutz – Rind“ (BMASGK, 2006) nach folgender Methode vermessen:

- Die Liegeboxenbreite ist als Achsmaß zu verstehen.
- Die Liegeboxenlänge wird vom vorderen Boxenende bis zur Kotkante bzw. zur Streuschwellenaußenkante gemessen. Bei gegenständigen, gleich langen Liegeboxen wird von einer Kotkante (Streuschwellenaußenkante) zur gegenüberliegenden gemessen und das Ergebnis durch 2 dividiert.

Alle weiteren Funktionsmaße der Liegebox wurden gemäß ÖKL-Merkblatt 48 „Liegeboxenlaufstall für Milchvieh und Nachzucht“ (2014) erhoben.

Tabelle 1: Bewertungsschema Hautschäden und Gelenksveränderungen

Bewertung	Art der Hautschäden und Gelenksveränderungen
0	o.B. – ohne Besonderheiten
1	Haarlose Stelle ≤ 2 cm
2	Haarlose Stelle > 2 cm
3	Hautabschürfung ≤ 2 cm
4	Hautabschürfung > 2 cm
5	Umfangvermehrung, gedeckt
6	Umfangvermehrung, offen
7	Gelenksbeteiligung

5.3 Statistische Datenauswertung

Datenaufbereitung: Die notwendige Datenstruktur orientiert sich an der Charakteristik des umgesetzten Bewertungsmodells. Dieses sieht für eine ganz bestimmte Stelle des beurteilten Tieres eine Auswahlliste möglicher Befunde vor (Tabelle 1).

Da die Wirkung der einzelnen Befunde nicht in eine stetige Bewertungsform transformiert werden kann, ist der einzelne Befund als binärer Wert zu betrachten. Zur Prüfung der Eintrittswahrscheinlichkeit jedes möglichen Befundes wurde für jede zu beurteilende Körperstelle eine volle Datenmatrix auf der Basis des Wertes 0 erstellt. Alle tatsächlich eingetroffenen Bewertungen wurden mit dem Wert 1 eingetragen. Dies bedeutet, dass ein einzelnes Tier an einem Erhebungstermin 60 Datensätze zum Gesamtdatenpool beitragen kann. Diese Zahl ergibt sich aus der Anzahl der möglichen vorliegenden Befunde (6), den zu beurteilenden Körperstellen (5) und den Körperhälften (2). Um den Einfluss des Einzeltieres voll zu berücksichtigen, wurden nur Daten von Tieren verwendet, die an beiden Erhebungsterminen beurteilt wurden.

Statistische Methoden: Die Bereitstellung der Prüfergebnisse erfolgt auf zwei völlig unterschiedliche Arten. Die Bewertung der prozentualen Anteile für das Eintreffen eines Befundes im Gesamtdatensatz entsteht durch eine

einfache Normierung von Zählergebnissen in der verwendeten Datenbank. Aussagen zur individuellen Wirkung und Verlässlichkeit von Unterschieden und Eintrittswahrscheinlichkeiten zwischen den abhängigen Variablen wurden mit dem Statistikpaket R bewertet. Die Funktion `glmer()` aus der Bibliothek `lme4` wurde mit folgender Formulierung genutzt: `glmer(Ergebniswert ~ Termin + Region + Befund + Termin x Befund + Region x Befund (1|Einzeltier), family = binomial, data = dta)`. Die Wirkung des Einzelbetriebes wurde statistisch geprüft. Da keine Wirkung vorlag, wurde dieser wieder aus dem Modell entfernt. Herrn Dr. Stüger, Leiter der Abteilung Statistik und Analytische Epidemiologie, AGES Wien, darf an dieser Stelle recht herzlich für die Beratung gedankt werden.

6 Ergebnisse

6.1 Beschreibung der Betriebe

Es wurden drei Betriebe in Österreich besucht, die ihre Milchkühe auf dem POLSTA-Tiefboxenkissen halten, und insgesamt 111 Kühe beurteilt. *Tabelle 2* gibt einen Überblick über die besuchten Betriebe, weitere Angaben sind im Prüfbericht 01/2018 (OFNER-SCHRÖCK et al., 2018) enthalten.

6.2 Beurteilung des Liegeboxenbelages durch die Landwirte

Im Zuge der Betriebsbesuche wurden die Landwirte zu ihren Erfahrungen mit dem neuen Liegeboxenbelag befragt und gebeten, eine Beurteilung aus ihrer Sicht abzugeben. Nachfolgend werden die wesentlichen Aussagen zusammenfassend dargestellt:

- Es waren seitens der Landwirte keine Gewöhnungsschwierigkeiten der Tiere an den neuen Liegeboxenbelag festzustellen. Die Boxen werden von den Tieren gut angenommen.
- Als Vorteil wurde gesehen, dass die Tiere nun vorne etwas höher und „schön“ in den Liegeboxen liegen. Es wurde auch berichtet, dass die Stroh-Mist-Matratze durch die Verwendung der POLSTA-Matte insgesamt höher wurde. Dadurch verringerte sich auch die Höhendifferenz zur Bugschwelle, was den Tieren eine bessere Vorderbeinstreckung ermöglicht.
- Hinsichtlich Strohverbrauch und Arbeitszeitbedarf wurde zum Teil mitgeteilt, dass dieser im Vergleich zum vorherigen Liegeboxensystem gleichgeblieben ist, zum Teil wurde von einer Verringerung des Arbeitsaufwandes gesprochen.
- Gesamturteil (nach einer fünfstufigen Skala): sehr gut

6.3 Ergebnisse der Gelenksbonitierung

Auf den drei besuchten Praxisbetrieben wurde eine Gesamtzahl von 111 Kühen auf Hautschäden und Gelenksveränderungen beurteilt. In die statistische Auswertung gingen letztendlich 87 Kühe ein. Die restlichen Tiere waren aufgrund von Abkalbungen, Trockenstehzeiten, Verkauf, Zukauf oder sonstigen betriebsspezifischen Umgruppierungen der Herden nicht bei beiden Erhebungsterminen im beurteilten Haltungssystem anwesend und erfüllten daher nicht die

Tabelle 2. Besuchte Betriebe

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3
Ø Zahl der Milchkühe	37	27	45
Rasse	FV	FV (1 SB)	FV/SB
Durchschn. Herdenleistung	8.000 kg	9.400 kg	10.200 kg
Weide	nein	Nachtweide (ausgesetzt) ¹⁾	nein
Auslauf	ja	nein	nein
Vorheriger Liegeboxenbelag	Tiefbox mit Stroh-Mist-Matratze und viel Stroheinstreu	Tiefbox mit Stroheinstreu	Tiefbox aus Lehmgemisch + viel Stroheinstreu

¹⁾ Diese wurde jedoch für den Zeitraum der Prüf stellen-Untersuchung ausgesetzt und die Tiere im Stall behalten, damit die Technopathien-Beurteilung nicht durch den Weidebetrieb beeinflusst wurde.

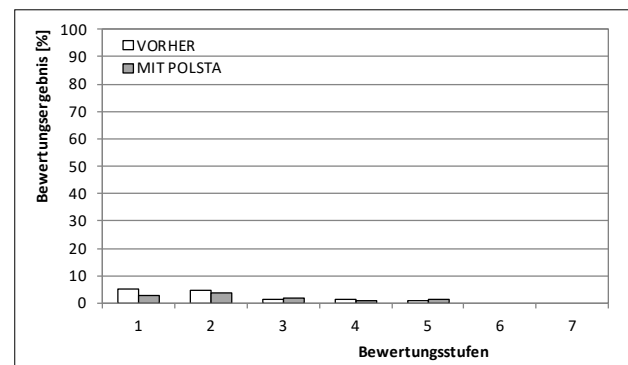


Abbildung 8: Prozentuelle Verteilung aller festgestellten Befunde

Voraussetzungen für einen Vorher-Nachher-Vergleich. Auf dem Betrieb 1 wurden 31 Tiere, auf dem Betrieb 2 18 Tiere und auf dem Betrieb 3 38 Tiere statistisch ausgewertet. Es liegt somit eine Grundgesamtheit von 870 Einzelbonitierungen vor.

Eine Gesamtbetrachtung der Ergebnisse zeigt, dass über alle Tiere und alle Körperregionen hinweg der Anteil an intakten Körperregionen bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens tendenziell zunimmt. Als intakt wurden jene Körperregionen bezeichnet, die den Befund „o.B. – ohne Besonderheiten“ erhielten. Waren im vorherigen Haltungssystem noch 86,7 % aller Körperregionen als intakt beurteilt worden, so stieg dieser Anteil bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens auf 90,0 %. Die prozentuelle Verteilung der festgestellten Befunde in *Abbildung 8* lässt erkennen, dass haarlose Stellen im Ausmaß von 2,6 – 5,2 %, Hautabschürfungen in einem von 0,8 – 1,7 % und Umfangsvermehrungen in einem Ausmaß von 0,7 – 1,1 % vorlagen und hochgradige Veränderungen überhaupt nicht vorkamen. Der Befund „o.B.“ unterscheidet sich sicher von allen anderen Befunden ($p < 0,001$). Alle anderen Befunde unterscheiden sich statistisch nicht voneinander.

Tabelle 3 und *Abbildung 9* stellen den Anteil an intakten Körperregionen (Befund: o.B.) der Tiere im vorher verwendeten Haltungssystem (VORHER) im Vergleich zur dreimonatigen Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens (MIT POLSTA) dar. Dabei wird ersichtlich, dass der Anteil an intakten Carpi deutlich zugenommen hat. Bei den Tieren

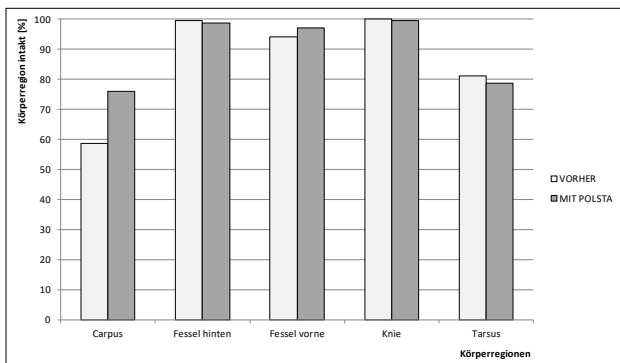


Abbildung 9: Intakte Körperregionen (o.B.) im vorher verwendeten Haltungssystem (VORHER) und bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens (MIT POLSTA) in Prozent

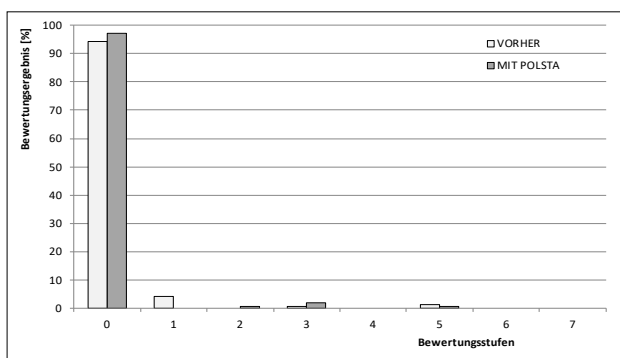


Abbildung 10: Ausmaß der Hautschäden und Gelenksveränderungen an den vorderen Fesseln im vorher verwendeten Haltungssystem (VORHER) und bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens (MIT POLSTA) in Prozent

Tabelle 4: Ausmaß der Hautschäden und Gelenksveränderungen an den vorderen Fesseln im vorher verwendeten Haltungssystem (VORHER) und bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens (MIT POLSTA) in Prozent

Bewertungsstufe	Art der Hautschäden und Gelenksveränderungen	VORHER [%]	MIT POLSTA [%]	Unterschied
0	o.B. – ohne Besonderheiten	94,3	97,1	2,9
1	Haarlose Stelle ≤ 2 cm	4,0	0,0	-4,0
2	Haarlose Stelle > 2 cm	0,0	0,6	0,6
3	Hautabschürfung ≤ 2 cm	0,6	1,7	1,1
4	Hautabschürfung > 2 cm	0,0	0,0	0,0
5	Umfangvermehrung, gedeckt	1,1	0,6	-0,6
6	Umfangvermehrung, offen	0,0	0,0	0,0
7	Gelenksbeteiligung	0,0	0,0	0,0

im vorher verwendeten Haltungssystem lag in 58,6 % der Fälle ein intakter Carpus vor, nach dreimonatiger Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens wurde in 75,9 % der Fälle ein intakter Carpus vorgefunden. Dieser Unterschied ist statistisch „sicher“ ($p < 0,001$). Bei den anderen Körperregionen war nur ein geringfügiger Unterschied zwischen den beiden Erhebungsterminen feststellbar. Diese Unterschiede konnten auch nicht statistisch abgesichert werden. Nachdem das POLSTA-Tiefboxenkissen im vorderen Bereich der Liegebox eingebaut wird, sind insbesondere die Gelenke der Vorderextremitäten bei der Beurteilung von Technopathien von Interesse. Deshalb wird nachfolgend eine nähere Analyse der Ergebnisse zu Carpus und vorderer Fessel durchgeführt. Der Anteil an intakten vorderen Fesseln

Tabelle 3: Intakte Körperregionen (o.B.) im vorher verwendeten Haltungssystem (VORHER) und bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens (MIT POLSTA) in Prozent

Körperregion	VORHER [%]	MIT POLSTA [%]	Unterschied
Carpus	58,6	75,9	17,2
Fessel hinten	99,4	98,9	-0,6
Fessel vorne	94,3	97,1	2,9
Knie	100,0	99,4	-0,6
Tarsus	81,0	78,7	-2,3

liegt mit 94,3 % bzw. 97,1 % im nahezu unverändert hohen Bereich (Tabelle 4 und Abbildung 10).

Der Anteil an intakten Carpi nahm, wie bereits vorher erwähnt, von 58,6 % auf 75,9 % deutlich zu. Der Anteil an Karpalgelenken mit Veränderungen lag somit bei 41,4% bzw. 24,1 %. In der Literatur finden sich große Spannweiten für Prävalenzen für Karpalgelenksveränderungen (KIELLAND et al., 2009; LIEBHART, 2009; BRENNINKMEYER et al., 2015; KÖGLER et al., 2004; ROUHAMÜLLEDER et al., 2010). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Vergleichbarkeit dieser Werte zum Teil begrenzt ist, da unterschiedliche Definitionen für Verletzungen, Beurteilungs- und Auswertungsschemata verwendet wurden (RUSHEN et al., 2008). Aus Tabelle 5 und Abbildung 11 geht des Weiteren hervor, dass am Carpus insbesondere haarlose Stellen > 2 cm von 20,1 % auf 9,8 % zurückgingen. Auch der Anteil an kleineren haarlosen Stellen und Hautabschürfungen verringerte sich geringfügig.

Es lässt sich somit ableiten, dass durch die Haltung von Rindern auf ordnungsgemäß eingebauten und verwendeten POLSTA-Tiefboxenkissen keine negative Beeinflussung der Gelenksgesundheit zu erwarten ist. Die Verringerung von Hautschäden und Gelenksveränderungen im Bereich der Karpalgelenke dürfte vor allem auf die weitere Verbesserung und Konstanthaltung der Weichheit der Liegefläche zurückzuführen sein. Es zeichnen sich aber auch andere „positive Nebeneffekte“ ab, die Einfluss auf den Zustand der Karpalgelenke nehmen dürften. Durch die Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens wurde zum Teil die gesamte Stroh-Mist-Matratze höher, die Höhendifferenz zur Bugschwelle wurde dadurch verringert und

die Vorderbeinstreckung im Liegen besser ermöglicht. Insbesondere auf jenem Betrieb, der eine vergleichsweise hohe und massive Bugschwelle aus Beton verwendet, kam dieser Effekt zum Tragen. Grundsätzlich geht man bei jedem Betrieb von etwas anderen Rahmenbedingungen und einem anderen Ausgangsniveau vor Einbau des POLSTA-Tiefboxenkissens aus. Wie in Tabelle 6 und Abbildungen 12 – 14 dargestellt, variierte das Ausgangsniveau an intakten Karpalgelenken beispielsweise zwischen 46,8 und 66,7 %. Auch die Art der ursprünglich vorhandenen Hautschäden und Gelenksveränderungen war unterschiedlich gelagert. Die stallbaulichen Gegebenheiten wie Liegeboxenabmessungen und Steuereinrichtungen wiesen ebenfalls Unterschiede auf. Wie von mehreren Autoren (BRENNINKMEYER et

al., 2015; ROUHA-MÜLLEDER et al. 2010; KIELLAND et al, 2009) beschrieben, wird der Zustand der Karpalgelenke durch verschiedene Faktoren wie etwa Weichheit der Liegefläche, Tiergewicht und Liegeboxenmaße beeinflusst.

Grundsätzlich lag bereits die Ausgangssituation bei allen Betrieben auf einem hohen Niveau. Es zeigten sich kaum schwerwiegende Hautschäden oder Gelenksveränderungen, am häufigsten wurden haarlose Stellen dokumentiert. In den zuvor verwendeten Tiefboxen mit viel Stroheinstreu bzw. Stroh-Mist-Matratzen ist die Gelenksbelastung bei ordnungsgemäßem Betrieb nachgewiesenermaßen am geringsten (WECHSLER et al., 2000; WEARY & KEYSERLINGK, 2007; RICHTER, 2006; ZÄHNER et al., 2009; BUCHWALDER 1999; SCHAUB et al., 1999). Leider zeigt sich jedoch in der Praxis, dass zum Teil in den Tiefboxen keine ordentliche und zufriedenstellende Stroh-Mist-Matratze vorzufinden ist, da die erforderliche Liegeboxenpflege nicht in ausreichendem Ausmaß durchgeführt wird. Entstehende Löcher in der Einstreu-Matratze können zum Kontakt der Tiere mit dem harten Untergrund führen und Hautschäden oder Gelenksveränderungen hervorrufen. Dies kann durch die konstante Weichheit des POLSTA-Tiefboxenkissens weitestgehend verhindert werden. Ein Abradieren der Haare über den vorstehenden Knochenpunkten („Radgummieffekt“) durch das POLSTA-Tiefboxenkissen konnte auf den untersuchten Betrieben nicht festgestellt werden. Die Liegefläche war auf zwei Betrieben großzügig eingestreut, auf einem Betrieb war zwar eine Strohschicht über der gesamten Liegefläche vorhanden, das POLSTA-Tiefboxenkissen war jedoch durch die Strohschicht noch sichtbar. Durch die Verwendung von Einstreu auf einer weichen Unterlage entsteht zwischen Tier und Matte eine Art „Verschiebeschicht“ (RICHTER, 2006). Es ist daher von großer Bedeutung, dass das POLSTA-Tiefboxenkissen mit ausreichend und geeigneter Einstreu versehen wird.

7 Bewertung des Produktes

Gemäß 1. Tierhaltungsverordnung, Anlage 2, Punkt 2.1.1 (ThVO, 2004) müssen die Böden rutschfest sein und so gestaltet und unterhalten werden, dass die Rinder keine Verletzungen oder Schmerzen erleiden. Weisen geschlossene Böden im Liegebereich der Tiere keine Beläge auf, die ihren Ansprüchen auf Weichheit oder Wärmedämmung genügen, sind sie ausreichend mit Stroh oder ähnlich strukturiertem Material einzustreuen. Die Liegeflächen der Tiere müssen trocken und so gestaltet sein, dass alle Tiere gleichzeitig und ungehindert liegen können.

Aus den durchgeführten Untersuchungen lässt sich ableiten, dass durch die Haltung von Rindern auf ordnungsgemäß eingebauten und verwendeten POLSTA-Tiefboxenkissen keine

Tabelle 5: Ausmaß der Hautschäden und Gelenksveränderungen am Carpus im vorher verwendeten Haltungssystem (VORHER) und bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens (MIT POLSTA) in Prozent

Bewertungsstufe	Art der Hautschäden und Gelenksveränderungen	VORHER [%]	MIT POLSTA [%]	Unterschied
0	o.B. – ohne Besonderheiten	58,6	75,9	17,2
1	Haarlose Stelle ≤ 2 cm	10,3	5,7	-4,6
2	Haarlose Stelle > 2 cm	20,1	9,8	-10,3
3	Hautabschürfung ≤ 2 cm	4,0	3,4	-0,6
4	Hautabschürfung > 2 cm	5,7	1,1	-4,6
5	Umfangvermehrung, gedeckt	1,1	4,0	2,9
6	Umfangvermehrung, offen	0,0	0,0	0,0
7	Gelenksbeteiligung	0,0	0,0	0,0

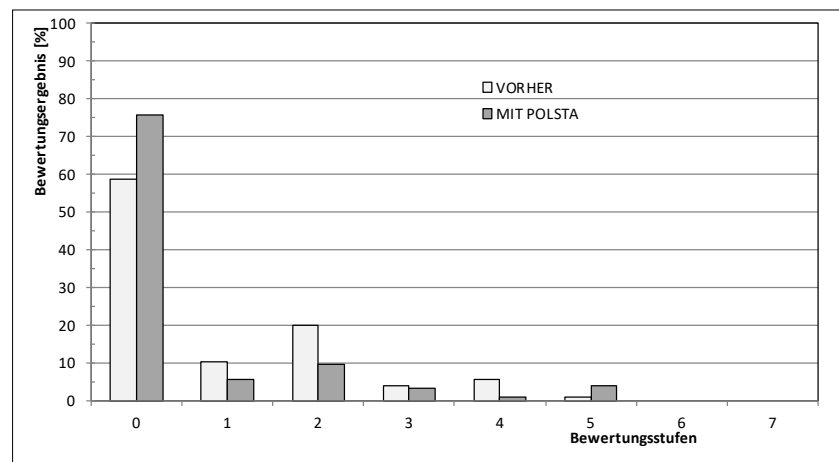


Abbildung 11: Ausmaß der Hautschäden und Gelenksveränderungen am Carpus im vorher verwendeten Haltungssystem (VORHER) und bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens (MIT POLSTA) in Prozent

Tabelle 6: Ausmaß der Hautschäden und Gelenksveränderungen am Carpus im Betriebsvergleich

Betrieb	Bewertungsstufe	VORHER [%]	MIT POLSTA [%]	Unterschied
1	0	46,8	62,9	16,1
	1	8,1	8,1	0,0
	2	30,6	17,7	-12,9
	3	11,3	4,8	-6,5
	4	3,2	0,0	-3,2
2	0	66,7	86,1	19,4
	1	22,2	5,6	-16,7
	2	8,3	2,8	-5,6
	3	0,0	0,0	0,0
	4	0,0	0,0	0,0
3	0	64,5	81,6	17,1
	1	6,6	3,9	-2,6
	2	17,1	6,6	-10,5
	3	0,0	3,9	3,9
	4	10,5	2,6	-7,9

negative Beeinflussung der Gelenksgesundheit zu erwarten ist. Der Zustand der durch das POLSTA-Tiefboxenkissen am meisten betroffenen Gelenke, der Karpalgelenke, hat sich in den vorliegenden Beurteilungen bei Verwendung des POLSTA-Tiefboxenkissens deutlich verbessert.

Durch die Gewährleistung einer konstant weichen Liegeflächenunterlage im vorderen Körperbereich des Rindes kann das POLSTA-Tiefboxenkissen bei ordnungsgemäßer Verwendung zu einer weiteren Verbesserung von Tiefboxen beitragen. Von großer Bedeutung ist dabei, dass das POLSTA-Tiefboxenkissen mit ausreichend und geeigneter Einstreu versehen wird.

Die Beurteilung technischer Kriterien wie Haltbarkeit, Verschleiß usw. war nicht Gegenstand der Prüfung. Die Trittsicherheit wurde nicht anhand von Tierbeobachtungen beurteilt, aus dem Material und der Struktur des POLSTA-Tiefboxenkissens und bei ordnungsgemäßer Verwendung kann jedoch auf eine entsprechende Rutschfestigkeit geschlossen werden.

Im November 2018 erhielt das POLSTA-Tiefboxenkissen ein positives Gutachten der Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz und es wurde dafür das Tierschutz-Kennzeichen ausgestellt. Im Gutachten heißt es abschließend: „Bei bestimmungsgemäßer Verwendung unter Einhaltung der Montagehinweise des Herstellers und nachfolgender Verwendungsbedingungen entspricht das Produkt - POLSTA von der Fa. KRAIBURG Elastik GmbH & Co. KG - den Anforderungen der österreichischen Tierschutzgesetzgebung.“ Das vollständige Gutachten sowie die erwähnten Verwendungsbedingungen sind unter www.tierschutzkonform.at zu finden (FACHSTELLE, 2018).

8 Danksagung

Die AutorInnen bedanken sich bei der Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz und der Firma Kraiburg Elastik GmbH & Co. KG für die gute Zusammenarbeit.

Literatur

BRENNINKMEYER, C., DIPPEL, S., BRINKMANN, J., MARCH, S., WINCKLER, C., KNIERIM, U. (2016): Investigating integument alterations in cubicle housed dairy cows: which types and locations can be combined? *Animal* (2016), 10:2, pp 342-348.

FACHSTELLE (2018): Bewertung des Produktes „Polsta von Kraiburg Elastik GmbH & Co. KG“. Gutachten der Fachstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz, Wien. www.tierschutzkonform.at

FSTHVO (2012): Fachstellen-/HaltungssystemeVO – FstHVO, BGBl. II Nr. 63/2012.

KIELLAND C, RUUD LE, ZANELLA J, OSTERAS O. Prevalence and risk factors for skin lesions on legs of dairy cattle housed in freestalls in Norway. *J Dairy Sci* 2009, 92: 5487-96.

KÖGLER, H., HAIDN, B., HERRMANN, H.-J., REUBOLD, H. (2004): Schäden am Integument – Einfluss von Einstreu auf die Gelenksgesundheit bei Milchkühen. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 431. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.

LIEBHART S. (2009): Auswirkungen einer Änderung der Haltungsumwelt auf ethologische, morphologische und hygienische Parameter einer Milchvieherde, Inaugural-Dissertation. Ludwig-Maximilians-Universität, München.

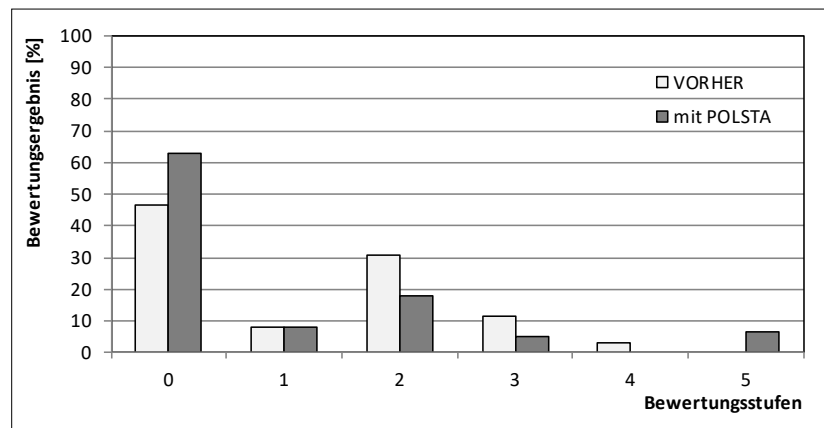


Abbildung 12: Ausmaß der Hautschäden und Gelenksveränderungen am Carpus am Betrieb 1

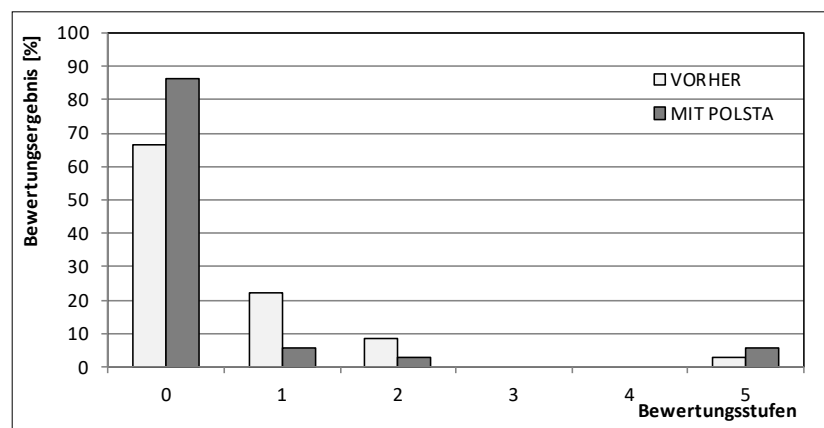


Abbildung 13: Ausmaß der Hautschäden und Gelenksveränderungen am Carpus am Betrieb 2

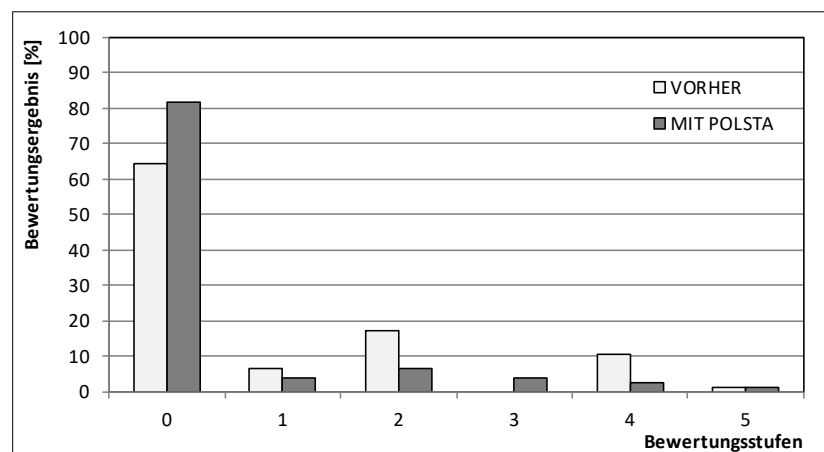


Abbildung 14: Ausmaß der Hautschäden und Gelenksveränderungen am Carpus am Betrieb 3

- BMASGK (2006): Selbstevaluierung Tierschutz – Handbuch Rinder. Ofner, E., Schröck, E. & Arbeitsgruppe Selbstevaluierung Tierschutz Rind, 2006. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen im Einvernehmen mit Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien. Hinweis: inzwischen erschienen in 2. Aufl. 2018
- OFNER-SCHRÖCK, E., GUGGENBERGER, T., GASTEINER, J. (2018): Tiefboxenkissen POLSTA – Kraiburg Elastik GmbH & Co. KG. Prüfbericht 01/2018. Prüfstelle für tiergerechte Tierhaltung und Tierschutz, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Tier, Technik und Umwelt, Abteilung für artgemäße Tierhaltung, Tierschutz und Herdenmanagement, Irdning-Donnersbachtal.
- ÖKL (2014): Liegeboxenlaufstall für Milchvieh und Nachzucht. ÖKL-Merkblatt Nr. 48. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Wien.
- RICHTER, T. (2006): Krankheitsursache Haltung – Beurteilung von Nutztierställen – Ein tierärztlicher Leitfaden. Enke Verlag, Stuttgart.
- ROUHA-MÜLLEDER, C., PALME, R., WAIBLINGER, S. (2010): Erhebungen zur Tiergerechtigkeit in 80 Milchkuhbetrieben mit Boxenlaufställen - Tiergesundheit und andere tierbezogene Indikatoren. Wiener Tierärztliche Monatsschrift 97, 231-241.
- RUSHEN, J., DE PASSILLÉ, A. M., KEYSERLINGK, M. A. G., WEARY, D. M. (2008): The Welfare of Cattle, Springer, Dordrecht.
- SCHAUB J., FRIEDLI K. und WECHSLER B. (1999): Weiche Liegematten für Milchvieh-Boxenlaufställe - Strohmattentzen und sechs Fabrikate von weichen Liegematten im Vergleich. FAT-Berichte Nr. 529, Tänikon.
- 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 (1. Tierhaltungsverordnung), BGBl. II Nr. 485/2004 idgF.
- TSchG (2004): Bundesgesetz über den Schutz der Tiere (Tierschutzgesetz – TSchG). BGBl. I Nr. 118/2004 idgF.
- WEARY, D. M. & KEYSERLINGK, M. A. G., (2007): Building better barns – Seeing the Freestall from the Cow's Perspective. Proceedings of the Intermountain Nutrition Conference 2007.
- WECHSLER, B., SCHAUB, J., FRIEDLI, K. & HAUSER, R., (2000): Behaviour and leg injuries in dairy cows kept in cubicle systems with straw bedding or soft lying mats. Appl. Anim. Behav. Sci. 69: 189-197.
- ZÄHNER M., SCHMIDTKO J., SCHRADER S., SACHAEREN W. und OTTEN S. (2009): Alternative Einstreumaterialien in Liegeboxen. Tagungsband Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2009, Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. 33 – 38.

Stallbaulich-technische Möglichkeiten zur Umsetzung der NEC Richtlinie in der Rinderhaltung

Alfred Pöllinger,^{1*} Andreas Zentner¹, Eduard Zentner¹, Michael Kropsch¹ und Andreas Zefferer¹

Zusammenfassung

Die Landwirtschaft ist für knapp 94 % der Ammoniakemissionen in Österreich verantwortlich. Die Rinderhaltung ist mit 60 % die hauptverursachende Tierart. Die NEC Richtlinie – eine EU Richtlinie zur Begrenzung der grenzüberschreitenden Luftschadstoffe, darunter auch Ammoniak – sieht eine Reduktion der maximal zulässigen Ammoniakemissionen um 12 % bezogen auf das Basisjahr 2005 vor. Um dieses Ziel zu erreichen, braucht es eine breite Mischung an Minderungsmaßnahmen über alle Aktivitätsbereiche hinweg (Stall-Lagerung-Ausbringung). In der Fütterung unserer Nutztiere geht es darum, eine möglichst hohe Stickstoffverwertung und damit geringere Stickstoffausscheidungen zu erreichen. In den Rinderställen sind alle Maßnahmen wichtig, die einen raschen Harnabfluss gewährleisten und saubere Laufgangflächen ermöglichen. Die Laufgänge sind in Zukunft wieder mit einer Harnsammelrinne und neu, einem 3 %igen Gefälle hin zur Sammelrinne, zu bauen. Erhöhte Fressstände tragen ebenfalls zur Reduktion der verschmutzten und damit emissionsaktiven Oberfläche im Stall bei. Der Rillenboden muss hinsichtlich seiner emissionsmindernden Wirkung noch weiter untersucht werden, verspricht allerdings eine interessante Alternative zu den bisher konzipierten Systemen zu sein. Der

Einsatz von Entmistungsrobotern auf planbefestigten Fress-, Lauf- und Mistgangflächen könnte ebenfalls eine Verringerung der Emissionen bringen, wurde allerdings von der Forschung noch nicht oder zu wenig untersucht.

Neu zu bauende Güllelager sind in Hinkunft mit fixen Abdeckungen zu versehen, dafür gibt es eine Investitionsförderung, die den Großteil der Mehrkosten abdeckt.

Sämtliche im Stallbau zu setzenden Maßnahmen werden aufgrund der notwendigen langfristigen Investitionsplanungen in der Landwirtschaft in den kommenden Jahren nur langsam zur Wirkung kommen. Aufgrund dessen braucht es insbesondere bei der Wirtschaftsdünger- ausbringung eine deutliche Steigerung der bodennah ausgebrachten Güllemengen. Zum einen deshalb, weil hier die Investitionen sofort auch im Bereich der Stickstoffeinsparung wirksam werden und zum anderen, weil die höheren Kosten mit Hilfe der Investitionsförderung und der Umweltförderung (ÖPUL) abgedeckt werden können.

Um die notwendigen Maßnahmen auch umsetzen zu können, braucht es eine große Anstrengung seitens der Beratung, Landwirtschaft und Förderpolitik.

Schlagwörter: Rinder, Stallbau, Wirtschaftsdünger, Lagerung, Ammoniak, Emissionen, Minderung

Einleitung

Die Landwirtschaft wird mittlerweile auch in Österreich im Hinblick auf Grundwasserverschmutzung, Geruchs-, Lärm- und Schadstoffemissionen kritisch betrachtet. Dabei spielt das Element Stickstoff bei fast allen lebenswichtigen biologisch-chemischen Prozessen der Natur eine zentrale Rolle und somit auch in der Landwirtschaft. Negative Begleiterscheinungen sind u.a. die gasförmigen Stickstoffverluste in Form von Ammoniak und Lachgas. Das Lachgas ist als klimarelevantes Gas in erster Linie über die Stickstoffdüngung zu begrenzen und wird über die „Sachgerechte Düngung“ (BAUMGARTEN et al., 2017) bzw. die EU Nitratrichtlinie ausreichend gut reglementiert. Zudem ist der Anteil an den Gesamtemissionen in diesem Sektor österreichweit bilanziert gering. Anders stellt sich die Situation im Bereich von Ammoniak dar. 94 % der Ammoniakemissionen stammen aus dem Sektor Landwirtschaft (ANDERL et al., 2017a, *Abbildung 1*). Damit ist die Landwirtschaft im Bereich der Ammoniakemissionen Hauptverursacher. Ammoniak ist ökosystemrelevant und trägt zur Versauerung und Eutro-

phierung sensibler Ökosysteme bei. Zudem wird Ammoniak im Bereich der Feinstaubbildung durch die Bildung von sekundären Aerosolen als maßgeblich mitverantwortlich

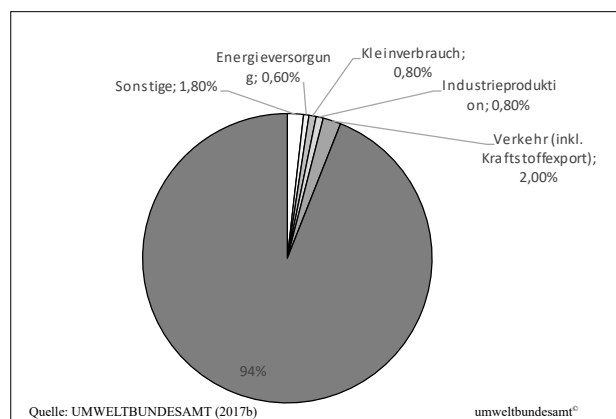


Abbildung 1: Anteil der Ammoniakemissionen aus den einzelnen Sektoren (ANDERL et al., 2017b)

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: DI Alfred PÖLLINGER, alfred.poellinger@raumberg-gumpenstein.at

bezeichnet (ÖTTL, 2018). Die NEC-Richtlinie (eine EU-Richtlinie) sieht für Österreich ein Reduktionsziel von 12 % auf der Basis der Emissionen aus dem Jahr 2005 vor. Derzeit werden ca. 66 kt Ammoniak pro Jahr emittiert (ANDERL et al., 2017a und b). Aktuelle Berechnungen weisen sogar noch höhere Gesamtemissionen auf (ANDERL et al., 2019, unveröffentlicht). 62 kt der 66 kt Ammoniakemissionen berechnet aus 2017, stammen aus der Landwirtschaft (siehe dazu auch *Abbildung 2*). Davon sind rd. 61 kt dem mit der Tierhaltung verbundenen Wirtschaftsdüngermanagement (Stall-Lagerung-Ausbringung) zuzuordnen.

Quellen der Ammoniakemissionen

Innerhalb der Landwirtschaft kann der Anteil an den Ammoniakemissionen nach Aktivitäten – Stallhaltung, Lagerung und Ausbringung – und nach Tierarten (Rinder, Schweine, Geflügel, ...) differenziert werden. In einer groben Einteilung können 30 % der Emissionen der Stallhaltung, 20 % der Lagerung und 50 % der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern zugeordnet werden. Die Fütterung stellt für sich keine Emissionsquelle dar, ist aber ein wichtiger Einflussfaktor am Beginn der Wirkungskette des Stickstoffkreislaufes im Zusammenhang mit den Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung.

Bezogen auf die einzelnen Tierkategorien ist die Rinderhaltung mit einem Anteil von 60 % an den Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft die am deutlich stärksten beteiligte Tierkategorie (*Abbildung 3*). Die Schweinehaltung verursacht 19 %, die Geflügelhaltung 11 % und die restlichen Tierkategorien (Pferde, Ziegen und Schafe) 10 % der Ammoniakemissionen (ANDERL et al., 2019).

Baulich-technische Minderungsmaßnahmen

Kategorisierung der Minderungsmaßnahmen

Die im nachfolgenden Abschnitt angeführten Minderungsmaßnahmen wurden drei Kategorien zugeordnet (siehe auch „Entwurf – Maßnahmen für das Nationale Luftreinhalteprogramm – Sektor Landwirtschaft“, Stand Jänner 2019).

Kategorie 1 Maßnahmen: gut erforscht, in der Praxis anwendbar, Daten verfügbar, Umsetzung bei baulicher Weiterentwicklung empfohlen

Kategorie 2 Maßnahmen: weitgehend entwickelt, anwendungsfähig, Minderungspotenzial noch zu bewerten oder die Anwendungsfähigkeit in der Praxis (noch) schwierig

Kategorie 3 Maßnahmen: Entwicklungsstadium mit theoretischem Minderungspotenzial, in der Praxis nicht oder wenig verbreitet umgesetzt

Ausgestaltung von Fress-, Lauf- und Mistgängen und Auflaufflächen

Im Bereich der Rinderhaltung sind alle Flächen auf denen gekotet und geharnt wird, also die Lauf-, Fress- und Mistgänge und die Auflaufflächen als Emissionsquellen ausgewiesen. Liegeboxen, die trocken und sauber geführt werden, tragen hierzu nicht bei. In diesem Zusammenhang sind alle Bemühungen, die aus der Sicht des Tierschutzes

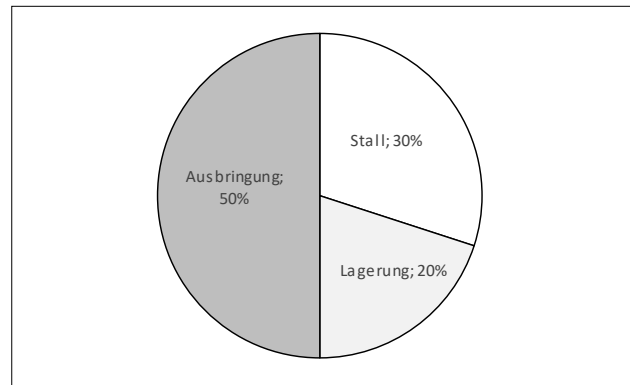


Abbildung 2: Anteil der Ammoniakemissionen aus dem Sektor Landwirtschaft, getrennt nach den Aktivitäten (Quelle: PÖLLINGER verändert nach ANDERL et al., 2017a)

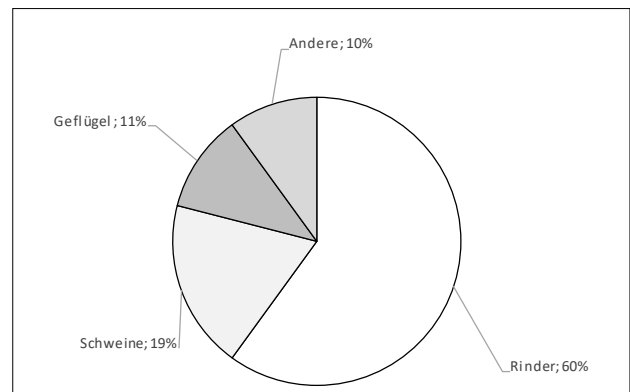


Abbildung 3: Ammoniakemissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement – Verteilung nach Tierarten (ANDERL et al., 2019)

unternommen wurden und werden, um den Tieren noch mehr Bewegungsfläche zu bieten, kritisch zu analysieren. Dabei spielen eine unbefriedigende Reinigungswirkung von Schieberentmistungen auf planbefestigten Oberflächen ebenso eine Rolle, wie die Großteils fehlende Möglichkeit, dass Harn rasch von den Oberflächen abfließen kann.

Am schweizerischen Forschungsinstitut, der ART in Tänikon, wurde ein Gefälle im Lauf-/Fress-/Mistgang von 3 % hin zur mittig angeordneten Harnsammelrinne untersucht. Dabei wurde ein Reduktionspotenzial von 20 % im Vergleich zu einem eben ausgeführten Lauf-/Fressgang festgestellt (ZÄHNER et al., 2017). Diese Maßnahme ist der Kategorie 1 zuzuordnen und soll auch im neu zu überarbeiteten ÖKL-Merkblatt 49a so eingearbeitet werden.

Im Rinderstallbau werden vielfach auch Ausläufe geplant und gebaut. Auf Auslauflächen wird auch gekotet und Harn abgesetzt. Damit ergibt sich auch hier die Notwendigkeit der permanenten Reinigung und des raschen Harnabflusses. Auslauflächen sind idealerweise mit einer Schieberanlage, einer Harnsammelrinne und einer zur Harnsammelrinne hin geeigneten Fläche zu planen. Auslauflächen, die nur außerhalb der Weideperiode genutzt werden, sind bezüglich der Ammoniakemissionen als untergeordnet zu beurteilen. Auslauflächen sind jedenfalls regelmäßig, je nach Intensität der Benutzung, mindestens aber wöchentlich zu reinigen und ein Flüssigkeitsabfluss vorzusehen. Eine weitere emissionsredu-

zierende Wirkung wird der Verringerung der Kot- und Harnflächen auf Kosten von Außenliegeboxen zugesprochen. Damit steht den Tieren zwar eine gleiche Gesamtfläche, aber eine reduzierte kot- und harnverschmutzte Oberfläche zur Verfügung. Beschattungselemente im Auslaufbereich sind diesbezüglich ebenfalls positiv zu bewerten, auch wenn für die beiden letztgenannten Maßnahmen noch keine wissenschaftlichen Reduktionsfaktoren zur Verfügung stehen. Die zum Auslauf angeführten Maßnahmen sind aufgrund fehlender oder ungenügender Messergebnisse der Kategorie 2 zuzuordnen.

Angehobener Fressstand

Im Liegeboxenlaufstall wird ein angehobener Fressstand mit einer Länge von rund 160 cm und mit Fressplatzteilern und eine Reduktion der restlichen Laufgangbreite von 330 auf 260 cm empfohlen. Das prognostizierte Emissionsreduktionspotenzial wurde mit 7 bis 20 % bei den Wintermessungen angegeben und etwas weniger bei den Sommermessungen (SCHRADER et al., 2017). Im ÖKL Baumerkblatt 48 „Liegeboxenlaufstall für Milchvieh“ ist die Variante mit angehobenen Fressständen ebenfalls enthalten (ÖKL-Merkblatt 48, 2019). Dabei wird allerdings die Mindest-Fressgangbreite mit 300 cm empfohlen. Damit ergäbe sich auf den ersten Blick nur eine sehr geringe emissionsreduzierende Wirkung. Nachdem die Empfehlung für eine Fressgangbreite ohne angehobenen Fressgang allerdings bei 400 cm liegt, würde diese Reduktion relativ ähnlich hoch liegen, wie sie in den Versuchen im Forschungsstall der ART Tänikon gemessen wurden. Diese Maßnahme wird der Kategorie 2 zugeordnet, weitere Forschungsergebnisse sind hier noch zu erwarten.

Rillenböden

Rillenböden, die mit Kammschieber entmistet werden, werden in der Literatur als weitere emissionsmindernde Maßnahme angeführt. Rillenböden können der Kategorie 2, also in der Praxis als gut getestet, bei noch ungenügender Datenbasis bewertet werden. Beim Rillenboden wird der Harn rasch in die Rillen abgeleitet, die Restfläche und bleibt weitestgehend trocken. Es gilt diesen Zustand permanent zu erhalten, anderenfalls ist keine verbesserte Emissionssituation zu erwarten. Dazu ist es unbedingt notwendig die Schieberfrequenz der „Verkotungsintensität“ (Verschmutzungsintensität) anzupassen.

Entmistungsroboter

Die Robotertechnologie zur Laufgangreinigung auf planbefestigten Flächen wird von mehreren Stalleinrichtungsfirmen intensiv vorangetrieben. Diese Technik kann aufgrund hoher Reinigungsintervalle in Kombination mit Wasserreinigung zur Emissionsminderung beitragen. Aufgrund der fehlenden wissenschaftlichen Publikationen zum Emissionsverhalten von robotergereinigten Stallfußböden ist die Technik als Kategorie 3 Maßnahme zu bewerten.

Spaltenböden

In Stallungen mit Spaltenböden sind derzeit keine berechenbaren und gleichzeitig praxistauglichen Minderungsmaßnahmen bekannt. Das händische oder robotergestützte Abschieben der Spalten ist aufgrund von trockeneren Be-

dingungen für die Klauen jedenfalls zu befürworten, kann allerdings nicht als emissionsmindernd berechnet werden. Die Ausführung der Spalten mit verschließbaren Klappen ist zwar in der wissenschaftlichen Literatur als Emissionsminderung bekannt, hält allerdings den Herausforderungen der Praxis nicht stand. Der dauerhafte saubere Durchtritt des Kotes funktioniert in Stallungen mit Stroheinstreu nicht. Deshalb ist diese Maßnahme der Kategorie 2 zuzuordnen.

Eingestreute Rinderlaufställe (Tiefstreu, Tretmiststall und Kompoststall)

Mit Stroh eingestreute Zweiflächensysteme tragen nur dann zur Emissionsminderung bei, wenn es gelingt den eingestreuten Bereich sehr trocken und sauber zu halten. In der Praxis werden die Systeme oftmals nicht mit den dafür notwendigen hohen Strohmenngen versorgt, weshalb eine Zunahme der Emissionen zu befürchten ist und in der Literatur so auch ausgewiesen wird.

Kompostställe stellen ein alternatives Stallkonzept dar und sind vom Tierverkehr aus betrachtet mit strohbasierten Zweiflächensystemen vergleichbar. In eigenen Messungen auf Liegeflächen von Kompoststallungen konnte der Nachweis erbracht werden, dass bei entsprechendem Platzangebot ($\geq 8 \text{ m}^2/\text{Kuh}$) und überwiegend holzbasierten Einstreumaterial, die Emissionsrate deutlich unter dem Referenzwert für Liegeboxenlaufställe liegt (PÖLLINGER et al., 2017). Dennoch wird dieses System in anderen europäischen Ländern hinsichtlich der Ammoniakemissionen negativ bewertet.

Wirtschaftsdüngerlagerung

Der Bereich der Wirtschaftsdüngerlagerung trägt mit rund 20 % zu den landwirtschaftlich bedingten Ammoniakemissionen bei (siehe *Abbildung 2*). Die fixe Abdeckung von Güllelagern mit Betondecke, Zeltdach oder Schwimmkörper hilft die Ammoniakemissionen um mehr als 85 % zu reduzieren - im Vergleich zu einem nicht abgedeckten Flüssigmistlager ohne Schwimmdecke. Natürliche Schwimmdecken haben ebenfalls ein Reduktionspotenzial von bis zu 85 %. Leider kann davon nur rund 40 % für die Inventur berechnet werden, da insbesondere auf Grünlandbetrieben der Flüssigmistbehälter mindestens fünf Mal kurz vor der Ausbringung vollständig homogenisiert werden muss und damit die Reduktionswirkung großteils verloren geht. Die fixe Abdeckung der Güllelager wird seitens des BMNT mit 30 % der Errichtungskosten gefördert. Damit ist ein Großteil der Mehrkosten für den Bau abgedeckt.

Durch die geringfügige Lagerraumeinsparung aufgrund der nicht notwendigen Reservehaltung an Wirtschaftsdüngerlagerkapazität für Regenwasser sind die restlichen Mehrkosten abgedeckt. Die zusätzliche Stickstoffeinsparung durch geringere Verluste ist als Betriebsvorteil zu sehen. Die Abdeckung ist klar der Kategorie 1 zuzuordnen. Deshalb sollten in Zukunft keine Güllelager mehr ohne Abdeckung gebaut werden.

Literatur

ANDERL, M., HAIDER, S., ZETHNER, G. (2017a): Quantifizierung von Maßnahmen zur Ammoniakreduktion aus der Landwirtschaft.

- Rep-0629 Wien, 2017, Umweltbundesamt GmbH, Spittelauer Lände 5, 1090 Wien/Österreich
- ANDERL, M., GANGL, M., HAIDER, S., POUPA, S., PURZNER, M., SCHIEDER, W., TITZ, M., TISTA, M., STRANNER, G., ZECHMEISTER, A. (2017b): Emissionstrends 1990 – 2015. Ein Überblick über die Verursacher von Luftschadstoffen in Österreich (Datenstand 2017). Report 0625. Umweltbundesamt Wien. ISBN 978-3-99004-440-7
- ANDERL, M., BURGSTALLER, J., HAIDER, S., KAMPEL, E., KÖTHER, T., LAMPERT, C., PINTERITS, M., POUPA, S., PURZNER, M., SCHIEDER, W., SCHMIDT, G., SCHODL, B., STRANNER, G., TITZ, M., ZECHMEISTER, A., (2019 - Publikation in Vorbereitung): Austria's Informative Inventory Report (IIR) 2019. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and Directive (EU) 2016/2284 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants. Umweltbundesamt GmbH, Vienna, 2019
- BAUMGARTEN, A., BERTHOLD, H., BUCHGRABER, K., DERSCH, G., EGGER, H., EGGER, R., EIGNER, H., FRANK, P., GERZABEK, M., HÖLZL, F.X., HOLZNER, H., JANKO, M., PERNKOPF, G., PESZT, W., PFUNDTNER, E., PÖTSCH, E.M., ROHRER, G., SCHILLING, C., SPANISCHBERGER, A., SPIEGEL, H., SPRINGER, J., STRAUSS, P., WINKOWITSCH C. und ZETHNER, G., (2017): Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland, Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft, 7. Auflage 2017, BMLFUW, Wien.
- NEC – Maßnahmenkatalog (2019): ENTWURF Maßnahmen für das Nationale Luftreinhaltprogramm – Sektor Landwirtschaft. Empfehlungen aus den Arbeitsgruppen zu NH₃-Reduktionsmaßnahmen in der österreichischen Landwirtschaft (Stand Jänner 2019). BMNT, Koordination Abt. II/8, Wien.
- ÖKL-Merkblatt 48, (2019): Druckentwurf. Liegeboxenlaufstall für Milchvieh. 5. Auflage, 2019. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, 1040 Wien, Gußhausstraße 6. Arbeitsgruppenleitung: Elfriede Ofner-Schröck, unter der Mitarbeit von: Walter Breininger (LK Stmk), Johann Gerstmayr (Amt der OÖ Landesregierung), Vitus Lenz (LK OÖ), Anton Schmid (LK Salzburg), Rudolf Schütz (LK NÖ), Susanne Waiblinger (Veterinärmedizinische Universität Wien), Christoph Winckler (BOKU), Dieter Kreuzhuber (ÖKL).
- ÖTTL, D., (2018): Die Bedeutung von Ammoniak für die Feinstaubbelastung. Vortrag im Rahmen des 6. Umweltökologischen Symposiums 2018 am 7. und 8. März an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein zum Thema „Reduzierung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft, Umsetzung der NEC-Richtlinie“. A-8952 Irdning-Donnersbachtal. Seite 15-22, ISBN-13: 978-3-902849-53-3.
- PÖLLINGER, A., PÖLLINGER, B., (2017): Kompoststall für Rinder – Kompostmanagement, Ammoniakemissionen, VOCs und Mikrobiologie. Compost bedded pack barns – bedding management, ammonia emissions, VOCs and microbiology. Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 2017, Stuttgart. Universität Hohenheim.
- PÖLLINGER, A., ZENTNER, A., STICKLER, Y., (2018): Status Quo im Wirtschaftsdüngermanagement. Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein. 8952 Irdning-Donnersbachtal. 24. Österreichische Wintertagung 2018, 1 – 2. ISBN: 978-3-902849-55-7.
- SCHRADE, S., HILDEBRAND, F., MOHN, J., ZÄHNER, M., ZEYER, K., (2017): Fressstände für Milchkühe I, Erste Ergebnisse der Emissionsmessungen. Vortrag, 7./8.11.2017. Weiterbildungskurs für Baufachleute Aadorf/Tänikon.
- ZÄHNER, M., POTEKO, J., ZEYER, K., SCHRADE, S., (2017): Laufflächengestaltung: Emissionsminderung und verfahrenstechnische Aspekte - erste Ergebnisse aus dem Emissionsversuchsstall Tänikon. Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2017, 13 – 18, ISBN: 978-3-902849-49-6

Stallbaulich-technische Möglichkeiten zur Umsetzung der NEC Richtlinie in der Schweine- und Geflügelhaltung

Eduard Zentner^{1*}, Alfred Pöllinger¹, Andreas Zentner¹, Michael Kropsch¹ und Andreas Zefferer¹

Zusammenfassung

In allen relevanten Bereichen der Nutztierhaltung, insbesondere für die Bereiche Rind, Schwein und Geflügel gibt es nach allgemein gültiger Literatur durchaus akzeptable und praxistaugliche Möglichkeiten der Emissionsreduktion. Letztlich wird auch entscheidend sein, wie sich derartige Maßnahmen auf die Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Betriebe auswirken. Für die heimischen Betriebe ist mit von Relevanz, welche technischen Maßnahmen und Erfordernisse sich auf den Betrieben ergeben. Emissionsmindernde Maßnahmen zu ergreifen

wird sich bei Neubauten einfacher gestalten als bei alten Stallgebäuden. Zudem ergibt sich aus den NEC Vorgaben durchaus Forschungsbedarf - nicht alle gelisteten Maßnahmen lassen sich auf die heimischen Strukturen übertragen. Der Klimawandel spielt auch in diesen Bereich hinein, tierschutzrelevante hohe Temperaturen im Tierbereich haben zudem eine negative Auswirkung auf das Emissionsverhalten von Ammoniak.

Schlagerwörter: Schwein, Geflügel, Stallbau, Tierhaltung, Ammoniak, Emissionen, Minderung

Baulich-technische Minderungsmaßnahmen im Bereich Schwein und Geflügel

Kategorisierung der Minderungsmaßnahmen

Die im nachfolgenden Abschnitt angeführten Minderungsmaßnahmen wurden drei Kategorien zugeordnet (siehe auch „Entwurf – Maßnahmen für das Nationale Luftreinhalteprogramm – Sektor Landwirtschaft“, Stand Jänner 2019).

- **Kategorie 1 Maßnahmen:** gut erforscht, in der Praxis anwendbar, Daten verfügbar, Umsetzung bei baulicher Weiterentwicklung empfohlen
- **Kategorie 2 Maßnahmen:** weitgehend entwickelt, anwendungsfähig, Minderungspotenzial noch zu bewerten oder die Anwendungsfähigkeit in der Praxis (noch) schwierig
- **Kategorie 3 Maßnahmen:** Entwicklungsstadium mit theoretischem Minderungspotenzial, in der Praxis nicht oder wenig verbreitet umgesetzt

Emissionsarme Fütterungsstrategien:

Im Bereich der Schweinemast ist eine Phasen- bzw. Multiphasenfütterung bereits Standard. Eine eiweißreduzierte Fütterung hat eine Auswirkung auf die Fleischqualität und im Besonderen auf den Magerfleischanteil. Österreichweit gibt es zum Ausland unterschiedliche Erfordernisse. Herabgesetzte Fleischqualitäten haben negative wirtschaftliche Konsequenzen für die heimischen Betriebe. Eine angepasste Fütterung braucht auch entsprechende Techniken und Steuerungen der Fütterungsanlage. Das erscheint bei

Neubauten umsetzbar, bei bestehenden Betrieben ist das einer wirtschaftlichen Betrachtung zu unterziehen. Eine wöchentliche Anpassung im Bereich der Ferkelaufzucht wird in Zukunft ebenso möglich sein wie in der Schweinemast. Im Bereich der Sauhaltung gibt es bereits unterschiedliche Rationsgestaltung zwischen tragenden und leeren Sauen.

Der Geflügelbereich mit Puten- und Hühnermast erscheint wie die Schweinemast prädestiniert für stark angepasste Rationen mit Aminosäureausgleich. Der Anteil Eigenmischer ist im Geflügelbereich reduziert. Das gelieferte Fertigfutter ist in der Geflügelmast derzeit in der Regel dreiphasig, eine weitere Erhöhung der Mastphasen bedarf zusätzlicher Silos und damit weiterer Investitionen. Eine Ammoniakminderung und deren Ausmaß sind daraufhin nicht untersucht.

Eine Reduktion der Schadgase und insbesondere Ammoniak ist aber im unmittelbaren Tierbereich aus tiergesundheitlichen Gründen zusätzlich als sinnvoll zu erachten.

Einsatz von Futterzusatzstoffen

Die folgenden Aussagen gelten sowohl für den Schweine- als auch den Geflügelbereich. Dem Bereich der Futterzusatzstoffe kommt durchaus ein beträchtliches Potenzial zu, in keinem anderen Fachbereich werden aber derart viele Komponenten ohne ausreichend abgesicherte Untersuchungen verkauft und in Umlauf gebracht. Untersuchte Produkte zeigen allerdings ein Reduktionspotenzial von 10 bis 30% Ammoniakreduktion. Auch für diesen Bereich gilt, die Emissionsreduktion erfolgt im Tierbereich und mit gesundheitsfördernder Wirkung.

Im Falle der Verwendung empfiehlt sich eine entsprechende Dokumentation der gekauften Produkte. Von Seiten der handelnden Firmen braucht es entsprechende Zulassungen und Zertifikate, wir befinden uns in der Lebensmittelproduktion.

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Tier, Technik und Umwelt, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

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

Maßnahmen zur Stallkühlung

Die Stall- bzw. Abteiltemperatur hat einen entscheidenden Einfluss auf die Ammoniakemissionen, sowohl für den Geflügel- als auch den Schweinebereich. Je höher die Temperatur im Tierbereich desto höher die Schadgase im Stall. Für Neubauten gilt die Kategorie 1. Demnach lassen sich bereits bei der Planung neuer Stallungen entsprechende Maßnahmen integrieren. Ein Unterflur-Zuluftsystem kann zudem ganzjährig Verwendung finden. Kühlung im Sommer und angepasste Temperaturen in der Wintersituation bringen Vorteile im Bereich der Thermoregulation und eine verbesserte Futterverwertung.

In Anbetracht des Klimawandels und der zunehmenden Temperaturen hat der Bereich der angepassten Stalltemperatur auch eine tierschutzrechtliche Komponente. Ohne Kühlung lässt sich der Tierbereich in den Sommermonaten nicht so gestalten, wie es die 1. Nutztierhaltungsverordnung vorgibt. Eine Kühlung von Stallungen wird gezwungenermaßen zum Standard erhoben werden.

Gestaltung der Schweinestallungen – Funktionsbereiche

Diese mit der Kategorie 2 versehenen Maßnahme gilt in Zukunft besonderes Augenmerk. Schweine trennen - sofern zur Verfügung gestellt und für die Tiere damit möglich - mit ihrem Verhalten konkret zwischen den Bereichen Liegen-Ruhen, Aktivitäts- und Entmistungsbereich. Exakt darin liegt auch das Potenzial im Hinblick auf eine Emissionsminderung. Während im konventionellen Bereich 100% der Fläche durch den Vollspalten emittiert, schätzt man die Emissionsminderung für neue Haltungssysteme auf bis zu 60% ein. Dabei kommt der Stallplanung und in der Folge dem Management ein besonderes Augenmerk zu. Es gilt die bisherigen Erfahrungen zu bündeln und diese in Kombination mit anderen Minderungsmaßnahmen in völlig neue Haltungssysteme zu verarbeiten.

Eine Integration neuer Entmistungssysteme wie einer Unterflur-Schieberentmistung mit Trennung von Kot und

Harn oder einer Abschiebung des Kotbereichs mit einem Entmistungsroboter ist in der Praxis in einigen Fällen bereits umgesetzt, belastungsfähige Untersuchungen stehen noch aus.

Luftwäscher – Abluftreinigungsanlagen

Für den Bereich der Geflügelhaltung liegt derzeit nur eine zertifizierte Anlage vor. Für die Schweinehaltung gibt es eine Vielzahl an Techniken und Angeboten. Mit Ausnahme der IPPC und UVP Anlagen gilt diese Technik aber allein aus wirtschaftlichen Gründen als „Nicht Stand der Technik“! Sowohl der finanzielle als auch der arbeitswirtschaftliche Aufwand ist enorm, der Einsatz von Säuren und dessen Beigabe zum Wirtschaftsdünger braucht noch eine politische-gesetzliche Abhandlung. Die Minderungspotenziale liegen bei etwa 90% für Ammoniak und auch Geruch. Diese Technik eignet sich nur für zwangsbelüftete Stallanlagen und bringt keinen Vorteil im Tierbereich.

Kotbehandlung im Geflügelstall

Grundsätzlich gilt, je schneller die Abtrocknung des abgesetzten Kots, je geringer die Ammoniakemissionen im Tierbereich. Für den Bereich der Legehennen und deswegen mit der Kategorie 1 versehen, eignet sich im Besonderen eine Kotbandentmistung mit integrierter Belüftung. Dem Abtriebsintervall in das abgedeckte und eingehauste Kotlager kommt eine zusätzliche Bedeutung zu. Das Minderungspotenzial ist nach EURICH-MENDEN et al. mit bis zu 85% angegeben und kommt dem Ergebnis einer Abluftreinigungsanlage sehr nahe.

Im Bereich der Geflügelmast wird bei Neubauten verstärkt auf den Einbau einer Fußbodenheizung gesetzt. Ebenfalls in der Kategorie 1 gelistet ist die Funktionsweise ähnlich dem der Kotbandbelüftung der Legehennen. Es gilt die schnelle Trocknung des abgelegten Kots und zusätzlich um die Vermeidung von Feuchte im Bereich der Tränkereihen.

Literatur: siehe Beitrag A. PÖLLINGER „Stallbaulich-technische Möglichkeiten zur Umsetzung der NEC Richtlinie in der Rinderhaltung“.

Untersuchungen zu erhöhten Fressständen in der Milchviehhaltung im Hinblick auf Tierverhalten und Ammoniakemissionen

Michael Zähler^{1*}, Kerstin Zeyer², Joachim Mohn², Frederik Hildebrandt¹, Joan-Bryce Burla³ und Sabine Schrade¹

Zusammenfassung

Fressstände für Milchkühe reduzieren die stark verschmutzte Lauffläche in Laufställen. In der vorliegenden Untersuchung im Emissionsversuchsstall von Agroscope wurde im Praxismaßstab untersucht, ob Fressstände zur Reduktion der Ammoniakemissionen beitragen und die Sauberkeit der Kühe, insbesondere der Klauen und das Fressverhalten der Kühe verbessern. Erste Ergebnisse der Ammoniakemissionen zeigten mit Fressständen eine Minderung von rund 8 % im Sommer, 19 % im Herbst und 16 % im Winter im Vergleich zum Referenzabteil ohne Fressstände. Die Fressstände hatten keinen Einfluss auf die Sauberkeit der Klauen, auf die Fressdauer pro Tag sowie auf die Anzahl der Verdrängungen am Fressgitter. Sie führten jedoch zu einer geringeren Anzahl und damit längeren ungestörten Fressperioden pro Kuh und Tag. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Fressstände dazu beitragen können, die Ammoniakemissionen zu reduzieren und die Haltungsbedingungen für Milchkühe im Laufstall zu optimieren.

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

Summary

Feeding stalls for dairy cows reduce the heavily soiled area in dairy loose housings. The present study at the experimental dairy housing for emission measurements of Agroscope investigated on a practical scale whether feeding stalls reduce ammonia emissions, improve the cleanliness of the cows, in particular their claws, as well as the eating behaviour of the cows. First results of the ammonia emissions showed a reduction for feeding stalls of around 8 % in summer, 19 % in autumn and 16 % in winter compared to the reference compartment without feeding stalls. The feeding stalls had no influence on the cleanliness of the claws, the feeding duration per day and the number of displacements at the feed fence. However, they resulted in a lower number and therefore longer undisturbed feeding periods per cow and day. In summary, feeding stalls contribute to reduce ammonia emissions and to improve the conditions for dairy cows in loose housing systems.

Keywords: Emissions, ammonia abatement, animal behaviour, dairy cow, feeding stall

1. Einleitung

Gesunde, vitale, leistungsfähige und langlebige Kühe sind ein Grundstein für den betrieblichen Erfolg. Dabei ist es wichtig, den Tieren im Stall einen optimalen Komfort zu bieten und ihren Bedürfnissen gerecht zu werden. So werden Milchkühe heutzutage mehrheitlich in Laufställen gehalten. Die grössere Stallfläche und vor allem die damit verbundene grössere verschmutzte Fläche lässt allerdings Nachteile bezüglich des Umweltschutzes erwarten. So kann der erhöhte Anteil an verschmutzter Fläche zu höheren Ammoniakemissionen führen. Da der Laufstall hinsichtlich Tierwohl und Arbeitswirtschaft gegenüber dem Anbindestall viele Vorteile aufweist, ist es nicht sinnvoll, aus Gründen des Umweltschutzes auf Laufställe zu verzichten. Vielmehr sind Lösungen für einen optimalen Tierkomfort und Umweltschutz gesucht. Das Auftreten von Klauenerkrankungen, wie beispielsweise Mortellaro, wird durch verschmutzte und feuchte Klauen aufgrund verschmutzter Laufflächen begünstigt. Klauenerkrankungen gefährden die Gesundheit und die Leistungsfähigkeit der Milchkühe. Die Kühe

leiden nicht nur unter Schmerzen, sie schränken auch die Futteraufnahme ein (BERGSTEN 2004, WEIGELE et al. 2018). Die Folge sind nicht nur Einbußen in der Leistung, sondern auch Behandlungskosten, um die Vitalität der Kühe wiederherzustellen (BRUIJNIS et al. 2010).

Daneben ist eine ungestörte Futteraufnahme für die Leistungsfähigkeit der Tiere wichtig. Ein unvorteilhaft gestalteter Fressbereich sowie Unterbrechungen des Fressens durch den Entmistungsvorgang können das ungestörte Fressen der Tiere beeinträchtigen. Häufige Verdrängungen von Tieren am Fressplatz durch andere Tiere sorgen zusätzlich für Unruhe (HUZZEY et al. 2006, BUCK et al. 2012). Eine mögliche Abhilfe für alle diese offenen Fragen könnten sogenannte Fressstände bieten.

Bei Fressständen - bestehend aus einem erhöhten Fressbereich (Podest) und Fressplatzabtrennungen - werden die Kühe am Fressgitter so gesteuert, dass möglichst wenig Exkremate auf den Standflächen des Fressbereichs anfallen. Dadurch reduzieren sich die stark verschmutzten Stallflächen, was eine Minderung der Ammoniakemissio-

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

² Empa, Abteilung Luftfremdstoffe / Umwelttechnik, Überlandstrasse 129, CH-8600 DÜBENDORF

³ Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Tänikon 1, CH-8356 ETTENHAUSEN

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

nen erwarten lässt. Außerdem tragen saubere und trockene Standflächen zu einer besseren Klauensauberkeit und -gesundheit bei (DEVRIES et al. 2013) und die Abtrennungen führen zu weniger Verdrängungen sowie höherer Fressdauer (BENZ et al. 2014; DEVRIES und VON KEYSERLINGK 2006). Zudem werden die Tiere beim Fressen nicht durch den Entmistungsschieber gestört. Dies ermöglicht ein höheres Reinigungsintervall und damit eine weitere Reduktion der Laufflächenverschmutzung.

Ziele dieser Untersuchungen waren, einerseits das Ammoniak-Minderungspotential von Fressständen zu bestimmen und andererseits die Fressstände hinsichtlich Sauberkeit und Tierverhalten zu bewerten.

2. Material und Methoden

2.1 Stall, Varianten und Tiere

Die Untersuchungen wurden im Emissionsversuchsstall von Agroscope in Tänikon (Schweiz) durchgeführt (POTEKO et al. 2018). Zwei räumlich getrennte Versuchsabteile mit je 20 Milchkühen ermöglichten zeitgleiche Messungen der Minderungsvariante (mit Fressständen) und einer Referenzvariante unter vergleichbaren Messbedingungen (z.B. Klima) im Praxismaßstab. Im Versuchsabteil der Minderungsvariante war der Fressbereich unterteilt in eine erhöhte Standfläche (Höhe: 10 cm, Tiefe: 160 cm) und einen 260 cm breiten, planbefestigten Laufgang mit Entmistungsschieber (Abbildung 1). Die Fressplatzabtrennungen bestanden aus einem flexiblen Kunststoffrohr (FlexStall Ø 7,5 cm, Cow-Welfare S/A, Dänemark) und waren nach jedem zweiten Fressplatz

auf Beinhöhe angebracht (Abbildung 2). Im Versuchsabteil der Referenzvariante war der Fressbereich mit einem 330 cm breiten, planbefestigten Laufgang mit Entmistungsschieber ausgeführt (Abbildung 1). Als organisatorische Untervarianten wurden eine zwölfmalige und eine dreimalige Entmistungshäufigkeit pro Tag verglichen. Messungen in drei Jahreszeiten (Sommer, Herbst, Winter) deckten die klimatischen Schwankungen im Jahresverlauf ab. Die Messungen erfolgten jeweils nach einer Eingewöhnungsphase von sieben Tagen und dauerten pro Untervariante vier Tage.

2.2 Ammoniakemissionen, Tiersauberkeit und -verhalten

Zur Bestimmung der Emissionen bei freier Lüftung wurde eine Tracer-Ratio-Methode mit zwei Tracergasen eingesetzt (MOHN et al. 2018).

Für die Erhebung der Bein- und Klauensauberkeit wurden diese Körperpartien am letzten Tag der Eingewöhnung gewaschen. An den darauffolgenden vier Tagen wurden die Beine (Bereich zwischen Tarsalgelenk und Fesselbeuge) und Klauen (Bereich unter der Fesselbeuge und Klaue) täglich zur selben Zeit nach dem Index von SCHREINER und RUEGG (2003) bonitiert. Differenziert wurden die Stufen 1 (keine/kaum Verschmutzung: sauber oder leichte Spritzer an Bein bzw. Klaue) bis 4 (starke Verschmutzung: erhebliche Verschmutzung oder Verkrustungen, kaum/kein(e) Haut oder Fell erkennbar). Das Fressverhalten wurde bei je zehn Kühen pro Versuchsabteil während acht Tagen mit dem System Rumiwatch (RumiWatch, ITIN + HOCH GmbH, Schweiz) erfasst. Mit dem "Rumiwatch Converter V.0.7.3.36



Abbildung 1: Schematischer Grundriss des Emissionsversuchsstalls mit den Versuchsabteilen Minderungsvariante (links) und Referenzvariante (rechts) sowie dem Zwischenbereich.

(FW 00.56)“ (ZEHNER et al. 2017) erfolgte die Ermittlung der Fressdauer pro Tag sowie die Anzahl Fressperioden pro Tag. Das Verdrängungsverhalten wurde während vier Tagen von 8:00 bis 12:00 und 17:00 bis 21:00 Uhr erhoben, wofür der Futtertisch kontinuierlich von oben gefilmt wurde. Die Anzahl der Verdrängungen war in folgende Kategorien differenziert: Verdrängung mit Kontakt von der Seite (Kopf bis Hüftknochen), Verdrängung mit Kontakt von hinten (Hüftknochen bis Schwanzansatz) und Verdrängung ohne Kontakt (DEVRIES und VON KEYSERLINGK 2006). Die Anzahl der Verdrängungen wurde bei der Datenauswertung für die beiden Untervarianten mit unterschiedlicher Entmistungshäufigkeit zusammengefasst.

2.3 Fressstandverschmutzung, Arbeitszeit und bauliche Aspekte

Die Erhebungen zur Fressstandverschmutzung sowie zum Arbeitszeitbedarf für die Reinigung des Fressstandes wurden lediglich im Versuchsabteil mit Fressstand durchgeführt. Jeder Fressplatz des erhöhten Fressbereichs wurde in die Bereiche hinten (121 bis 160 cm) und gesamt (0 bis 160 cm) eingeteilt und an vier Tagen zur selben Tageszeit bonitiert. Aus den vier Verschmutzungsklassen (0 – 10 %, 11 – 50 %, 51 – 90 % und 91 – 100 % der Fläche verschmutzt) wurde der Lägerverschmutzungsindex nach OSWALD (1992) berechnet. An denselben Tagen wurde mittels einem Zeiterfassungsprogramm auf Excel-Basis der Arbeitszeitbedarf für die Reinigung des erhöhten Podests im Fressbereich gesamt (0 bis 160 cm) sowie hinter den Fressplatzabtrennungen (121 bis 160 cm) gemessen. Die Rohdaten wurden für Vergleiche in die Software ART-AV Arbeitsvoranschlag und Modellkalkulationssystem (AGROSCOPE 2014) eingearbeitet. Diese Erhebungen wurden zudem auch in einer anderen Studie durchgeführt, welche zusätzlich die Versuchsbedingungen „erhöhter Fressbereich ohne Fressplatzabtrennungen“ und „erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen nach jedem Fressplatz“ verglich.

2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Sauberkeits- und Verhaltensparameter erfolgte mit R (Version 3.2.2; R CORE TEAM 2016). Durchgeführt wurden Varianzanalysen mit den fixen Effekten Variante (mit / ohne Fressstand) und teilweise auch Entmistungshäufigkeit (dreimal / zwölfmal).

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Ammoniakemissionen

Erste Emissionsberechnungen für die Untervariante mit zwölfmaligem Entmisten pro Tag zeigten eine Minderung der Ammoniakemissionen im Stallabteil mit den Fressständen im Sommer von 8 %, im Herbst von 19 % und im Winter von 16 %. Für die Minderungs- und Referenzvariante waren deutliche saisonale Unterschiede erkennbar. Im Sommer war die Ammoniakfreisetzung in beiden Stallabteilen höher als im Herbst und Winter (Abbildung 3).

3.2 Tiersauberkeit

Die Beine und Klauen waren meist sauber oder nur leicht verschmutzt. Eine mittlere oder starke Verschmutzung war sehr selten. Die Bein- und Klauensauberkeit wurden durch die häufigere Entmistungsfrequenz verbessert (Beine: $p < 0.001$;



Abbildung 2: Versuchsabteil mit erhöhtem Fressbereich und Fressplatzabtrennungen Typ FlexStall (Fressstände, © Agroscope).

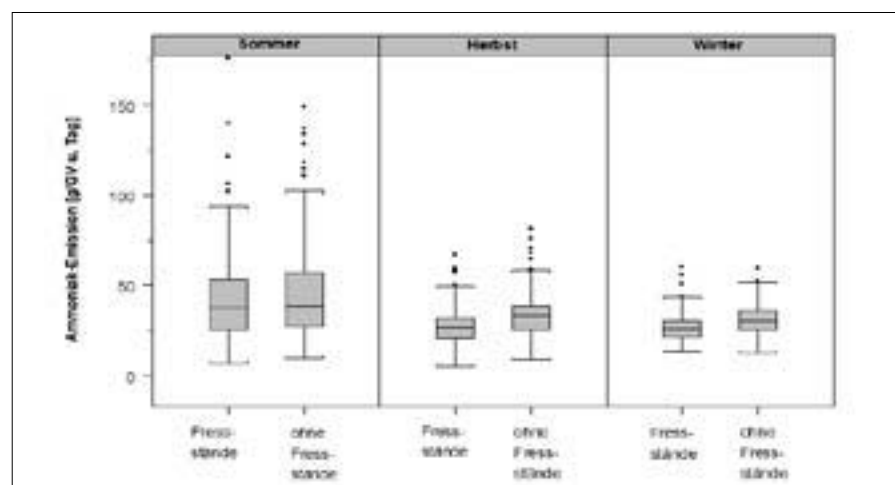


Abbildung 3: Ammoniakemissionen [g/GV und Tag] der Varianten mit und ohne Fressstände mit zwölfmaligem Entmisten pro Tag in drei Jahreszeiten (GV = Grossvieheinheit 500 kg).

Klaue: $p < 0.001$), jedoch unterschieden sich die Varianten mit und ohne Fressstand bei gleicher Entmistungshäufigkeit nicht (Beine: $p = 0.40$; Klauen: $p = 0.21$). Absolut betrachtet waren die Bonitierungen bei der Variante "mit Fressstand und häufig Entmisten" am besten und "ohne Fressstand und selten Entmisten" am schlechtesten (Abbildung 4). Eine Erklärung für die geringen Unterschiede zwischen den Varianten mit und ohne Fressstand könnte sein, dass die Fortbewegung der Kühe auf den Laufflächen einen größeren Einfluss auf die Bein- und Klauensauberkeit hat als der Aufenthalt auf den Standflächen im Fressbereich.

3.3 Tierverhalten

Die mittlere Fressdauer pro Tag lag zwischen 436 und 463 Minuten und wies zwischen den Varianten und Untervarianten keine Unterschiede auf. Jedoch führten sowohl das Vorhandensein von Fressplatzabtrennungen ($p = 0.015$) als auch die dreimalige Entmistungshäufigkeit ($p = 0.03$) zu einer Verringerung der Anzahl Fressperioden pro Tag - von maximal 11.5 bei der Variante "ohne Fressstand, zwölfmaliges Entmisten" auf 9.5 bei "mit Fressstand, dreimaliges Entmisten". Dies lässt auf weniger Unterbrechungen beim Fressen und damit längeren ungestörten Fressperioden in der Variante mit Fressständen schließen.

Eine Reduktion der Anzahl an Verdrängungen (Summe mit und ohne Kontakt) war in der Variante mit Fressstand im Vergleich zu ohne Fressstand nicht zu beobachten ($p = 0.45$). In der Variante mit Fressstand traten gegenüber der Variante ohne Fressstand jedoch vermehrt Verdrängungen von hinten auf ($p < 0.001$, Abbildung 5), während sich Verdrängungen von der Seite reduzierten ($p = 0.005$, Abbildung 5). Zu Verdrängungen kommt es in der Regel im Zusammenhang mit einem Fressplatzwechsel. Die Teil-Misch-Ration ad libitum und somit das Vorhandensein von Futter an allen Fressplätzen in vergleichbarer Menge und Qualität könnte zu weniger Auseinandersetzungen um bestimmte Fressplätze geführt haben.

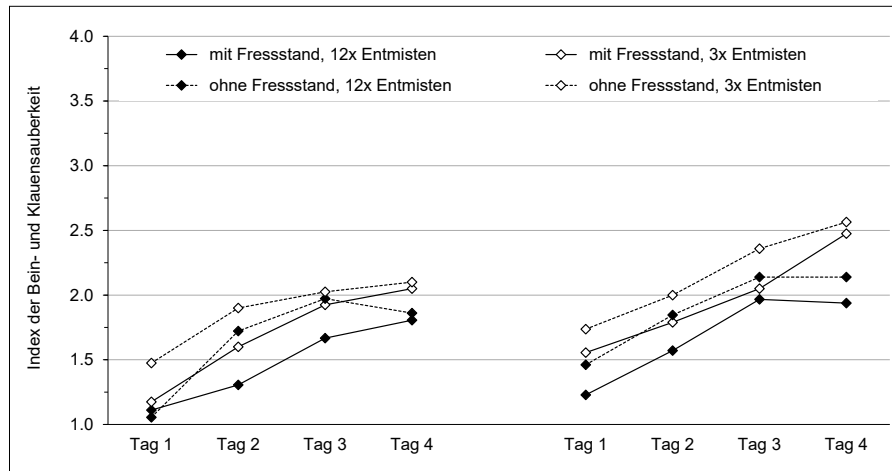


Abbildung 4: Bein- und Klauensauberkeit für die Varianten mit und ohne Fressstand sowie drei- und zwölfmalige Entmistungshäufigkeit pro Tag über die vier Versuchstage

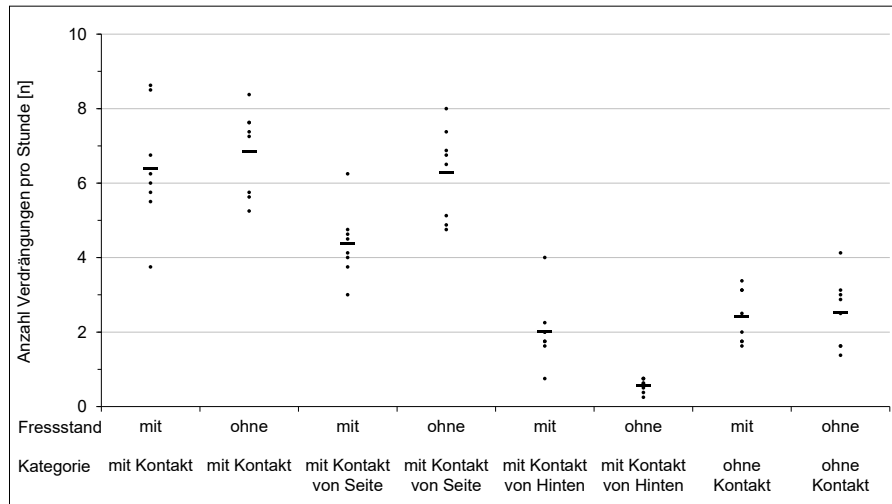


Abbildung 5: Anzahl Verdrängungen in den Varianten mit und ohne Fressstand und in Abhängigkeit der Art der Verdrängung (mit / ohne Kontakt, von Seite / von Hinten). Dargestellt sind die einzelnen Beobachtungstage (Punkte) sowie der Mittelwert (Linie).

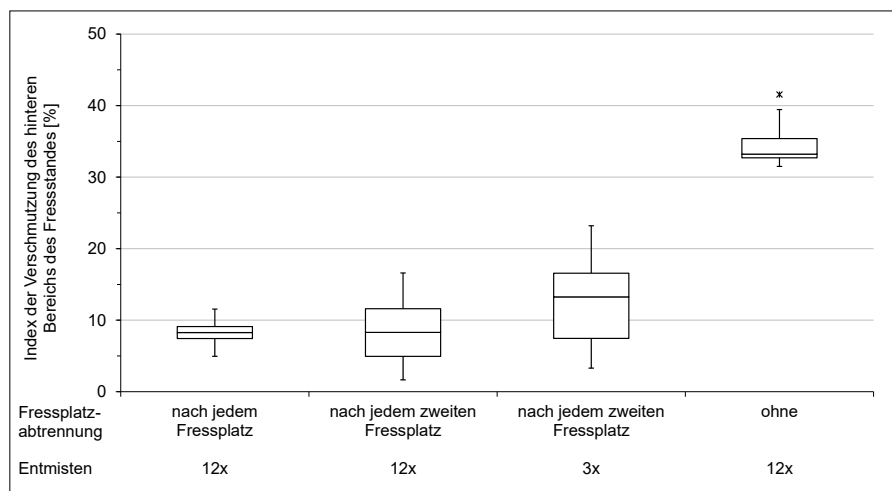


Abbildung 6: Verschmutzungsindex im hinteren Bereich des Fressstandes in Abhängigkeit von den Versuchsvarianten mit Fressplatzabtrennungen nach jedem und nach jedem zweiten Fressplatz sowie ohne Fressplatzabtrennungen und der Entmistungshäufigkeit



Abbildung 7: Verschiedene Arten von Fressplatzabtrennungen (Bilder: Agroscope)



Abbildung 8: Verschiedene Arten von Befestigungsmöglichkeiten von Fressplatzabtrennungen (Bilder: Agroscope)

3.4 Fressstandverschmutzung und Arbeitswirtschaft

Die Verschmutzung des hinteren Bereichs des Fressstandes war bei den Varianten "Fressplatzabtrennung nach jedem Fressplatz und häufig Entmisten" sowie "Fressplatzabtrennung nach jedem zweiten Fressplatz und häufig Entmisten" vergleichbar gering, und bei der Variante "Fressplatzabtrennung nach jedem zweiten Fressplatz und selten Entmisten" nur leicht erhöht. Hingegen war die Verschmutzung bei der Variante "ohne Fressplatzabtrennungen und häufig Entmisten" deutlich höher ($p < 0.001$; *Abbildung 6*). Auf dem erhöhten Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen standen die Kühe also sehr sauber und trocken.

Der Arbeitszeitbedarf für die Reinigung für den hinteren Bereich der Fressstände war bei den Varianten häufig und selten Entmisten mit 1.2 bzw. 1.5 cmin (Zentiminute bzw. Industrieminute) pro Fressplatz ähnlich gering. Der Arbeitszeitbedarf für die Reinigung des gesamten Bereichs der Fressstände war mit 3.6 cmin pro Fressstand mehr als doppelt so hoch. Modellrechnungen ergaben für einen Betrieb mit 60 Kühen (Tier-Fressplatzverhältnis 1:1) bei zweimaliger Reinigung einen täglichen Arbeitszeitbedarf für den hinteren Bereich der Fressstände von 1.5 bis 1.8 min. Insgesamt war der Arbeitszeitbedarf für die Reinigung von Fressständen im Vergleich zu anderen Arbeiten sehr gering.

3.5 Bauliche Aspekte

Mehr-Investitionen für den Einbau von Fressständen entstehen einerseits bei der Stalleinrichtungsfirma und allenfalls andererseits beim Baumeister. Bei der Stalleinrichtung umfassen diese die Fressplatzabtrennungen inkl. der Befestigung. Auf dem Markt erhältlich sind Modelle verschiedener, die sich in Abtrennungen mit Befestigung am Boden und

freitragende Abtrennungen unterteilen lassen (*Abbildung 7*). Insbesondere bei den freitragenden Abtrennungen ist auf die Befestigung der Abtrennung vorne ein besonderes Augenmerk zu legen (*Abbildung 8*). Die Mehr-Investitionen beim Baumeister sind unter anderem das Podest sowie die zusätzliche Fläche für die größere Fressplatzbreite und den Laufgang.

4. Schlussfolgerung

Fressstände - ein erhöhter Fressbereich mit Fressplatzabtrennungen - kombiniert mit einer höheren Entmistungsfrequenz, können dazu beitragen, die Umwelt- und Haltingsbedingungen für Milchkühe im Laufstall zu optimieren.

5. Danksagungen

Die Autoren/innen bedanken sich:

- Beim Bundesamt für Umwelt (BAFU), Schweiz, für die finanzielle Unterstützung beim Bau des Emissionsversuchsstalls und bei den Messungen,
- beim Schweizerischen Nationalfonds (SNF) für die Teilfinanzierung des Projekts,
- beim Versuchsbetrieb Tänikon für die Tierbetreuung und
- bei den Versuchstechnikern für die Unterstützung bei der Versuchsdurchführung.

6. Literatur

AGROSCOPE, 2014: ART-AV Arbeitsvoranschlag und Modellkalkulationssystem, Version 1.4.2 (2014). <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/wirtschaft-technik/betriebswirtschaft/arbeitsvoranschlag.html>.

BENZ, B., S. EHRMANN, T. RICHTER, 2014: The influence of elevated feed stalls on feeding behaviour of lactating dairy cows. *Livestock and Machinery* 69, 232-237.

- BERGSTEN, C., 2004: Lameness and claw lesions as influenced by stall environment and cow comfort, 23. Welt-Kongress für Buiatrik, Quebec, Kanada, 1-5.
- BRUIJNIS, M.R.N, H. HOGEVEEN, E.N. STASSEN, 2010: Assessing economic consequences of foot disorders in dairy cattle using a dynamic stochastic simulation model. *Journal of Dairy Science* 93, 2419-2432.
- BUCK, M., B. WECHSLER, L. GYGAX, B. STEINER, A. STEINER, K. FRIEDLI, 2012: Wie reagieren Kühe auf den Entmistungsschieber? Untersuchungen zum Verhalten und zur Herzaktivität, ART-Bericht 750, Forschungsanstalt Reckenholz-Tänikon, 1-8.
- DEVRIES, T.J., M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2006: Feed stalls affect the social and feeding behavior of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89, 3522-3531.
- DEVRIES, T.J., M.G. AARNOUDSE, H.W. BARKEMA, K.E. LESLIE, M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2013: Associations of dairy cow behavior, barn hygiene, cow hygiene, and risk of elevated somatic cell count. *Journal of Dairy Science* 95, 5730-5739.
- HUZZEY, J.M., T.J. DEVRIES, P. VALOIS, M.A.G. VON KEYSERLINGK, 2006: Stocking Density and Feed Barrier Design Affect the Feeding and Social Behavior of Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science* 89, 126-133.
- MOHN, J., K. ZEYER, M. KECK, M. KELLER, M. ZÄHNER, J. POTEKO, L. EMMENEGGER, S. SCHRADE, 2018: A dual tracer ratio method for comparative emission measurements in an experimental dairy housing. *Atmospheric Environment* 179, 12-22.
- OSWALD, T., 1992: Lägerverschmutzungsindex. In: *Der Kuhtrainer*, FAT Schriftenreihe 37, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), Tänikon, Schweiz.
- POTEKO, J., M. ZÄHNER, B. STEINER., S. SCHRADE, 2018: Residual soiling mass after dung removal in dairy loose housings: Effect of scraping tool, floor type, dung removal frequency and season. *Biosystems Engineering* 170, 117-129.
- R CORE TEAM, 2016: R - A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- SCHREINER, D.A., P.L. RUEGG, 2003: Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science* 86, 3460-3465.
- WEIGELE, H.C., L. GYGAX, A. STEINER, B. WECHSLER, J.-B. BURLA, 2018. Moderate lameness leads to marked behavioral changes in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 101, 2370-2382.
- ZEHNER, N., C. UMSTÄTTER, J.J. NIEDERHAUSER, M. SCHICK, 2017: System specification and validation of a noseband pressure sensor for measurement of ruminating and eating behavior in stable-fed cows. *Computers and Electronics in Agriculture* 136, 31-41.

Abluftreinigung in der Schweinehaltung - internationale Erfahrungen aus der Praxis

Michael Kropsch^{1*}

Zusammenfassung

Die nutztierhaltende Landwirtschaft ist seit geraumer Zeit mit im Blickfeld, wenn es um die Verursachung von luftgetragenen Emissionen geht. Im Baugenehmigungsverfahren bzw. in nachbarschaftlichen Belangen liegt der Fokus in erster Linie auf der Reduktion von belästigenden Geruchsstoffen und emittiertem Staub, in umwelttechnischer Hinsicht auf der Reduktion von Ammoniak; eine der Möglichkeiten diese Emissionen zu reduzieren, ist die Verwendung von Abluftreinigungsanlagen. Diese Technologien werden jedoch nach wie vor kontrovers diskutiert – Befürworter stellen den Nutzen für die Luftreinhaltung klar in den Vordergrund, Kritiker sehen eine Vielzahl an offenen Fragen hinsichtlich deren Funktionssicherheit in der Praxis und den hohen Kosten.

Praxisuntersuchungen an deutschen Betrieben haben gezeigt, dass die Abscheideleistung zum Teil hinter

den Anforderungen einer Zertifizierung zurückbleibt. In diesem Zusammenhang – und auf Grund der hohen Kosten - ist zu hinterfragen, ob die Verwendung von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung zum Stand der Technik erklärt werden kann.

Zur Vorbeugung nachbarschaftlicher Probleme oder für die Erlangung einer baurechtlichen Genehmigung für Stallneubauten oder Erweiterungen an heiklen Standorten, kann der Einsatz einer Abluftreinigungsanlage im Einzelfall sinnvoll sein. Essentiell sind jedoch eine fachgerechte Planung und Errichtung der Anlage sowie ein ordnungsgemäßer Betrieb.

Schlagerwörter: Abluftreinigung, Entwicklung, Praxisuntersuchungen, Betriebsstabilität

1 Einleitung

In Österreich wird der „Ruf“ nach Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung zunehmend lauter. Eine Handvoll Betriebe ist bereits gezwungen diese Technologien anzuwenden; die Aufstellung wurde im Rahmen von Betriebserweiterungen oder Stallneubauten, auf Grund nachbarlicher Einsprüche, erforderlich. Hier zu Lande ist der Kenntnisstand bezgl. der Betriebssicherheit, der Anwenderfreundlichkeit und der Langzeitstabilität, auf Grund des relativ kurzen Einsatzes, jedoch noch äußerst gering – ein Blick über die österreichischen Grenzen lohnt hier. Auf Grund des mehr als zwanzigjährigen Einsatzes von Abluftreinigungsanlagen in Deutschland liegen umfassende Erfahrungen vor, die im Rahmen dieses Beitrags beleuchtet werden.

Neben einem Blick auf die Entwicklung der Abluftreinigung in der Schweinehaltung in Deutschland, auf die zur Verfügung stehenden Technologien und deren Marktanteil sowie den Anforderungen hinsichtlich der zur erbringenden Reinigungsleistung wird der Fokus auf bis dato publizierte Berichte zur Funktionstüchtigkeit von Praxisanlagen gerichtet. Dem Autor liegen drei Veröffentlichungen deutscher Kollegen aus den letzten Jahren vor (LAMPING, 2011; BROER, 2015; NESER et al., 2016), die einen Einblick in mögliche Problemereiche in der Praxis geben. Es tritt bspw. zu Tage, dass auch Anlagen, die sämtlichen Anforderungen an die Reinigungsleistung entsprechen (Zertifizierung gem. „Cloppenburg Leitfaden“, DLG Testung), im realen Be-

trieb diesen z. T. nicht gerecht werden; die Gründe hierfür sind vielfältig. Essentiell ist es, diese „Schwachstellen“ zu kennen um – aus österreichischer Sicht – derartigen Problemen, vor einer zunehmenden Anwendung von Abluftreinigungsanlagen, vorzubeugen.

Im Rahmen der Bautagung 2017 wurde das „Pilotprojekt Versuchsstall: Abluftwäscher für Mastschweineeställe“ vorgestellt (KROPSCH, 2017); zur gegenständlichen Thematik wird es wertvolle, ergänzende Informationen liefern. Ein wesentlicher Beurteilungspunkt im Test der drei unterschiedlichen Abluftreinigungsanlagen an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ist die Betriebs- und Leistungsstabilität über mehrere Mastdurchgänge.

2 Entwicklung der Abluftreinigung in Deutschland

In Deutschland hat sich die Abluftreinigung in der Schweinehaltung in den letzten Jahren sukzessive weiterentwickelt – dies betrifft nicht nur die Anzahl an Herstellern mit Zertifizierungen seitens der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft (DLG), sondern auch die Anzahl der in Deutschland gefertigten Abluftreinigungsanlagen. Nach einer Umfrage des Umweltbundesamtes wurden seit dem Jahr 1997 in der Schweinehaltung insgesamt 1012 Anlagen zur Abluftreinigung errichtet. Der jährliche Anstieg seit 2005 beträgt im Schnitt 93 Anlagen (UBA, 2016).

¹ Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik und Emissionen, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: Michael KROPSCH; michael.kropsch@raumberg-gumpenstein.at

2.1 Am Markt erhältliche Abluftreinigungsanlagen

Biofilter

Druckstabile Ventilatoren saugen die Abluft aus dem Stall und führen diese über eine große Fläche mit feuchtgehaltenem, organischem Material (Holzhackschnitzel oder Wurzelholz), ab. Im Frischwasser aus der Befeuchtungsanlage lösen sich geruchsaktive Stoffe, die durch Mikroorganismen auf dem Material des Biofilters abgebaut werden. Konventionelle Biofilter eignen sich zur Abscheidung von Geruch und Staub in der einstreulosen Schweinehaltung. Neuartige Biofilter bieten zusätzlich die Möglichkeit, durch Weiterentwicklung des Verfahrens, Ammoniak abzuscheiden.

Rieselbettfilter

Dieses System eignet sich zur Abreinigung von Geruch, Ammoniak und Staub in einer Stufe. Der Rieselbettfilter ist ein Wäscherverfahren mit einer Füllkörperstufe, der im Gegenstromverfahren betrieben wird. Mikroorganismen, die sich an der großen Oberfläche der Füllkörper ansiedeln, besitzen die Fähigkeit, gelöste Abluftinhaltsstoffe aus dem Prozesswasser zu verwerten und diese in ihrem Zellstoffwechsel bzw. zum Aufbau neuer Biomasse, zu nutzen.

Chemowäscher

Bei Chemowäschern handelt es sich um Abluftreinigungsanlagen, bei denen das Washwasser durch Zudosierung von Schwefelsäure auf einem niedrigen pH-Wert gehalten wird. Der Aufbau eines Chemowäschers gleicht im Prinzip dem eines Rieselbettfilters, mit dem großen Unterschied, dass hier ein Abbau von Geruchsstoffen nicht in nennenswertem Umfang stattfindet. Durch den Betrieb dieser Anlagen in einem stark sauren Bereich kommt es zu einer massiven Abreinigung des Ammoniaks aus der Stallluft; eine Abscheidung des Gesamtstaubs wird ebenso erreicht. Ist darüber hinaus eine Entfernung geruchsaktiver Stoffe erforderlich, so ist die Nachschaltung einer Biofiltereinheit unerlässlich.

Mehrstufige Anlagen

Ein Beispiel für eine mehrstufige Anlage zeigt die nachfolgende *Abbildung 4*. In einem ersten Schritt wird die Abluft aus dem Stallgebäude durch eine Chemostufe (Trommel) geführt, in der die Abscheidung von Ammoniak und Staub stattfinden. Nachfolgend gelangt die vorgereinigte Abluft über eine Biofilterstufe (Zellulose Pad), in der die mikrobielle Aufspaltung von geruchsaktiven Substanzen stattfindet, ins Freie.

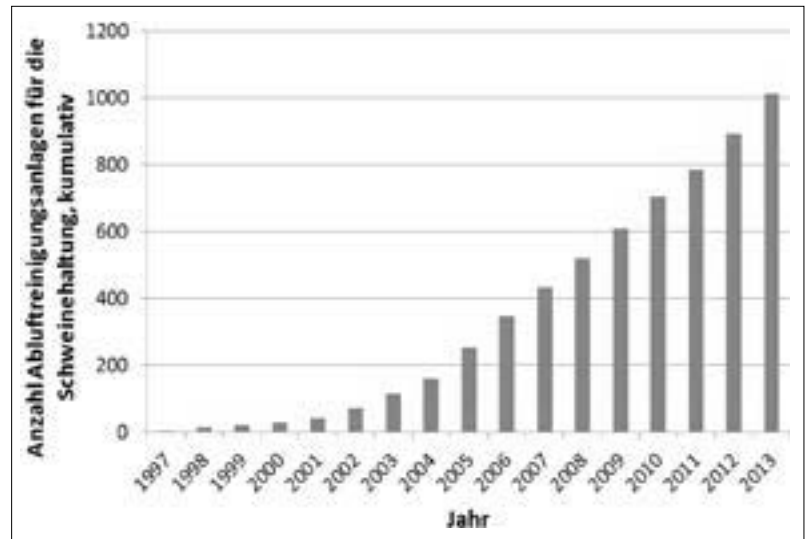


Abbildung 1: Anzahl insgesamt errichteter Abluftreinigungsanlagen in Deutschland, Quelle UBA, 2016

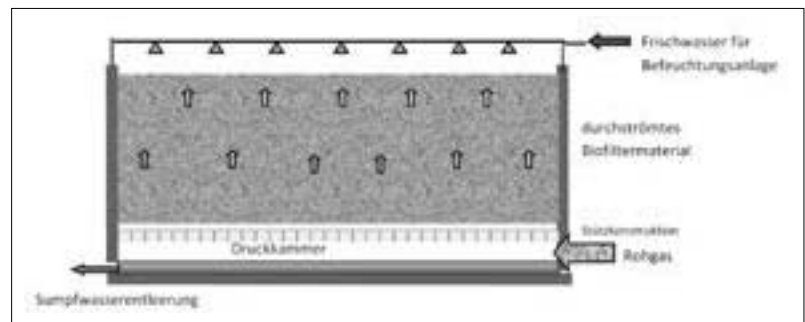


Abbildung 2: Schematische Darstellung eines Biofilters, Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2016

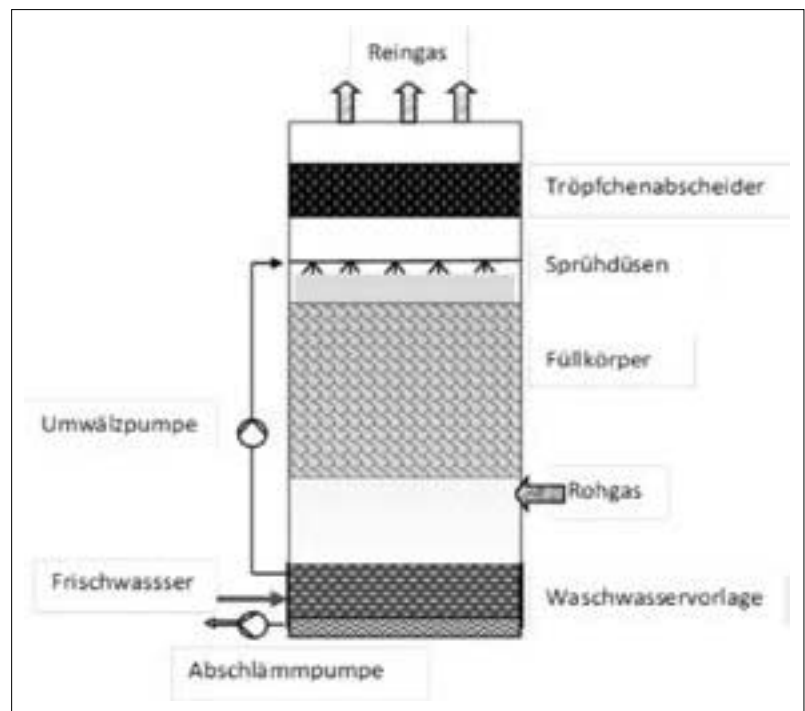


Abbildung 3: Skizze eines Rieselbettfilters, Quelle: Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2016

2.2 Marktanteile einzelner Reinigungsverfahren in Deutschland

Die Auswertung von Herstellerangaben – zu den Marktanteilen der unterschiedlichen Abluftreinigungsverfahren in den Jahren 2009 bis 2013 – durch das deutsche Umweltbundesamt ergab eine klare Mehrheit für einstufige Rieselbettfilter, gefolgt von mehrstufigen Anlagen und einstufigen Biofiltern.

3 Anforderungen an die Reinigungsleitung

Im Rahmen der DLG-Signum Tests findet in Deutschland eine umfassende Untersuchung von Abluftreinigungsanlagen statt. Basis jeder Untersuchung ist die Vorlage adäquater Unterlagen (detaillierte Anlagenbeschreibung, Wartungspläne, elektronisches Betriebstagebuch etc.) seitens der Herstellerfirmen. In Absprache mit einer akkreditierten Prüfstelle, der Prüfungskommission und Vertretern der DLG wird in der Folge der Messplan für die Erhebungen an einer Praxisanlage erstellt – Grundlage ist die Testung der Anlage unter realen Sommer- und Winterbedingungen sowie unter repräsentativen minimalen und maximalen Betriebsbedingungen. Während der Testphasen werden sämtliche relevanten Verbräuche (Frischwasser, Säure, Lauge, Energiebedarf etc.) aufgezeichnet sowie die Menge des Abschlämmwassers erfasst und eine Stickstoffbilanzierung durchgeführt.

Der DLG-Prüfrahmen des Signum-Tests beinhaltet vier zentrale Anforderungen an die Reinigungsleistung von Abluftreinigungsverfahren: Eine höchstzulässige Geruchsstoffkonzentration von 300 GE/m³ im Reingas (und kein rohgastypischer Geruch) sowie einen Abscheidegrad von mindestens 70 % für Ammoniak, Gesamtstaub (und PM₁₀) und die Stickstoff-Entfrachtung. Die angeführten Abreinigungsleistungen zu Ammoniak, Staub und Geruch werden zudem von einigen deutschen Bundesländern - als Beispiel sei hier Nordrhein-Westfalen genannt - im Rahmen eines immissionschutzrechtlichen Genehmigungsverfahrens eingefordert.

4 Untersuchungen zu Abluftreinigungsanlagen

Publikationen aus den Bundesländern Niedersachsen und Bayern setzen sich eingehend mit der Betriebssicherheit von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung auseinander – in erster Linie wurde hier der Frage nachgegangen, in wie weit in der Praxis in Betrieb stehende Apparaturen, vorgegebene Reinigungsleistungen einhalten. Die diesen Berichten zu Grunde liegenden Untersuchungen stammen aus den Jahren 2008 - 2010 sowie aus 2014 und 2015.

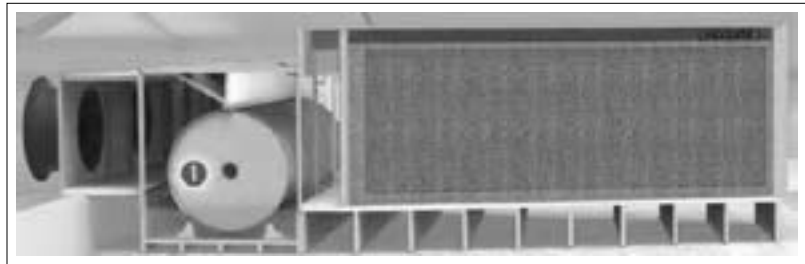


Abbildung 4: Schematische Darstellung einer mehrstufigen Abluftreinigungsanlage, Quelle: Fa. Reventa

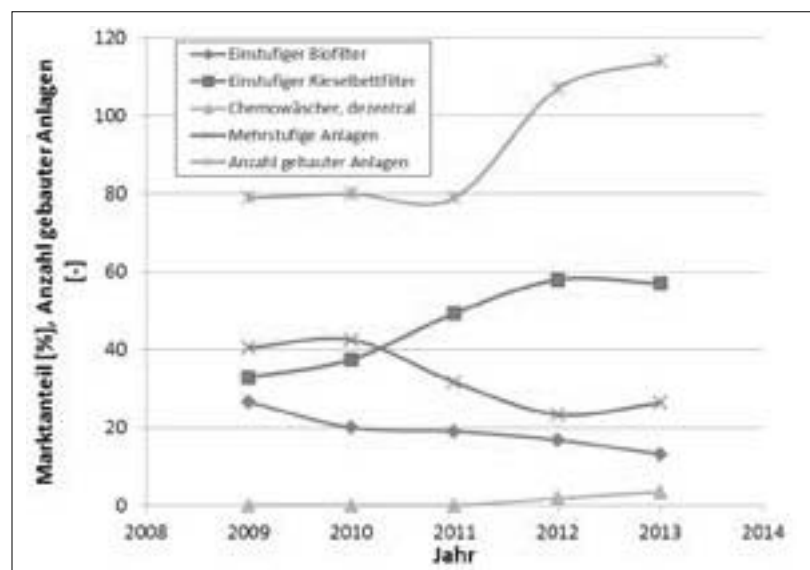


Abbildung 5: Marktanteile, bezogen auf die Anzahl gebauter Anlagen von 2009 - 2013, Quelle: UBA, 2016

4.1 Untersuchungen aus dem Landkreis Vechta

Im Landkreis Vechta (Bundesland Niedersachsen) waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen 240 Abluftreinigungsanlagen an Schweinehaltungen in Betrieb; 75 % entfielen dabei auf Wäschersysteme, 25 % auf Biofilter. In den Jahren 2008, 2009 und 2010 wurden jeweils rd. 20 % der vorhandenen Anlagen behördlich überprüft; das Ergebnis war ernüchternd: 20 % waren funktionslos oder wiesen schwere Mängel auf, 45 % hatten erhebliche Mängel und nur 35 % wurden als gering mangelhaft bzw. gut eingestuft (LAMPING, 2011). Lamping führt diesbezüglich als Hauptursachen mangelnde Wartung und Kontrolle durch den Betriebsführer, mangelnde Einschulung durch den Anlagenhersteller und eine wartungsunfreundliche Installation der Anlage an.

Die häufigsten vorgefundenen Fehler im Detail waren:

- abgesackte Wurzelholzschüttungen
- keine Kalibrierung der Messsonde und daraus resultierend ein Betrieb der Anlage mit falschem pH-Wert
- keine Säure für die Zudosierung vorhanden
- Wände der Abluftwäscher verdreckt sowie verstopfte Spüleleitungen und Düsen
- Schüttungen bei Biofiltern nicht ausreichend befeuchtet
- Standzeiten von Bioschüttungen überschritten

4.2 Überwachung von Abluftreinigungsanlagen in Niedersachsen

Das Niedersächsische Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz informiert in seiner Pressemitteilung 49/2015 über eine Umfrage bei den unteren Immissionsschutzbehörden in den Landkreisen, dass von den 364 großen Schweinebetrieben, 286 mit einer eignungsgeprüften Abluftreinigungsanlage ausgestattet sind; dies entspricht einem Anteil von rd. 80 %. Unter diesen 286 Anlagen finden sich 37 Biofilter, 131 Rieselbettreaktoren und 118 mehrstufige Kombinationsanlagen. Eine rein chemische Abluftreinigung steht auf keinem Betrieb in Verwendung.

Im Jahre 2015 wurden durch die LUFA Nord-West 61 dieser Abluftreinigungsanlagen einer Funktionsprüfung bzw. eines Check-ups unterzogen; die Ergebnisse waren auch hier ernüchternd: 26 % hatten die Überprüfungsmessungen nicht bestanden, 53 % hatten mit Nachmessung nicht bestanden und lediglich 21 % erfüllten die Vorgaben an die Reinigungsleistung (BROER, 2015). *Abbildung 6* zeigt die vorgefundenen Ursachen, für eine nicht bestandene Prüfung.

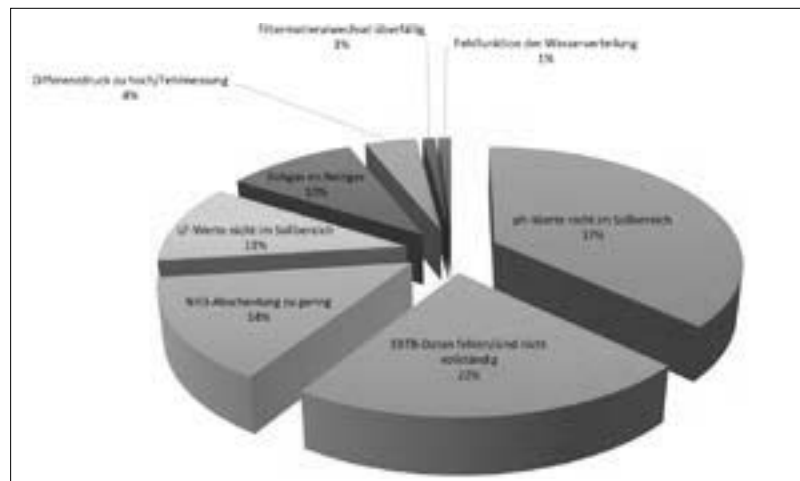


Abbildung 6: Gründe für eine nichtbestandene ARA-Überprüfung, Quelle: BROER, 2015; modif. Vockenhuber

4.3 Untersuchung von Abluftreinigungsanlagen in Bayern

Im Rahmen eines Forschungsprojektes (NESER et al., 2016) wurden 2014 und 2015 an vier Mastschweineeställen in Bayern, Messungen durchgeführt; drei der vier Ställe sind jeweils mit zwei Wäschern ausgestattet. Bei den eingesetzten Technologien handelt es sich um Rieselbettreaktoren bzw. um dreistufige Anlagen von drei unterschiedlichen

Herstellern. Das Alter der Anlagen lag zum Untersuchungszeitpunkt zwischen drei und sechs Jahren, die eingesetzten Filter sind jeweils für 470 bis 1000 Tierplätze ausgelegt. Die Analysen betrafen die Abscheidung von Geruch und Ammoniak sowie den pH-Wert, die Leitfähigkeit und den Wert des Ammonium-Stickstoffgehaltes im Abschlammwasser sowie zusätzliche, anlagenrelevante Randparameter.

Zur Beurteilung, ob die untersuchten Anlagen hinsichtlich ihrer Abreinigungsleistung dem Stand der Technik entsprechen, wurden die Kriterien der DLG (siehe Pkt. 3) herangezogen; nachfolgend wird auf die Messungen der Geruchsstoff- und Ammoniakkonzentration im Roh- und Reingas fokussiert. Durchgeführt wurden jeweils vier Messkampagnen mit Kurzzeitmessungen.

Die Vorgabe einer Ammoniakabscheidung von mindestens 70 % wurde bei 20 von 27 Messungen nicht erreicht. Besonders auffällig waren die teilweise starken Schwankungen

Tabelle 1: Gesamtübersicht der Reinigungsleistung von Geruch, Quelle: Nesar et al., 2016; modif. Kropsch

Anlage / Betrieb	Baujahr	Herbst 2014		Winter 2014/2015		Frühjahr 2015		Sommer 2015	
		Geruch ⁽⁷⁾	Kein ⁽⁸⁾ Rohgas	Geruch ⁽⁷⁾	Kein ⁽⁸⁾ Rohgas	Geruch ⁽⁷⁾	Kein ⁽⁸⁾ Rohgas	Geruch ⁽⁷⁾	Kein ⁽⁸⁾ Rohgas
A einst. Rieselbettreaktor ⁽¹⁾	2007	2 von 4	nein	nein	z. T.	nein	nein	nein	nein
B1 Dreistufiger Wäscher ⁽²⁾	2009	2 von 4	nein	nein	z. T.	nein	nein	_(6)	_(6)
B2 Dreistufiger Wäscher ⁽²⁾⁽³⁾	2009	ja	nein	3 von 4	z. T.	nein	nein	1 von 4	nein
C1 einst. Rieselbettreaktor ⁽⁴⁾	2012	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein	nein
C2 einst. Rieselbettreaktor ⁽⁴⁾	2012	nein	nein	nein	nein	Ja	nein	nein	nein
D1 einst. Rieselbettreaktor ⁽⁵⁾	2006	nein	nein	Ja	Ja	nein	nein	Ja	nein
D2 einst. Rieselbettreaktor ⁽⁵⁾	2006	nein	nein	nein	nein	nein	nein	Ja	nein

⁽¹⁾ Betrieb mit weniger als der vorgesehenen Filterelemente
⁽²⁾ Die drei Stufen setzen sich aus einer Wasserstufe, einer Chemostufe und einer Wurzelschüttung zusammen
⁽³⁾ Nur zweistufig betrieben, ohne Wasserstufe
⁽⁴⁾ Gemeinsamer Pumpensumpf Anlage/Betrieb C
⁽⁵⁾ Gemeinsamer Pumpensumpf Anlage/Betrieb D
⁽⁶⁾ Wäscher nicht in Betrieb
⁽⁷⁾ ≤ 300 GE/m³ erfüllt
⁽⁸⁾ kein Rohgasgeruch im Reingas

in den Ergebnissen der einzelnen Untersuchungen. Die DLG-Vorgaben zur Abscheidung von Geruch erlauben eine maximale Konzentration von 300 GE/m³ und enthalten die zusätzliche Forderung, dass in der gereinigten Abluft (Reingas) kein Schweinegeruch (Rohgas) wahrgenommen werden darf. Diese Anforderung „kein Rohgasgeruch im Reingas“ wurde lediglich bei einer Messung an einem Filter vollständig erfüllt, die geforderten 300 GE/m³ wurden insgesamt fünf Mal eingehalten. Eine Zusammenfassung der olfaktometrischen Anlagenüberprüfung zeigt *Tabelle 1*.

Schlussfolgerungen

Hinsichtlich der Verwendung von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinehaltung stehen wir in Österreich erst am Anfang. Ziel ist es keinesfalls diese Technologie in den nächsten Jahren im Gießkannenprinzip über die heimische Landwirtschaft zu verteilen, jedoch bietet sie in begründeten Einzelfällen die Möglichkeit, eine baurechtliche Genehmigung zu erhalten, im Rahmen eines Nachbarkonfliktes deeskalierend zu wirken oder einen Beitrag zur Entlastung des Feinstaubsanierungsgebietes in der Steiermark zu liefern (ÖTTL, 2013).

Aus dem Umstand, dass hier zu Lande bis dato nur eine Handvoll derartiger Anlagen in Betrieb stehen ergibt sich die große Chance, den aufgezeigten, möglichen „Fehlentwicklungen“ vorab entgegenzuwirken. Wie die deutschen Autoren betonen, fehlt es nicht an technisch geeigneten Anlagen am Markt die die Vorgaben einer Zertifizierung einhalten, vielmehr hakt es an anderen Stellen: Die in Betrieb stehenden Abluftreinigungsanlagen stellen für den Betreiber zumeist (nur) eine Last, in finanzieller und arbeitszeittechnischer Hinsicht, dar und durch den Einsatz kommt es zu keiner Verbesserung der Mastleistung und somit zu keinem Benefit im ökonomischen Sinne. Mangelnde Wartung oder ein Fehlbetrieb der Anlage, die zu teilweise gravierenden Funktionsmängeln in der Praxis führen, sind ev. in Zusammenhang mit einer Kostenersparnis seitens des Betreibers zu erklären. Ein nicht zertifizierungskonformes in Verkehr bringen (z. B. ohne erforderliche, automatische Säure und/oder Laugendosierung) könnte in Zusammenhang mit dem hart umkämpften Markt stehen (BROER, 2015).

Neser et al. führen ins Treffen, dass für einen störungsfreien und ordnungsgemäßen Betrieb einer Abluftreinigungsanlage der Aufwand hinsichtlich der Betreuung um einiges zeitlich höher anzusetzen ist, als dies von den meisten Landwirten vorab erwartet wird. Ein Teil der untersuchten bayrischen Anlagen werden aus diesem Grunde in modifizierter Form betrieben; dies, um dem Betriebsführer zeitlich aufwändige Reinigungsarbeiten zu ersparen. Dass sich dies auf die Reinigungsleistung und die Funktion negativ auswirkt, liegt auf der Hand.

Ist im Einzelfall ein Einsatz einer geprüften Abluftreinigungsanlage erforderlich, so muss für den Landwirt von Beginn an klar sein, dass diese Technologie, neben erheblichen finanziellen Aufwendungen, ein beträchtliches Maß an regelmäßigen Betreuungs- und Wartungsarbeiten mit

sich bringt, die entsprechendes Fachwissen voraussetzt. Nur wenn zukünftigen Betreibern sämtliche relevanten Informationen frühzeitig zur Verfügung stehen und man sich der ganzen Tragweite der Entscheidung für den Einsatz einer Abluftreinigungsanlage bewusst ist, lässt sich sicherstellen, dass die Funktionsicherheit und die erforderliche Reinigungsleistung – auch auf lange Sicht – gegeben sind. Eine Abluftreinigungsanlage, die in der Praxis unter den erwartbaren Leistungen bleibt, ist nicht nur rausgeschmissenes Geld, sondern konterkariert im eigentlichen Sinn den Zweck ihrer Anschaffung.

Literatur

- BROER, L. (2015): Erfahrungen beim Bau und Überwachung von Abluftreinigungsanlagen in Niedersachsen. 12. KTBL-Vortragsveranstaltung „Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen in der Landwirtschaft. Ulm, 2. Juni 2015
- DLG (2015): 1-stufiger biologischer Abluftwäscher System RIMU für die Schweinehaltung. Prüfbericht 6284. 16 Seiten
- DLG (2015): Abluftreinigungssysteme in Tierhaltungsanlagen. Prüfrahmen. 8 Seiten
- DLG (2016): Hinweise zum Betrieb von Abluftreinigungsanlagen für die Schweinehaltung. Merkblatt 403. 3. Auflage. 24 Seiten
- HAHNE, J. et al. (2017): Ammoniakabscheidung in neuartigen Biofiltern. *Landtechnik* 72(2) 2017. Seiten 76 – 90
- KROPSCH, M. et al. (2017): Pilotprojekt Versuchsstall: Abluftwäscher für Mastschweineeställe. Tagungsband Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2017. Irdning-Donnersbachtal. Seiten 81-84
- LAMPING, H. (2011): Problematik der behördlichen Überwachung von Abluftreinigungsanlagen in der Tierhaltung. Workshop Emissionsminderung Tierhaltung – Abluftreinigung. Bonn, 20. und 21. Juli 2011
- LANDKREIS CLOPPENBURG, Hrsg. (2002): Leitfaden der Landkreises Cloppenburg zur Feststellung und Eignung von Abluftreinigungsanlagen in der Tierhaltung zur Anwendung in der Genehmigungspraxis und bei der Überwachung. 15 Seiten
- LFU (2015) Emissionsminderung durch Abgasreinigung in bayerischen Tierhaltungsanlagen. Endbericht Teil 2 zum Forschungsvorhaben P2110. 122 Seiten
- NESER, S. et al. (2016): Untersuchung von Abluftreinigungsanlagen in Bayern. Tagungsband der Schweinefachtagung – Jahrestagung. Ergolding, 28. November 2016. Seiten 53-64
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ, Hrsg. (2015): Filtererlass: Großer Erfolg für den Umweltschutz. Pressemitteilung 49/2015. 1 Seite
- ÖTTL, D. (2013): Factsheet – Ammoniakminderungsmaßnahmen im Sanierungsgebiet Mittelsteiermark. Amt d. Stmk. Landesregierung, A15 – Referat f. Luftreinhaltung. 7 Seiten
- UMWELTBUNDESAMT; Hrsg. (2016) Aktuelle Entwicklung – Kosten-Nutzenanalyse und Vollzugsempfehlungen für den Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Tierhaltung. Langfassung. UBA-Texte 61/2016. 123 Seiten.

Abluftreinigung in der Mastschweinehaltung - eine betriebswirtschaftliche Betrachtung für Österreich

Christian Fritz^{1*}

Zusammenfassung

Der Beitrag behandelt die Kosten von Abluftreinigungsanlagen in der Mastschweinehaltung und stellt diese den Deckungs- und Gewinnbeiträgen aus Betriebsauswertungen gegenüber. Betrachtet werden die an der Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein installierten Anlagenarten (1) Chemowäscher mit Biostufe, (2) einstufiger Rieselbettreaktor und (3) Biofilter mit Ammoniakabscheidung. Die Analyse der Investitions- und Betriebskosten basiert auf den Kostenangaben von deutschen Autoren unter Berücksichtigung der jeweiligen Betriebsparameter. Bei einer Betriebsgröße von ca. 1.000 Tierplätzen liegt der Mittelwert der Kostenangaben für die Abluftreinigungsanlage bei € 23 pro Tierplatz und Jahr. Die einzelkostenfreie Leistung bzw. der kalkulatorische Gewinnbeitrag mit Abluftreinigung sind für Betriebe mit ca. 500 Tierplätzen durchwegs negativ, für größere und erfolgreichere Betriebe können sich unter bestimmten Umständen positive Werte ergeben. Es besteht weiterer Forschungsbedarf zum Einfluss von Abluftreinigungsanlagen auf die Wirtschaftlichkeit österreichischer Betriebe.

Summary

The article deals with the costs of exhaust air cleaning systems in pig fattening. These are compared with empirical values for contribution margins and profit contributions. Three types of systems being installed at the Agricultural Research Center Raumberg-Gumpenstein are considered, (1) chemical washer with biological filter, (2) single-stage trickle bed reactor and (3) biological filter with separation of ammonia. The analysis of investment and operating costs is based on the calculations of different German authors, taking into account the respective operating parameters. With an operating size of approx. 1000 animal places, the mean value of the costs for the exhaust air purification is € 23 per animal place and year. The calculated profit contribution with exhaust air cleaning is negative for small farms with approx. 500 animal places. For larger and more successful farm operations positive values can result under certain circumstances. Further research on the influence of exhaust air purification systems on the profitability of Austrian farm operations is needed.

1. Einleitung

Ausgehend von Entwicklungen der Schweinehaltung in Norddeutschland besteht seit Anfang der 2000er Jahre eine Fachdiskussion um die Einführung von Abluftreinigungsanlagen (ARA) in der Schweine- und Geflügelhaltung. In mehreren deutschen Ländern bestehen für große Anlagen (> 2.000 Tierplätze) Auflagen und es wurden mittlerweile geschätzte 1.500 Anlagen gebaut (HAHNE et al. 2016). Zu nennen sind die „Filtererlasse“ in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein und Thüringen (SAUER 2016). In Bayern wird aktuell ein Forschungsprojekt betrieben, hier wurde 2014 ein Stand von 63 Anlagen erfasst (NESER et al. 2016).

Bei der Frage, inwieweit eine ARA Stand der Technik ist, ist das Aufwand-Nutzen-Verhältnis zu berücksichtigen. Die Frage nach den Kosten für den Bau und Betrieb einer ARA in der Schweinemast führt zu unterschiedlichen Ergebnissen, da diese von zahlreichen Parametern beeinflusst werden. Die Angaben liegen in einer Spannweite zwischen € 8 und € 44 pro Tierplatz (TP) und Jahr (HAHNE et al. 2016, SAUER 2016, BÖNSCH 2015). Darüber hinaus besteht die Frage nach der Leistbarkeit der Anlagen für Schweinehaltungs-

betriebe. In Deutschland wurde eine KTBL-Arbeitsgruppe „Wirtschaftlichkeit von Abluftreinigungsanlagen“ zu dem Thema eingerichtet (SAUER 2016).

Der vorliegende Beitrag soll der Frage der Wirtschaftlichkeit für Österreich nachgehen. Ein wichtiger Impuls für die Diskussion wurde 2017 mit dem Pilotprojekt PigAir - Versuchstall Abluftwäscher für Mastschweineeställe gesetzt. Hierbei wurden drei unterschiedliche ARA für einen Testbetrieb an der Lehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein installiert. Ergebnisse aus diesem Projekt sind erst für die kommenden Jahre zu erwarten, somit befasst sich der vorliegende Beitrag mit einem allgemeinen ökonomischen Überblick anhand von Literaturdaten. Einleitend werden Grundlagen zu landwirtschaftlichen Emissionen und zur Abluftreinigung und der aktuelle ökonomische Forschungsstand dargestellt.

1.1. Grundlagen zu Emissionen und Abluftreinigung

Landwirtschaftliche Produktionsbetriebe verursachen unterschiedlichste Emissionen in rund 20 unterschiedlichen Ka-

¹ HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut Tier, Technik und Umwelt, Abteilung für Ökonomie und Ressourcenmanagement, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

* Ansprechperson: Mag. Christian FRITZ, MA, christian.fritz@raumberg-gumpenstein.at

tegorien. Eine ARA soll sich vordergründig auf Ammoniak, Geruch und Staub auswirken. Bei Ammoniak wird einerseits die (nationale) Gesamtemission in Zusammenhang mit der NEC-Richtlinie¹ betrachtet. Andererseits ist Ammoniak als Vorläufersubstanz für die Sekundärpartikelbildung insb. im Bereich Feinstaub (PM₁₀, PM_{2,5}) relevant (BMLFUW 2016). Bei Geruch und Feinstaub geht es vorwiegend um die Betrachtung lokaler und regionaler Grenzwerte für die Immissionsbelastung. Die typische Reinigungsleistung von ARA liegt im Bereich von über 70 % für die einzelnen Emissionskategorien bzw. im Beseitigen des Rohgasgeruchs (vgl. Anforderungen aus dem DLG-SignumTest, DLG 2016 und aktuelle Ergebnisse, HAHNE et al. 2016). Daneben werden von einer ARA auch die Emissionen an Stickstoff, Phosphor und Bioaerosolen beeinflusst.

Davon abgesehen sollte ein Bewusstsein dafür bestehen, dass ein Betrieb für gewöhnlich nicht nur (technische und kostenwirksame) Maßnahmen in der Abluftreinigung, sondern auch in anderen Emissionsbereichen zu ergreifen hat (beispielsweise unterschiedlichste Emissionen in Boden und Grundwasser, Treibhausgase wie Methan und Schall / Lärmmissionen). Die Maßnahme der Abluftreinigung steht letztlich in Zusammenhang mit den Produktionsbedingungen und mit anderen Maßnahmen, bspw. einer bedarfsgerechten Fütterung (Phasenfütterung) (LINDER-MAYER 2014).

Eine betriebsstrategisch begründete Zielsetzung zur Abluftreinigung muss die rechtlichen Rahmenbedingungen berücksichtigen. In Österreich ist das Baurecht eine wichtige Quelle, konkret die Bauordnungen der Länder und der darin geregelte Immissionsschutz. Die Baubehörde hat „durch den immissionstechnischen Gutachter erheben zu lassen, welche Anlagen und Einrichtungen für einen Betrieb [...] typisch sind, welche Tätigkeiten dort ausgeübt werden und welches Ausmaß und welche Intensität die damit verbundenen Emissionen erreichen.“ (PALLITSCH 2011) Bei gegebener Widmungskonformität ist die Baubewilligung zu erteilen, allenfalls unter Auflagen bzw. bei Projektänderung (ebd.). Darüber hinaus kann für größere Betriebe die Industrieemissions-Richtlinie zur Anwendung kommen. Zu unterscheiden sind also sogenannte kleinere Anlagen von Anlagen zur Intensivhaltung (ab 2.000 Schweinen, 750 Sauen, 40.000 Geflügel), die einer integrierten Emissionsbewertung (IPPC, integrated pollution prevention and control) und der Industrieemissions-Richtlinie (IE-RL, 2010/75/EU) unterliegen (WINTER und ZETHNER 2017).

1.2. Ökonomie der Abluftreinigung

Eine ARA wird betriebswirtschaftlich vielfach als Kostenfaktor gesehen. Derart betrachtet kann eine ARA an sich nicht wirtschaftlich im Sinne von rentabel sein, da den Kosten keine entsprechenden Erlöse gegenüberstehen. Anders ausgedrückt, entsteht in der kurzfristigen monetären Betrachtung nur ein Aufwand, aber kein Nutzen. Entgegen einer reinen Interpretation der ARA als Kostenfaktor könnte diese – unter bestimmten Bedingungen – für den Betrieb auch als eine strategische Chance für eine Erweiterung einer Betriebsstätte verstanden werden. Eine vollständige be-

triebswirtschaftliche Betrachtung sollte eine Kalkulation für den Gesamtbetrieb mit unterschiedlichen Planungsoptionen und auf Vollkostenebene umfassen (HAHNE et al. 2016).

Wichtige Kostenpositionen der Abluftreinigung sind neben den Investitionskosten die Kosten für Betriebsmittel und für den Arbeitseinsatz im laufenden Betrieb inkl. der Anlagenüberwachung. Vordergründige Ziele aus betriebswirtschaftlicher Sicht sind demnach ein günstiger Kauf bzw. Bau und Installation der Anlagen, geringe laufende Kosten und eine möglichst einfache Überwachung und hohe Betriebssicherheit. Die einzelnen Positionen zeigen den Zielkonflikt zwischen einer günstigen Anlage, für die wenig Betriebsmittel und Arbeitseinsatz aufgewendet werden, und der Effektivität der Anlage im Sinne der Emissionsminderung. Die entsprechenden rechtlichen und technischen Spielräume geben also die (betriebswirtschaftliche) Zielgröße vor, die es möglichst kostengünstig zu erreichen gilt.

1.3. Forschungsstand und Fragestellungen

Die Kosten der Abluftreinigung in der Schweinehaltung sind Gegenstand einer eigenen KTBL Arbeitsgruppe und von verschiedenen Forschungsprojekten (bspw. KU-Projekte „Abluftreinigungsanlagen“ 2013, 2015, 2016, LWK Niedersachsen; SAUER 2016). Zwar erschien bereits 2006 die Erstfassung der KTBL Schrift 451 „Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen“, darin werden aber keine Angaben zur Ökonomie gemacht. Eine aktuelle Studie des Thünen-Instituts für das Umweltbundesamt Deutschland bezieht sich betreffend die Kostengrößen auf eine bislang unveröffentlichte Überarbeitung zur KTBL-Schrift 451 „Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen“.

Demgegenüber finden sich Angaben zu den möglichen Investitionskosten (ohne Betriebskosten) in der allgemeinen „KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft“ (KTBL 2018). Gemäß den aktuellen Richtwerten würden sich mit einer ARA die Baukosten je TP um rund 20 % erhöhen. Diese liegen in einer Größenordnung von € 60 bis € 135 pro TP (ebd.). Bei einer Abschreibung der baulichen Teile auf 20 Jahre und der ARA auf 10 Jahre resultieren jährliche Fixkosten von € 6 bis € 16 pro TP (ebd.). Im Vergleich hierzu liegen die Angaben für die Stallinvestition im Bereich von € 400 bis € 700 je TP bzw. € 34 bis € 65 je TP und Jahr (ebd.). Demgegenüber ist die gesamte jährliche Belastung aus dem Betrieb einer ARA wesentlich höher. Diese liegt im Bereich von € 19 bis € 44 je TP, je nach Anlagenart und Stallgröße, wurde aber bislang nicht näher beschrieben (HAHNE et al. 2016, SAUER 2016).

Der Frage der Wirtschaftlichkeit einer ARA wird in der deutschen Literatur anhand des Prinzips der Vollkostenrechnung nachgegangen. Dementsprechend werden die Leistungen um die zu deckenden Kosten vermindert, und hiervon zusätzlich die Kosten der ARA abgezogen. Hierbei wird versucht, auf Vollkostenauswertungen zurückzugreifen. SAUER (2016) gibt für kleinere Betriebe eine negative und für größere Betriebe eine positive einzelkostenfreie Leistung (Efl) an. Demgegenüber erreichen die erfolgreichen Betriebe in der Auswertung auch < 1.000 Tierplätze eine positive Efl (durchschnittlich € 20). HAHNE et al.

¹ NEC, National Emission Ceilings. Umsetzung der EU-Richtlinie 2001/81/EG in nationales Recht im Emissionshöchstmengengesetz-Luft, BGBl. I Nr. 34/2003.

Tabelle 1: Überblick über die betrachteten Anlagenarten, eigene Darstellung

(C) Chemowäscher plus Biostufe	Stufe 1	Waschtrommel mit Füllkörper Prozesswasser pH-Wert 3 Abschlammung in separates Gebinde
Staub Ammoniak Geruch	Stufe 2	Biofilter (Abscheidung Geruchsstoffe über Mikrobenbesiedelung auf Zellulosemembran)
(R) Rieselbettreaktor, einstufig		Großflächige Füllkörper mit Mikroben-Besiedelung, kontinuierliche Berieselung Prozesswasser pH-Wert zwischen 6,5 und 7,2 Abluftführung über Tropfenabscheider Abschlammung in Güllegrube
Staub Ammoniak Geruch		
(B) Biofilter, neuartig mit Ammoniakabscheidung		Wasservorlage unterhalb der Druckkammer und Befeuchtung des Filtermaterials über Sättigung hinaus Prozesswasser ph-Wert 6,5 Abschlammung in Güllegrube
Staub Ammoniak Geruch		

(2016) berechnen für Stallanlagen bis 1.000 Tierplätze einen negativen und für größere Anlagen einen positiven kalkulatorischen Gewinnbeitrag. Bei hinterlegten Bau- und Betriebskosten für eine ARA je TP und Jahr von € 24 (bei 2.000 Plätzen) bis € 38 (bei 500 Plätzen)² resultiert damit ein kalkulatorischer Verlust zwischen € 51 (bei 500 Plätzen) und € 15 (bei 2.000 Plätzen).

Als eine Ausgangsbasis werden auch die Deckungsbeiträge der Schweinemast und deren Variabilität diskutiert, bzw. fließen diese in die Berechnungen mit ein. Österreichische Daten zeigen Deckungsbeiträge bzw. Direktkostenfreie Leistungen (DfL) in der Höhe von € 50 bis € 84 (Arbeitskreise Schweineproduktion 2018, Spannweite der Jahre 2013 bis 2017) bzw. € 94 (Vorbelegung AWI IDB 2019). Zum Vergleich wird in deutschen Richtwerttabellen ein Deckungsbeitrag von € 55 angegeben (KTBL 2018). Für Bayern werden DfL von € 64 (< 1.000 Tierplätze) bis € 71 (> 2.000 Tierplätze) angegeben (SAUER 2.016). Damit bestehen einerseits Unterschiede je nach Betriebsgröße. Andererseits finden sich aber noch größere Unterschiede zwischen dem Durchschnitt der Betriebe und den erfolgreicherer Betrieben von rund € 21 (Arbeitskreise Schweineproduktion 2017/2018, Mittelwert der Jahre 2017 und 2016) bzw. € 26 (SAUER 2016; unter Berücksichtigung der Größenklasse).

Die aktuelle Literatur enthält also bedingt Angaben zu den Kosten der Abluftreinigung und zu den Unterschieden zwischen den Betrieben in der Wirtschaftlichkeit. Vor diesem Hintergrund sollen folgende Aspekte behandelt werden:

- Diskussion bestehender Kostenberechnungen und ihrer Zusammensetzung
- Erklärung von Unterschieden – unterschiedliche Kostenpositionen, Berechnungsschemata, Betriebsbedingungen
- Berechnung und Schwankungen der DfL und Deckungsbeiträge in Österreich, Unterschiede zwischen österreichischen und deutschen Deckungsbeiträgen
- Potenzielle Reichweite bzw. Erklärungskraft der Anwendung von Deckungsbeitrags- und Vollkosten-Planungsrechnungen
- Betriebsstrategisch längerfristige Sicht auf ARA

2. Methodik und Datenmaterial

Der Bericht behandelt die Analyse der Kosten von verschiedenen Anlagen unter Berücksichtigung der definierten Rahmenbedingungen und des Betriebsziels. Datenbasis für die Analyse sind die Auswertungen und Berechnungen unterschiedlicher Autoren primär aus Deutschland. Dabei sind möglichst ähnliche Anlagenarten, Betriebsbedingungen und Kostengrößen zu vergleichen. Anhand der Kostenberechnungen können unter Verwendung von bestehenden Teil- und Vollkostenauswertungen potenzielle Deckungsbeiträge und Gewinnbeiträge abgeleitet werden.

2.1. Betrachtete Anlagenarten

Im vorliegenden Beitrag zur Ökonomie der Anlagen sollen drei Anlagenarten näher betrachtet werden, die seit 2018 auch im Versuchsbetrieb in Gumpenstein zum Einsatz kommen: ein erweiterter Chemowäscher, ein Rieselbettreaktor und eine neuartige Biofilteranlage (inkl. Ammoniakabscheidung). Einhergehend mit der installierten Anlagentechnik sind im laufenden Betrieb unterschiedliche Betriebsmittel (Strom, Säure, etc.) und ein unterschiedliches Anlagenmanagement erforderlich. Aus kostentechnischer Sicht gelten als Nachteile von mehrstufigen Anlagen die Kosten für die Schwefelsäure, deren Handling und Lagerung und ein hoher Stromverbrauch für die Umwälzpumpen (MEYER/POLLMANN 2014). Nachteile von Abluftwäschern können ein hoher Wasseranfall, ein hoher Stromverbrauch für die Umwälzpumpe und aufwändige Messtechnik sein (ebd.). Kostentechnische Nachteile des Biofilters sind der hohe Platzbedarf, das Wechseln des Biomaterials (der Hackschnitzel) und der hohe Stromverbrauch der vorgelegerten Lüfter (ebd.). Je nach Anlagenart können sich die Gesamtkosten je TP und Jahr um rund € 15 unterscheiden (HAHNE et al. 2016).

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Anlagenarten, die primär betrachtet werden sollen. Die Auswahl erfolgte entsprechen den in Gumpenstein installierten Anlagen und den dafür definierten Kriterien. Nähere Details sind in einem Bericht von KROPSCH/ZENTNER 2018 dokumentiert³.

² Als Datenquelle hierfür angegeben ist eine bislang unveröffentlichte Überarbeitung zur KTBL Schrift 451 „Abluftreinigung für Tierhaltungsanlagen“.

³ Vgl. hierzu den Zwischenbericht PigAir, Projekt Nr. 101075/2, Pilotprojekt Versuchsstall Abluftwäscher für Mastschweinehälte, Kropsch, M., Zentner, E., HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Mit Blick auf die Biofilteranlagen ist anzumerken, dass sich auch diese mittlerweile für die Ammoniak-Abscheidung eignen, und zwar unter bestimmten Bedingungen. Der in Gumpenstein eingesetzte Biofilter bringt entsprechende Methoden zur Anwendung und ist auch für die Ammoniak-Abscheidung DLG-zertifiziert. Für eine erfolgreiche Abscheidung muss das Berieselungswasser regelmäßig in die Wasservorlage zurücklaufen (Wassersättigung des Filtermaterials) und das Waschwasser muss regelmäßig abgeschlammmt werden. Hierfür ist eine pH-Wert-Regelung und eine Leitfähigkeits-Steuerung notwendig. „Bei einer maximalen Filterflächenbelastung von 440 m³/ (m² h) und feuchtigkeitsgesättigtem Filtermaterial wurde eine Ammoniakabscheidung von mindestens 88 % erreicht, wie langfristige Messungen zeigen.“ (HAHNE/PFEIFER 2017)⁴.

Da bislang keine Kostenberechnungen für die neuartige Biofilteranlage vorliegen, werden auf Basis von Schätzwerten für die zusätzlichen Anlagenkomponenten und den zusätzlichen Energieaufwand die bislang für Biofilter berechneten Kostengrößen um 15 % linear erhöht. Diese Position kann den zusätzlichen Pumpaufwand, den Säurebedarf, die erweiterte Steuerungstechnik bzw. mittelfristig auch den Marktvorteil der Technologie (bei kleineren Anlagen) widerspiegeln (HAHNE/PFEIFER 2017). Eine Herausforderung wird darin bestehen, die zusätzlichen Kosten für die neuartige Biofilteranlage inkl. Ammoniakabscheidung in Zukunft qualifiziert abzuschätzen.

2.2. Technische und betriebswirtschaftliche Parameter

Bei der ökonomischen Bewertung ist zu beachten, dass die ARA in einem engen Zusammenhang mit den Betriebsbedingungen und der Stallbelüftung steht. Insbesondere bedeutet die Abluftführung über die ARA im Regelfall einen höheren Gegendruck, der über eine höhere Lüfterleistung und damit unter Energieeinsatz zu kompensieren ist. Die Betrachtung der Kostengrößen erfolgt ausgehend von definierten Betriebsbedingungen. Diese betreffen u.a. die folgenden Parameter (2016):

- Anlagenart (z.B. Biofilter)
- Effektive Luftrate (je TP und Stunde)
- Verwertung des Abschlammwassers (betriebseigen / fremd)
- Mindestlagerungsdauer (z.B. 6 Monate)
- Ammoniakemissionsfaktor

Darüber hinaus können neben den technischen Betriebsbedingungen weitere Gründe potenziell dafür verantwortlich sein, dass in den vorgestellten Berechnungen unterschiedliche Angaben zu den Kosten der Abluftreinigung vorliegen.

- Annahmen zu den Betriebskosten (z.B. Anlageneffizienz, Betriebsmittelpreise)
- Anlagenüberwachung und Arbeitskosten⁵
- Größeneffekte (z.B. Stallplätze, Umtriebe)

- Bauliche Integration (z.B. Anbau)
- Baunebenkosten
- Entwicklung der Anlagenkosten (z.B. Stückzahlen, Preisindex)
- Umsatzsteuer (Brutto / Nettobetrachtung)

Unterschiede im Abscheidegrad werden nicht als Faktor berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass die verglichenen Anlagen die kolportierten Mindestanforderungen erfüllen (NH₃- und Staubabscheidung ≥ 70 %, kein Rohgas im Reingas) (HAHNE et al. 2016). Auch die Frage, ob bzw. wie die ARA in das Stallgebäude integriert ist, kann wesentlich auf die Kosten wirken. Betreffend die Entwicklung der Anlagenpreise und der laufenden Verbrauchskosten wird von Kontinuität ausgegangen. Einerseits steigt das allgemeine Preisniveau für Investitionsgüter und die Anlagen werden technisch höherentwickelt. Andererseits werden mittlerweile höhere Stückzahlen gebaut und es können Energieeffizienzsteigerungen zum Tragen kommen.

Abgesehen von den Kosten der Abluftreinigungsanlage sind darüber hinaus auch Unterschiede in den Methoden zur Berechnung von Deckungsbeiträgen und kalkulatorischen Gewinnbeiträgen zu beachten.

3. Berechnungen zu Kosten und Kostendeckung

Einleitend wird ein Überblick über wesentliche Kostenpositionen der landwirtschaftlichen Abluftreinigung gegeben. Die weitere Basis der Analyse ist eine Zusammenstellung der ökonomischen Ergebnisse unterschiedlicher Autoren und Berechnungsansätze. Dabei wird insbesondere auf drei Ebenen eingegangen:

- Technische Parameter und enthaltene Positionen
- Bau- und Betriebskosten der Anlage mit Fokus Anlagenüberwachung
- Ermittlung der Deckungsbeiträge und kalkulatorischen Gewinnbeiträge

Aufbauend darauf erfolgt abschließend eine Gegenüberstellung der Angaben.

3.1. KTBL-Datensammlung (2018)

Die KTBL-Datensammlung gilt als ein Standardwerk für Berechnungen auf Betriebsebene. Darin enthalten sind Daten zu den Kosten für Stallplatz, Arbeit und ARA sowie zu Deckungsbeiträgen und zur einzelkostenfreien Leistung (EfL).

3.1.1. Parameter und Positionen

Die angegebenen Investitionskosten für die ARA basieren auf Angebotspreisen der Hersteller. Der Rohbau ist in Fremd- oder Eigenleistung zu erstellen. Die Investitionskosten für das Bauwerk und die Abwasserlagerung wurden auf Basis der Kostenblockmethode mit Planungsunterlagen abgeschätzt (ALB-Richtpreise 2014, KTBL 2018).

⁴ Es wird also für das Ziel einer besseren Vergleichbarkeit in Kauf genommen, dass die lineare Hochrechnung einen Fehler in der Berechnung der jährlichen Kosten und der Kosten unterschiedlicher Anlagengrößen impliziert. Spätere Berechnungen sollten hier zu mehr Genauigkeit beitragen.

⁵ In der Praxis liegt eine Herausforderung in der Schaffung der erforderlichen Bedingungen für den technisch einwandfreien Anlagenbetrieb. Die Anlagenbetreuung und -Überwachung kann einen wichtigen Punkt in betriebswirtschaftlichen Betrachtungen darstellen.

Tabelle 2: Investitions- und Betriebskosten, KTBL 2018, gerundet, in €, netto

	Art ⁶	500 TP	1.000 TP	2.000 TP
Investitionskosten €/ TP	C R B ⁷	68.000 58.000 40.000	103.000 82.000 82.000	174.100 121.000 154.000
Jährliche Fixkosten €/ a	C R B ⁷	7.870 6.130 5.350	11.720 8.130 9.700	19.510 11.660 17.000
Jährliche Fixkosten €/ TP / a	C R B ⁷	16 12 11	12 8 10	10 6 9
Betriebskosten €/ TP / a		k. A.	k. A.	k. A.
Wartungskosten €/ TP / a		1.000	1.000	1.000
Luftrate		m ³ / TP / h		90
Luftvolumenstrom zu Luftrate max.		in %		48
Ammoniakemissionsfaktor		kg / TP / a		3,64
Verdunstungsrate		l / 1.000 m ³ Abluft		5
Lagerkapazität Waschwasser		m		6

3.1.2. Investitions- und Betriebskosten ARA

Die folgende Tabelle zeigt die Daten zu den Bau- und Betriebskosten der KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft. Da die Angaben in der Datensammlung generell ohne MwSt. erfolgen ist auch bei den Angaben zur ARA davon auszugehen. Die Nutzungsdauern für Gebäude und Technik sind mit 20 und 10 Jahren angegeben.

Gegenüber der hier dargestellten 26. Auflage 2018/19 (KTBL 2018, *Tabelle 2*) waren früher geringere Kosten für die ARA hinterlegt, insbesondere auch betreffend die Wartungskosten (KTBL 2010).

In der aktuellen Ausgabe der KTBL-Datensammlung sind keine Betriebskosten hinterlegt. In älteren Ausgaben waren Angaben enthalten, vgl. hierzu den Abschnitt 4.6 Thünen-Institut (2012), KTBL (2010).

3.1.3. Deckungs- und Gewinnbeiträge

Die KTBL-Planungsdaten gehen von gleichen biologischen Erfolgen bei unterschiedlichen Betriebsgrößen aus, differieren aber in den Arbeiterledigungskosten und bei den Gebäudekosten. Hieraus ergibt sich bei kleineren Betrieben bereits eine negative einzelkostenfreie Leistung (*Tabelle 3*).

Tabelle 3: Deckungs- und Gewinnbeiträge, KTBL 2018, in €, netto

	470 TP	960 TP	1.920 TP
Verkaufserlöse ⁸ €/ TP	401	401	401
Direktkosten ⁹ €/ TP / a	346	346	346
Deckungsbeitrag €/ TP / a	55	55	55
Einzelkostenfreie Leistung €/ TP / a	-12	1	5

3.2. Kosten-Nutzenanalyse

Umweltbundesamt (2016)

Die ökonomische Analyse von HAHNE et al. (2016) orientiert sich am Schema der Vollkostenauswertung. Die Berechnung beruht auf Richtwerten zu den Kosten für den Tierplatz, für den Arbeitseinsatz und für die ARA¹⁰. Des Weiteren wurde die deutsche Erzeugerringauswertung zu den direktkostenfreien Leistungen (DfL) herangezogen.

3.2.1. Parameter und Positionen

HAHNE et al. (2016) geben im Beitrag zur Kosten-Nutzenanalyse die Kosten verschiedener Anlagentypen summarisch an. Sie diskutieren unterschiedliche Einflussgrößen, wie den Bau eines Filterhauses, den zusätzlichen Bedarf an Strom und Säure, die auszubringende Waschwassermengen und den Wartungsaufwand. „Aus diesem Grund schwanken die Gesamtkosten der einzelnen Filteranlagen in Abhängigkeit vom jeweiligen Verfahren und der unterstellten Größenkategorie.“ (HAHNE et al. 2016)

3.2.2. Investitions- und Betriebskosten ARA

Bei den Angaben zu den Bau- und Betriebskosten der ARA beziehen sich HAHNE et al. (2016) auf die bislang unveröffentlichte Überarbeitung zur KTBL-Schrift 451. Es ist davon auszugehen, dass es sich um mittlere Werte für die einzelnen Anlagentypen und Größenklassen handelt (*Tabelle 4*).

3.2.3. Deckungs- und Gewinnbeiträge

Die angegebene DfL aus der deutschen Erzeugerringauswertung beträgt je Tierplatz und Jahr € 54 (500 Plätze) bis € 63 (2000 Plätze). Die Autoren stellen ohne ARA einen kalkulatorischen Gewinnbeitrag von € -13 bis € 8 fest. Die Bau- und Betriebskosten für eine ARA verringern diesen Betrag um weitere € 24 bis € 38 (*Tabelle 5*).

Zu beachten ist, dass von umsatzsteuerlich pauschalierenden Betrieben ausgegangen wird (Bruttobeträge). Basis der Ana-

⁶ Die Buchstaben C, R, B bezeichnen Chemowäscher, Rieselbettreaktor und Biofilter.

⁷ Die Kostenangaben wurden aufgrund der neuartigen Biofilteranlage um 15 % erhöht, vgl. Methodik.

⁸ Die Verkaufserlöse wurden errechnet aus den hinterlegten Kalkulationswerten für Gewicht (120 kg) * Ausschachtung (80 %) * Durchgänge (2,73) * Preis E-P (€ 1,53).

⁹ Die Direktkosten wurden errechnet aus Kalkulationswerten für Ferkelgewicht (29 kg) * Ferkelpreis (€ 53,70) * Zukaufstiere (2,85 / TP / a) und für den Futterbedarf (257 kg pro Tier zzgl. 2 % Futterverluste) * mittlerer Futterpreis (€ 0,23) * Durchgänge (2,7) zzgl. der Kosten für Wasser und Energie (€ 11), sonstige Direktkosten (€ 8) und Zinskosten (€ 3).

¹⁰ Basis hierfür sind Daten des KTBL bzw. Angaben der Arbeitsgemeinschaft für Rationalisierung, Landtechnik und Bauwesen in der Landwirtschaft Hessen e.V. (ALB Hessen) (Stallbaukosten zwischen € 41 und € 50 je TP und Jahr, HAHNE et al. 2016).

Tabelle 4: Investitions- und Betriebskosten, HAHNE 2016, gerundet, in €, brutto

	Art	466 TP	~1.100 TP Kategorien gemittelt	1.864 TP
Gesamtkosten	C	43	34	30
€/ TP / a	R	37	27	22
	B ¹¹	33	27	24

lyse sind Richtpreise für die jährlichen Kosten pro Tierplatz (brutto). Um diese zu berechnen, wurden Annahmen über die Abschreibungsdauern der unterschiedlichen Bauteile (10, 15 und 30 Jahre), deren Unterhaltungskosten (3 %, 2 %, 1%) und zu dem Zinsansatz für das gebundene Kapital (hier 3 %) getroffen.

3.3. Berechnungen von SAUER (2016)

Die von SAUER (2016) auf einer KTBL-Tagung präsentierten Berechnungen entsprechen in der Größenordnung den Angaben in der Studie von HAHNE et al. (2016). Dr. Norbert SAUER ist Mitglied in der Arbeitsgruppe zur Wirtschaftlichkeit von ARA in der Schweinehaltung, und insofern in die Auswahl und Festlegung der Kalkulationsmethode, Datenquellen / Betriebe und Kennzahlen eingebunden (SAUER 2016). Seine Berechnungen fußen einerseits auf DfL aus Betriebszweigauswertungen, andererseits wurden die Investitionskosten für den Stall und die Lohnkosten ebenfalls der Datensammlung des KTBL entnommen. Die Zinskosten wurden für alle Faktoren/Betriebsmittel (inkl. der ARA) angesetzt.

Tabelle 5: DfL und Gewinnbeiträge, HAHNE et al. 2016, in €, brutto

	500 TP	1.000 TP	2.000 TP
DfL			
€/ TP / a	54	59	63
Kosten je Tierplatz			
€/ TP / a ¹²	50	47	41
Lohnanspruch			
€/ TP / a	17	14	13
Bau- und Betriebskosten ARA			
€/ TP / a	38	29	24
Kalk. Gewinnbeitrag			
€/ TP / a	-51	-31	-15

3.3.1. Parameter und Positionen

In der Kalkulation des Investitionsbedarfs, der Anlagenkosten, der Betriebsmittelkosten und der Lohnkosten für die ARA wurde ein günstiges und ein ungünstiges Szenario unterschieden.

- Luftrat Klimazone günstig 76 m³/h TP, ungünstig 114 m³/h TP
- Emissionsfaktor Ammoniak günstig 2,90, ungünstig 3,64

Tabelle 6: Investitions- und Betriebskosten, SAUER 2016, in €, brutto

	650 TP	1.300 TP	2.600 TP
Investitionskosten ARA günstig	91	69	56
Investitionskosten ARA ungünstig	151	117	80
€/ TP			
Kosten ARA günstig	24	19	16
Kosten ARA ungünstig	38	30	22
€/ TP / a			

Tabelle 7: DfL und EfL ohne ARA, SAUER 2016, in €, brutto

	< 1.000 TP	1.000 bis 2.000 TP	> 2.000 TP
DfL Bayern	64	66	71
€/ TP / a			
DfL ZDS mittel	59	64	68
DfL ZDS erfolgreich	86	90	93
€/ TP / a			
Faktorkosten ohne ARA ¹³	66	58	57
Faktorkosten mit ARA günstig	90	77	73
Faktorkosten mit ARA ungünstig	104	88	79
€/ TP / a			
EfL ohne ARA mittel	-10	+3	+8
EfL ohne ARA erfolgreich	+18	+29	+33
€/ TP / a			

Tabelle 8: EfL mit ARA, berechnet auf Basis von SAUER 2016, in €, brutto

EfL mit ARA mittel, ungünstig	-48	-27	-14
EfL mit ARA erfolgreich, ungünstig	-20	-1	+11
€/ TP / a			
EfL mit ARA mittel, günstig	-34	-16	-8
EfL mit ARA erfolgreich, günstig	-6	+10	+17
€/ TP / a			

- Nährstoffmanagement Eigenverwertung vs. Abgabe
- Lagerdauer 6 m vs. 9 m
- Baupreisniveau 85 % vs. 100 % der Richtpreise
- Anlagenpreis 85 % vs. 100 % der Listenpreise

3.3.2. Investitions- und Betriebskosten ARA

Die Struktur der laufenden Kosten folgt dem Schema Anlagekosten + Betriebsmittelkosten + Lohnkosten. Die Unterschiede stammen aus den definierten Szenarien (Tabelle 6). Die Relation von Gebäude- zu Lohnkosten liegt bei ca. 4:1.

¹¹ Die Kostenangaben wurden aufgrund der neuartigen Biofilteranlage um 15 % erhöht, vgl. Methodik.

¹² Fünfjähriger Durchschnitt 2009 bis 2013 von Auswertungen des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion e.V. (Erzeugerring-Datenbank, 2.047 Betriebe), interpoliert auf die Größenklassen.

¹³ Berechnung Kosten Stallanlage für 650 TP / 1.600 TP / 1.920 TP; Investition je TP: € 644 / 594 / 578, resultierende Gebäudekosten: € 50 / 46 / 45; Lohnkosten: € 15 / 12 / 12.

3.3.3. Deckungs- und Gewinnbeiträge

Basis sind Auswertungen von Betrieben in Bayern, NRW und des Zentralverbands der deutschen Schweineproduktion e.V. (ZDS). Es werden für 4.000 Betriebe der Durchschnitt der Jahre 2009/10 bis 2013/14 betrachtet und die mittleren Betriebe mit den erfolgreichereren verglichen. Die Bestandsgrößenklassen sind mit < 1.000, 1.000 bis 2.000 und > 2.000 TP zusammengefasst (Tabelle 7).

Festzustellen ist, dass – wie bei HAHNE et al. (2016) auf mittleren Betrieben mit < 1.000 TP die DfL noch nicht einmal die Faktorkosten ohne die ARA abdeckt. Des Weiteren lassen sich auf Basis der Angaben von SAUER (2016) die folgenden Efl berechnen (Tabelle 8).

Bei größeren Betrieben werden die Faktorkosten ohne ARA im Mittel abgedeckt; die Faktorkosten einschließlich ARA werden selbst im günstigen Szenario nur bei den größeren und erfolgreichereren Betrieben abgedeckt. Die erfolgreichen Betriebe > 1.000 TP können im günstigen Szenario die Faktorkosten einschließlich der ARA decken. Im ungünstigen Szenario können nur mehr die erfolgreichen Betriebe > 2.000 TP die Kosten einschl. der ARA decken. Das Bundesland bzw. die Betriebsgruppe (Zentralverbandsauswertung) machen keinen großen Unterschied für diesen Befund.

3.4. Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2015)

Die Berechnungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen stammen von DI (FH) Sebastian Bönsch, Bau- und Technikberater bei der Landwirtschaftskammer Niedersachsen. Sie wurden beim DLG-Forum Abluftreinigung am 19.05.2015 in Hannover präsentiert.

3.4.1. Parameter und Positionen

In den Investitionskosten berücksichtigt sind Kosten für Gebäude, Technik, Lagerung und Ausbringung bzw. Abgabe. Im baulichen Investitionsbedarf berücksichtigt sind Vorarbeiten, das Bauwerk selbst, der Lagerraum und bauliche Sicherheitseinrichtungen. Die Anlagentechnik inkludiert Filterwände, Pumpen, Steuerung, Dosiereinrichtungen, Transport und Montage. Die Betriebskosten umfassen Strom, Wasser, Säure/Laugen, Arbeitszeit, Messungen/Wartungen, Reparatur und dergleichen. Die Kosten sind als Netto-Beträge angegeben.

Die Betriebskosten differieren in einem relativ weiten Bereich, da auch hier explizit günstige von ungünstigen Betriebsbedingungen unterschieden werden. Grundlage bildet die Dimensionierung und der Luftvolumenstrom. Zudem fließen regionale Preisunterschiede von bis zu 20 % ein. Im Nährstoffmanagement wurde die Lagerkapazität für das Abschlammwasser berücksichtigt. Bei der Möglichkeit zur Eigenverwertung wurden eine Lagerdauer von 6 Monaten und Ausbringkosten von € 3,50 / m³ angesetzt. Bei Abgabe wurden eine Lagerdauer von 9 Monaten und Abgabekosten von € 8 / m³ unterstellt.

3.4.2. Investitions- und Betriebskosten ARA

Die Angaben seitens der Bauberatung der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2015) liegen für die Investitions-

Tabelle 9: Investitions- und Betriebskosten der BÖNSCH 2015, in €, netto

	500 TP	1.000 TP	2.000 TP
Investitionskosten €/ TP	80 bis 140	70 bis 110	50 bis 80
Betriebskosten €/ TP / a	8 bis 25	6 bis 23	4 bis 16
Gesamtkosten €/ TP / a			
Günstige Voraussetzungen	13 bis 22	11 bis 18	8 bis 14
Ungünstige Voraussetzungen	20 bis 33	17 bis 26	13 bis 21

kosten zwischen € 50 und € 140 und für die Betriebskosten zwischen € 4 und € 25 / TP / a (Netto-Beträge) (Tabelle 9).

Bei BÖNSCH (2015) liegen keine Angaben zu Deckungs- und Gewinnbeiträgen vor.

3.5. GRIMM (2015, 2010)

GRIMM ist Autor eines Fachartikels des KTBL zur Abluftreinigung in der Schweinehaltung (GRIMM 2010) und präsentierte im Rahmen der Baulehrschau des ALB Hessen Eckdaten zur Technik und Wirtschaftlichkeit von Abluftreinigungsanlagen (GRIMM 2015). Er stellt seine neuere, vorläufige Kostenberechnung den älteren Angaben des KTBL (2010 bis 2012) gegenüber. Wesentliche Parameter und Positionen in den Berechnungen von Grimm sind die Tierplatzzahl und die Luftrate; darüber hinaus kommen die bekannten Parameter zur Anwendung.

3.5.1. Investitions- und Betriebskosten ARA

GRIMM (2015) berechnet für 2.000 bis 2.800 Tierplätze¹⁴ und bei 76 bzw. 114 m³ / TP / h mittlere Gesamtkosten von € 13 bzw. € 18 bei einem Betriebskostenanteil von rund 60 %. Der Anteil der Arbeitskosten liegt in der Größenordnung von 10 %. Die Angaben von GRIMM (2010) sind in der Übersicht (Tabelle 10) zusammengestellt. Hinterlegt ist hierbei eine Anlagenkapazität von 42.500, 127.500 bzw. 255.000 m³/h.

Tabelle 10: Investitions- und Betriebskosten, GRIMM 2010, in €, netto

		500 TP	1.500 TP	3.000
Gesamtkosten	C	20	14	12
€/ TP / a	R	20	1+	14
	B*	18	15	14

3.5.2. Deckungs- und Gewinnbeiträge

In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der Schweinemast zitiert GRIMM (2015) Daten von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LEUER 2014 zit. n. GRIMM 2015). Die entsprechenden Werte sind in der Tabelle 11 wiedergegeben.

3.6. Thünen-Institut (2012), KTBL (2010)

Dr. Gerhard HAXSEN vom Institut für Betriebswirtschaft am deutschen Thünen-Institut berechnete 2012 die Ab-

¹⁴ GRIMM benennt eine Kostendegression bis 2.000 bis 2.500 Tierplätze (GRIMM 2015).

Tabelle 11: DfL und Gewinnbeiträge, GRIMM 2015 (Daten LWK NRW), in €, brutto

350 Betriebe NRW, Durchschnitt über 11 Jahre	
DfL mittlere Betriebe	68
DfL erfolgreiche Betriebe	89
€/ TP / a	
Kosten je Tierplatz ohne ARA	44
Lohnansatz ohne ARA	16
€/ TP / a	
Bau- und Betriebskosten ARA	von 12 bis 21
€/ TP / a	
Kalk. Gewinnbeitrag mittel	von -4 bis -13
Kalk. Gewinnbeitrag erfolgreich	von +8 bis +17
€/ TP / a	

luftreinigung als Kostenposition in der Schweinehaltung für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Er hielt fest, dass zwar die Anlage- und Betriebskosten von Betrieb zu Betrieb unterschiedlich sind, aber dennoch eine annähernde Quantifizierung der ARA-Kosten in der Schweinefleischerzeugung anhand der KTBL-Daten (2010) möglich sei.

In der Arbeit von HAXSEN (2012) werden die Anlagenart und die Tierplatzzahl berücksichtigt; die technischen Parameter sind über die Datengrundlage des KTBL definiert (für die Stallgrößen 500, 1.500, 3.000) (KTBL 2010).

3.6.1. Anlagen- und Betriebskosten

In der Aufstellung des KTBL von 2010 waren noch Angaben zu den Betriebskosten enthalten. Die Hauptpositionen sind die Fixkosten und der Energieeinsatz; die größte Streuung (Unsicherheit) besteht bei den Lohnkosten. Diese Angaben finden sich bei HAXSEN (2012), *Tabelle 12*.

3.6.2. Deckungs- und Gewinnbeiträge

Anhand der KTBL-Daten und durchschnittlicher biologischer Leistungsdaten errechnet HAXSEN (2012) je nach Betriebsgröße Anlagekosten der ARA von Ct 4,7 bis Ct 7,9 je kg Schlachtgewicht für die Schweinemast.¹⁵ Dies entspricht € 12 bis € 21 / TP / a.¹⁶ HAXSEN berücksichtigt

auch die Kosten einer potenziellen Abluftreinigung in der Sauenhaltung, womit er für die Schweinefleischerzeugung ca. Ct 6 bis Ct 10 pro kg SG an Kosten der ARA ausweist. Er unterstellt zudem je TP 0,7 m³ bis 0,8 m³ mehr an zusätzlichem Stickstoffanfall, was bei überbetrieblicher Abgabe der Gülle weitere Ct 2 pro kg SG bedeuten könnte.

Die DfL exkl. MwSt. gibt HAXSEN (2012) im Fünfjahresmittel mit Ct 20 je kg SG an; dies entspricht € 52 / TP / a. Eine Deckung der Vollkosten wäre bei überdurchschnittlich erfolgreichen Betrieben möglich, bei anderen Betrieben hingegen kaum. Sein Fazit daraus lautet, dass aufgrund der Kostendegression bei den Anlagekosten zukünftige Auflagen zur Abluftreinigung den Strukturwandel forcieren würden (HAXSEN 2012).

3.7. Gegenüberstellung der Berechnungen

Ausgehend von den Angaben der einzelnen Autoren erfolgt eine Gegenüberstellung der Parameter und Ergebnisse. Zusätzlich werden die österreichischen Deckungsbeiträge unter Verwendung der Auswertungen der Arbeitskreise Schweinemast herangezogen (die DB-Angaben des AWI liegen höher, vgl. Kapitel 1.3)

3.7.1. Parameter und Positionen

Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Parameter und Positionen, die in den Literaturdaten hinsichtlich der Berechnung der Anlagenkosten differieren. Die Aufstellung zeigt einerseits, dass es problematisch ist die Berechnungen direkt zu vergleichen (z.B. Einteilung der Tierplatzklassen, Mehrwertsteuer). Andererseits gibt es in den deutschen Berechnungen eine weitgehend einheitliche Vorgehensweise zur Auslegung der Anlagen (den DLG-Kriterien und der DIN 18910 folgend). Ein Vergleich scheint damit als bedingt möglich.

3.7.2. Investitions- und Betriebskosten ARA

Für den Zweck der Erstellung einer Vergleichstabelle zu den Anlagenkosten wurden die einzelnen Werte gemittelt und jeweils auf Brutto-Beträge umgerechnet. Damit reduziert sich die Spannweite der Angaben zwischen den Autoren, und die Tendenzen je nach Anlagengröße und Betriebs-

Tabelle 12: Investitions- und Betriebskosten, HAXJEN 2012 / KTBL 2010, in €, netto

	Einstufige Reinigung Biofilter			Rieselbettreaktor			Dreistufige Reinigung Chemowäscher + Wasserwäscher + Biofilter		
	500	1.500	3.000	500	1.500	3.000	500	1.500	3.000
Zahl der Mastplätze	500	1.500	3.000	500	1.500	3.000	500	1.500	3.000
Fixkosten der Anlage	8,53	7,09	6,63	9,69	6,52	5,60	9,58	5,59	4,57
Strom	3,42	3,25	3,21	5,38	4,69	4,37	5,69	4,75	4,37
Wasser	0,77	0,77	0,77	0,98	0,98	0,98	0,87	0,87	0,87
Biofiltermaterial	0,60	0,60	0,60						
Schwefelsäure			1,02	1,02	1,02	0,80	0,80	0,80	
Abwasserausbringung			1,31	1,31	1,31	0,60	0,60	0,60	
Reparaturen	0,75	0,65	0,61	0,84	0,59	0,51	0,92	0,56	0,48
Lohnkosten	2,00	0,80	0,50	1,10	0,40	0,20	2,00	0,80	0,40
Insgesamt	16,07	13,16	12,32	20,32	15,51	13,99	20,46	13,97	12,09

¹⁵ Die Werte für die Sauenhaltung liegen bei € 20 bis € 45 pro Stallplatz und Jahr, also bei € 0,90 bis € 1,90 pro Ferkel; bzw. Ct 1 bis Ct 2 je kg Schlachtgewicht (GRIMM 2012, SPANAU 2010).

¹⁶ HAXSEN (2012) hinterlegt eine Schweinefleischerzeugung von 260 kg / TP / a.

Tabelle 13: Überblick zu Parametern und Positionen in den Berechnungen, eigene Darst.

	KTBL (2018/10)	HAHNE et al. (2016)	SAUER (2016)	BÖNSCH (2015)	GRIMM (2010)
Tierplätze (Klassen)	500 1.000 2.000	455 877 1.371 1.864	650 1.300 2.600	500 1.000 2.000	500 1.500 3.000
Unterscheidung Anlagenarten	ja	ja	nein	nein	ja
Luftrate (Szenarien) m ³ / TP / h	90	91	76 114	76 114	76 114
Ammoniakemissionsfaktor kg / TP / a	3,64	2,91	2,90 3,64	-	-
Lagerkapazität Waschwasser Monate	6	6	6 9	6 9	6 9
Gülleverwertung	-	eigen	eigen fremd	eigen fremd	eigen fremd
Nutzung Gebäude / Technik Jahre	20 / 10	30 / 15 / 10	-	-	13 % gesamt
Anlagenpreis / Baupreisniveau	-	100 %	85 % 100 %	± 20 %	- -
Mehrwertsteuer	netto	brutto	brutto	netto	netto

bedingungen (Szenario günstig, ungünstig) treten deutlicher hervor (Tabelle 14).

Die Mittelwerte können als grobe Anhaltspunkte verstanden werden, vorbehaltlich der Parameter für die Spannweite und der Steuerabschätzung. Abgesehen von der Kostendegression ist aus den Werten auch ersichtlich, dass die Kosten der Biofilter-Variante bei größeren Anlagen relativ gering sind (trotz der Korrektur für die neuartige Biofilteranlage). In Verbindung mit der Literaturdiskussion ist außerdem darauf hinzuweisen, dass die Anlagenkosten in früheren Berechnungen eher niedriger angesetzt wurden.

3.7.3. Deckungs- und Gewinnbeiträge

In Tabelle 15 sind erstens Angaben zu den Deckungsbeiträgen (DB) bzw. zu den Direktkostenfreien

Leistungen (DfL) enthalten. Zweitens sind die Einzelkostenfreien Leistungen (EfL) bzw. die kalkulatorischen Gewinnbeiträge abgebildet. Für einen Vergleich wurden auch Ergebnisse aus österreichischen Betriebszweigauswertungen abgebildet.

Zu beachten ist, dass in Tabelle 15 sowohl Brutto- als auch Nettokalkulationen angeführt sind.¹⁹ Die Ergebnisse zeigen,

Tabelle 14: Überblick Gesamtkosten der ARA, mittlere Werte, in € / TP / a, brutto, eigene Darst.¹⁷

Szenario	Autor	Art	~ 500 TP	~ 1.000 TP	~ 2.000 TP
mittel	KTBL (2018/2010) ¹⁸	C	32	24	20
		R	28	20	17
		B	23	20	18
		Ø	28	22	18
	Hahne et al. (2016)	C	43	34	30
		R	37	27	22
		B	33	27	24
		Ø	38	29	25
	Grimm (2010)	C	24	17	14
		R	24	19	17
		B	22	18	17
		Ø	23	18	16
ungünstig	Sauer (2016)		38	30	22
	Bönsch (2015)		32	26	20
günstig	Sauer (2016)		24	19	16
	Bönsch (2015)		21	17	13
Einfacher Mittelwert			29	23	19

dass unter den aktuellen Bedingungen eine Deckung der Einzelkosten bzw. der Vollkosten bei Betrieb einer ARA nur für erfolgreiche und größere Betriebe möglich ist.

4. Fazit

Die dargestellten ökonomischen Analysen zeigen einerseits die Kosten für eine ARA auf und diskutieren andererseits

¹⁷ Im Zuge der Gegenüberstellung und der Mittelwertbildung wurden vereinfachend die Netto-Beträge um 20 % erhöht. Es ist zu berücksichtigen, dass den Berechnungen zum Teil sehr unterschiedliche Tierplatzklassen zu Grunde liegen. Die Buchstaben C, R, B bezeichnen Chemowäscher, Rieseltretaktor und Biofilter.

¹⁸ Die Angaben zu den Investitionskosten stammen von 2018. Zu den Betriebskosten wurden behelfsmäßig die Daten von 2010 verwendet, die allerdings in der neueren Auflage nicht mehr verwendet wurden.

¹⁹ Eine Umrechnung wäre aufgrund der unterschiedlichen Steuersätze nur bedingt möglich.

Tabelle 15: Überblick zu den Angaben zur Wirtschaftlichkeit, in € / TP / a, eigene Darst.

Szenario	Autor	~ 500 TP	~1.000 TP	~ 2.000 TP
DB / DfL				
mittel	KTBL (2018) DB netto		55	
	HAHNE et al. (2016) DfL brutto	54	59	63
	Sauer (2016) DfL brutto	59	64	68
	HAXSEN (2012)		52	
	Arbeitskreise Öst. (2015-2017)		78	
erfolgreiche	SAUER (2016) DfL brutto	86	90	93
	Arbeitskreise Öst. (2015-2017)		93	
EfL / kalk. Gewinnbeitrag mit ARA				
mittel	KTBL (2018) EfL netto	-40	-21	-13
	HAHNE et al. (2016) Gewinnbeitrag	-51	-31	-15
mittlere Betriebe,	SAUER (2016), EfL brutto	-48	-27	-14
	GRIMM (2015), EfL		-13	
erfolgreiche Betriebe, günstig +17	SAUER (2016), EfL brutto		-6	+10
	GRIMM (2015), EfL		+17	

deren Einfluss auf die Rentabilität von Betrieben. Erfolgreichere und größere Betriebe können die Kosten eher verkraften.

Die Kosten für eine ARA unterscheiden sich in ihrer Zusammensetzung und Höhe in Abhängigkeit von zahlreichen Einflussfaktoren. Diese sind im Versuchsbetrieb und für weitere eigene Berechnungen zu berücksichtigen.

4.1. Analyse des Entscheidungsumfelds

Ein Nachteil der diskutierten ökonomischen Ansätze ist, dass keine faktische Nutzen-Kosten-Analyse erfolgt. Eine solche würde die Abschätzung der ökonomischen Vorteilhaftigkeit der Abluftreinigung in der Schweinehaltung in ihrer Zweckmäßigkeit und im Vergleich zu anderen Maßnahmen erfordern. Eine ökonomische Analyse der Effekte auf Immissionsebene scheint aber schwer machbar, ebenso ein Vergleich mit Maßnahmen in anderen Sektoren. Innerhalb der betriebswirtschaftlichen Analyse der Schweinehaltung sollte aber jedenfalls der potenzielle Nutzen einer Anlage vor dem Hintergrund der Betriebserweiterung berücksichtigt werden.

Ein Teilresümee für Entscheidungen kann unter Berücksichtigung der technischen und rechtlichen Bedingungen gezogen werden. Die Darstellung erfolgt in Form einer PESTEL-Analyse (Berücksichtigung von Faktoren in den Bereichen Political, Economical, Social, Technological, Ecological und Legal); Tabelle 16.

4.2. Fazit aus den vorliegenden Analysen

Dem Stand der bisherigen ökonomischen Analysen zufolge könnten die Kosten für eine ARA die Rentabilität der mittelgroßen Betrieben gefährden. Kleine Betriebe sind bislang weniger von der Abluftreinigung betroffen, und große Betriebe können die Kosten dafür eher decken. Tendenzen hin zum vermehrten Einbau einer ARA würden demnach den Strukturwandel gerade im mittleren Bereich beschleunigen. Es wäre daher der Frage nachzugehen, was dies in geografischer Hinsicht für die Flächennutzung und das Emissionsaufkommen bedeuten würde. Wenn man davon ausgeht, dass kleinere Betriebe in der kurzen Frist noch keine ARA werden installieren müssen, so könnte für sie allenfalls langfristig ein Risiko entstehen, wenn gesellschaftlich-rechtspolitische „Gewöhnungseffekte“ an die Vorteilhaftigkeit einer Abluftreinigung eintreten.

Zu bedenken ist, dass die Rentabilität der Durchschnittsbetriebe ohnehin fraglich ist, ganz unabhängig von der Abluftreinigung. Die meisten der vorgestellten ökonomischen

Auswertungen bzw. Berechnungen zeigen für Betriebe mit 500 oder 1.000 Plätzen einen kalkulatorischen Verlust auch ohne ARA. Aufgrund der steigenden Skalenerträge insb. für die Faktoren Bauen und Arbeit sind Betriebe mit annähernd 2.000 Tierplätzen kalkulatorisch im Regelfall rentabler. Nichtsdestotrotz kann eine ARA einen wesentlichen zusätzlichen Kostenfaktor und eine zusätzliche potenzielle Gefährdung von Betrieben darstellen. Davon abgesehen ist zu fragen, inwieweit eine europaweite Anwendung der Abluftreinigung in der Schweinemast letztlich zu einer Preisverschiebung und damit zu einem Ausgleich der Deckungsbeiträge führen würde.

Für eine detailliertere Entscheidungsgrundlage für Österreich müsste in Zukunft auf die hier vorliegende Preis- und Kostenstruktur näher eingegangen werden. Dies betrifft Faktoren wie die bestehende Ausstattung an Stallungen, das Baupreinsniveau oder die Verwertung der Gülle. Im Übrigen stellen die Kosten der Abluftreinigung zwar eine deutliche Größe dar, die allgemeine Entwicklung der Struktur der Schweinemast hängt aber stärker von anderen Faktoren ab. Dies zeigen beispielsweise die großen Unterschiede zwischen den Ländern und Bundesländern, betrachtet man etwa die Auswertungen in Norddeutschland, Bayern und Österreich. Unabhängig davon steht langfristig auch die Entwicklung der Schweinepreise in keiner Relation zur Entwicklung der Preise für Bauen und Arbeit. Insofern rücken stärker die bekannten ökonomischen Fragen in den Vordergrund: Welche Betriebe sind größer und/oder erfolg-

Tabelle 16: PESTEL-Analyse zum Bereich der Abluftreinigung in der Schweinemast

Politisch		Zunehmende Druck für Auflagen im Bereich Emissionen, Umweltschutz und Tiergerechtigkeit Futterumsetzung Grundlage für potenzielle Frachten (N, P)
Ökonomisch	Produktion	Innerhalb weiter Grenzen steigende Skalenerträge für die Faktoren Arbeitswirtschaft und Bauen Futtereffizienz Grundlage für Produktionseffizienz
	Märkte	Marktleistung gleichbleibend, steigende Faktorpreisen Abhängigkeit vom verarbeitenden Sektor Anteil von rund 10 % am landwirtschaftlichen Sektor
Sozial	Betrieblich Gesellschaftlich	Frage der Betriebsfortführung zwischen Motivation / Arbeitswirtschaft und Rentabilität Reduktion der Betriebszahlen, Wachstum Betrieb / Betriebsstätte Höhere Distanz zur Branche, Hemmschwelle für Einwände sinkt
Technisch	Baulich Maschinell	Zunehmender Flächenbedarf mit steigender Betriebsgröße, punktuelle Emissionskonzentration Stark gestiegenes technisches Angebot für Abluftreinigung (innerhalb von zwei Jahrzehnten) Frage der Gebäudeintegration
	Elektronisch	Zunehmende Möglichkeit zur Anlagen-Steuerung und Fernüberwachung auf Grundlage der digitalen Vernetzung
Ökologisch	Landwirtschaft	Sinkende Inlands-Futtermittelproduktion Nährstoffbilanzen vielfach ausgeglichen
	Umwelt	Absolute Emission im Bereich Ammoniak, induzierter Feinstaub Siedlungsentwicklung, Geruchseinwirkung Anrainer
Rechtlich	Baurecht	Bauordnungen Basis für Baubewilligungsverfahren Immissionsschutz abstrakter Betrieb, Stand der Technik
	Luftgüte	Betrifft große Betriebe (IPPC)

reicher? Unter welchen Bedingungen können sie die Kosten eher verkraften? Wie gestaltet sich der Strukturwandel, wo liegt das Ende der Fahnenstange und was sind mögliche Auswege für kleinere Betriebe?

5. Literatur

- ARBEITSKREISE SCHWEINEPRODUKTION (2018): Ferkelproduktion und Schweinemast 2017. Ergebnisse und Konsequenzen der Betriebszweigauswertung aus den Arbeitskreisen in Österreich. BMNT, Abt. II 1, Wien.
- AWI IDB (2019): Internetdeckungsbeitragsrechner der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Verfahren Schweinemast, Wien. Zugriff 20.03.2019, URL: <https://idb.awi.bmlfuw.gv.at/>
- BMLFUW (2016): IG-L-Bericht 2012–2014. Bericht des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser-Wirtschaft an den Nationalrat. Gemäß § 23 Immissionsschutzgesetz-Luft, Bgbl. I Nr. 115/1997 I.D.G.F. BMLFUW, Sektion 1, Wien.
- BÖNSCH, S. (2015): Kosten der Abluftreinigung. Präsentation im Rahmen des DLG-Forum Abluftreinigung am 19.05.2015 in Hannover. Landwirtschaftskammer Niedersachsen / DLG, Hannover.
- GRIMM, E. (2015) Beste verfügbare Techniken (BVT) – Abluftreinigung. LB Hessen - Baulehrschau 2014/2015 Eichhof, Bad Hersfeld. KTBL Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., Darmstadt.
- GRIMM, E. (2010): Abluftreinigung in der Schweinehaltung - Verfahren, Einsatzbereiche, Leistungen und Kosten. Fachartikel des KTBL, Darmstadt.
- HAHNE, J., PFEIFER, T. (2017): Ammoniakabscheidung in neuartigen Biofiltern. LANDTECHNIK 72(2), 2017, 76–90. Darmstadt.
- HAHNE, J., ARENDS, F., BEVERBORG, R., NIEHOFF, A.-L., BÖNSCH, S., HORTMANN-SCHOLTEN, A. (2016): Aktuelle Entwicklung Kosten-Nutzenanalyse und Vollzugsempfehlungen für den Einsatz von Abluftreinigungsanlagen in der Tierhaltung. Langfassung. Umweltbundesamt (DE), Dessau-Roßlau.
- HAXSEN, G. (2012): Bewertung der Abluftreinigung als Kostenposition in der Schweinehaltung. Berechnungen für das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Institut für Betriebswirtschaft, Johann-Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.
- KROPSCH, M., ZENTNER, E. (2018): Zwischenbericht PigAir, Pilotprojekt Versuchsstall Abluftwäscher für Mastschweinehälle, Projekt Nr. 101075/2. Berichterlegung: Michael Kropsch, Projektleitung: Eduard Zentner, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.
- KTBL (2018): KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2018/19. 26. Auflage. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.
- KTBL (2010): KTBL-Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft 2010/11. 22. Auflage. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.
- LINDERMAYER, H. (2014): Emissionen von N und P aus der Schweinehaltung in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft – Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub.
- MEYER, C., POLLMANN, C. (2014): Stand der Filtertechnik. Was ist bei der Abluftreinigung zu beachten? BAUERNBLATT 120. September 2014. 32-35.
- NESER, S., PÖHLMANN, K., BONKOSS, W. (2016): Forschungs- und Innovationsprojekt Abluftreinigung in der landwirtschaftlichen Tierhaltung in Bayern. Institut für Landtechnik und Tierhaltung. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising. Zugriff 24.09.2018. URL: <https://www.lfl.bayern.de/ilt/umwelttechnik/emissionen/133648/index.php>
- PALLITSCH, W. (2011): Der baurechtliche Immissionsschutz in der Judikatur des Verwaltungsgerichtshofes (unter besonderer Berücksichtigung landwirtschaftlicher Betriebe). Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2011, 35-40.
- SAUER, N. (2016): Ökonomische Bewertung von Abluftreinigungsanlagen in der Schweinemast. 13. KTBL-Tagung „Aktuelle rechtliche Rahmenbedingungen für die Tierhaltung“, 15.06.2016, Hannover.
- SPANDAU, P. (2010): Wenn Abluft zum Problem wird. Landwirtschaftliches Wochenblatt Westfalen-Lippe (45): 32-34.

Tiergesundheitliche Auswirkungen von Management und Stallbau in der Geflügelhaltung

Peter Mitsch^{1*}

Einleitung

Das Stallklima hat einen enormen Einfluss auf die Gesundheit und Leistungsfähigkeit von Geflügel. Unabhängig von der Nutzungsart sollte grundsätzlich die Umgebungstemperatur im Komforttemperaturbereich der Tiere liegen und extreme Schwankungen der Umgebungstemperatur verhindert werden. Direkte Zugluft auf die Tiere muss soweit wie möglich vermieden werden, es sei denn, es ist zur Kühlung bei hohen Außentemperaturen nötig. Der Schadgasgehalt in der Luft – vor allem CO₂ und NH₃ – muss kontrolliert werden und unter den Grenzwerten bleiben. Konkret gibt es für die verschiedenen Nutzungsarten unterschiedliche Anforderungen:

Masttiere

Für Masthühner sind vor allem die Bedingungen beim Einstellen der Eintagsküken von entscheidender Bedeutung. Die frisch geschlüpften Tiere können ihre Körpertemperatur in den ersten Lebenstagen noch nicht vollständig selbst regulieren (MAARTEN DE GUSSEM 2016; ROSS BROILER MANAGEMENT HANDBOOK 2018) und sind von der Umgebungstemperatur abhängig. Diese muss ausreichend hoch sein (siehe *Tabelle 1* und *2*) um die innere Körpertemperatur auf über 40°C zu halten. Daher ist sowohl die Umgebungstemperatur als auch die Bodentemperatur von großer Bedeutung. Zu kalte Temperaturen führen dazu, dass die Küken zu träge sind und nicht schnell genug Wasser und Futter aufnehmen. In weiterer Folge entwickeln sich ungleiche Herden und erhöhte Ausfälle durch bakterielle Infektionen (Folge von Stress und erhöhtem Infektionsdruck) oder durch sogenannte „Nichtstarter“ (Küken, die

kein Futter und Wasser aufnehmen). Je nach Stallbau und Art der Heizung (reine Lufterwärmung, reine Bodenheizung oder gemischte Systeme) werden unterschiedliche Empfehlungen für Boden- und Lufttemperatur gegeben (siehe *Tabellen 1* und *2*). Die Umgebungstemperaturen müssen sich aber immer am Verhalten der Tiere und an der inneren Körpertemperatur (*Tabelle 3*) orientieren.

Zusätzlich muss die Luftfeuchtigkeit im Stall ausreichend hoch sein (60-70%) und die Schadgaskonzentration möglichst niedrig sein. Hier ist vor allem der CO₂-Gehalt unter 2000 ppm (max. 3000 ppm) zu halten. Zu hohe CO₂ Gehalte bringen eine zu niedrige Sauerstoffversorgung der Küken mit sich, die Küken werden träge, nehmen nicht genug Futter und Wasser auf und als Spätfolge kann es zu Bauchwassersucht beziehungsweise Beinproblemen (Femurkopfläsionen) kommen. Zu hohe Umgebungstemperaturen ab Lebenstag 5 verursachen ebenfalls Probleme mit dem

Tabelle 2: Empfohlene Temperaturen gemessen am Fußboden sowie die Lufttemperatur für Systeme mit reinen Fußbodenheizungen

Mast-Tag	Bodentemperatur	Lufttemperatur
Tag 0	34°C	32°C
Tag 1	34°C	32°C
Tag 2	34°C	32°C
Tag 3	34°C	31°C
Tag 4	33,5°C	30°C
Tag 5	33,5°C	29°C
Tag 6	33,5°C	27,5°C
Tag 7	33°C	26,5°C
Tag 14	32°C	25°C
Tag 21	30°C	23°C
Tag 28	28°C	22,5°C
Tag 35	28°C	22°C

Tabelle 1: Empfohlene Temperaturen gemessen am Fußboden sowie die Lufttemperatur für Stallungen mit Heizlüftern und kombinierten Systemen

Mast-Tag	Bodentemperatur	Lufttemperatur
Tag 0	29°C - 30°C	33°C – 35°C
Tag 1	29°C	33°C – 35°C
Tag 2	28°C - 29°C	32°C – 34°C
Tag 3	27°C	31°C
Tag 4	26°C	30°C
Tag 5	25°C	29°C
Tag 6	24°C	28°C
Tag 7	23°C	27°C
Tag 14	21°C	24°C
Tag 21	20°C	21°C
Tag 28	20°C	20°C
Tag 35	20°C	20°C

Tabelle 3: Optimale Körpertemperatur der Masthühner

Bei Anlieferung	39,5°C – 40,5°C
Tag 1	40,0°C – 40,5°C
Tag 2	40,2°C – 40,7°C
Tag 3	40,5°C – 41,0°C
Tag 4	40,5°C – 41,0°C
Tag 5	40,7°C – 41,0°C
Tag 6	41,0°C
Tag 7	41,2°C
Tag 14	41,2°C
Tag 21	41,2°C
Tag 28	41,2°C
Tag 35	41,2°C

¹ Tierarzt GmbH Dr. Mitsch, Hauffgasse 24, A-1110 WIEN

* Ansprechperson: Dr. Peter MITSCH, mitsch@mitsch.co.at

Kreislauf und in weiterer Folge kann der Darm durch den Temperaturstress durchlässiger für die Darmbakterien werden („leaky gut“). Diese Darmbakterien gelangen in die Blutbahn und können sich in verschiedenen Organen (zum Beispiel Knochen oder Herz) ansiedeln und diese Organe schädigen.

Legehennen

Bei Legehennen ist andauernder und zu massiver Luftzug eine häufige Ursache für Erkrankungen durch bakterielle Infektionen. Vor allem in den Übergangszeiten beziehungsweise bei raschen Veränderungen der Wetterlage und damit Temperaturänderungen kommt es oft zu vermehrten Problemen.

Falsch eingestellte Lüftungen verstärken diese Problematik, insbesondere, wenn der Luftstrom direkt auf die Tiere beziehungsweise in die Nester trifft. Die Solltemperatur im Stall und die Spreizung der Temperatur muss auf die Jahreszeiten und die vorherrschenden Außentemperaturen angepasst werden. Hohe Konzentration von Staub in der Stallluft bedeuten auch eine hohe Konzentration von Bakterien in der Luft und stellt damit einen zusätzlichen Stressfaktor für die Tiere dar. Typische Folge dieser Stressfaktoren ist eine bakterielle Infektion, bei Legehennen die meistens durch *E. coli* verursachte Eileiter-Bauchfellentzündung (*Bild 1*).



Bild 1: Eileiter-Bauchfellentzündung

Die Lüftung ist bei Freilandhaltungen mit Unterdrucksystemen oft sehr schwierig zu gestalten, da es bei den Auslauföffnungen zu vermehrtem und teilweise schwer zu kontrollierbarem Lufteintritt kommt. Die Stalltemperatur ist bei diesen Systemen gerade im Winter für die Tiere oft außerhalb des Wohlfühlbereichs.

Literatur:

MAARTEN DE GUSSEM, 2016: Broiler Signals, Roodbont Publishers, S. 22
ROSS BROILER MANAGEMENT HANDBOOK, 2018, Seite 21

Bauliche Maßnahmen zur Reduzierung von Hitzestress in Rinderställen

Peter Stoetzel^{1*} und Jochen Simon¹

Zusammenfassung

Mit Hilfe eines Simulationsprogramms wurden in Abhängigkeit des Außenklimas und unter Berücksichtigung der Wärme- und Feuchtelasten von Milchkühen die hygrothermische Bedingungen im Innenraum verschiedener Modelle eines Milchviehstalls während eines Sommershalbjahres berechnet. Die Simulationen zeigen, dass viele Faktoren zum Teil erheblichen Einfluss auf das hygrothermische Verhalten haben und dass eine deutliche Reduzierung des Hitzestresses für Milchkühe durch bauliche Maßnahmen möglich ist. Weiterer Forschungsbedarf wird, neben der Ermittlung und Bewertung der unterschiedlichen Investitionskosten, in der Entwicklung und Erprobung einer Steuerung der Fassadenverschlüsse zur Beeinflussung des Luftwechsels gesehen. Diese würde in Verbindung mit zusätzlicher thermischer Puffermasse im Innenraum weitere Verbesserungen möglich machen.

Schlagwörter: Stallklima, Simulation, Hitzestress, Milchviehstall

Summary

With the aid of a simulation program, the hygrothermal conditions prevailing in the interior of different models of a dairy cattle barn during the summer months were calculated as a function of the outdoor climate and considering the heat and humidity loads of dairy cattle. The simulations show that numerous factors often have significant influence on hygrothermal behaviour and that construction measures allow heat stress on dairy cows to be reduced considerably. In addition to the determination and evaluation of different investment costs, further need for research is seen in the development and testing of control systems for façade seals in order to control air exchange. These systems in combination with additional thermal buffer mass in the interior would provide further improvement.

Keywords: Barn climate, simulation, heat stress, dairy cattle barn

Einleitung

Auf Grund der globalen Klimaerwärmung und der höheren Stoffwechselleistung von Milchkühen muss immer häufiger mit dem Auftreten von kritischen Temperaturen im Stall gerechnet werden. Bei Milchkühen können bereits ab Temperaturen von 16°C erste Anzeichen von Unwohlsein beobachtet werden. Ab 20°C können die Kühe die selbst erzeugte Wärme nicht mehr im ausreichenden Maße an die Umgebung abgeben.

Diese Belastungssituation für das Tier wird als Hitzestress bezeichnet. Ab welchem Zeitpunkt eine Hitzestresssituation entsteht, ist neben der Lufttemperatur und den tierbezogenen Faktoren wie Milchleistung, Alter, Trächtigkeitsstadium auch von weiteren Klimafaktoren abhängig. Zu diesen gehören die relative Luftfeuchte, die Luftgeschwindigkeit, die direkte Einstrahlung durch die Sonne, aber auch die indirekte Einstrahlung über erwärmte Bauteile wie Dachflächen.

Im Rahmen eines Forschungsprojekts werden seit 2015 am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft die verschiedenen baulichen Einflussfaktoren auf das Temperaturverhalten eines Milchviehstalls untersucht. Ziel des Projektes ist es, die Auswirkungen und das komplexe Zusammenspiel baulicher (passiver) Maßnahmen zur Verringerung von Hitzestress in Milchviehställen bestimmen und optimieren zu können sowie zu beurteilen, ob und wie eine wirksame Reduzierung

von Hitzestress in einem Milchviehstall unter verschiedenen Klimabedingungen zu erreichen ist.

Material und Methoden

Zu Beginn des Forschungsvorhabens durchgeführte Messungen an verschiedenen Praxisbetrieben haben gezeigt, dass unterschiedlichen Ausführungen der baulichen Hülle auch zu Unterschieden im Temperaturverhalten führen. Differenzierte Aussagen dazu, welche baulichen Einflussfaktoren in welchem Maße dafür verantwortlich sind und wie weit eine Optimierung möglich ist, waren aber auf Grund der Vielzahl der Parameter und der schwer vergleichbaren Rahmenbedingungen der Messungen wie Tierdichte, Klimadaten und Stallmanagement nicht möglich.

Um gleiche Rahmenbedingungen zu gewährleisten, wurden mit Hilfe eines hygrothermischen Simulationsprogramms verschiedene digitale Gebäudemodelle mit unterschiedlichen baukonstruktiven Eigenschaften untersucht. Zur zuverlässigen Simulation der verschiedenen Dachaufbauten konnte auf abgeschlossene Forschungsvorhaben des Fraunhofer-Instituts zurückgegriffen werden (KÖLSCH 2013; SCHAFAZEK et al 2013). Dabei wurden für alle Modelle neben den gleichen Klimadaten auch die gleiche Anzahl von Tieren und damit die gleichen Wärme- und Feuchtelasten angenommen (HEIDENREICH et al, VAN DEN WEGHE et al 2007:). Berechnet wurden Stunden-

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Prof.-Dürnwächter-Platz 5, D-85586 POING – GRUB

* Ansprechperson: Dipl.Ing. (FH) Arch. Peter STOETZEL, peter.stoetzel@lfl.bayern.de

werte für Lufttemperatur, -feuchtigkeit und die Temperatur der inneren Bauteilflächen. Ausgehend von diesen Werten konnte der THI Wert berechnet werden, wobei anstelle der Lufttemperatur die operative Temperatur verwendet wurde. Die operative Temperatur berücksichtigt zu gleichen Teilen die Lufttemperatur und die mittlere Temperatur der inneren Bauteilflächen. Somit geht in den berechneten THI Wert neben der Lufttemperatur und -feuchtigkeit auch die Strahlungswärme erwärmter Bauteile wie Dachflächen ein. Die berechneten THI Stundenwerte wurden für die unterschiedlichen Gebäudemodelle für den Zeitraum vom 01. April bis 30. September 2006 berechnet und hinsichtlich ihres Gefährdungspotentials als Hitzestressstunden nach folgender Einteilung addiert und verglichen.

Tabelle 1: Auswirkung des Temperatur-Feuchtigkeits-Indexes (THI) auf Milchvieh nach CHASE 2006, THOM 1959 und ZIMBELMAN et al, 2006.

THI	unter 68	68 - 71	72 – 79	über 79
Hitzestress	kein	milder	mäßig	starker

Ergebnisse

Natürliche Lüftung

Der Einfluss der Fassadenöffnungen und damit des Luftwechsels auf die Entstehung von Hitzestress in einem Stall ist erheblich. Im Sommer ist die natürliche Lüftung die wirkungsvollste Wärmesenke. Dieser stehen erhebliche Wärmequellen, wie der direkte Energieeintrag der Sonne über Fassadenöffnungen, der indirekte Eintrag über erwärm-

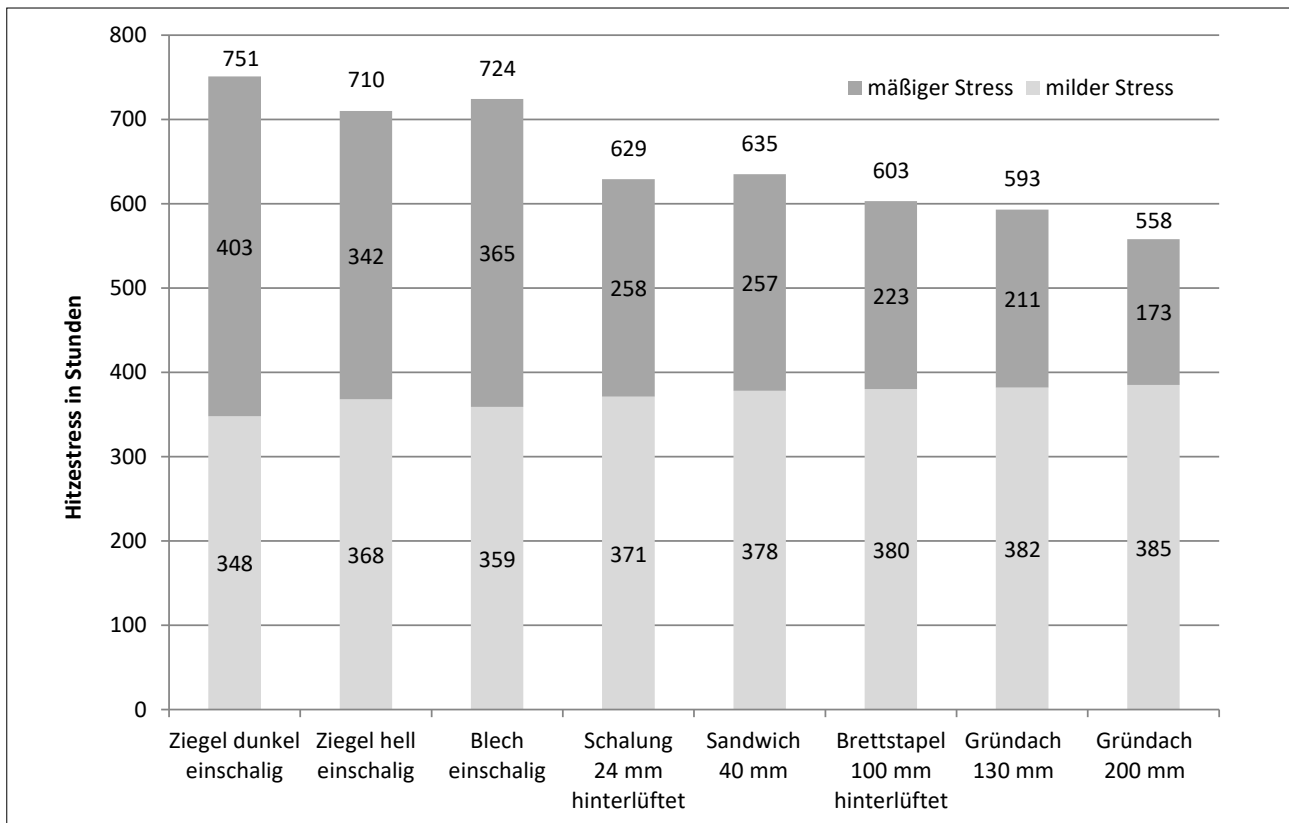
te Dachflächen und vor allem die inneren Wärmelasten der Tiere gegenüber. Das kann dazu führen, dass es im Stall wärmer ist als außen.

Je höher der Luftwechsel ist, desto näher kommen sich Innen- und Außentemperatur. Damit sollten im Sommer die idealerweise gegenüberliegenden Fassadenöffnungen so groß wie möglich sein.

Der Luftwechsel wird durch eine Orientierung des Baukörpers quer zur Hauptwindrichtung begünstigt. Dabei sollte allerdings sorgfältig geprüft werden, ob an heißen Tagen und bei hohen Außentemperaturen überhaupt relevante Luftbewegungen genutzt werden können. Übliche Windkarten geben in der Regel nur Durchschnittswindstärken pro Monat in großer Höhe an und sind somit für diese Fragestellung wenig hilfreich. Unter bayerischen Klimaverhältnissen, besonders im Alpenvorland, ist die Temperaturregulierung über natürliche Luftbewegung im Stall wenig erfolgversprechend, weil heiße Sommertage hier oft weitgehend windstill verlaufen. Bei baulichen Maßnahmen im und am Stall sind somit begleitende genaue Betrachtungen der lokalen Windverhältnisse notwendig.

Der Luftwechsel und die Durchlüftung eines Stalls werden ebenfalls durch die Wahl des Gebäudetypus beeinflusst. Lange und schmale Baukörper haben in der Regel einen größeren traufseitigen Fassadenflächenanteil im Verhältnis zur Grundfläche als breitere Baukörper. Direkte Anbauten an Stallgebäude, wie z.B. Melkhäuser, die den Luftwechsel einschränken, sollten vermieden werden.

Tabelle 2: Simulation der Hitzestressstunden bei Rindern in einem Milchviehstall bei verschiedenen Dachaufbauten für den Zeitraum vom 01. April bis 30. September



Dachaufbauten

Der Einfluss unterschiedlicher Dachaufbauten auf den Wärmeeintrag in einen Stall ist groß. Je wärmer die Dachinnenseite, desto höher ist der Wärmeeintrag durch Strahlung in den Innenraum. In der Luft breitet sich Wärmestrahlung weitgehend ungehindert aus, so dass die Distanz zwischen erwärmter Dachfläche und Stallboden und damit die Gebäudehöhe nur eine geringe Rolle spielt. Im Rahmen der Simulationen konnte auch gezeigt werden, dass ein größeres Luftvolumen im Stall durch ein steileres Dach bei gleichem Luftwechsel keine Verbesserung hinsichtlich der Vermeidung von Hitzestress mit sich bringt.

Die Orientierung der Dachfläche zur Sonne und der Absorptionsgrad sind entscheidend für die im Dachaufbau aufgenommene Energiemenge. Der Absorptionsgrad ist umso höher, je dunkler und rauer eine Oberfläche ist. Die bauphysikalischen Eigenschaften der einzelnen Dachschichten beeinflussen die Höhe der Temperaturspitzen an der Dachinnenseite und deren Phasenverschiebung zum Einstrahlungsmaximum der Sonne.

Im Vergleich zeigen leichte, einschalige und ungedämmte Dachaufbauten aus Ziegeln, Faserzement oder Blech die höchsten Temperaturspitzen. Temperaturen von bis zu 60°C an der Dachinnenseite sind je nach Ausrichtung und Absorptionsgrad der Dachfläche möglich und sollten unbedingt vermieden werden. Die Temperaturspitzen treten nahezu zeitgleich mit dem Einstrahlungs- und damit dem Lufttemperaturmaximum im Außenbereich auf.

Zweischalige, hinterlüftete Dachaufbauten mit Holzschalung (24 mm) oder Sandwichelemente mit Wärmedämmung (40 mm) bleiben kühler und verhalten sich dabei annähernd gleich. Leichte Phasenverschiebungen sind hier bereits feststellbar. Bei der Wahl von Verbundwerkstoffen wie Sandwichelementen sollte ein erhöhter Entsorgungs- bzw. Recyclingaufwand auf Grund einer erschwerten sortenreinen Trennung berücksichtigt werden.

Mehrschalige schwere Dachaufbauten mit Brettstapeldecken (100 mm) und Gründächer zeigen die niedrigsten Temperaturspitzen und die größten Phasenverschiebungen. Eine Besonderheit hinsichtlich der Verringerung von Wärmespitzen stellen Gründächer dar. Diese bestehen in der Regel aus einer Dichtungsbahn mit Schutzschicht und einer Drän-, Filter-, und Vegetationsschicht darüber. Bei Niederschlägen oder einer Bewässerung nehmen die Drän- und Vegetationsschichten Wasser auf, welches durch Verdunstung über Pflanzen und Substrat wieder an die Atmosphäre abgegeben wird. Dadurch werden die verschiedenen Schichten im Dachaufbau durch Verdunstung gekühlt ohne die Luftfeuchtigkeit im Inneren des Stalls zu beeinflussen. Bei Milchviehställen ist in der Regel im Dach keine zusätzliche Wärmedämmung notwendig, so dass dieser Kühleffekt für den Innenraum nutzbar ist. Gleichzeitig beeinflusst die Vegetationsschicht in Abhängigkeit von Deckung und Pflanzenart den Absorptionsgrad des Dachs erheblich. Je nach Aufbau kann ein Gründach auch einen Beitrag zur Puffermasse des Innenraums leisten und so in Verbindung mit der Nachtauskühlung einen zusätzlichen positiven Einfluss auf die Temperaturspitzen im Stallinneren haben. Je höher und schwerer der Aufbau und je dichter die Vegetationsschicht, desto geringer sind die an der Unterseite des Dachs auftretende Temperaturen.

Sonnenschutz

Ein direkter und großflächiger Sonneneintrag über Fassaden, Dachfirste oder Oberlichte in den Stall sollte vermieden werden.

Ausreichende Dachüberstände an den Fassaden reduzieren den solaren Energieeintrag erheblich, ohne den Luftwechsel zu beeinträchtigen. Dabei ist vor allem bei Ost- und Westfassadenflächen auf Grund der tief stehenden Sonne am Vor- bzw. Nachmittag bei hoher Strahlungsleistung eine sorgfältige Planung des Sonnenschutzes bzw. Dachüberstands notwendig.

Großflächige Dachoberlichte und Lichtfirste sind konstruktiv schwieriger zu verschatten als Fassadenflächen. Bei langen, schmalen Baukörper mit geringen Gebäudetiefen, großzügigen Fassadenfläche und ohne störende Anbauten sind großflächige Dachoberlichte in der Regel nicht notwendig, weil die natürliche Belichtung über die Fassadenflächen ausreichend ist.

Fazit und Ausblick

Die bisher durchgeführten Simulationen zeigen, dass eine Vielzahl von Faktoren unterschiedlichen Einfluss auf das Stallklima eines Milchviehstalls haben. Ein Dachaufbau mit großem Puffervermögen, ausreichender Schutz vor direkter Sonneneinstrahlung durch Dachüberstände und großzügige Fassadenöffnungen für einen hohen Luftwechsel sind die wichtigsten Merkmale um den Hitzestress im Milchviehstall zu minimieren. Die von uns in Praxisbetrieben gemessenen Temperaturspitzen, die zum Teil tagsüber im Inneren sogar höher liegen als außen, können auf diese Art vermieden werden (MAČUHOVÁ, J., 2008).

Darüber hinaus zeigen die Simulationen auch, dass passive Kühlmaßnahmen, wie das Bewässern von Gründächern, und ein Lüftungsmanagement bei Stallgebäuden mit höherer Puffermasse vielversprechende Maßnahmen sind, um den Hitzestress in Stallgebäuden weiter zu reduzieren. Welche Verbesserungen dabei noch zu erreichen sind, und ob diese Maßnahmen umsetzbar und praxistauglich sind, wird im Rahmen unserer Forschungsarbeit weiter untersucht.

Danksagung:

Das Forschungsprojekt „Untersuchung und Bewertung baulicher Maßnahmen zur Reduzierung von Hitzestress bei Milchkühen“ wurde durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

Literatur:

- CHASE, L.E., 2006: Climate change impacts on dairy cattle. <http://www.climateandfarming.org/pdfs/FactSheets/III.3Cattle.pdf>, III-17 – III-23.
- HEIDENREICH, T., BÜSCHER, W., CIELEJEWSKI, H.: DLG Merkblatt 336, Wärmebelastung für Kühe, Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V.
- KÖLSCH, P., 2013: Hygrothermische Simulation von hinterlüfteten Steildächern mit effektiven Übergangsparametern. Fraunhofer Institut für Bauphysik.
- MAČUHOVÁ, J., ENDERS, S., PEIS, R., GUTERMANN, S., FREIBERGER, M., HAIDN, B., 2008: Untersuchungen zur Optimierung des Stallklimas in Außenklimaställen für Milchvieh, Schriftenreihe

der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan, S. 33).

SCHAFAZEK, B. und ZIRKELBACH, D., 2013: Ermittlung von Materialeigenschaften und effektiven Übergangsparmetern von Dachbegrünungen zur zuverlässigen Simulation der hygrothermischen Verhältnisse in und unter Gründächern bei beliebigen Nutzungen und unterschiedlichen Standorten. Abschlussbericht des Fraunhofer Instituts für Bauphysik.

THOM, E.C., 1959: The discomfort index, *Weatherwise* 12, S. 57-59.

VANDEN WEGHE, H., BÜSCHER, W., CREMER, P. FELLER, B., 2007: Berechnungs- und Planungsgrundlagen für das Klima in geschlossenen Ställen, AEL Heft 17, Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e.V.

ZIMBELMAN, R. B., RHOADS, R.P., RHOADS, M.L., DUFF, G.C., BAUMGARD, L. H., COLLIER, R. J., 2006: A Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows. Department of Animal Sciences, The University of Arizona.

13 Ventilatoren im Praxistest - Kühltechnik für den Rinderstall

Irene Mösenbacher-Molterer^{1*}, Eduard Zentner¹ und Johannes Zahner²

In einer im Sommer 2017 durchgeführten Studie an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein wurden in Kooperation mit der LfL Bayern, (Grub, D) 13 unterschiedliche Ventilatoren zur Kühlung von Rinderställen in einem Messstand getestet, um neutrale Beratungsempfehlungen zum Einsatz der einzelnen Produkte geben zu können.

Ein Thema, das viele Landwirte beschäftigt: Die Vermeidung von Hitzestress im Rinderstall in Zeiten steigender Temperaturen und Zunahme von Wetterextremen, „Leistungsdruck“ durch Zuchtfortschritt und damit einhergehender Beeinflussung von Milch- und Produktionsleistungen. Bereits ab einer Temperatur von 18 °C sind erste Auswirkungen von Hitzestress vorhanden. Gut durchdachte Baulösungen, wobei hier sowohl Neubauten als auch Adaptierungen zählen, können im Bereich Be- und Entlüftung bereits einen wesentlichen Beitrag leisten.

Oft ist es aber das letzte „Quäntchen“, welches über den Erfolg – und in diesem Fall das Tierwohl – entscheidet. Mithilfe richtig platzierter und leistungsangepasster Ventilatoren kann diese Lücke geschlossen werden, um sinkender Futteraufnahme/Milchleistung, verringerter Fruchtbarkeit sowie erhöhter Krankheitsanfälligkeit vorzubeugen.

Was ist Hitzestress?

Die optimale Umgebungstemperatur von Rindern liegt zwischen 0 °C und 15 °C. Erhöhte Temperaturen in den Sommermonaten können für die Tiere zur Belastung werden - dies spiegelt sich im Wohlbefinden und in weiterer Folge in der Leistung bei Milchkühen wieder. So geben Kühe am heißesten Tag des Jahres bis zu 4,5l weniger Milch als am kältesten Tag des Jahres.

Das Rind hat aufgrund seiner ruminalen Verdauung eine sehr hohe Eigenwärmeproduktion. Zusätzlich wirkt im Sommer die Sonne auf den Milchviehstall ein, so dass sich im Stallinneren die Umgebungstemperatur durch die Wärmestrahlung erhöht. Steigen die Temperaturen im Stall, leiden die Tiere unter Stress, da sie ihre produzierte Wärme nicht mehr im ausreichenden Maße an die Umgebung abgeben können. Doch nicht nur die Temperatur ist ausschlaggebend für Hitzestress – weitere beeinflussende Faktoren sind Sonneneinstrahlung, Leistung der Tiere, aber auch die Luftfeuchtigkeit. Je höher die Temperatur, desto niedriger sollte die Luftfeuchtigkeit sein (siehe Temperatur-Humiditätsindex, kurz „THI“). Ab einer Umgebungstemperatur von 21 °C und einer rel. Luftfeuchte von 70 % beginnt für Milchkühe die körperliche Belastung in einem Maße anzusteigen, dass man von Hitzestress spricht.



Abbildung 1: Ventilator im Messstand

Erste Hinweise auf beginnenden Hitzestress sind:

- Erhöhte Atemfrequenz
- Tiere liegen weniger
- Tiere drängen sich um Tränken und andere Kühlmöglichkeiten
- Rückgang der Futteraufnahme

Anzeichen auf erheblichen Hitzestress sind:

- Kopf-Hals gestreckt und Maulatmung
- Erheblicher Rückgang der Futteraufnahme
- Absinken der Milchleistung
- Vermindertenes Brunstgeschehen und schlechte Verbleiberaten
- Erhöhte Krankheitsanfälligkeit

Die erste Auswirkung von Hitzestress ist der Rückgang der Futteraufnahme. In weiterer Folge sinkt dadurch die Milchleistung und Erkrankungen wie z.B. Ketose oder Pansenübersäuerung können entstehen. Aufgrund des

¹ Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Tierhaltungssysteme, Technik und Emissionen, Raumberg 38, A-8952 IRDNING-DONNERSBACHTAL

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Prof.-Dürnwächter-Platz 5, D-85586 POING-GRUB

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

schlechten Wohlbefindens von Rindern, die Hitzestress ausgesetzt sind, verschlechtert sich die Fruchtbarkeit und Brunstsymptome treten nur schwach oder gar nicht auf.

Bei extremer Hitzebelastung nimmt die Frequenz des Herzschlages zu und wird zum Teil stark unregelmäßig. Die Tiere werden festliegend und es kommt zu Krämpfen und Muskelzittern. Der Tod des Tieres kann dann durch Kreislaufversagen und Atemlähmung eintreten.

THI

Der Temperatur-Humiditätsindex (THI) ist ein rechnerischer Wert, welcher Auskunft über den Gefährdungszustand der aktuellen Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit gibt. Zur einfachen Ermittlung des THI gibt es kostengünstige Temperatur-/Feuchtemessgeräte für den Stall.

Zur Interpretation des THI kann man folgende Standardwerte herannehmen:

THI ≥ 68: Milder Hitzestress, reduzierte Futtermittelaufnahme und schlechtere Verleiberaten

THI ≥ 72: Mäßige Hitzestressbelastung, signifikante Reduktion der Milchmenge und beginnende klinische Anzeichen von Hitzestress

THI ≥ 80: Starker Hitzestress mit deutlicher klinischer Symptomatik

Ventilatoren

Durch den Einsatz von Ventilatoren wird Frischluft kontrolliert in den Stall geführt und erwärmte/befeuchtete Abluft nach außen abtransportiert. Ein wichtiger Aspekt ist somit die **Belüftung** des Stalles, wobei eine optimale Wirkung nur in Kombination mit einer gut geplanten Abluftführung erreicht wird. Auch bei natürlichen Lüftungskonzepten, welche im Sommer rasch zum Erliegen kommen, können Ventilatoren in die Außenwand eingesetzt werden, um Frischluft in den Stall zu bringen.

Ventilatoren können auch eingesetzt werden, um die gefühlte Temperatur bei Kühen zu reduzieren. Dabei wird auf den sogenannten Wind-Chill-Effekt zurückgegriffen. Durch eine Erhöhung der Luftgeschwindigkeit an den Tieren kann die Wärmeabgabe erleichtert werden. Dazu sind Luftgeschwindigkeiten von mindestens 2 m/s (7,2 km/h) auf dem Tier nötig, um einen Abkühlungseffekt zu erzielen. Luftgeschwindigkeiten bis 5 m/s (18 km/h) haben für die Kühe dabei in der Regel keine negativen Konsequenzen.

Als Einbauempfehlung ergibt sich ein Neigungswinkel von 15 – 25 ° nach vorne, um den Luftstrom in den Tierbereich zu lenken. Durch eine Anordnung der Ventilatoren in Längsausrichtung über den Liegeboxenreihen wird ein sehr guter Kühleffekt der Bereiche im Stall erzielt, in denen sich die Tiere lange aufhalten sollen.

Für einen sinnvollen Einsatz von Ventilatoren im freigelüfteten Bereich sind fundierte Kenntnisse über die verschiede-

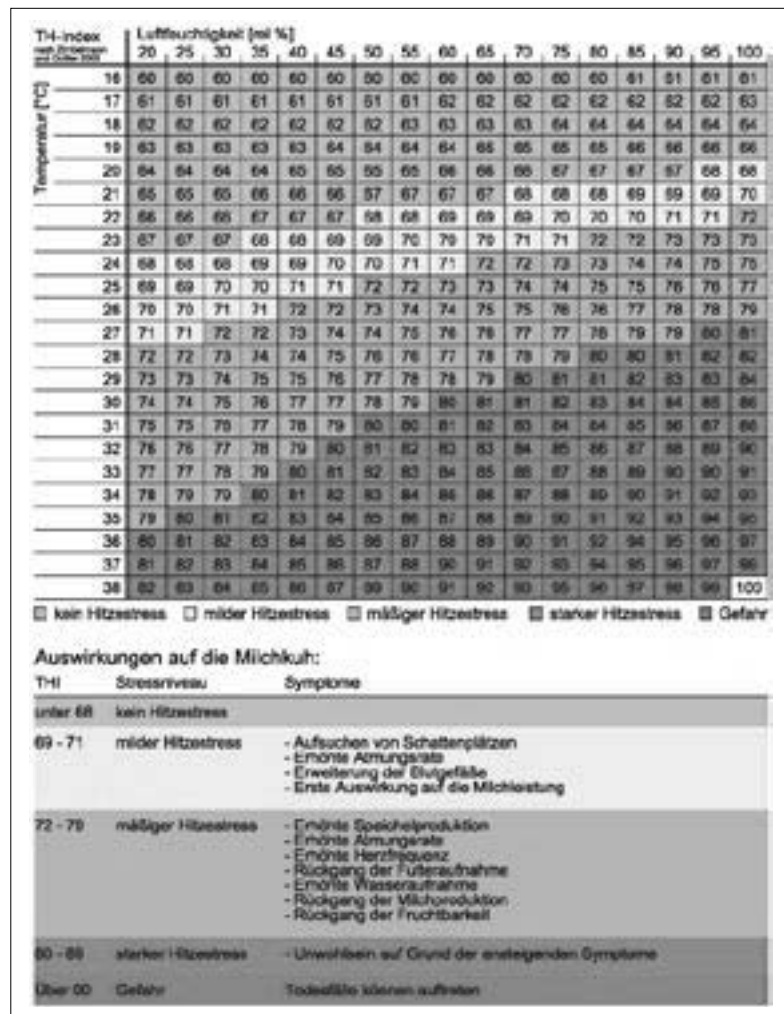


Abbildung 2: THI –Temperatur-Feuchtigkeits-Index berechnet nach Thom (1959), modifiziert nach Zimbelmann und Collier (2009)

nen Produkte und deren Spezifikationen notwendig. Bislang existieren Prüfberichte der LfL Grub zu aktuell eingesetzten Ventilatoren, diese Testserie wird um die Gumpensteiner Ergebnisse ergänzt.

Testergebnisse

Die Messserie wurde während der Sommermonate 2017 am Forschungsgelände der HBLFA Raumberg-Gumpenstein in einer adaptierten Maschinenhalle (geschlossen, ohne Einbauten) mit den Maßen 39,3/15,4m (L/B) durchgeführt.

Die Ventilatoren wurden auf einem Holzgerüst mit einer Unterkantenhöhe von 2,7 m über dem Boden aufgehängt (entsprechend dem Messaufbau an der LfL Grub), wobei mittels Stahlketten verschiedene Neigungswinkel von 15°, 20° und 25° eingestellt werden konnten. Durch das große Gebäudevolumen und die geschlossene Hülle können freigelüftete Situationen simuliert werden, ohne dass eine Beeinflussung durch die Umwelt stattfindet.

Energiemessung

Zur Ermittlung des Energieverbrauchs wurden die Ventilatoren für einen Zeitraum von 60 Minuten an einen Energiezähler angeschlossen und der durchschnittliche



Abbildung 3: Messstand der HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Verbrauch ermittelt. Die Ergebnisse geben Auskunft über den Energieverbrauch pro Stunde, wobei hier nur Werte der drei höchsten Leistungsstufen ermittelt wurden.

Lärmmessung

Zur Ermittlung der Lärmemissionen der verschiedenen Ventilatoren wurde ein Mikrophon mit Messsensor in einer Entfernung von 7 m und in einem Winkel von 45° zur Hauptwurfrichtung des Ventilators aufgestellt. Der Schalldruckpegel wurde über einen Zeitraum von 15 Minuten bei jedem Ventilator und verschiedenen Energiestärken in Dezibel (dB) ermittelt und mit Hilfe einer Formel auf eine Entfernung von 2 m umgerechnet.

Windmessung

Zur Messung der Windstärke, der Wurfweite und der Streuung der Ventilatoren wurden Strömungssensoren vom Typ Schmidt Strömungsschalter SS 20.200 direkt auf der Achse der Hauptwurfrichtung, sowie 2 und 4 Meter nach links entfernt aufgestellt. Die Windstärke wurde in einer Entfernung von 5, 10, 15 und 20 Metern ermittelt. Die Dauer der Messungen lag jeweils bei 15 Minuten. Diese Messungen wurden mit Hilfe eines Frequenzumrichters für jeden Ventilator mit verschiedenen Drehzahlen (100 %, 80 % und 60 %) sowie mit einer Neigung von 15°, 20° oder 25° durchgeführt.

Drehzahlmessung

Die tatsächliche Drehzahl der Ventilatoren bei den drei verschiedenen Energiestärken wurde über ein berührungslos arbeitendes, optisches Messgerät erfasst.

Für jeden geprüften Ventilator wurde ein Datenblatt erstellt, auf welchem die Leistungsparameter (Drehzahl, Leistungsaufnahme, Nennspannung, Schalldruckpegel) dargestellt sind. Des Weiteren sind die Ergebnisse der Luftgeschwindigkeitsmessungen grafisch für die drei Neigungswinkel dargestellt und an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein erhältlich.

Alle der verwendeten Ventilatoren sind in der Lage, Windströmungen bis 2 m/s und mehr zu erzeugen und somit für einen Einsatz als Kühlsystem in Rinderställen geeignet. Erwartungsgemäß erzeugen größere Ventilatoren unter



Abbildung 4: Steuerung Ziehl-Abegg FF 091

Tabelle 1: Liste aller geprüften Ventilatoren (HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

Produkt	Durchmesser
Ziehl Abegg FC 045-4EQ4FA7	45 cm
Vostermans TB4E50Q	50 cm
Ziehl Abegg ECblue ZN063 6IL.BD.V7P2	63 cm
Vostermans K6E71	71 cm
DeLaval DDF 710	71 cm
Ziehl Abegg FF091-6EQ6FA3P2	91 cm
Großraumlüfter EcoStar 1x1m	100 cm
Topload Panel Fan 55" 1,5 HP	120 cm
DeLaval DDF 1200 P	120 cm
DeLaval DDF 1200 S	120 cm
QCHS 53 ⁴	125 cm
Vostermans K4D130-3PP-55	130 cm
Großraumlüfter 2x2m	200 cm

Beachtung des Energieverbrauchs auch größere Strömungen - die Wurfweite und der Aufprallpunkt der Luft sind jedoch bei jedem Produkt unterschiedlich und sollten für die Planung in Betracht gezogen werden.

Ventilatoren der größeren Baureihen (>90cm) erreichten nach 20m Entfernung noch Windgeschwindigkeiten von 2,1-2,4m/s (insbesondere Ziehl Abegg FF091-6EQ6FA3P2, DeLaval DDF 1200 P und Vostermans K4D130-3PP-55), der Neigungswinkel betrug hier 15°.

Für den Anwender ist von Bedeutung, welche Entfernungen der Ventilator zurücklegen muss. Ist die unmittelbare Umgebung der zu kühlende Bereich (zB Melkstand, Wartebereich), sind Ventilatoren mit sehr breiter Streuung gleich zu Beginn und ein steiler Winkel von Vorteil. Wird eine lange Strecke zurückgelegt, so sollte der Winkel eher flach angelegt sein, um eine langsame Verteilung und hohe Reichweite der Luft zu ermöglichen.

Vor allem die kleindimensionierten Geräte verfügen über ein großes Potential wenn es ums Energie sparen geht – hier sticht vor allem das Produkt Ziehl Abegg ECblue ZN063 6IL.BD.V7P2 mit einer Energieaufnahme von 0,12 kW bei einer Wurfweite von 1m/s nach 20 m Entfernung als absoluter Stromsparprofi hervor - dieses Produkt war auch das leiseste mit einem Schalldruckpegel von 48dB (7m Entfernung).

Tabelle 2: Ergebnisse der geprüften Ventilatoren

Bezeichnung	Ziehl Abegg FC 045- 4EQ4FA7	Vostermans TB4E50Q	Ziehl-Abegg ECblue ZN063 6IL.BD.V7P2	Vostermans K6E71	DeLaval DDF 710	Ziehl Abegg FF091- 6EQ6FA3P2
Lieferant	Moser	Schauer	Moser	Schauer	DeLaval	Moser
Durchmesser	45 cm	50 cm	63 cm	71 cm	71 cm	91 cm
Volt	230	230	200/277	230	230/400	230
50 Hz*			10V			
Drehzahl	1.410 U/min	1.350 U/min	660 U/min	910 U/min	750 U/min	845 U/min
Schall 2 m	69 dB	77 dB	59 dB	71 dB	65 dB	74 dB
Schall 7 m	58 dB	66 dB	48 dB	59,8 dB	54 dB	63 dB
Leistungsaufnahme	0,33 KW	0,43 KW	0,12 KW	0,52 KW	0,36 KW	0,86 KW
40 Hz*			8 V			
Drehzahl	1.280 U/min	1.300 U/min	545 U/min	840 U/min	650 U/min	625 U/min
Schall 2 m	67 dB	75 dB	60 dB	69 dB	63 dB	65 dB
Schall 7 m	56 dB	64 dB	48 dB	57 dB	52 dB	54 dB
Leistungsaufnahme	0,30 KW	0,33 KW	0,08 KW	0,44 KW	0,29 KW	0,58 KW
30 Hz*			6 V			
Drehzahl	740 U/min	1.000 U/min	415 U/min	585 U/min	530 U/min	495 U/min
Schall 2 m	59 dB	69 dB	53 dB	64 dB	61 dB	58 dB
Schall 7 m	49 dB	58 dB	42 dB	53 dB	50 dB	48 dB
Leistungsaufnahme	0,25 KW	0,26 KW	0,04 KW	0,36 KW	0,22 KW	0,39 KW

* Messungen mit Energiestärken von 50 Hz, 40 HZ und 30 HZ sowie pro Stärke mit einer Neigung von 15°, 20° und 25°

Bezeichnung	Großraumlüfter EcoStar 1x1m 1,5 HP	Topload Panel Fan 55" 1200 P	DeLaval DDF 1200 S	DeLaval DDF	QCHS 53 ⁴⁴	Vostermans K4D130 3PP-55	Großraum- lüfter 2x2m
Lieferant	Moser	Bräuer Stalltechnik	DeLaval	DeLaval	Schauer	Schauer	Moser
Durchmesser	100 cm	120 cm	120 cm	120 cm	125 cm	130 cm	200 cm
Volt	230	400	230/400	230/400	220/380	230/400	220/240
Drehzahl	560 U/min	400 U/min	610 U/min	600 U/min	430 U/min	517 U/min	275 U/min
Schall 2 m	75 dB	80 dB	85 dB	80 dB	79 dB	76 dB	71 dB
Schall 7 m	64 dB	70 dB	74 dB	69 dB	68 dB	65 dB	59,8 dB
Leistungsaufnahme	0,68 KW	1,17 KW	1,32 KW	0,82 KW	1,32 KW	1,15 KW	1,58 KW
Drehzahl	495 U/min	325 U/min	460 U/min	460 U/min	340 U/min	415 U/min	210 U/min
Schall 2 m	73 dB	75 dB	75 dB	75 dB	73 dB	70 dB	69 dB
Schall 7 m	62 dB	64 dB	64 dB	64 dB	62 dB	59 dB	58 dB
Leistungsaufnahme	0,59 KW	0,69 KW	0,78 KW	0,61 KW	1,02 KW	0,83 KW	1,22 KW
Drehzahl	355 U/min	234 U/min	355 U/min	355 U/min	250 U/min	300 U/min	180 U/min
Schall 2 m	67,9 dB	69 dB	70 dB	67 dB	64 dB	61 dB	64 dB
Schall 7 m	57 dB	58 dB	59 dB	56 dB	53 dB	51 dB	53 dB
Leistungsaufnahme	0,49 KW	0,34 KW	0,36 KW	0,44 KW	0,77 KW	0,66 KW	0,89 KW

Tabelle 3: Strömungsgeschwindigkeit absolut und nach 20 m Entfernung

Produkt	Durch- messer	Höchste Windstärke absolut (m/s)	Entfernung (m)	Genutzter Winkel	Höchste Windstärke nach 20 m (m/s)	Genutzter Winkel
Ziehl Abegg FC 045-4EQ4FA7	45 cm	3,5	5	25°	1,1	15°
Vostermans TB4E50Q	50 cm	1,9	10	20°	1,3	15°
Ziehl Abegg ECblue ZN063 6IL.BD.V7P2	63 cm	1,6	10	20°	1,0	20°
Vostermans K6E71	71 cm	2,5	5	25°	1,2	15°
DeLaval DDF 710	71 cm	1,7	5	25°	0,9	25°
Ziehl Abegg FF091-6EQ6FA3P2	91 cm	4,9	5	25°	2,3	15°
Großraumlüfter EcoStar 1x1m	100 cm	2,1	5	20°	1,3	15°
Topload Panel Fan 55 ⁴⁴ 1,5 HP	120 cm	3,2	5	15°	1,2	15°
DeLaval DDF 1200 P	120 cm	4,3	5	20°	2,1	15°
DeLaval DDF 1200 S	120 cm	3,4	5	25°	1,9	15°
QCHS 53 ⁴⁴	125 cm	3,4	5	20°	1,1	20°
Vostermans K4D130-3PP-55	130 cm	4,5	5	25°	2,4	15°
Großraumlüfter 2x2m	200 cm	2,9	10	15°	1,9	15°

Beispielhaft wurde für einen Ventilator mittlerer Baugröße (Modell Ziehl Abegg FF091-6EQ6FA3P2) eine Visualisierung des Strömungsbildes bei verschiedenen Drehgeschwindigkeiten durchgeführt und zeigt klar, dass eine Reduzierung der Drehzahl nicht sinnvoll ist. Neben einem sinkenden Energieverbrauch nimmt auch die Windstärke signifikant ab.

Zusammenfassung

Bei der Auswahl von Ventilatoren sollte neben den Anschaffungskosten, dem tatsächlichen Stromverbrauch und der erreichbaren Luftgeschwindigkeit auch die Lautstärke (Schalldruckpegel in dB) berücksichtigt werden.

Eine automatische Steuerung sollte vorgesehen werden, welche die Ventilationsanlage nach den Ansprüchen der Tiere regelt und den Landwirt von der täglichen Entscheidung befreit.

Bestehende Gebäude können durch den gezielten Einsatz von Ventilatoren deutlich aufgewertet und dadurch den Ansprüchen der Tiere gerechter werden. Bei einem Neubau sollte man bereits in der Planungsphase ein Augenmerk auf die richtige Dimensionierung und Positionierung von Ventilatoren legen.

Eine Vielzahl an Kriterien mag die Entscheidung auf den ersten Blick erschweren - je intensiver man sich jedoch mit der Thematik auseinandersetzt, umso leichter fällt die Wahl auf das passende Produkt. In der aktuellen Testphase konnten alle Produkte überzeugen – kleine Minuspunkte gegenüber anderen Testkandidaten gleichen sich im Anwendungsfall durch produkteigene Vorteile wieder aus.

Letztendlich zählt neben den technischen Daten auch ein guter Kontakt zum Händler - eine professionelle Planung ist zu empfehlen!

Wir danken folgenden Firmen für die Zurverfügungstellung der Test-Produkte:

DeLaval GesmbH, 5301 Eugendorf

Ing. Bräuer GmbH Stalltechnik, 4441 Behamberg

Moser GmbH, 4551 Ried im Traunkreis

Schauer Agrotrotron GmbH, 4731 Prambachkirchen

Die Firmen stehen bei Fragen zu den jeweiligen Produkten gerne zur Verfügung.

Literatur

GEISCHEDER, St., STOETZEL, P., ZAHNER, J. (2016): Möglichkeiten zur Reduzierung von Hitzestress im Milchviehstall. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Landtechnik und Tierhaltung, 1. Auflage April 2016.

KARRER, M., FREIBERGER, F. (2002): Ventilatoren: Worauf achten beim Kauf? BLT Grub, Top agrar 11/2002, 18-23.

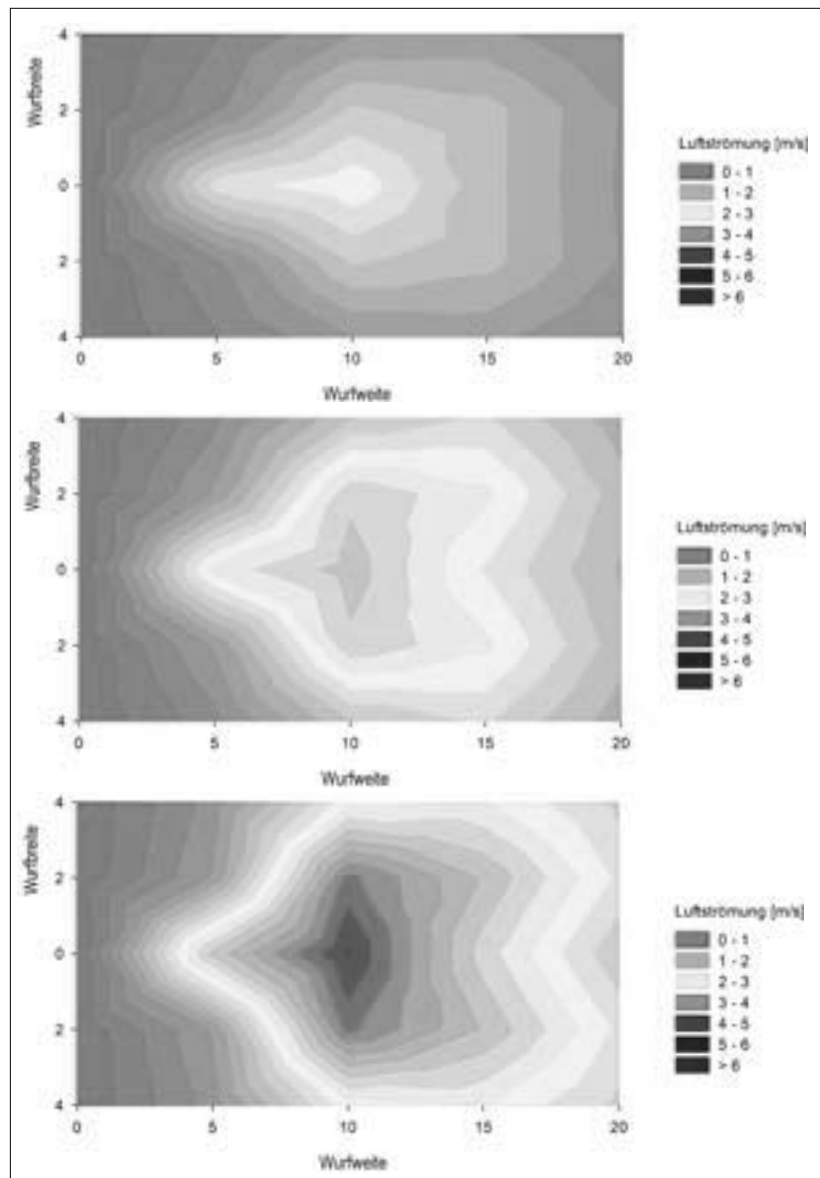


Abbildung 5: Darstellung der gekühlten Fläche bei 30Hz, 40Hz und 50Hz

MAYER, R., TÄUBL, A. (2018): Hitzestress bei Milchkühen – Vermeidung von Hitzestress im Milchviehstall mit Hilfe von Vertikalventilatoren. Diplomarbeit HBLFA Raumberg-Gumpenstein, März 2018.

ZAHNER, J. (2018): Frische Brise für heiße Tage. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Landtechnik und Tierhaltung, profi 5/2018, 64-67.

ZENTNER E. (2012): Stallklima in Rinderstallungen: Grundlagen und praktische Erhebungen; Vortrag auf der 5. Tierärztetagung des Lehr- und Forschungszentrums für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Österreich.

ZENTNER, E. (2017): Hitzestress bei Rindern: Stallklima – beste Luftqualität für optimale Leistungen. HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Vortrag LK Steiermark, 2017.

ZIMBELMAN R.B., RHOADS R.P., RHOADS M.L., DUFF G.C., BAUMGARD L.H. und COLLIER R.J. (2009): A Re-Evaluation of the Impact of Temperature Humidity Index (THI) and Black Globe Humidity Index (BGHI) on Milk Production in High Producing Dairy Cows; Vortrag auf der Southwest Nutrition and Management Conference, Savoy, Illinois.

Stand der Technik für den Güllelagerbau in Österreich

Dieter Kreuzhuber^{1*}

Düngersammelanlagen sind dem heutigen Stand der Betriebsführung und der Bautechnik entsprechend zu planen und herzustellen. Seit der ersten Auflage im Jahr 1971 legt das ÖKL-Merkblatt Nr. 24 „Düngersammelanlagen für Wirtschaftsdünger“ den Stand der Technik fest und ist seitdem eine wichtige Grundlage bei der Investitionsförderung in die landwirtschaftliche Erzeugung. ÖKL-Merkblätter sind in Österreich allgemein anerkannte bautechnische Dokumente mit Normencharakter, werden vom „Baukreis“ des Österreichischen Kuratoriums für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL) mit allgemeiner Zustimmung dessen Mitglieder im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus erarbeitet und vom ÖKL herausgegeben.

Die mittlerweile neunte Auflage enthält die aktuellen Vorgaben für die bautechnische Gestaltung und zur Arbeitssicherheit. Es gibt wichtige Hinweise zur Verhinderung von Nährstoffeinträgen in das Grundwasser und – im Hinblick auf die Umsetzung der NEC-Richtlinie zur Begrenzung der nationalen Emissionsmengen – auch zur Reduktion des Luftschadstoffs Ammoniak bei der Düngerlagerung. Für die Investitionsförderung von Düngerbehältern ist künftig eine feste Lagerraumabdeckung Voraussetzung.

Mit dem Ziel der bestmöglichen Erreichung der Umweltschutzstandards und einer hohen baulichen Qualität und Lebensdauer der Behälter aus Stahlbeton (bzw. der weniger häufigen Güllelagunen in Folienbauweise) soll gleichzeitig auch eine wirtschaftliche Bauweise empfohlen werden, die sowohl die landwirtschaftliche als auch die bautechnische Praxis berücksichtigt.

Fassungsvermögen und Flüssigkeitsdichtheit

Nach dem Wasserrechtsgesetz sind prinzipiell alle Gewässer einschließlich des Grundwassers reinzuhalten und zu schützen. In wasserrechtlich geschützten Gebieten, insbesondere in Grundwasserschutz- und Schongebieten, ist entsprechend der jeweiligen Schongebietsverordnung eine wasserrechtliche Bewilligung für die Errichtung von Düngerlagern erforderlich. Eine wasserrechtliche Bewilligung ist auch für Standorte im Hochwasserabflussgebiet eines fließenden Gewässers notwendig.

Die Lagerkapazität für Wirtschaftsdünger muss gemäß Nitrat-Aktionsprogramm-Verordnung (NAPV) in der Regel für eine Lagerungsdauer von mindestens 6 Monaten bemessen werden, in bestimmten Gebieten gegebenenfalls auch von mindestens 10 Monaten.

Nach der im Landesbaurecht für verbindlich erklärten OIB-Richtlinie 3 müssen Düngersammelanlagen und sonstige



Abbildung 1: Düngersammelbehälter (Foto ÖKL)

Bauteile, in deren Bereich Stalldünger oder Jauche anfällt oder abgeleitet wird, flüssigkeitsdicht sein.

Bei Düngerbehältern bzw. Güllelagunen wird von einer ausreichenden Flüssigkeitsdichtheit ausgegangen, wenn bestimmte Anforderungen an Baugrund und Statik sowie spezielle Qualitätskriterien für Betonbauwerke gemäß ÖKL-Merkblatt Nr. 24 eingehalten werden. Dabei unterscheiden sich die Anforderungen an Behälter in wesentlichen Punkten von den Vorgaben an Bauwerke mit nutzbaren Innenräumen, wie z.B. bei Tunnel- oder Kellerbauten, für die eine Abdichtungsfunktion gegen von außen eindringendes Grundwasser verlangt wird.

Für bestimmte Regionen sind eventuell Landes-Richtlinien mit besonderen Vorgaben zu beachten.

Anforderungen an Düngerbehälter aus Stahlbeton

Der Baugrund muss für die Errichtung eines Behälters ausreichend tragfähig sein. Ist ein Baugrundrisiko ausgewiesen, sind jedenfalls eine Untergrunderkundung sowie ein geotechnisches Gutachten erforderlich. Ansonsten besteht für die ausführende Baufirma eine Hinweispflicht, wenn bei den Aushubarbeiten problematische Bodenverhältnisse festgestellt werden. Auch sollte im Vorfeld mit der ausführenden Baufirma die Zuständigkeit für die Wasserhaltung im Fall von Grubenwasser vertraglich abgeklärt werden.

Für Düngerbehälter ist eine statische Bemessung notwendig. Dabei sind insbesondere der Lastfall des vollgefüllten Behälters ohne entlastenden Erddruck, Eigenlasten und sonstige Lasten, der hydrostatische Druck, bei Tiefbehältern der Erdruchdruck, Zwangsspannungen und Temperatureinflüsse und eventuell gegebene Rutschgefahren an Gleitflächen bei Hanglage zu berücksichtigen. Außerdem ist die Auftriebs-

¹ Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung (ÖKL), Gußhausstraße 6, A-1040 WIEN

* Ansprechperson: Dipl.-Päd. DI Dieter KREUZHUBER, dieter.kreuzhuber@oekl.at

sicherheit bei höchstem Grundwasserstand nachzuweisen. Bei bindigen Böden mit geringer Wasserdurchlässigkeit ist der Auftrieb durch stauendes Oberflächen- bzw. Hangwasser bei der Planung zu berücksichtigen und eine Dränageschicht unter der Betonplatte anzuordnen.

Die folgenden Qualitätskriterien sind beim Bau von Düngerbehältern einzuhalten:

- a) Dichtheit des Baustoffs Beton
- b) Rissbreitenbeschränkung durch passende Bewehrung
- c) korrekte Bauausführung (Sauberkeit des Schalungsraums, Position der Abstandhalter, Mindestbetondeckung 3 cm, korrekte Nachbehandlung gemäß ÖKL-Merkblatt 83)
- d) Dichtheit der Bauteilfugen durch medienbeständige Fugenabdichtungssysteme
- e) Dichtheit von Durchführungen, korrekte Ausführung
- f) Entnahmestelle mit doppeltem Absperrschieber und Auffangschacht
- g) im Grundwasserschongebiet eventuell Dichtheitsprüfung
- h) Dichtheitsattest mit Protokollen und Fotodokumentation der Punkte a bis g sowie Rissbreitenprotokoll und Dokumentation von Mängeln (zB durchgehende Risse) und deren Behebung**

Für Düngerbehälter ist die geeignete Betongüte gemäß ÖNORM B 4710-1 (Boden B2, Wände und Decken B3, Decke bei Lagerung von Festmist B5) zu verwenden. Bei geschlossenen Behältern ist zu beachten, dass für Wände und Decken ein sulfatbeständiger Beton (C₃A-frei) verwendet wird. Bei nachträglichen Abdeckungen von offenen Güllebehältern ist daher eine Wandbeschichtung notwendig.

Anforderungen an Güllelagunen in Folienbauweise

Güllelagunen in Folienbauweise weisen eine große Gülleoberfläche im Verhältnis zum Volumen auf. Neu errichtete

Anlagen sind daher im Hinblick auf die Geruchs- und Ammoniakemissionen bei fehlender Schwimmdecke mit Stroh bzw. künstlichen Schwimmkörpern dauerhaft abzudecken.

Aufgrund der Gefahr des Aufschwimmens der leeren Anlage ist generell eine Flächendränage mit Anschluss an eine Ringdränage vorgesehen.

Darüber wird eine geotextile Schutzlage zum Schutz der geosynthetischen Kunststoffdichtungsbahnen aus Polyethylen hoher Dichte verlegt (Foliendicken: $\geq 1,5$ mm unten und $\geq 2,0$ mm oben). Zwischen den Dichtungsbahnen befindet sich das Leckerkennungssystem aus einer Dränmatte und dem Kontrollrohr.

Sicherheitsanforderungen

Bei geschlossenen Behältern ist eine Entlüftung ganzjährig sicherzustellen. Auch bei Schneelage muss eine funktionstüchtige Entlüftung für die Methanausgasung und zum Druckausgleich gegeben sein (diagonal angeordnet, jeweils mindestens 400 cm² wirksame Lüftungsfläche).

Es muss durch geeignete Schieber oder Tauchwände verhindert werden, dass Gase aus Düngerlagern in die Stallräume eindringen können.

Tiefbehälter dürfen nur dann teilweise überbaut werden, wenn die Behälteröffnungen außerhalb des Gebäudes angeordnet sind. Ausgenommen sind Außenklimaställe mit einem permanenten Luftwechsel.

Offene Düngerlager, Behälter mit einer nicht befahrbaren Decke sowie Güllelagunen sind vor Fremdzutritt durch eine kindersichere Umzäunung zu sichern.

Sinnvoll ist, die Gülleentnahmestelle außerhalb des Zauns zu verlegen.

Die jeweiligen sicherheitsrelevanten Landesvorschriften der Länder für Gülle- und Jauchegruben mit bzw. ohne Decke (Land- und forstwirtschaftliche Arbeitsmittel- bzw. Sicherheits- und Gesundheitsschutz- oder Dienstnehmerschutzverordnungen) sind einzuhalten.