



Lehr- und Forschungszentrum
Landwirtschaft
www.raumberg-gumpenstein.at

Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2009

gemäß Lehrer und Beraterfortbildungsplan

Technik in der Rinderhaltung Emissionen Rahmenbedingungen für die Schweinehaltung

27. und 28. Mai 2009
Grimmingsaal
HBLFA Raumberg-Gumpenstein



lebensministerium.at

www.raumberg-gumpenstein.at

Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2009

gemäß Fortbildungsplan
des Bundes

Technik in der Rinderhaltung
Emissionen
Rahmenbedingungen für die
Schweinehaltung

27. und 28. Mai 2009

Organisiert von:

Lehr- und Forschungszentrum
für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft,
Umwelt und Wasserwirtschaft

Impressum

Herausgeber

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

Direktor

HR Prof. Mag. Dr. Albert Sonnleitner

Leiter für Forschung und Innovation

HR Mag. Dr. Anton Hausleitner

Für den Inhalt verantwortlich

die Autoren

Redaktion

Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit

Satz

Brigitte Krimberger
Sigrid Suchanek

Lektorat

Elisabeth Finotti

Druck, Verlag und © 2009

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

ISSN: 1818-7722

ISBN 13: 978-3-902559-30-2

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

Dieser Band wird wie folgt zitiert:

Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2009, 27.-28 Mai 2009, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 2009

Inhaltsverzeichnis

Einsatz von automatischen Melksystemen unter kleinstrukturierten Bedingungen 1 <i>M. Schick und C. Moriz</i>	1
Aktuelle Fütterungstechnik im Milchviehlaufstall 5 <i>F. Wasserbauer</i>	5
Zum Einsatz einer intraruminalen pH-Datenmeseinheit mit kabelloser Datenübertragung bei Rindern unter verschiedenen Fütterungsbedingungen 9 <i>J. Gasteiner, M. Fallast, S. Rosenkranz, J. Häusler, K. Schneider und T. Guggenberger</i>	9
Wieviel Melktechnik braucht man im Melkstand - was ist sinnvoll? 17 <i>K. Lincke</i>	17
Strommessungen am landwirtschaftlichen Betrieb - Sparpotentiale 23 <i>W. Friedl, R. Braunstein und E. Schmutzner</i>	23
Luftführung und energietechnische Aspekte zur Verringerung von Hitzestress in Rinderstallanlagen 29 <i>T. Heidenreich</i>	29
Alternative Einstreumaterialien in Liegeboxen 33 <i>M. Zähler, J. Schmidtko, S. Schrade, W. Schaeren und S. Otten</i>	33
Special Needs Bereiche im Rinderstall 39 <i>W. Breininger</i>	39
Bodensanierung in Rinderstallungen - Entwicklung und Bewertung von neuen Verfahren 45 <i>B. Steiner, M. Keck, C. Thalmann und M. Zähler</i>	45
Die Entwicklung der Schweineproduktion in Österreich und der EU 51 <i>Raimund Tschiggerl</i>	51
Die Auswirkung gesetzlicher Veränderungen in Bau- und Raumordnung auf landwirtschaftliche Betriebe in der Steiermark 63 <i>J. Bischof</i>	63
Überarbeitung der Richtlinie des Umweltministeriums zur Beurteilung von Immissionen aus Stallungen - Stand und Aussichten 67 <i>N. Mitterböck</i>	67
Ergebnisse aus aktuellen Gumpensteiner Untersuchungen zur Minderung von Emissionen aus Schweinestallungen 69 <i>E. Zentner</i>	69
Die ÖNORM: Messung und Beurteilung von Lärmimmissionen im Umfeld von zwangsentlüfteten Stallungen 81 <i>M. Kropsch und E. Zentner</i>	81
Im Familienbetrieb mit 350 Zuchtsauen - von der Planung in die Praxis 87 <i>G. Hutterer und K. Truschner</i>	87

Lüftungstechnische Anforderungen, Details und Daten einer Messreihe aus dem Wartestall	89
<i>I. Mösenbacher-Molterer, E. Zentner und S. Suchanek</i>	
Die Umsetzung der aktuellen DIN 18910 in die Praxis.....	95
<i>W. Gramatte</i>	
Die DLG-Prüfung in der Landwirtschaft - Aufgaben, Umsetzung und internationale Kooperationsmöglichkeiten	101
<i>S. Häuser</i>	
Österreichische Schweineprüfanstalt (ÖSPA) - Erkenntnisse für die österreichische Schweineproduktion	103
<i>C. Draxl</i>	

Einsatz von automatischen Melksystemen unter kleinstrukturierten Bedingungen

Matthias Schick^{1*} und Christoph Moriz¹

Zusammenfassung

Auf insgesamt 26 Betrieben mit Bestandesgrössen zwischen 37 und 66 Milchkühen (Mittel 53 Kühe) wurden Messungen zu den erforderlichen Prozesszeiten sowie zum Arbeitszeitbedarf durchgeführt. Bei den Resultaten ergeben sich zwischen den Einzelbetrieben teilweise sehr grosse Schwankungen. Insbesondere für das Vorbereiten und Ansetzen der Melkeinheit beträgt die Schwankungsbreite mehr als 100 %. Der Zeitbedarf für die Prozesszeiten bei einem Melkvorgang beträgt im Mittel 2,6 AKmin (Min = 1,8 AKmin; Max = 3,3 AKmin). Ausgehend von den Prozesszeiten lässt sich in Abhängigkeit von der Milchleistung und dem mittleren Minutengemelk die

mögliche Systemleistung von Einboxenanlagen mit 50 bis 70 gemolkenen Kühen je Tag festlegen.

Grossen Schwankungen unterliegt auch der tägliche Arbeitszeitbedarf mit 1,6 – 2,1 AKh je Betrieb. Feststellbar ist hierbei, dass der Arbeitszeitbedarf bei AMS mit Einboxenanlagen nicht wesentlich von der Bestandesgrösse sondern mehr von der Einsatzdauer des AMS auf dem Betrieb abhängt.

Je länger das AMS auf dem Betrieb im Einsatz ist, desto geringer ist tendenziell einerseits der Umfang an nicht bzw. bedingt planbaren Arbeiten und andererseits der Anteil an Milchkühen, die zur Melkbox getrieben werden müssen.

Trotz zunehmend erswerter wirtschaftlicher Rahmenbedingungen ist das Interesse an automatischen Melksystemen (AMS) nach wie vor sehr hoch. Mittlerweile melken weltweit mehr als 9000 Betriebe mit ca. 12000 Melkboxen in AMS.

Für den möglichst ökonomischen Einsatz eines AMS sind dessen Leistungsfähigkeit und damit verbunden die erforderlichen Prozess- und Arbeitszeiten von besonderem Interesse.

Einleitung

Die Verbreitung von automatischen Melksystemen (AMS) nimmt in den letzten Jahren immer mehr zu. Auch Milchviehbetriebe mit kleineren Bestandesgrössen stellen auf AMS um. In der Literatur werden hierfür hauptsächlich die Gründe Arbeitsentlastung, flexible Arbeitszeiten durch den Wegfall der fixen Melkzeiten, Arbeitszeiteinsparung und Milchleistungssteigerung genannt (HARMS, 2009; BAUMGARTEN, 2009; KAUFMANN et al., 2001).

Die Kinderkrankheiten der ersten Jahre bei AMS sind mittlerweile weitestgehend behoben. Die Funktionssicherheit der meisten auf dem Markt erhältlichen Geräte ist mittlerweile hoch bis sehr hoch (BAUMGARTEN, 2009).

Prozesszeiten mit erheblichen Differenzen

Zur Erfassung der Prozesszeiten im AMS mit Einboxenanlagen erfolgten im Rahmen eines Forschungsprojektes bei Agroscope Reckenholz-Tänikon ART auf insgesamt 26 Untersuchungsbetrieben mit 37 bis 66 Kühen (Mittel: 53 Kühe) jeweils zwei Messungen. Diese wurden in Form von direkten Arbeitsbeobachtungen mit der Zeitelementmethode durchgeführt. Die Datenerfassung erfolgte mit elektronischen Zeiterfassungssystemen (Husky Hunter, Ortimb3). In *Tabelle 1* sind die gemessenen Prozesszeiten, unterteilt in die Teilvorgänge „Kuh Einlassen“, „Euter Vorbereiten (Reinigung und Anrüsten)“, „Melkeinheit (ME) ansetzen“, „ME abnehmen“ und „Kuh Auslassen“ aufgeführt (siehe *Tabelle 1*). Der Teilvorgang der Melkeinheitenabnahme enthält zudem die Euternachbereitung (Zitzen einsprühen), da diese nicht in allen Fällen eindeutig voneinander zu trennen sind. Angegeben sind jeweils die berechneten Mittelwerte, die gemessenen Minimal- und Maximalwerte sowie die absoluten und relativen Abweichungen. Deutlich zu erkennen sind die erheblich differierenden Prozesszeiten bei der Eutervorbereitung und dem Ansetzen der Melkbecher. Aber auch die übrigen Teilvorgänge weisen enorme Unterschiede auf. Verantwortlich für die Differenzen innerhalb vom „Ein-“ und „Auslassen“ zeigen sich in erster Linie betriebstypische Gegebenheiten. Abhän-

Tabelle 1: Prozesszeiten AMS [s]

	Ø	Min	Max	Abweichung absolut		Abweichung relativ [%]	
				-	+	-	+
Einlassen	13	10	15	2	2	18	17
Vorbereitung	59	32	79	27	20	46	33
Ansetzen	58	41	73	18	14	31	25
Abnahme	15	12	19	3	4	22	24
Auslassen	14	10	15	3	2	22	14
Summe (s)	159	105	200	54	42	25	25
Summe (AKmin)	2,6	1,8	3,3	0,9	0,7		

¹ Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Leitung Bau, Tier und Arbeit, Tänikon, CH-8356 ETTENHAUSEN

* Ansprechpartner: PD Dr.habil. Matthias Schick, e-mail: matthias.schick@art.admin.ch

gigkeiten ergeben sich u. a. von der baulichen Integration des AMS in das Stallgebäude, von der Art des Umtriebes und auch davon, ob zusätzlich zum AMS noch eine weitere Kraftfutterstation vorhanden ist. Die gemessenen Unterschiede dieser beiden Vorgänge lassen sich in der Regel aber nicht durch eine einzige Einflussgrösse erklären. Sie resultieren vermutlich aus einer Kombination von betriebspezifischen Variationen.

Abweichende Prozesszeiten beeinflussen die Systemleistung wesentlich

Die teilweise erheblich differierenden Prozesszeiten zeigen enorme Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit bzw. die Systemgrenze eines AMS und damit auch auf die maximale Milchmenge pro Jahr. Die aus den Prozesszeiten resultierenden Unterschiede bezüglich der Kapazität (maximale Kuhzahl) sind in *Abbildung 1* dargestellt. Zudem besteht eine erhebliche Abhängigkeit der Kapazität von der Milchleistung und dem mittleren Minutengemelk (MMG). Ebenfalls liegt ein Zusammenhang mit der Melkfrequenz (Melkungen/Tier und Tag) vor. Die Abbildung zeigt die maximalen Systemleistungen für den Durchschnitts-, Maximal- und Minimalwert der Zeitmessungen bei unterschiedlichen MMG in Abhängigkeit von der Milchleistung. Für die Melkfrequenz wurden drei Melkungen je Tier und Tag angenommen. Für die Reinigungszeiten des AMS sind insgesamt 90 Minuten kalkuliert. Ebenfalls wurde eine Annahme von 50 Besuchen ohne Melkberechtigung getroffen, bei denen die Tiere die Melkbox unmittelbar wieder verlassen (siehe *Abbildung 1*).

Arbeitszeitbedarf nicht unterschätzen

Die gewünschten Arbeitszeiteinsparungen sind durch den Einsatz eines AMS im Idealfall jederzeit zu erreichen. Unter Berücksichtigung möglicher Störfälle und tierindividueller Eigenheiten sollten die kalkulierten Arbeitszeiteinsparungen aber immer relativiert werden. Der wesentliche Vorteil des AMS ist viel eher in der flexiblen Arbeitseinteilung als in erheblichen Arbeitszeit-Einsparungen zu sehen. Die in *Abbildung 2* dargestellten Ergebnisse der Untersuchung auf verschiedenen Beispielbetrieben weisen einen Arbeitszeitbedarf von etwa 90 bis 120 Minuten je Tag auf (siehe *Abbildung 2*).

Kontrollarbeiten und Herdenmanagement von grosser Bedeutung

Mit der Umstellung auf ein automatisches Melksystem verschiebt sich ein wesentlicher Teil der Gesamtarbeitszeit von den Melkarbeiten hin zu den Kontrollarbeiten und damit auch hin zum Herdenmanagement. Diese umfassen hauptsächlich die Positionen Dateneingabe und Datenkontrolle sowie die Tierbeobach-

tung. Letzere erfolgt auf sämtlichen Untersuchungsbetrieben zumindest dreimal täglich, wobei die Kontrollgänge am Morgen und am Abend die meiste Zeit in Anspruch nehmen. Die Kombination einiger Arbeiten mit der Tierbeobachtung kann auf Betrieben mit AMS zu weiteren Arbeitseinsparungen führen. So wird auf nahezu allen Betrieben morgens und abends während der Tierbeobachtung gleichzeitig die Reinigung der Liegeboxen durchgeführt. Auch das Nachschieben des vorgelegten Futters ist eine Tätigkeit, die oft mit der Tierbeobachtung zu kombinieren ist. Die Höhe der Kontrolltätigkeiten spiegelt auch ihre Bedeutung auf Betrieben mit AMS wieder. Durchschnittlich nehmen die Kontrollarbeiten über die Hälfte der gesamten Arbeitszeit in Anspruch.

Nicht oder bedingt planbare Arbeiten lassen sich reduzieren

Ein erheblicher Anteil der täglichen Arbeitszeit wird durch nicht bzw. bedingt planbare Arbeiten verursacht. In diesem Zusammenhang ist besonders auffallend, dass der Betrieb mit der längsten Einsatzzeit des AMS die geringsten Arbeiten dieser Art hat und der Betrieb mit einer recht kurzen Einsatzdauer die höchsten. Auch über alle Betriebe hinweg lässt sich diese Abhängigkeit tendenziell feststellen. In der Regel verringert sich die Anzahl der manuellen Ansetz-

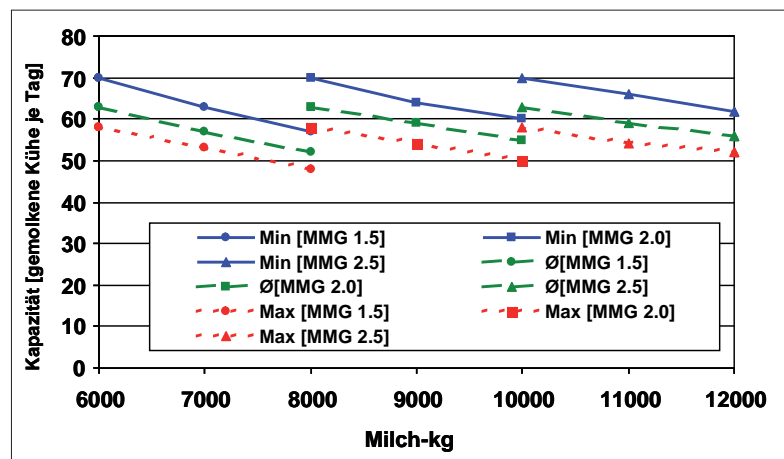


Abbildung 1: Maximale Systemleistungen in Abhängigkeit von der Milchleistung und dem mittleren Minutengemelk (MMG)

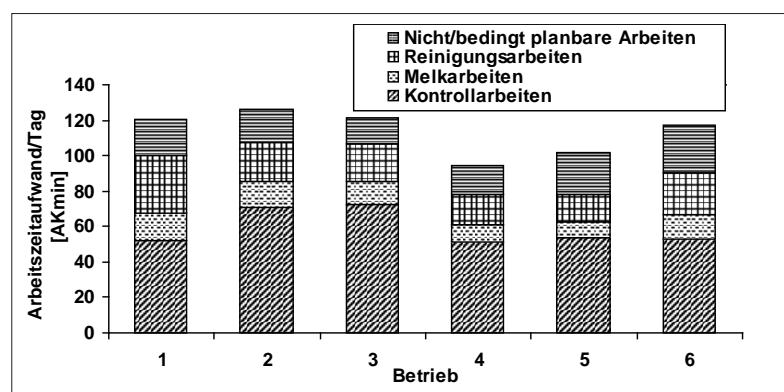


Abbildung 2: Verteilung der Arbeitszeit auf verschiedenen Untersuchungsbetrieben

vorgänge mit zunehmender Einsatzdauer. Ebenso sind auf Betrieben mit längerer Einsatzzeit des AMS deutlich weniger Kühe zur Melkbox zu treiben. Es kann also durchaus angenommen werden, dass sich der Anteil dieser Arbeiten im Laufe der Einsatzzeit des AMS verringern lässt.

Vergleich von AMS mit Melkstandverfahren

Der wesentliche Vorteil beim Melken mit AMS liegt im Wegfall der täglich wiederkehrenden Melkarbeiten. Bei jedem anderen Melkverfahren müssen mindestens zweimal täglich routinemässige Melkarbeiten (Euterreinigung, Ansetzen, Euterkontrolle) erfolgen. Für den arbeitswirtschaftlichen Vergleich wurde der Zeitbedarf für alle Tätigkeiten im AMS mit jenem in Fischgräten- und Autotandem-Melkständen bei einer mittleren Bestandesgrösse von 50 Milchkühen verglichen. Aus *Abbildung 3* wird ersichtlich, dass sich bei einem ordnungsgemäss funktionierenden AMS deutliche arbeitswirtschaftliche Vorteile ergeben. Diese resultieren vor allem aus dem Wegfall der Routinearbeiten. Ein Vorteil der Melkarbeit im Melkstand ist dagegen die sehr gute zeitliche Planbarkeit der anfallenden Tätigkeiten: Nach dem Melkvorgang fallen für die nächsten zwölf Stunden keinerlei Tätigkeiten im Zusammenhang mit der Melkarbeit an. Ausserdem erfolgt zweimal täglich eine obligatorische Kontrolle jeder einzelnen Kuh während der Erledigung der Routinearbeiten im Melkstand. Die Arbeitsabläufe beim AMS lassen sich im Tagesverlauf zwar auch weitestgehend planen. Es sind aber immer nicht planbare Situationen - auch während der Nacht - zu berücksichtigen (siehe *Abbildung 3*).

Kuhverkehr: gelenkt oder frei?

Eine Einboxenanlage kann täglich maximal 180-200 Melkungen bewältigen. Entscheidend für diese Anzahl ist die Anordnung des AMS im Stall, die Anzahl der zu melkenden Kühe, der Milchfluss der Kühe und die Verfügbarkeit von weiteren Kraftfutterstationen neben dem AMS. Daneben ist die Gestaltung des Kuhverkehrs für die tägliche Melkleistung von wesentlicher Bedeutung.

Ziel des optimalen Kuhumtriebs ist es, die Melkfrequenz je Kuh auf mindestens 2,5 Melkungen je Tag zu erhöhen, den Arbeitszeitaufwand für das Nachtreiben der melkberechtigten Kühe zu minimieren und eine maximale Futteraufnahme zu erreichen. Die Möglichkeiten des Kuhumtriebs bestehen im freien, im teilgesteuerten und im gelenkten Kuhverkehr. Dabei ist zu unterscheiden, ob die Kühe jederzeit freien Zugang zum Futtertisch haben oder der Zugang mittels Toren gelenkt wird.

Der freie Kuhverkehr ermöglicht den Kühen einen ungehinderten Zugang zum Liege-, Fress- und Melkbereich. Der Vorteil des Verfahrens liegt in seiner Einfachheit.

Es müssen keine zusätzlichen Tore installiert werden. Die Kühe können ihrem Rhythmus entsprechend die Melkbox aufsuchen. Als Nachteil ist dabei allerdings das täglich zwei- bis dreimal notwendige Nachtreiben der Kühe mit niedrigen Milchleistungen und/oder Klauenproblemen anzusehen (BAUMGARTEN, 2009).

Der gelenkte Kuhverkehr ermöglicht den Kühen ein Aufsuchen des Fressbereiches ausschliesslich über die Melkbox. Der Vorteil liegt hierbei im geringeren Arbeitszeitbedarf für das Nachtreiben. Der Nachteil liegt im höheren baulich-technischen Aufwand und im Rückgang der Gesamtfutteraufnahme (HARMS, 2009).

Der selektiv gesteuerte Kuhverkehr, auch „Feed First“ genannt, wurde als System von einem schwedischen Roboterhersteller entwickelt. Der Umtrieb erfolgt dabei in umgekehrter Melkrichtung. Dies bedeutet, die Kühe gehen zunächst zum Fressen, dann erst zum Melken und/oder zum optionalen Kraftfutterbereich und danach in den Liegebereich. Die Vorteile bei diesem System liegen in der gleichmässigen Auslastung der Melkbox bei regelmässigen Zwischenmelkzeiten. Als nachteilig sind wiederum der höhere baulich-technische Aufwand und auch das notwendige Nachtreiben der Kühe zu nennen. Insbesondere rangniedere Tiere werden am Selektionstor zum Melkbereich häufig verdrängt (HARMS, 2009).

Entwicklungstendenzen bei AMS

Automatische Melkssysteme setzen derzeit einen Trend im Bereich der Melktechnik. Die hierfür entwickelte Sensortechnik (z.B. Farbveränderungen, Online-Zellzahlmessung) kann teilweise auch in konventionellen Melkverfahren genutzt werden. Das Datenmanagement wird hier auch zukünftig einen zunehmenden Stellenwert einnehmen. Neben den Vorteilen für den Familienbetrieb mit einer Melkbox erkennen mittlerweile auch Grossbetriebe mit mehr als 1000 Kühen die Vorzüge von AMS. In Kombination mit automatischen Fütterungssystemen lassen sich weitere Vorteile herausstellen. Insbesondere im Bereich

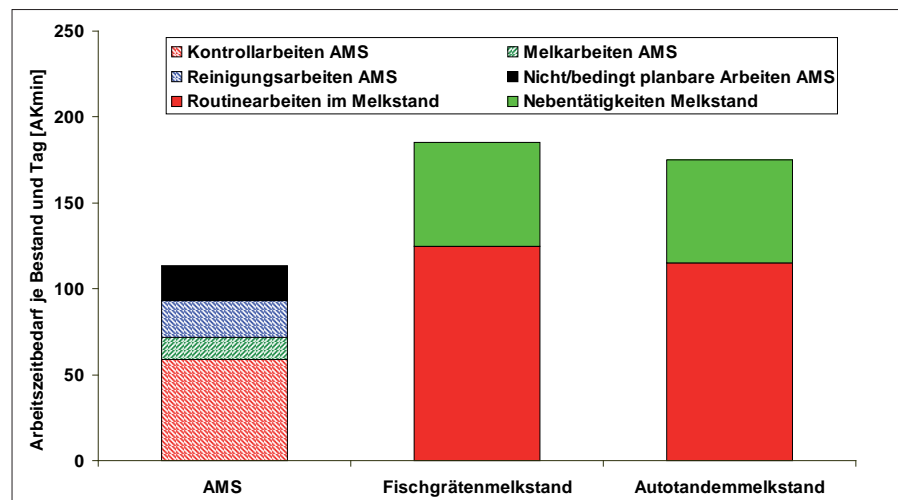


Abbildung 3: Der Vergleich von automatischen Melkssystemen (AMS) mit konventionellen Melkständen zeigt die deutliche Überlegenheit des AMS bei den täglich wiederkehrenden Routinearbeiten

der Qualitätssicherung können über die genau definierten und reliablen automatisierten Prozesse grosse Vorteile aufgezeigt werden.

Schlussfolgerungen

Das automatische Melken ist eine noch junge und sich rasch entwickelnde Verfahrenstechnik. Auf Familienbetrieben mit kleineren Tierbeständen sind hohe Milchleistungen erforderlich, um einen wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten. Die Anlagenplanung bei AMS mit einem optimierten Tierumtriebsverfahren ist als zentraler Bestandteil bei der Entscheidung für ein AMS anzusehen. Die Kombination von intelligenten automatisierten Verfahren beim Melken, bei der Fütterung und beim Herdenmanagement wird sich zukünftig als zentrale Erfolgsgrösse einer wirtschaftlichen, tiergerechten und arbeitssparenden Milchproduktion herausstellen.

Literatur

- BAUMGARTEN, W. (2008): Kuhverkehr frei oder gelenkt? LZ Nr. 49, S. 34 – 35
- HARMS, J. (2009): Automatisches Melken – Stand der Technik und Entwicklungstendenzen. In: ART-Schriftenreihe Nr. 9, 2. Tänniker Melktechniktagung S. 105 – 113
- JAKOB, E. (2009): Einfluss der AMS auf die Milchqualität. In: ART-Schriftenreihe Nr. 9, 2. Tänniker Melktechniktagung S. 101 – 104
- SCHICK, M. (2009): Vor- und Nachteile verschiedener Melkverfahren aus der Sicht der Arbeitswirtschaft. In: ART-Schriftenreihe Nr. 9, 2. Tänniker Melktechniktagung S. 49 – 58
- VAN CAENEGEM, L. (2009): Bauliche Gestaltung von Melkständen - Berücksichtigung in der Bauplanung. In: ART-Schriftenreihe Nr. 9, 2. Tänniker Melktechniktagung S. 89 – 94

Aktuelle Fütterungstechnik im Milchviehlaufstall

Franz Wasserbauer^{1*}

Zusammenfassung

Nutzen und Vorteile der verschiedenen Techniken

Arbeitszeiteinsparung und Arbeitsflexibilität

Da es diesbezüglich für den Fütterungsroboter noch keine Studien gibt, greife ich auf eine Studie zurück, welche mit einem Butler an der FAT Tänikon in der Schweiz gemacht worden ist. Die Studie sollte schwerpunktmäßig die Arbeitswirtschaft bewerten und brachte folgendes Ergebnis: Das Verhältnis vom „mit der Hand nachschieben“ und dem Butler ergab eine Arbeitszeiterparnis von 70%. Mit einem Fütterungsroboter wird dieses Ergebnis sicherlich noch überschritten werden.

Tiergesundheit

Erstes messbares Ergebnis hinsichtlich der Tiergesundheit ist sicher die Grundfutteraufnahme. Dazu gab es zwei Studien, auch wieder durchgeführt am Butler bzw. Lockboy.

Die erste Studie wurde von Mag. Guggenberger auf drei verschiedenen Betrieben mit verschiedenen Voraussetzungen im Praxisversuch durchgeführt: ein reiner Grassilage-Betrieb, ein Betrieb mit Gras- und Maissilage und ein Betrieb mit Heufütterung im Silo-Sperrgebiet. Leistungsniveau 5.500 kg, 6.500 kg und 8.200 kg. Das Ergebnis ist 1,7 kg mehr Trockenmasseaufnahme, welche

in Milch umgesetzt wurde, sodass die Kühe um 2,4 kg mehr Milch pro Kuh und Tag gaben, das sind im Jahr rund 800 l pro Kuh und Jahr.

Die zweite Studie wurde an der Universität in Prag durchgeführt. Eine Versuchsgruppe bestand aus 50 Kühen, alle um den 100. Laktationstag, mit einem sehr hohen Niveau von 34,18 l Tagesdurchschnitt. Bei diesem Versuch wurde die Anzahl des Nachschiebens des Butlers untersucht. Die Fahrten wurden jede Woche um eine Fahrt gesteigert, von 4 Fahrten auf 12 Fahrten pro Tag. Die Leistung stieg auf 39,16 l, das sind 4,98 kg pro Kuh und Tag. Da das Ergebnis so hoch ist, wurde der Versuch noch zurückgeföhren. Die Anzahl der Vorschüebungen von 12 pro Woche wurde wieder reduziert auf 4x Nachschieben. Das Ergebnis war, dass die Milchleistung wieder auf ca. dasselbe Niveau - auf 34 l Milch - sank.

Grundsätzlich kann abschließend festgehalten werden, dass automatisierte Fütterung sehr wohl für Arbeitswirtschaft und Tiergesundheit wesentliche Verbesserungen bringt, wobei beim Einsatz von automatisierten Fütterungssystemen das natürliche Verhalten der Kühe unterstützt werden muss und wir immer mehr lernen müssen, die Bedürfnisse der Kühe und ihr natürliches Verhalten zu verstehen.

Schlagwörter:

Wasserbauer, Fütterungssysteme, Fütterungsroboter, Lockfütterung, Automatisierung

Anforderungen an die Fütterungstechnik im Milchviehstall

Hier müssen wir uns zuerst die Frage stellen, welche Bedürfnisse die Kühe haben und wie wir mit unserer Technik diese Bedürfnisse zufrieden stellen können.

Die Gesundheit der Kuh beginnt im Pansen, daher müssen wir alles Augenmerk darauf legen, dass der Pansen sehr konstant und stabil arbeiten kann. Dazu ist es notwendig, dass wir unsere Fütterungstechnik auf eine pansenschonende Fütterung abstimmen. Dadurch erreichen wir einen stabilen pH-Wert im Pansen und ein stabiler pH-Wert im Pansen ist Grundlage für das Wohlbefinden der Kuh.

Um die Bedürfnisse der Kühe besser verstehen zu lernen, brauchen wir nur in die Natur hinausschauen und beobachten, wie sich die Rinder auf der Weide / Alm verhalten. Wir können dort sehr schnell feststellen, dass die Rinder immer

nur kleine Gaben fressen und dann wieder eine kurze Zeit liegen. Das passiert den ganzen Tag, also 24 Stunden lang immer in einem regelmäßigen Rhythmus. Vor allem ist zu beachten, dass die Tiere auch in der Nacht viel fressen. Daher müssen wir bei unseren Fütterungstechniken darauf achten, dass die Kühe auch in der Nacht immer genügend Futter vorgelegt bekommen und es auch erreichen können.

Rinderfütterung

Technik zur Grundfuttermvorlage

Zur Grünfuttermvorlage gibt es verschiedene Ladewagen- und Erntewagentechniken sowie teilweise Schlepper, die mit Frontmäherwerken ausgestattet sind, sodass auch größere Futtermengen arbeitswirtschaftlich gut zu bewältigen sind. Bei diesen Techniken ist darauf zu achten, dass die Verschmut-

¹ Wasserbauer Fütterungssysteme, Gewerbestraße 1, A-4595 WALDNEUKIRCHEN

* Ansprechpartner: Franz Wasserbauer, e-mail: f.wasserbauer@wasserbauer.at

zung des Futters durch eine optimale Einstellung der Pickup und der Mähwerke möglichst niedrig gehalten wird.

Zur Fahrsiloentnahme gibt es den altbewährten Siloblockschneider, bei dem das Futter in den Stall gebracht wird. Aber die Futtermontage ist immer eine sehr anstrengende manuelle Arbeit, daher verliert der Siloblockschneider an Bedeutung und wird nur mehr für Kleinbetriebe eingesetzt.

Der Silokamm ist ein sehr wirtschaftliches Gerät, bei dem die Grundfuttermontage auch bei größeren Rinderbeständen mit einem geringen Arbeitseinsatz erledigt werden kann.

Für größere Betriebe gibt es dann den Silodosierwagen, der mit einem Abfräs-Aggregat und Querförderband ausgestattet ist.

Technik zur Grundfuttermontage

Warum Grundfuttermontage:

Mit der Grundfuttermontage wird erreicht, dass die Kühe Grundfutter und Kraftfutter pansenchonend aufnehmen können. Eine der bekanntesten Techniken hierzu sind die verschiedenen Mischwägen. Da gibt es die Fremdbefüller, die Selbstbefüller oder die selbstfahrenden Mischwägen, die mit den verschiedenen Mischsystemen ausgestattet sind: Axialmischer, Vertikalmischer, Paddelmischer. Der Vorteil von den Mischwägen ist, dass alle Futterkomponenten durchmischt werden und die Kühe immer eine pansenchonende Futterration vorgelegt bekommen.

Für Betriebe, bei denen sich ein Mischwagen aus wirtschaftlichen Gründen nicht rechnet, gibt es die Möglichkeit, beim Silokamm einen Kraftfutterdosierer aufzubauen, der Kraftfutter beim Ausdosieren beimengt. Die dosierte Menge ist bei diesem System natürlich nicht so exakt und diese Kombination daher in letzter Zeit wieder weniger im Einsatz.

Weitere Möglichkeiten zur Grundfuttermontage sind im Stall eingebaute, schienengeführte Geräte, wie z.B. der Lockboy. Dieses Gerät fährt am Barren entlang und streut immer kleine Mengen Kraftfutter auf das Grundfutter, so dass die Kühe Kraftfutter und Grundfutter pansenchonend miteinander aufnehmen. Das Gerät wird so gesteuert, dass



Abbildung 1: Fütterungsbutler

in den Hauptfresszeiten öfters gefahren wird. So nehmen die Kühe, wenn sie mehr Grundfutter fressen, auch mehr Kraftfutter auf.

Eine Weiterentwicklung des Lockboys ist der Butler. Der Butler erledigt nicht nur die Grundfuttermontage, sondern schiebt das Futter immer wieder in den Barren zurück, welches die Kühe weggeschoben haben.

Der Butler kann so gesteuert werden, dass er bis zu 30x täglich am Barren entlang fährt - bei den Hauptmahlzeiten öfters - und zwischendurch immer wieder kleine Mengen Kraftfutter auf das Grundfutter streut, immer an das natürliche Verhalten und die Bedürfnisse der Kühe angepasst.

Technik zur Lock-Fütterung

Warum Lock-Fütterung:

Die Grundfuttermontage und -verwertung wird durch die Lock-Fütterung wesentlich gesteigert. Der Lockboy ist das erste Gerät, das wir zur Lock-Fütterung entwickelt haben. In den Zwischenfresszeiten fährt der Lockboy am Barren entlang und lockt mit kleinen Mengen Kraftfutter die Tiere zum Barren. Sie nehmen somit immer wieder kräftige Zwischenmahlzeiten ein, was sich natürlich sehr positiv auf die Stabilität des Pansen-pH-Wertes auswirkt, und somit auf das Wohlbefinden der Kühe.

Der Butler bietet dieselbe Möglichkeit wie der Lockboy. Beim Butler sind somit 3 Funktionen in einem Gerät vereint: Futter vorschieben, Grundfutter aufwerten und Lock-Fütterung. Der Butler wird auch sehr häufig bei Betrieben mit Mischwagen eingesetzt, welche AGR oder TMR füttern. Bei diesen Betrieben wird die Kraftfuttermenge in der Mischung um jene Menge, welche über den Butler zugeteilt wird, abgesenkt und als Lock-Futter über den Butler zugeteilt. Bei der Lockfütterung ist besonders darauf zu achten, dass die Lockfahrten auf das natürliche Verhalten der Tiere abgestimmt sind und jeden Tag exakt zu den gleichen Zeiten durchgeführt werden, denn die Kühe haben einen sehr ausgeprägten Zeitsinn.

Technik zur leistungsorientierten Fütterung

Warum leistungsorientierte Fütterung:

Es ist ganz wichtig, dass die Tiere nach ihrem genetischen Leistungspotential gefüttert werden, da sie sonst sehr schnell krank werden (Acetose, Ketose). Zur leistungsorientierten Fütterung gibt es schienengeführte Systeme für den Anbindestall und sogenannte Transponderstationen für den Laufstall. Bei den Transponderstationen gibt es mehrere Möglichkeiten: die Einzelstation, die Doppelstation gegenüber und die Doppelstation nebeneinander. Diese Systeme sind alle auch mit einem Managementprogramm zu verbinden, das die gesamte Verwaltung und das Management der Herde erledigt.

Technik zur automatisierten Fütterung

Warum Roboterfütterung:

– Arbeitserleichterung und Schonung der menschlichen Arbeitskraft, Flexibilität der Arbeitseinteilung.

- Höhere Rentabilität durch bessere Tiergesundheit. Dazu tragen bei: höhere Grundfutteraufnahme, die dadurch erreicht wird, dass immer frisches Futter vorgelegt wird. Dadurch bessere Verwertung, bessere Pansenaktivität, weniger Selektierung und weniger Restmengen.

Ganz entscheidend für mich ist immer wieder hinzuweisen, dass die Arbeitszeitsparung, welche durch solche Systeme gegeben ist, zur Tierbeobachtung genutzt werden soll.

Bei den Fütterungsrobotern gibt es grundlegend 2 Gruppen:

1. Geräte, die auf einer Schiene hängend geführt werden und
2. Geräte, die auf den Boden gestützt fahren und von einer Schiene geführt werden.

Bei den auf der Schiene hängenden Geräten gibt es verschiedene Größen.

Das Gerät der Firma Trioliet, das für Großbetriebe geeignet ist, Firma Pellon mit dem TMR-Fütterungsroboter, Mullerup mit dem Mixfeeder und den MixMeister-1000 von unserer Firma, welcher für Stallungen mit engen Verhältnissen geeignet ist. Dieses Gerät wird an die Stallhöhe angepasst, und das Volumen kann bis zu 800 l Grundfutter fassen. Der MixMeister-1000 kann sehr enge Kurven fahren und bewältigt Steigungen.

Spezifisch für den **MixMeister-1000** ist, dass das Kraftfutter getrennt vom Grundfutter mitgeführt wird und dass bis zu 3 verschiedene Kraftfuttersorten und 2 Mineralfutter installiert werden können. Dadurch ist gewährleistet, dass das Kraftfutter in den verschiedensten Bereichen exakt zugeteilt werden kann. Besonders wichtig ist das im Mastbereich, weil dadurch die Kraftfuttermenge und auch –mischung den jeweiligen Altersgruppen exakt nach Bedarf zugeteilt werden kann. Die Einmischung des Kraftfutters in das Grundfutter wird durch eine Querschnecke sehr genau durchgeführt.

Der **MixMeister-2000** ist ein am Boden gestütztes Gerät mit einem Volumen von 1,6 m³ und hat auch das Kraftfutter getrennt mit dabei. Er kann bis zu 3 Kraftfutter- und 3 Mineralsorten gezielt zuteilen. Durch das Stützrad, das die Hauptlast des Gerätes auf den Boden überträgt, ist die Schienenführung am Fressgitter und kann relativ leicht ausgeführt werden. Dadurch ist keine große Stahlkonstruktion über dem Futtertisch notwendig, und dieser bleibt immer, auch für Schlepper usw., befahrbar. Bei Neubauten kann der Futtertisch wesentlich schmaler gehalten werden, und dadurch können große Baukosten gespart werden. Der Futtertisch muss nur 2,5 m breit sein.

Ein drittes Gerät aus unserem Hause ist der **MixMeister 3000 Unifeed**. Es handelt sich dabei um einen Vertikalmischer mit 3 m³ Volumen. Das Fahrgestell ist ähnlich wie beim MixMeister-2000 mit dem stabilen Bodenrad und der Schienenführung über dem Fressgitter, die leicht ausgeführt werden kann. Der MixMeister 3000 *Unifeed* hat seine Stärke darin, dass viele verschiedene Futterkomponenten eingemischt werden können, und eine fertige Mischung als AGR oder TMR gefüttert wird. Der MixMeister 3000 *Unifeed* ist wie auch der MixMeister-2000 mit einem Futterschieber ausgestattet, sodass das von den Kühen weg geschobene Futter immer wieder in den Fressbereich der Kühe gebracht wird. Ganz wichtig ist natürlich bei solchen vollautomatischen Fütterungssystemen, dass die Bedienung möglichst einfach gehalten wird und teilweise mit Touch-Screen ausgestattet ist.

Befüllung

Die größte Herausforderung für die Fütterung mit Fütterungsrobotern ist immer die automatische Befüllung. Bei den meisten Herstellern wird dies durch eine stationäre Mischanlage bewerkstelligt und die fertige Mischung dann mit Förderband oder Schnecke in den Fütterungsroboter gebracht.



Abbildung 2: **MixMeister**

Nachteil dieses Systems ist, dass eine Mischung für mindestens einen Tag gemacht werden muss. Bei jeder Füllung des Roboters wird durch den Stationärmischer Sauerstoff in die Mischung gepumpt. Dadurch ist ein Qualitätsverlust gegeben – besonders im Sommer.

Wir arbeiten hier mit der sogenannten FrischMixbox, wo das Grundfutter in Blöcken oder Rundballen verdichtet vorgelagert wird, und nur jene Menge abgefräst wird, die für die nächste Fütterungsfahrt des Roboters notwendig ist. Dadurch bleibt das Futter länger verdichtet und somit auch frisch.

Zum Einsatz einer intraruminalen pH-Datenmesseinheit mit kabelloser Datenübertragung bei Rindern unter verschiedenen Fütterungsbedingungen

Johann Gasteiner¹, Mario Fallast³, Stefan Rosenkranz³, Johann Häusler², Katrin Schneider¹ und Thomas Guggenberger¹

Zusammenfassung

Die Pansenazidose stellt ein weit verbreitetes, insbesondere in Milchviehherden auftretendes tiergesundheitliches Problem mit hohen ökonomischen Verlusten dar. Eindeutige Definitionen der verschiedenen Grade von Pansenübersäuerung fehlen in der Fachliteratur ebenso wie eine sichere Methode zur exakten und permanenten Bestimmung des pH-Wertes im Vormagenbereich des Rindes.

Zur Messung des pH-Wertes und der Temperatur im Vormagenbereich wurde eine Messeinheit entwickelt, welche in Bolusform im Vormagenbereich liegt und kontinuierlich den pH-Wert und die Temperatur ermittelt. Die gesammelten Daten (Messzeitpunkte einstellbar von 1 Sekunde bis Stundenintervalle) werden in einer Einheit gespeichert (A/D-Converter; Speicherchip) und auf Signal von außen an eine externe Empfangseinheit über ISM-Band (433 MHz) gefunkt. Diese Empfangseinheit ist über USB mit einem Laptop verbunden, wo die ermittelten Daten mittels eigens entworfener Software analysiert und graphisch dargestellt werden können.

Die Form und Größe der Messeinheit erlauben es, das System einem erwachsenen Rind per os einzugeben. Um jedoch eine regelmäßige Wartung der Sonden zu gewährleisten, wurden diese in den beschriebenen Fütterungsexaktversuchen bei 5 pansenfistulierten Ochsen via Pansenfistel in das Retikulum eingelegt.

Zwecks Kalibrierung wurden die Messsonden vor und nach jedem Gebrauch im Tier für jeweils 4 Stunden in geeichte pH-Lösungen (pH4; pH7) eingelegt und diese Messergebnisse wurden dann zwecks Validierung der Versuchsergebnisse miteinander verglichen.

Die statistischen Auswertungen wurden mit GLM (Statgraphic Plus 5.1) und Bonferroni-Holm-Test durchgeführt.

In Fütterungsversuch 1 (reine Heufütterung) lag die mittlere Vormagentemperatur bei $38,40 \pm 0,70^\circ \text{C}$ und der mittlere pH-Wert lag bei $6,49 \pm 0,39$, der Nadir war bei pH 6,14.

In Fütterungsversuch 2 (tags Weide und nachts Grundfutter) lag die mittlere Pansentemperatur bei $38,12 \pm 0,80^\circ \text{C}$ der pH-Wert lag im Mittel bei $6,36 \pm 0,22$. Der Nadir auf der Weide lag bei pH 5,34, der Nadir während der Grundfutterphase lag bei pH 6,16. Weidegang hatte einen signifikant negativen Einfluss auf den pH-Wert in den Vormägen.

In Fütterungsversuch 3 (Grundfutter:Krafftutter=50:50) lag die mittlere Vormagentemperatur bei $38,55 \pm 0,83^\circ \text{C}$ und der mittlere pH bei $6,37 \pm 0,24$. Der Nadir lag bei pH 5,29. Das Absinken des pH-Wertes in den Vormägen korrelierte signifikant mit der Gabe von Krafftutter. Auch Zeitspannen, innerhalb derer sich der pH-Wert in den Vormägen unterhalb eines bestimmten Niveaus befand, konnten erfasst und interpretiert werden.

Bei der Validierung der Messergebnisse durch Vergleich der Ergebnisse mit den Eichlösungen (pH4, pH7) errechnete sich ein mittlerer Korrelationskoeffizient von 0,9987.

Die Ergebnisse der vorliegenden Fütterungsversuche wurden anhand einer technischen Innovation gewonnen, welche nicht nur im wissenschaftlichen Bereich neue Möglichkeiten zum besseren Verständnis der Pansenübersäuerung eröffnet.

Auch ein praktischer Einsatz von entsprechend adaptierten Vormagen-Sensoren zur Überwachung der Tiergesundheit und zur Steuerung von Rationen ist bei einzelnen „Indikatortieren“ von intensiven Milchviehbetrieben denkbar.

Schlüsselwörter

Pansenazidose, intraruminale pH-Wert-Messung, kabellose Datenübertragung, Fütterungsversuche, Rind, Wiederkäuer

Abkürzungen:

A/D Converter=Analog to Digital Converter; ISM-Band=Industrial, Security, Medical Band; RFA=Rohfaser, MJ NEL= Megajoule Nettoenergielaktation; RP=Rohprotein; SARA=Subacute Rumen Acidosis; T=Trockenmasse

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

² Institut für Nutztierforschung, LFZ Raumberg-Gumpenstein, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

³ Akademisches Gründerzentrum Science Park Graz, Plüddemanngasse 39, A-8010 GRAZ

* Ansprechpartner: Dr. Johann Gasteiner (ECBHM), e-mail: johann.gasteiner@raumberg-gumpenstein.at

Summary

Measuring rumen pH and temperature by an indwelling and wireless data transmitting unit and application under different feeding conditions

Subacute rumen acidosis is a common and economically important herd health problem of dairy cattle and there is a crucial need for monitoring systems. Therefore an indwelling wireless data transfer system for monitoring rumen pH and temperature was assembled. Measurement times were user selectable, in our trials measurements were taken every 30 minutes. Stored data were transmitted using ISM-Band (433 MHz). The system was controlled by a microprocessor. Data (pH, temperature) were sampled with an Analog to Digital converter (A/D converter) and stored in an external memory chip. The indwelling system could be administered orally, but to service the measuring units, experiments were conducted using 5 ruminally cannulated steers.

After calibrating by using standardized pH-dilutions (pH4, pH7) and check for proper operation, rumen-pH and temperature measures were carried out under different feeding conditions.

In feeding experiment 1, 100 % roughage (hay) ad lib. was given to the animals for 7 days.

In feeding experiment 2, animals had daily pasture (from 4.30 a.m. to 16:30 p.m.) and forage ad lib. (from 17:00 p.m. to 4:00 a.m.) for 3 weeks.

In feeding experiment 3, animals received a diet containing forage:concentrate 50:50 for 7 days.

Measurements of rumen pH and temperature were taken for a period of 7 days in all trials.

Statistical analysis was conducted using GLM (Statgraphic Plus 5.1) and Bonferroni-Holm-Test. In feeding experiment 1, rumen temperature (mean $38.40 \pm 0.70^\circ \text{C}$) was significantly influenced by drinking water but it is not connected with feeding time. Mean pH was 6.49 ± 0.39 and nadir was pH 6.14.

In feeding experiment 2, mean rumen temperature was $38.12 \pm 0.80^\circ \text{C}$ and mean pH was 6.36 ± 0.22 . Nadir during pasture was pH 5.34, nadir during feeding roughage was 6.16. Pasture had a significant influence on rumen pH. In feeding experiment 3, mean rumen temperature was $38.55 \pm 0.83^\circ \text{C}$ and mean pH was 6.37 ± 0.24 . Nadir was pH 5.29. Decline of rumen pH was significantly related to the feeding of concentrate.

When comparing results of measuring standardized dilutions (pH 4, pH 7) prior and after in vivo measurements, coefficient of correlation was 0.9987. Drift pH 4 was $0,197 \pm 0,070$ and drift pH 7 was $0,107 \pm 0,088$

Results show, that the presented method is a useful and proper tool for scientific applications. As the measuring system can also be administered to uninjured cattle, an adapted rumen pH measuring system will also be assembled for practical purposes in future.

Keywords

Rumen acidosis, intraruminal pH measuring, wireless data transmission, feeding trials, cattle, ruminants

Einleitung

Ein Abfall des Pansen-pH-Wertes bei Rindern unter die physiologische Norm, in der häufigsten Ausprägung als subakute Pansenazidose (Subacute Rumen Acidosis, SARA) auftretend, stellt ein weit verbreitetes und zumeist auch bestandsweise gehäuft auftretendes Problem in der Rinderproduktion dar. SARA ist ein nicht immer einwandfrei nachzuweisender, krankhafter und krankmachender Zustand (DUFFIELD et al., 2004). Das Risiko für SARA erhöht sich naturgemäß in Produktionssystemen, in welchen ein erhöhter Einsatz von leicht verdaulichen Kohlenhydraten bei zumeist gleichzeitiger Verdrängung von Rohfaserwirksamen Strukturkohlenhydraten zur Erzielung höherer Wachstumsraten bzw. Zunahmen oder höherer Milchleistungen vorzufinden ist (GASTEINER, 2001).

ENEMARK et al. (2001) geben die Häufigkeit der Pansenazidose bei Milchkühen in Dänemark mit 22 % an. Nach einer Ketose-Häufigkeit von 26 % war somit die Pansenazidose die zweithäufigste Erkrankung unter den Milchkühen. Eine Unterteilung in klinische und subklinische Verlaufsformen wurde dabei nicht vorgenommen. KRAUSE und OETZEL (2003) geben die Häufigkeit der subklinischen Pansenazidose bei frischlaktierenden Kühen mit 15 % an.

Die negativen tiergesundheitlichen Auswirkungen von SARA sind vielfältig und stellen einen zentralen, die Produktion mindernden Faktor der Milchviehhaltung dar (DIRKSEN et al., 1990; NORDLUND et al., 1995; OSSENT et al., 1997; GANTKE et al., 1998; OWENS et al.,

1998; COOPER et al., 1999; LISCHER u. OSSENT, 2002; NORDLUND, 2003).

Die Untersuchung des Pansensaftes ist das aussagefähigste Kriterium zur Beurteilung der Pansenbedingungen. Insbesondere der pH-Wert stellt die wichtigste Größe zur Beurteilung der Strukturversorgung der Ration als auch die definitive Untersuchungsmethode zur Erkennung einer Pansenazidose dar (KRAUSE und OETZEL, 2006; STEINGASS und ZEBELLI, 2008). Der Pansen-pH-Wert unterliegt starken tageszeitlichen Schwankungen, weshalb das Ergebnis besonders vom Zeitpunkt der Probenahme im Bezug zur letzten Futteraufnahme abhängig ist. Sowohl für wissenschaftliche Untersuchungen als auch für diagnostische Routineuntersuchungen unter Praxisbedingungen stehen die orale Pansensaftentnahme und die Rumenozentese zur Verfügung (DUFFIELD et al., 2004). Die Methode der Probenahme beeinflusst das Ergebnis signifikant (DIRKSEN, 1990; GEISHAUSER, 1996; SEEMANN und SPOHR, 2007; STRABEL et al., 2007).

STRABEL et al. (2007) ermittelten, dass per Schlundsonde entnommene Proben durchschnittlich 0,5 pH-Einheiten (0,2 bis 1,9 pH-Einheiten) höhere Werte zeigten als solche, die per Rumenozentese entnommen wurden. Zur Entnahme von Pansensaft stehen verschiedene Bauarten von Schlundsonden zur Verfügung (DIRKSEN, 1975; GEISHAUSER und GITZEL, 1996; SEEMANN und SPOHR, 2007), welche unterschiedlich stark mit Speichel angereicherte Pansensaftproben liefern.

Die Punktionsstelle zur Rumenozentese liegt 1-2 handbreit vor dem linken Kniegelenk (SEEMANN und SPOHR, 2007) auf Höhe des Patellaoberrandes (STRABEL et al., 2007) und wird lege artis nach Rasur unter aseptischen Kautelen und unter Sedierung und Schmerzausschaltung durchgeführt. Die dabei gewonnene Menge Pansensaft beträgt einige ml und die Probe ist nicht mit Speichel kontaminiert (NORDLUND, 2003). Durch Rumenozentese gewonnene Proben liefern im Vergleich zu per Schlundsonde gewonnenen Proben realistischere Ergebnisse für den Pansen-pH-Wert (NORDLUND et al., 1995; DUFFIELD et al., 2004; KLEEN et al., 2004; GEISHAUSER und GITZEL, 1996). Das mögliche Auftreten von negativen Auswirkungen der Rumenozentese auf die Tiergesundheit stellt diese Methode jedoch in Frage (STRABEL et al., 2007).

Eine in vivo Messung des Pansen-pH-Wertes wurde erstmals von SMITH (1941) beschrieben und von einer kontinuierlichen Dokumentation solcher Messungen berichteten JOHNSON und SUTTON (1968) sowie McARTHUR und MILTIMORE (1968). DADO und ALLEN (1993) vernetzten die erhobenen Daten mit weiteren Ergebnissen aus Erhebungen wie der Futter- und Wasseraufnahme sowie der Kauaktivität, um die Zeitdauer und konkreten Ursachen azidotischer Zustände exakter definieren zu können. Eine kontinuierliche, intraruminale Messung des Pansen-pH-Wertes hat gegenüber dem „spot sampling“ den entscheidenden Vorteil, dass Fluktuationen des Pansen-pH-Wertes besser erkannt und auf einer Zeitachse dargestellt werden können. Solche Techniken zur Messung des Pansen-pH-Wertes wurden in einer Reihe von wissenschaftlichen Untersuchungen angewendet (DATE und ALLEN, 1993; KEUNEN et al., 2002; COTTE et al., 2004; RUSTOMO et al., 2006; ALZAHAL et al., 2007). Diese Techniken haben gemeinsam, dass eine Pansenfistel bei dem zu untersuchenden Tier anzulegen ist und dass die erhobenen Daten in einer Speichereinheit im Pansen registriert werden. Um zu den erhobenen Daten zu gelangen, musste entweder die Speichereinheit wieder aus dem Pansen entfernt werden (DATE u. ALLEN, 1993; COTTE et al., 2004; KEUNEN et al., 2002; NOCEK et al., 2002; PENNER et al., 2007; RUSTOMO et al., 2006) oder die Daten wurden über eine Kabelverbindung an eine außerhalb des Pansens liegende, am Tier befestigte Einheit übertragen (ALZAHAL et al., 2007).

Im folgenden Beitrag sollen Untersuchungen zum Einsatz einer Methode zur Messung des Pansen-pH-Wertes mit einer intraruminalen Sonde mit Funkübertragung der Messdaten vorgestellt werden.

Material und Methode

Zur kontinuierlichen Messung des pH-Wertes im Vormagenbereich wurde von Mitarbeitern der Technischen Universität Graz (Sciencepark) eine Sonde zur intraruminalen pH-Messung entwickelt und deren Einsatz an 5 pansenfistulierten Rindern des LFZ Raumberg-Gumpenstein unter Bedingungen von 3 Fütterungsexaktversuchen erprobt. Das bruchsfähige Kunststoffgehäuse der Messeinheit besteht aus dem Kunststoff POM C (Copolymerisiertes Polyoxymethylen) und hat eine Dichte von $1,4\text{g/cm}^3$. Das Sensorsystem wird durch einen Mikroprozessor gesteuert.

Die Daten werden mittels A/D-Konverter aufgezeichnet und danach vom Mikroprozessor weiterverarbeitet. Aktuelles Datum, Uhrzeit sowie die Ohrmarken-Nummer des jeweils entsprechenden Tieres sind in das System integriert. Die gemessenen Daten werden in einem nicht flüchtigen Speicher der Sonde abgelegt und können jederzeit von außerhalb des Pansens mittels eines externen Empfangsgerätes ausgelesen werden. Das System überträgt die Messergebnisse sowie die Sensornummer, welche mit der Ohrmarken-Nummer korrespondiert, drahtlos über Funkwellen (433 MHz) an das externe Empfangsgerät. Diese Empfangseinheit ist über USB mit einem Laptop verbunden, wodurch die Ergebnisse transferiert und über ein eigens entwickeltes EDV-Programm sogleich abgelesen, graphisch dargestellt und interpretiert werden können. Die derzeitige Spezifikation der Pansen-pH-Sonde beinhaltet vom Anwender wählbare Messintervalle (von 1 Sekunde bis zu Stundenintervallen). In den vorliegenden Untersuchungen wurde im Intervall von 30 Minuten jeweils eine Messung des pH-Wertes und der Temperatur vorgenommen.

Die pH-Sonden (n=5) wurden bei 5 pansenfistulierten Ochsen unter 3 verschiedenen Fütterungsbedingungen zur Messung des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur eingesetzt. Diese Fütterungsversuche wurden jeweils als Exaktversuch ausgeführt, also mit Ein- und Rückwaage der eingesetzten Futtermittel (Ausnahme Weide) samt wöchentlicher Futtermittelanalyse (WEENDER-Analyse, Mineralstoff- und Spurenelementanalyse).

Nach einer Anpassungsphase an die jeweiligen Rationsbedingungen (14 Tage) wurden folgende Fütterungsversuche durchgeführt:

Fütterungsversuch 1: 100 % Heufütterung ad lib.: Die Tiere erhielten ausschließlich Heu mittlerer Qualität (RFA 28,5%, RP 9,7%, 5,6 MJ NEL), die Futteraufnahme betrug durchschnittlich 13,5 kg T.

Fütterungsversuch 2: Täglich Weidegang (ab 4:30 bis 16:30 Uhr) und Grundfuttergaben abends ad lib. (17:00 Uhr bis 4:00 Uhr). Die Grundfütterration abends bestand zu jeweils einem Drittel Heu (Qualität siehe Versuch 1), Grassilage (29,6% RFA, 13,5% RP, 5,7 MJ NEL) und Maissilage (20,9% RFA, 8,6% RP, 6,3 MJ NEL), wobei die durchschnittliche Futteraufnahme bei 7,2 kg T lag. Das Weidefutter hatte durchschnittlich 18 % RFA, 25,5% RP und 6,4 MJ NEL.

Fütterungsversuch 3: 50 % Grundfutter (jeweils 1 Drittel Heu, Grassilage und Maissilage und 50 % Kraftfutter). Hier wurde nicht ad libitum sondern rationiert gefüttert. Für die Ration wurde eine Gesamtfutteraufnahme von 12 kg T zu Grunde gelegt. Die Grundfütterration bestand zu jeweils einem Drittel Grassilage, Maissilage und Heu (Qualitäten siehe Versuche 1 und 2). Das Kraftfutter (7,3% RFA, 18,2% RP, 7,5 MJ NEL) setzte sich aus 20 % Gerste, 21 % Mais, 12 % Weizen, 10 % Trockenschnitte, 10 % Weizenkleie, 20% Sojaschrot und 7 % Rapsextraktionsschrot zusammen, wovon täglich von jedem Tier 6 kg T, aufgeteilt auf 2 Teilmengen, aufgenommen wurden. Diese Teilmengen wurden jeweils um 6:00 Uhr und 12:00 Uhr gegeben.

Wasser stand den Tieren in allen 3 Versuchen ad lib. in Form von Selbsttränkern zur Verfügung, die Wasseraufnahme wurde nicht gemessen.

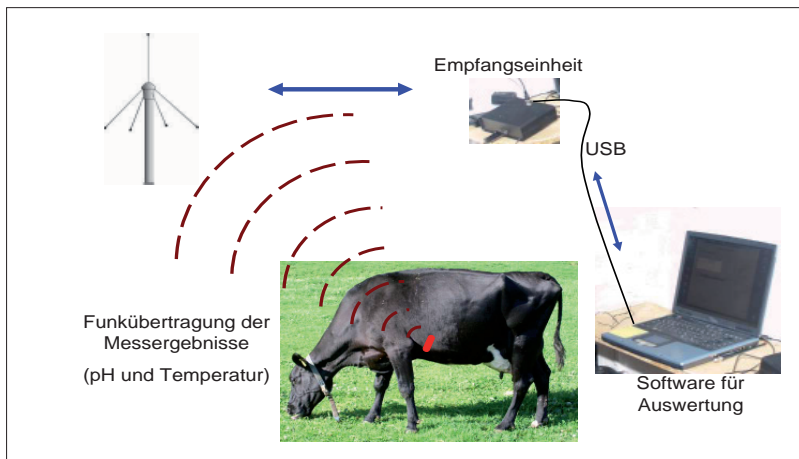


Abbildung 1: Intraruminale pH-Datenmesseinheit für Rinder mit kabelloser Datenübertragung

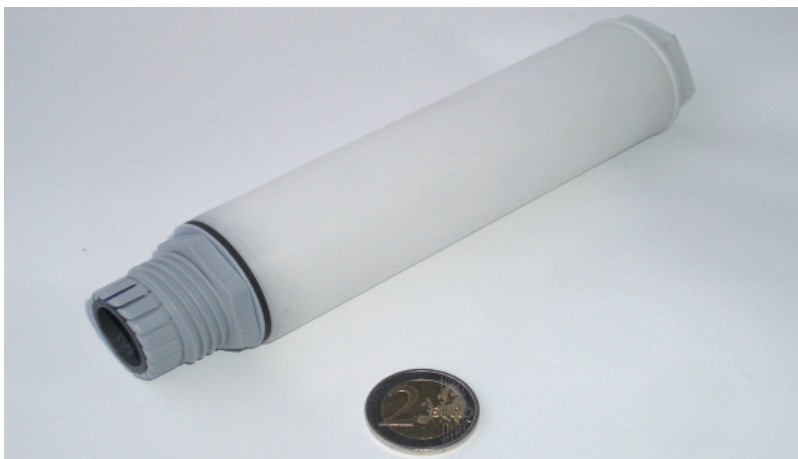


Abbildung 2: Intraruminale pH-Datenmesseinheit

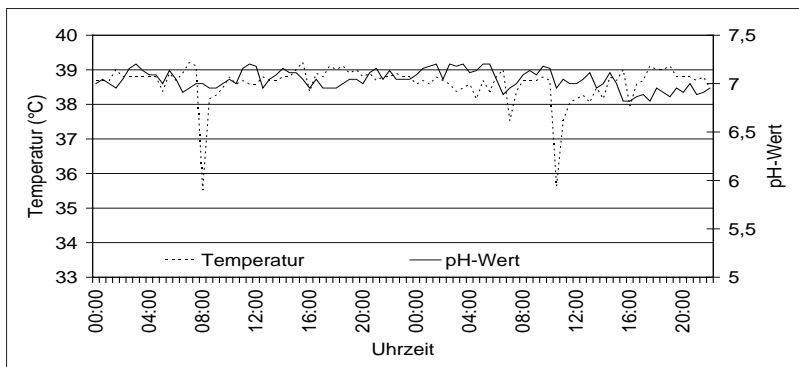


Abbildung 3: Zeitlicher Verlauf des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur bei reiner Heufütterung

Aufgrund der Bauart (Länge 180 mm, Durchmesser 36 mm und Gewicht 208 g) kann die Sonde einem erwachsenen Rind per os eingegeben werden. Die definierte Lage der Messsonden in den vorliegenden Untersuchungen war am ventralen Bereich des Retikulums. Die Sonden wurden über die Pansenfisteln in diesen Vormagenbereich eingelegt. Nach der Kalibration der Sonden mittels Eichlösungen (jeweils 4 Stunden in pH 4 und in pH 7) wurden der

Pansen-pH-Wert und die Temperatur im Vormagenbereich gemessen, nach Beendigung der Messungen wurden die Sonden aus dem Vormagenbereich über die Pansenfistel entfernt und einer neuerlichen Kalibration mit den Eichlösungen wie beschrieben unterzogen. Diese Messungen wurden zur Validierung der Ergebnisse herangezogen.

Die statistische Auswertung wurde per GLM (Statgraphic Plus 5.1) und mit dem Bonferroni-Holm-Test durchgeführt.

Ergebnisse

Die Futteraufnahmen und das Fressverhalten der mit einem Sensor bestückten Tiere waren nicht beeinträchtigt.

Bei allen Messdurchgängen konnte die Messsonde zu Ende des Versuches wieder im Retikulum vorgefunden werden. Der intraruminale Einsatz der Messeinheiten wurde sowohl vom äußeren Kunststoffmaterial der Sonden als auch von den inneren Bauteilen unbeschadet überstanden.

Für das Auslesen per Funk der im Vormagenbereich gemessenen Daten für den pH-Wert und die Temperatur wurde jeweils links des entsprechenden Tieres in einem Abstand von 5 m die Empfangsstation angebracht. Die Funkübertragung der Daten nahm jeweils etwa 1 Minute in Anspruch und funktionierte ohne Probleme.

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Messsonden jeweils in das Retikulum eingelegt.

Ergebnisse 100 % Heufütterung ad lib.:

Die mittlere Temperatur im Pansen (mean $38,40 \pm 0,70^\circ \text{C}$) wurde bei reiner Heufütterung signifikant durch die Wasseraufnahme beeinflusst, dies trifft auch auf Versuch 2 und 3 zu ($p < 0,05$) (Abbildung 3).

Die gemessene Temperatur zeigt keine Beziehung zu den Fütterungszeiten, wohl aber zu Perioden der Wasseraufnahme. Der mittlere pH lag bei $6,49 \pm 0,39$ und der tiefste gemessene Wert bei pH 6,14.

Ergebnisse täglich Weidegang und Grundfutter abends ad lib. (Abbildung 4):

Die mittlere Temperatur im Pansen betrug $38,12 \pm 0,80^\circ \text{C}$ und der mittlere pH-Wert $6,36 \pm 0,22$. Der tiefste gemessene Wert war pH 5,34 während der Weidephase und pH 6,16 während der Grundfutterphase.

Die Futteraufnahme auf der Weide hatte einen signifikanten Einfluss auf den pH-Wert im Vormagenbereich ($p < 0,05$).

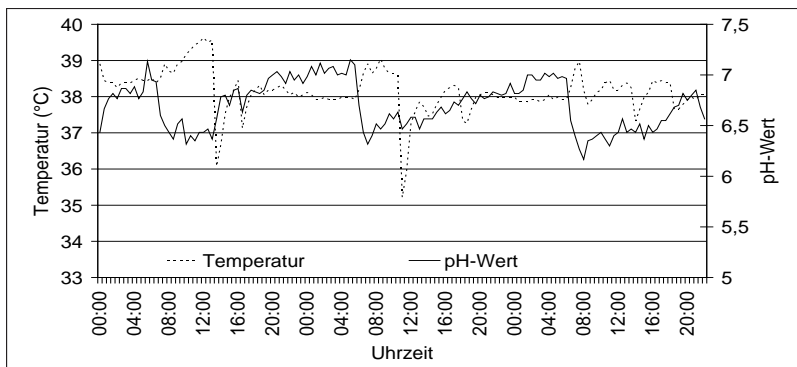


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur bei Weidegang und Heufütterung

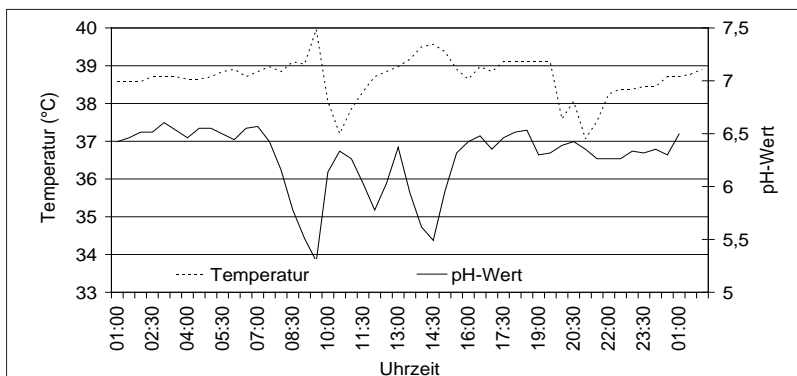


Abbildung 5: Zeitlicher Verlauf des Pansen-pH-Wertes und der Temperatur bei 50:50 Heufütterung:Kraftfutter

Ergebnisse 50% Grundfutter: 50 % Kraftfutter (Abbildung 5):

Die mittlere Temperatur im Pansen betrug $38,55 \pm 0,83^\circ \text{C}$ und der mittlere pH-Wert lag bei $6,37 \pm 0,24$. Der tiefste Wert war pH 5,29. Das Absinken des Pansen-pH-Wertes korrelierte signifikant mit der Verabreichung des Kraftfutters.

Zur Validierung der Messergebnisse wurden die verwendeten Sonden vor und nach jedem Einsatz in pH-Eichlösungen eingelegt und diese Werte miteinander verglichen. Der Korrelationskoeffizient lag für alle Sonden im Mittel bei 0,9987.

Tabelle 1: Angaben zur Validierung der 5 verwendeten Messsonden

	Eichlösung pH 4	Eichlösung pH 7
Anzahl Messungen	42	42
Drift absolut	$0,197 \pm 0,070$	$0,107 \pm 0,088$
Drift (%)	$2,44 \pm 1,76$	$1,53 \% \pm 1,26$

Tabelle 2: Ergebnisse aus den Fütterungsversuchen

Zeit (%)	< pH 5,5	< pH 5,8	< pH 6,2
Fütterungsversuch 1	0	0	55,6
Fütterungsversuch 2	12,1	18,9	44,2
Fütterungsversuch 3	3,0	16,6	53,5

Diskussion

Die beschriebenen Versuche wurden an 5 pansenfistulierten Rindern vorgenommen. Da das Herstellen einer Pansenfistel laut Tierversuchsgesetz genehmigungspflichtig ist, musste mit diesem Stichprobenumfang (n=5) das Auslangen gefunden werden. Das vorgestellte Messsystem stellt die erste Beschreibung einer drahtlosen Übertragung von kontinuierlich erhobenen Messdaten (Temperatur und pH-Wert) aus dem Vormagensystem von Rindern unter exakt definierten Rationsbedingungen dar. ALZAHAL et al. (2007) stellten ein System zur kontinuierlichen Messung der Temperatur und des pH-Wertes im Vormagen von Rindern vor, allerdings wurden die Daten via Kabel über die Pansenfistel auf eine außen am Rind montierte Speichereinheit übertragen. Ähnliche Systeme wurden auch von anderen Autoren verwendet (DATE und ALLEN, 1993; COTTE et al., 2004; DUFFIELD et al., 2004; KEUNEN et al., 2002; PENNER et al., 2006; RUSTOMO et al., 2006).

Das Eingeben per os der vorgestellten pH-Sonden an ein erwachsenes Rind ist aufgrund seiner Abmessungen, Stabilität und Torpedoform möglich und wurde versuchsweise auch erfolgreich durchgeführt.

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden die Messeinheiten aber jeweils über

eine Pansenfistel in das Retikulum eingelegt und nach der definierten Messdauer wieder entfernt. ALZAHAL et al. (2007) legten ihre Messsonde ebenfalls über die Pansenfistel ein, allerdings in den ventralen Pansensack. In den vorliegenden Untersuchungen wurden die Messsonden auf den Boden des Retikulums eingelegt. Diese Entscheidung wurde getroffen, weil die künftige beabsichtigte orale Verabreichung der Sonden zur Folge hat, dass die Sonde dann auch aller Wahrscheinlichkeit nach in der Haube und nicht im ventralen Pansensack zu liegen kommen wird. Um eine entsprechende Vergleichbarkeit der Messergebnisse unter verschiedenen Rationsbedingungen zu gewährleisten, wurde diese Vorgangsweise gewählt.

Zur Überprüfung und zur Instandhaltung des Messsystems wurde der Versuch an pansenfistulierten Rindern durchgeführt. Dadurch konnten die Messsonden nach jeder Messperiode aus der Fistel entfernt, gewartet und das System mittels Eichlösungen regelmäßig validiert werden.

Da die Energieversorgung der Sonde noch eine limitierende Größe hinsichtlich der Messdauer darstellt, wurden die Sonden an pansenfistulierten Rindern (n=5) erprobt.

Die Temperatur im Vormagen wurde bei reiner Heufütterung ($38,40 \pm 0,70^\circ \text{C}$) signifikant durch die Wasseraufnahme beeinflusst. Dies trifft auch auf die Versuche 2 ($38,12 \pm 0,80^\circ \text{C}$) und 3 ($38,55 \pm 0,83^\circ \text{C}$) zu, die gemessene Temperatur zeigte jedoch in keinem der Versuche eine statistische

Beziehung zum Fütterungszeitpunkt. Das unperiodisch auftretende, signifikante Absinken der Temperatur (negative peaks) korrelierte jedoch zeitlich mit der Wasseraufnahme der Tiere (Beobachtungen) und erklärt die aufgetretenen Schwankungen. Der pH-Wert im Vormagen wurde durch die Wasseraufnahme zwar numerisch, nicht aber signifikant verändert. Dieser Umstand kann mit dem Verdünnungseffekt erklärt werden.

Durch die Fütterung wurde die Temperatur im Vormagen ebenfalls signifikant beeinflusst, wobei die niedrigsten Temperaturen bei Weidefütterung mit Heuzufütterung und die höchsten Temperaturen bei Kraftfutterfütterung vorgefunden wurden. Die Temperatur im Pansen ist in erster Linie Ausdruck der mikrobiologischen Umsetzungsvorgänge und deshalb bei Zufütterung von rasch fermentierbaren Kohlenhydraten am höchsten (MISHRA et al., 1970; OETZEL, 2003), was auch in der vorliegenden Untersuchung nachgewiesen werden konnte. ALZAHAL et al. (2007) fanden in ihren Untersuchungen, dass die ruminale Temperatur eine negative Korrelation ($R^2=0,77$) zum pH-Nadir zeigte und schlossen aus dieser Beobachtung, dass das auch ein Hinweis auf eine bestehende Pansenazidose sein kann. Inwieweit die Messung der Temperatur im Vormagenbereich Hinweise auf die innere Körpertemperatur geben kann oder ob sich positive Korrelationen herstellen lassen, kann anhand der vorhandenen Daten nicht beantwortet werden. Die innere Körpertemperatur der in den beschriebenen Versuchen verwendeten Tiere wurde nicht gemessen.

Bei Weidefütterung mit Zufütterung von Heu zeigten sich die tiefsten Temperaturen im Pansen. Der Umstand, dass die Tiere während der Weidehaltung im Freien auch der Sonne ausgesetzt waren, dürfte zu einem erhöhten Wasserkonsum und damit insgesamt zu geringeren Temperaturen im Vormagen geführt haben. Zusätzlich hat Weidefutter im Vergleich zu den anderen eingesetzten Futtermitteln den höchsten Wassergehalt (ca. 85 %) und die aufgenommene Frischmasse ist daher deutlich höher als bei trockenerem Futter, wodurch die Temperatur im Pansen deutlicher und nachhaltiger abgesenkt werden dürfte. In jedem Fall treten bei den Tieren unter Weidehaltung mehr negative peaks im Temperaturverlauf auf, als das bei den beiden anderen Fütterungsvarianten der Fall war. Dies dürfte auch mit den bevorzugten Fresszeiten (jeweils nach dem Austrieb, zu Mittag und wieder am späten Nachmittag) der Tiere zusammenhängen.

Der mittlere pH-Wert im Vormagen lag bei reiner Heufütterung bei $6,49 \pm 0,39$ und der tiefste gemessene Wert bei pH 6,14. Dieser Bereich entspricht dem physiologischen Niveau des Pansen-pH-Wertes (VAN SOEST, 1982).

Der mittlere pH-Wert im Vormagen betrug bei Fütterungsversuch 2 $6,36 \pm 0,22$. Der tiefste gemessene Wert war pH 5,34 während der Weidephase. Damit lag der pH-Wert eindeutig im azidotischen Bereich (VAN SOEST 1982). Die Futteraufnahme auf der Weide hatte einen signifikanten Einfluss auf den pH-Wert im Pansen. Während bzw. nach der abendlichen Heufütterung lag der tiefste pH-Wert bei pH 6,16, womit der pH-regulierende Effekt des rohfaserreichen Futters demonstriert wird.

Bei Fütterungsvariante 3 lag der mittlere pH-Wert bei pH $6,37 \pm 0,24$. Der tiefste Wert war mit pH 5,29 im stark azi-

dotischen Bereich. Das Absinken des Pansen-pH-Wertes korrelierte signifikant mit der Verabreichung von Kraftfutter und entspricht auch den Angaben von OWENS et al. (1998). STEINGASS und ZEBELLI (2008) führen an, dass zur Aufrechterhaltung physiologischer Bedingungen der pH Wert im Pansen im Mittel 6,32 betragen soll.

Die vorgestellten Versuchsergebnisse wurde an 5 pansenfistulierten Ochsen durchgeführt, deren tägliche Futteraufnahme von 12-13 kg T aufgrund ihrer fehlenden Milchleistung bei etwa nur der Hälfte einer laktierenden Kuh liegt. Dementsprechend sind diese Angaben nur für Rinder mit niedriger Futteraufnahme repräsentativ, für Tiere mit höheren Futteraufnahmen müssten diese Daten erst durch entsprechende Versuche ermittelt werden.

Das vorgestellte Messsystem erlaubt exakte Zeitangaben, wie lange sich der pH-Wert unter einem definierten Niveau befand. Als Grenzwerte wurde in den vorliegenden Untersuchungen $< \text{pH } 5,5$, $< \text{pH } 5,8$ und $< \text{pH } 6,2$ gewählt.

Im Rahmen der Validierung der Messergebnisse konnte für die Ergebnisse der verwendeten Sonden ein Korrelationskoeffizient von 0,9987 ermittelt werden. Diese Methode der Evaluierung erscheint vorteilhafter als die Methode von ALZAJAL et al. (2007), die an 3 Zeitpunkten täglich (09:00, 13:00, 16:00) Pansensaft per Pansenfistel entnahmen, den pH-Wert per pH-Meter ermittelten und diese Werte mit dem Ergebnis der Sonder verglichen. Der dabei ermittelte Korrelationskoeffizient betrug 0,88.

Die Ergebnisse zeigen, dass das vorgestellte System zur Messung des pH-Wertes und der Temperatur im Vormagenbereich des Rindes eine innovative und verlässliche Grundlage zur Klärung wissenschaftlicher Fragestellungen hinsichtlich der Pansenphysiologie und Pansenpathologie darstellt. So kann nun etwa auch der zeitliche Verlauf des pH-Wertes in den Vormägen unter verschiedenen Rationsbedingungen dokumentiert werden. Zeitphasen mit azidotischer Belastung können durch dieses System exakt erkannt und auch zeitlich definiert werden. Da die Sonden aufgrund der verwendeten Bauteile als potentiell mit Schwermetallen behaftet anzusehen sind, müssen die Sicherheit und Stabilität der Sonden gewährleistet sein. Die Frage, ob ein eingegebener Sensor bei längerer Verweildauer inert bleibt und eine negative tiergesundheitliche Auswirkung ausgeschlossen werden kann, ist daher noch durch Langzeitversuche zu klären. Denn nur bei entsprechender Sicherheit kann auch ein routinemäßiger Einsatz unter Praxisbedingungen an Lebensmittel liefernden Tieren stattfinden.

Da die vorgestellten Messsonden einem adulten Rind auch per os eingegeben werden können, dürfte es nur eine Frage der Zeit und der Kosten sein, bis ein adaptiertes, verbessertes und nachweislich sicheres System auch unter praktischen Bedingungen, vorzugsweise in Großbetrieben, zur Überwachung von Rationen und der Tiergesundheit („Indikatortiere“) zum Einsatz kommt.

Mitteilung und Danksagung

Für die vorliegenden Untersuchungen an pansenfistulierten Rindern liegt eine Tierversuchsgenehmigung lt. TVG vom zuständigen Amt der Steiermärkischen Landesregierung

vor (GZ FA 8C-41A1/24-04 bzw. Verlängerungsantrag GZ 68205/89-C/gd/2007).

Wir möchten uns auf diesem Weg bei den Vertretern der zuständigen Behörde, des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung, namentlich bei Fr. Dr. Gertraud Odörfer und Fr. Mag. Beate DeRoja für die gute Zusammenarbeit bedanken.

Ein weiterer Dank gilt den Mitarbeitern der vorgesetzten Dienststelle, dem BMLFUW, für die freundliche Genehmigung und Unterstützung des Projektes „Pansensensor“.

Literatur

- ALZAHAL, O., KEBRAEB, E., FRANCE, J., FROETSCHER, M., McBRIDE, B.W. (2007): Ruminal temperature may aid in the detection of subacute ruminal acidosis. *J. Dairy Sci.* 91, 202-207.
- COOPER, R.J., KLOPFENSTEIN, T.J., STOCK, R.A., MILTON, C.T., HEROLD, D.W., PARROTT, J.C. (1999): Effects of imposed feed intake variation on acidosis and performance of finishing steers. *J. Anim. Sci.* 77, 1093-1099.
- COTTEE, G., KYRIAZAKIS, I., WIDOWSKI, T.M., LINDINGER, M.I., CANT, J.P., DUFFIELD, T.F., OSBORNE, V.R., McBRIDE, B.W. (2004): The effects of subacute ruminal acidosis on sodium bicarbonate-supplemented water intake for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 87, 2248-2253.
- DADO, R.G., ALLEN, M.S. (1993): Continuous computer acquisition of feed and water intakes, chewing, reticular motility and ruminal pH of cattle. *J. Dairy Sci.* 76, 1589-1600.
- DIRKSEN, G. (1990): Verdauungsapparat in ROSENBERGER, G. (Ed.): Die klinische Untersuchung des Rindes. 3. Aufl., Verlag Paul Parey Berlin-Hamburg, 288-400.
- DUFFIELD, T., PLAICIER, J.C., FAIRFIELD, A., BAGG, R., VESSIE, G., DICK, P., WILSON, J., AAMINI, J., McBRIDE, B. (2004): Comparison of techniques for measurement of rumen pH in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87, 59-66.
- ENEMARK, J.M.D., JORGENSEN, R.J., ENEMARK, S.T. (2002): Rumen acidosis with special emphasis on diagnostic aspects of subclinical rumen acidosis. A review. *Veterinarja Zootechnika*, 20, 16-29.
- GANTKE, S.M., NUSS, K., KÖSTLIN, R. (1998): Röntgenbefunde bei der Klauenrehe des Rindes. *Tierärztl. Praxis* 26, 239-246.
- GASTEINER, J. (2001): Grundlagen zu den Verdauungsvorgängen beim Rind (Anatomie, Physiologie, Mikroflora). Bericht zur Viehwirtschaftlichen Fachtagung, 28, 69-75.
- GEISHAUSER, T., GITZEL, A. (1995): A comparison of rumen fluid sampled by oro-ruminal probe versus rumen fistula. *Small Ruminant Research* 21, 63-69.
- JOHNSON, V.W., SUTTON, J.D. (1968): The continuous recording of the pH in the bovine rumen. *Br. J. Nutr.* 22, 303-307.
- KEUNEN, J.E., PLAIZIER, J.C., KYRIAZAKIS, L., DUFFIELD, T.F., WIDOWSKI, T.M., LINDINGER, M.I., McBRIDE, B.W. (2002): Effects of a subacute ruminal acidosis model on the diet selection of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 12, 3304-3313.
- KLEEN, J.L., HOUIJER, G.A., REHAGE, J., NOORDHUIZEN, J.P. (2004): Rumenocentesis (rumen puncture): a viable instrument in herd health diagnosis. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* 111 (12), 458-462.
- McARTHUR, J.M., MILTIMORE, J.E. (1968): Continuous recording of the in vivo rumen pH in fistulated cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 48, 237-240.
- KRAUSE, M.K., OETZEL, G.R. (2006): Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. *Anim. Feed Sci. Technol.* 126, 215.
- LISCHER, C.J., OSSENT, P. (2002): Pathogenesis of sole lesions attributed to laminitis in cattle. *Proc. 12th Int. Symp. Lameness in Ruminants*, 82-89.
- MISHRA, M., MARTZ, F.A., STANLEY, R.W., JOHNSON, H.D., CAMPBELL, J.R., HILDERBRAND, E. (1970): Effect of diet and ambient temperature-humidity on ruminal pH, oxidation reduction potential, ammonia and lactic acid in lactating cows. *J. Anim. Sci.* 30, 1023-1028.
- NOCEK, J., E., ALLMAN, J.G., KAUTZ, W.P. (2002): Evaluation of an indwelling ruminal probe methodology and effect of grain level on diurnal pH variation in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 85, 422-428.
- NORDLUND, K.V., GARRETT, E.F., OETZEL, G.R. (1995): Herd-based rumenocentesis: A clinical approach to the diagnosis of subacute rumen acidosis. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 17, 48-56.
- NORDLUND, K. (2003): Herd-Based Diagnosis of Subacute Ruminal Acidosis, American Association of Bovine Practitioners, Proc. 36th Annual Conference, Sept. 15-17, 2003-Columbus, USA, 17-23.
- OETZEL, G.R. (2003): Herd-Based Biological Testing for Metabolic Disorders, American Association of Bovine Practitioners, Proc. 36th Annual Conference, Sept. 15-17, 2003-Columbus, USA, 1-16.
- OSSENT, P., GREENOUGH, P.R., VERMUNT, J.J. (1997): Laminitis. In *Lameness in cattle* (GREENOUGH, P.R., WEAVER, A.D.) 277-292, Saunders Company, Philadelphia.
- PENNER, G.B., BEAUCHEMIN, K.A., MUTSAVANGA, T. (2007): Severity of ruminal acidosis in primiparous holstein cows during the periparturient period. *J. Dairy Sci.* 90, 365-375.
- RUSTOMO, B., ALZAHAL, O., CANT, J.P., FAN, M.Z., DUFFIELD, T.F., ODONGO, N.E., McBRIDE, B.W. (2006): Acidogenic value of feeds II. Effects of rumen acid load from feeds on dry matter intake, ruminal pH, fiber degradability and milk production in the lactating dairy cow. *Can. J. Anim. Sci.* 86, 119-126.
- SEEMANN, G., SPOHR, M. (2007): Untersuchungen zur Häufigkeit der subklinischen Pansenazidose und zur Zuverlässigkeit üblicher Diagnostika. Proc. 32. Fortbildungsveranstaltung Labordiagnostik in der Bestandsbetreuung, 22.6.2007 Tierklinik Leipzig, D., 16.19.
- SMITH, V.R. (1941): In vivo studies of hydrogen ion concentrations in the rumen of the dairy cow. *J. Dairy Sci.* 24, 659-665.
- STEINGASS, H., ZEBELLI, Q. (2008): Strukturbewertung von Rationen für Wiederkäuer. *Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 9.-10. April 2008, Bericht LFZ Raumberg-Gumpenstein 35, 27-33
- STRABEL, D., EWY, A., KAUFMANN, T., STEINER, A., KIRCHHOFER, M. (2007): Rumenocentese: Eine geeignete Methode zur pH-Bestimmung im Pansen saft beim Rind?, *SAT* 149, 301-306.
- VAN SOEST, P.J. (1982): *Nutritional ecology of the ruminant*. Comstock Publ. Association of the Cornell University Press, Ithaca and London.

Wieviel Melktechnik braucht man im Melkstand - was ist sinnvoll?

Kathrin Lincke^{1*}

Zusammenfassung

Melkstandgröße und Ausstattung entscheiden über Melkqualität und Durchsatz genauso wie über Investitions- und Betriebskosten.

Oft sind Landwirte vor dem Melkstandbau unsicher, was gebraucht wird, um gut melken zu können, welche Einrichtungen die Melkarbeit erleichtern und was nur die Kosten erhöht.

Die Verkaufsberatung der Melktechnikfirmen hat naturgemäß oft eine möglichst großzügig ausgelegte Melkstandvariante zum Inhalt. Zu wenig wird auf herdenspezifische Anforderungen eingegangen, sondern serienmäßig für alle Tierrassen und Leistungsniveaus gleiche Melktechnik verkauft. Der Landwirt selbst hat oft schlechte Erfahrungen mit veralteter Melktechnik hinter sich und will beim Neubau auch Herdenerweiterungen ermöglichen.

All das führt dazu, dass Melkstände oft zu groß und übermäßig ausgestattet werden.

Als unabhängige Melkberaterin ist es mein Anliegen, die Landwirte so zu beraten, dass sie eine auf ihre Bedürfnisse ausgerichtete und an die Herde angepasste Ausstattung des Melkstandes kaufen. Nachfolgend soll erläutert werden, welche Melkstände von Anfang an effektiv und erfolgreich arbeiten, gleichzeitig aber eine realistische Herdenerweiterung ermöglichen und wo Zeit und Kosten am besten gespart werden können.

Durchsatz

Melkstandgröße - Melkstandtyp - Schnell- austrieb - Vorwartebereich

Wenn ein Melkstand geplant ist, hat man mehrere Möglichkeiten mit einem Melker die gleiche Kuhzahl in einer Stunde zu melken. Begrenzend ist hier zu beachten, dass

Tabelle 1: **Wieviel Kühe kann ein Melker je Stunde melken (Richtwerte):**

Kuhzahl	30	40 -50	60-70	80-90	>100
Tandem	4 – 5	6 - 7(8)	- (8 cybolac)	-	-
Swingover	5	6 - 7(8)	9 – 10	12 – 16	16 - 18
FGM /SBS	1 x 6-8 2x3(4)	2 x 5(6)	2 x 7-8	2 x 8 (10)	-
Karussell	-	-	-	20	22 -(24)

¹ Beratung für Melktechnik und Eutergesundheit, Frühlingstraße 10, D-86842 TÜRKHEIM

* Ansprechpartner: Dipl.Ing.agr. Kathrin Lincke, e-mail: kathrin.lincke@melkberatung.net

Summary

The milking parlor size and milking equipment are important factors for milking quality, milking speed as well as for investment and operating costs.

Dairy farmers are often uncertain before building a new milking parlor. They are unsure about what is needed, which equipment facilitates the processing and what increases costs only.

The sale departments of milking equipment companies naturally try to sell over sized milking parlors. Herd-specific requirements are only to a small extent taken into account, but standard equipment is sold for all races and all variants of milk yields.

Often the farmer himself has bad experiences with obsolete milking equipment and plans a new building with a future herd increase in mind. All this leads to the construction of too big and over equipped milking parlors.

As an independent dairy consultant, it is my concern to advise farmers to buy milking equipment being tailored to their and their herd's needs. Subsequently, it will be discussed which milking parlors are working efficiently and successfully from the beginning.

At the same time they should allow a reasonable increase in herd size and save time and money.

nach meiner Einschätzung ein Melker nicht mehr als 16 Melkzeuge gut bedienen kann. Bei wenig Problemtieren oder wenn Milch für Kälber separat gemolken wird, können sehr gute Melker auch bis zu 20 Melkzeuge betreuen – automatische Melkzeugabnahme und optimale Melktechnik vorausgesetzt.

Melken von hinten oder von der Seite?

Bei der Melkstandplanung sollte am Anfang die Frage beantwortet werden, ob die Melkzeuge von der Seite oder von hinten angesetzt werden. Bei sehr vielen Stufeneutern ist das Melken von der Seite vorteilhafter, weil hier die Melkzeuge mit Hilfe von Melkarmen nach vorn gespannt werden können. Erst so erreicht man ein gleichmäßiges Ausmelken und ein annähernd gleiches Melkende aller Euterviertel (*Abbildung 1*).

Steile Fischgrätenmelkstände mit gerader oder geschwungener Melkstandkante?

Nur bei ausgeglichener Kuhgröße ist es möglich bei gerader Melkstandkante ohne Probleme von hinten zu melken. Bei sehr unterschiedlicher Kuhgröße stehen die kleineren Kühe zu weit vorn. Werden die Tieren nach hinten fixiert, stehen zumindest die größeren sehr eingeeengt, was Ausmelkgrad und Melkgeschwindigkeit sehr beeinträchtigt. Eine geschwungene Melkstandkante ermöglicht eine gute Erreichbarkeit der Euter auch bei kleineren Kühen, ohne dass die Kühe fixiert werden müssen. Hier werden die Melkzeuge von hinten angesetzt. An die Euter gelangt man aber auch noch gut von der Seite und die vorderen Euterviertel sind vor allem für kleinere Melker viel besser erreichbar (Abbildung 2). Die Vorteile beim Melken unterschiedlich großer Kühe rechtfertigen aus meiner Sicht die etwas höheren Baukosten und die aufwändigere Reinigung der Standfläche.

Ab wann lohnt sich ein Schnellaustrieb?

Swingover - Melkstände können ohne Schnellaustrieb auch bis zu 16 (18) Melkplätzen gebaut werden. Wenn der Melkstand nicht überdimensioniert ist, melken beim Gruppenwechsel die meisten Melkzeuge noch auf der anderen Seite. Hier kann viel Geld für das Melkhaus gespart werden. Der etwas schnellere Gruppenwechsel wird durch eine erheblich größere zu reinigende Fläche erkauft.

Ausnahme ist hier der Ausgang direkt in den Stall, was allerdings nur bei einseitigen Melkständen umgesetzt werden kann. Ich empfehle einen Schnellaustrieb erst ab 20 Melkplätzen.

Milchleitung

Größe - Höhe - Gefälle

Zu große Milchleitungen haben keinen melktechnischen Vorteil. Die Milchleitung sollte aber auch bei höchsten Milchflüssen nicht voll werden, weil dadurch die Vakuumversorgung der Melkzeuge beeinträchtigt ist. Bis wann das der Fall ist, kann auch der DIN/ISO entnommen werden. Bei zu großen Milchleitungen ist mehr Wasser und damit mehr Reinigungsmittel und Heizleistung zur Reinigung erforderlich. Ab einer 60er Milchleitung müssen mit Hilfe von Luftinjektoren Wasserpumpfen erzeugt werden, um die Leitung auch oben zu reinigen, was auch ein Kostenfaktor ist. Wird dies eingespart, kommt es oft zu Reinigungsproblemen.

Vakuumsystem

Größe der Vakuumpumpe - Luftleitung - Puffertank

Vakuum-Regelstrecke durch möglichst wenig 90° Bögen und wenig Reduzierungen kurz halten. Vakuumleitung groß genug dimensionieren und als Ringleitung verlegen. Bei größeren Melkständen stabilisiert ein Puffertank im Melkstand das Pulsvakuum.

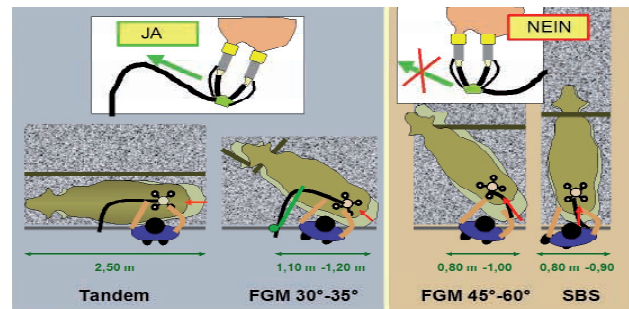


Abbildung 1: Melkstandtyp: Unterschiede in Eutererreichbarkeit und Melkzeugpositionierung

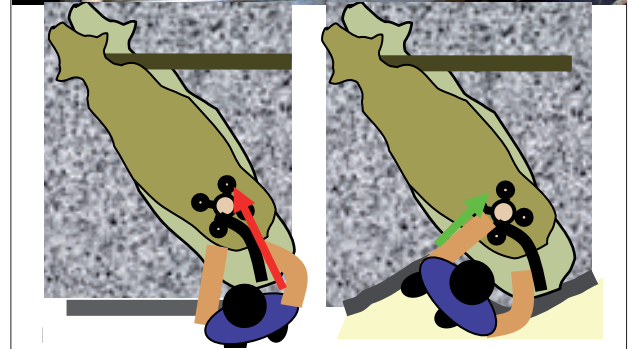


Abbildung 2: Geschwungene Melkstandkante

Tabelle 2: Milchleitung (Nicht größer als notwendig!)

Gefälle: min. 1,5 %		
Höhe: max. 1,20!! (über Standfläche der Kühe)		
Melkzeuge/Strang	Milchleitung	Beispiele
bis 3	40 mm	bis 2x3 FGM/SBS 6 MP Tandem/Swingover
4-5 (6 bei FV, BV)	48,5 mm	1x4 bis 2x5 (6) FGM/SB 8-10 Swingover
6-10	60 mm	1x6 bis 2x10 FGM/SBS 12-20 ncr Swingover
ab 10 MP	70 mm	ab 2x11 FGM/SBS ab 20 MP Swingover



Abbildung 3: Vakuumpumpe: Nicht zu klein, aber auch nicht übermäßig groß

Vakuumpumpe und Regelventil sollten schallisoliert vom Melkstand getrennt sein. Leise Vakuumpumpen kaufen. Frequenzsteuerung lohnt sich nur bei größeren Melkständen. Energieeinsparung sollte realistisch berechnet werden.

Zu große Vakuumpumpen:

- verbessern das Melken nicht
- verbrauchen unnötig viel Strom
- verursachen mehr Lärm
- auch Regelventil wird durch verstärkten Lufteinlass lauter
- die Vakuumregelung wird träger

Grobe Richtwerte für Leistung der Vakuumpumpe

100 l/min je Melkzeug
 (+ 50 l/min bei Melkzeugabnahme)
 x Faktor für Höhe

Begrenzend ist Reinigung, deshalb bei ungünstiger/großer/langer Milchleitung:

+ 100 - 300 l/min Reserve für Reinigung

Beispiele:

2x4 Melkplätze, MZ-Abnahme:
 850 - 1000 l/min (max. 1200 l/min)
 6 Melkplätze, 50er ML, tief /~1m:
 750 - 900 l/min (max. 1000 l/min)

Pulsation

Gleichtakt oder Wechseltakt - mechanische Stimulation

Gleichtakt bringt Vorteile hinsichtlich Ausmelkgrad und Zitzenbeschaffenheit.

Leider bieten noch nicht alle Firmen eine Gleichtaktpulsation an. Eine mechanische Vorstimulation ist bei individueller Eutervorbereitung, also im Tandem und im Swingover und auch RMA sinnvoll. Allerdings rate ich nur zu Stimulationspulsationen, bei denen noch nicht gemolken wird. Lässt sich das nicht einstellen, kann die manuelle Eutervorbereitung nur teilweise ersetzt werden.

Melkzeugabnahme

Eine automatische Melkzeugabnahme ist:

- immer sinnvoll und eine Arbeitsentlastung
- verringert Blindmelken
- sollte ab 10 Melkzeugen je Melker nicht fehlen
- Milchflussindikatoren mit geringen Vakuumverlusten
- Melkarme müssen automatisch mit rausschwenken (Seilaustritt am Zylinderende hinter Milkarmachse)
- Abnahmezeitpunkt muss richtig eingestellt und überprüft werden Milchfluss 200-300 g 10-15 (20)s unterschritten

- einfache Bedienung: Start z. B. über
 - Seilentlastung
 - große gut erreichbare Tasten
 - Drehung des Schwenkarmes

Schlauchführung

Haken - Melkarm - Schwenkarm

Liegen die Schläuche am Boden, werden die Melkbecher unterschiedlich belastet. Das hat auch einen unterschiedlichen Ausmelkgrad zur Folge. Ein längeres Melken bei geringem Milchfluss bedeutet immer auch eine höhere Zitzenbelastung. Die Schläuche müssen deshalb etwas nach oben geführt werden. Das Melkzeug sollte auch nicht verdreht hängen. Milch- und Pulsschlauch dürfen nicht

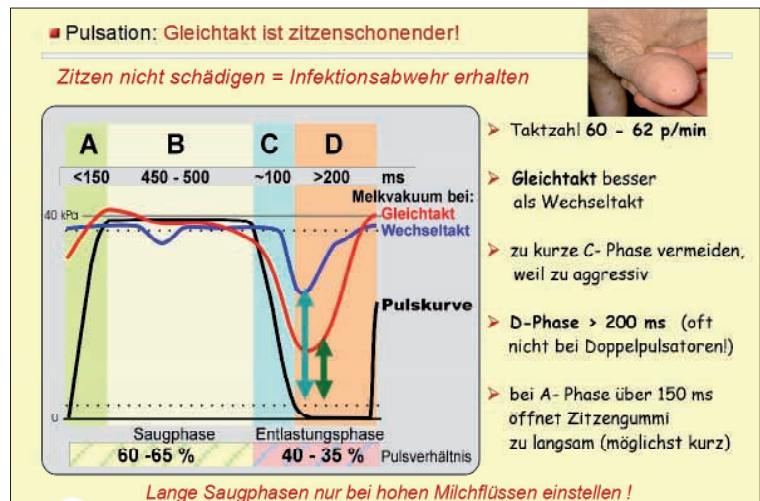


Abbildung 4: Pulsation

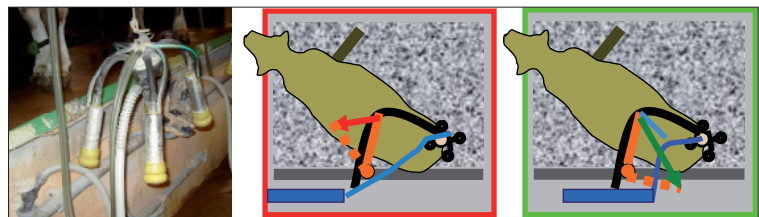


Abbildung 5: Automatische Melkzeugabnahme



Abbildung 6: Schlauchführung und Melkzeugpositionierung nicht ausreichend

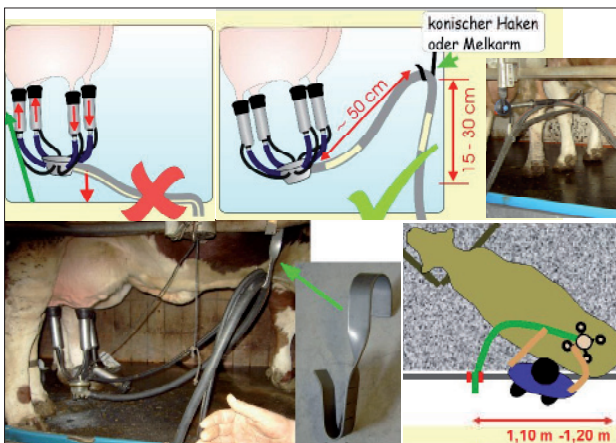


Abbildung 7: Schlauchführung und Melkzeugpositionierung



Abbildung 8: Schlauchführung von oben



Abbildung 9: Schlauchführung unter Melkkante ungünstig



Abbildung 10: Günstige Nachmelkvorrichtung

fest miteinander verbunden sein, weil sonst noch größere Hebelkräfte auf das Melkzeug entstehen.

Bei vielen stufigen Eutern lohnt sich ein Melkarm. Gut sind aber nur Melkarme, mit denen das Melkzeug auch etwas nach vorn gezogen werden kann. Unter der Drehachse sollten die Schläuche wegen der Zugentlastung noch einmal aufgehängt sein. Ich rate die Melkarme so hoch und so weit vorn wie möglich zu montieren.

Beim Melken von hinten ist die Schlauchführung am einfachsten, wenn die Milchleitung max. 1,20 m hoch über der Standfläche liegt. Bei richtiger Schlauchlänge liegen die Schläuche nicht am Boden und die Melkbecherbelastung ist zumindest bei normalen Eutern ausgeglichen. Werden im Swingover die Schwenkarme quer anstatt längs zur Kuh montiert, kann man durch Schwenken des Armes auch die Schlauchspannung verändern.

Nachmelkautomatik

Arbeitserleichterung oder Melkverlängerung?

Melkarme, die das Melkzeug während des Melkens entlasten oder zu stark fixieren behindern den optimalen Melkablauf und verursachen so oft noch ein längeres Nachmelken. Wird der Nachmelkvorgang dann auch noch zu spät gestartet, dauert das Melkende extrem lang. Das ist eine zusätzliche und zu vermeidende Zitzenbelastung. Entsteht der Zug auf das Melkzeug dagegen mit Hilfe von Umlenkrollen im Boden durch das Abnahmeseil, hängt das Melkzeug während des Melkens frei. Solch eine Nachmelkvorrichtung ist zu empfehlen.

Im Melkkarussell oder wenn ein Melker mehr als 16 Melkzeuge bedienen soll, kann eine gute Nachmelkvorrichtung das Melkergebnis verbessern.

Zitzengummi

Größe - Form - Silikon oder Gummi - Reinigung

Die Zitzengummigröße muss unbedingt an die Kühe angepasst werden. Zitzengummis mit dicken Verstärkungsringen oder zu enge unflexible Zitzengummis schnüren die Zitzen

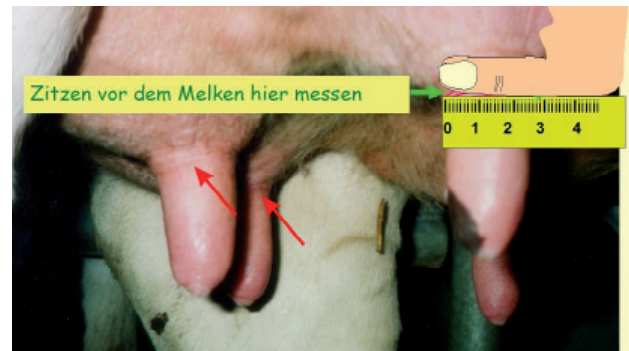


Abbildung 11: Zitzengummigröße muss ausreichend sein



Abbildung 12: Enge, flexible Kopföffnung, aber nicht zu schlaff und eingefallen



Abbildung 13: Reinigungsaufnahmen sollten Wasser in den Kopf sprühen

ab und melken zu langsam und die Euter werden nicht leer. Zu große Zitzengummis melken genau so schlecht wie verschlissene Zitzengummis. Sie klettern zu früh und verursachen so das Anschwellen des Venenrings und in dessen Folge ein schlechtes Ausmelken.

Silikonzitzengummis sind wegen der längeren Haltbarkeit und des weicheren Kopfbereiches zu empfehlen. Sie müssen fettfrei gereinigt werden, da sie sonst frühzeitig zu weich werden. Hierfür eignen sich alle Reinigungsaufnahmen, die Wasser in den Zitzengummikopf sprühen, dabei die Kopföffnung aber nicht ausdehnen.

Richtwerte Kopfloch:

HF, RB	20 - 22mm
Braunvieh	20 - 23mm
Fleckvieh	22 - 23(24) mm

Melkzeug

Melkbecher - Sammelstück - Schläuche

Vor allem bei Fleckvieh und in anderen Herden mit dickeren Zitzen ist neben besonders flexiblen Zitzengummis auf ausreichend schwere Melkbecher zu achten. Auch die vorderen Melkbecher sollten nicht leichter als die hinteren sein.

Da viele Firmen serienmäßig nur Melkzeuge für Holstein-Kühe mit sehr dünnen Zitzen anbieten, muss das extra gefordert werden. Zu leichte Melkbecher werden immer schlechter ausmelken.

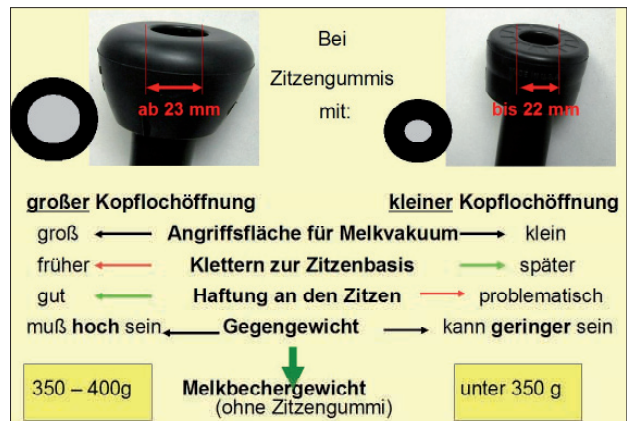


Abbildung 14: Vergleich Zitzengummis



Abbildung 15: Melkzeug an Euter und Milchflüsse anpassen!

Nur bei Verwendung von Zitzengummi mit einer Kopflochöffnung von 21 mm und kleiner können die Melkzeuge auch leichter sein.

Für einen ungehinderten Durchfluss der Milch sind die Größen der Ein- und Auslassstutzen entscheidend. Sammelstücke mit schrägen Einläufen sind flexibler und können unausgeglichene Euter besser melken.

Milchmengenmessgeräte sind ein Luxus, der sich aber lohnen kann, wenn die Daten für die Zucht und die Fütterung auch tatsächlich genutzt werden. Leider gibt es immer noch Geräte, bei denen der Milchschauch von unten angeschlossen wird oder sehr ungünstig geführt werden muss. Eine solche Schlauchführung verursacht vor allem bei Milchflüssen über 4l/min hohe Vakuumverluste in der Saugphase. Zur Mindestausstattung eines Melkstandes gehört keine Milchmengenmessung.

Dagegen sollte jeder Melkstand mit Silikonmilchschläuchen ausgerüstet sein. Sie brauchen 5-6 Jahre nicht getauscht zu werden, sind leichter und flexibler und bleiben innen glatt. Aus Sicht der Milchqualität sind sie unbedingt zu empfehlen. Man sollte jedoch auf eine reißfeste Qualität und eine Wandstärke von 6 mm achten.

Arbeitsbedingungen

Lärm-Licht-Lüftung-Wärme-Arbeits- erleichterungen

Neben der geringen Lautstärke ist eine gute Beleuchtung vor allem des Euterbereiches wichtig. Im Sommer sollte gut gelüftet, im Winter auch etwas geheizt werden können. Strahler und Heizgebläse auch durch Rohrsysteme sind besser als zu träge Fußbodenheizungen. Die Melkergrube sollte 0,85-1,00 m tief sein. Ein höhenverstellbarer Grubenboden ist nur bei sehr unterschiedlich großen Melkern zu empfehlen. Oft reicht ein zusätzlicher Auftritt.

Am rückschonendsten sind leicht überhängende Melkstandkanten und Gummimatten. Die Grube sollte



Abbildung 16: tiefe Lampen blendfrei für Mensch und Tier; Fenster, Lichtfirst

in der Mitte am höchsten sein. Aus ebenerdigen Gruben können Milchkannen gefahren werden. Mit Hilfe von Schwenkbrücken lässt sich das oft realisieren.

Strommessungen am landwirtschaftlichen Betrieb - Sparpotentiale

Werner Friedl^{1*a)}, René Braunstein² und Ernst Schmutzner²

Zusammenfassung

An der Technischen Universität Graz wurde 2006 ein Forschungsprojekt mit dem Ziel der wissenschaftlichen Analyse von elektrischen Einsparungspotenzialen in der Landwirtschaft gestartet und im Frühjahr 2009 abgeschlossen. Landwirtschaftliche Betriebe können in Betriebe, die tierische und pflanzliche Produkte erzeugen, unterteilt werden, wobei in Österreich der elektrische Energieverbrauch für die Erzeugung tierischer Produkte rund viermal über dem elektrischen Energieverbrauch der Produktion pflanzlicher Produkte liegt. Die landwirtschaftlichen Betriebe mit dem größten elektrischen Energieverbrauch sind Milchviehbetriebe (ca. 40 % des elektrischen Energieverbrauches der Tierproduktion), Ferkelzuchtbetriebe (ca. 27 %) und Schweinemastbetriebe (ca. 20 %). Um die Landwirtschaft besser erfassen zu können, wurde vom Institut für Elektrische Anlagen der Technischen Universität Graz der elektrische Energieverbrauch von Betriebsmitteln und speziellen landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten in Milchvieh-, Ferkelzucht- und Schweinemastbetrieben analysiert. Weiters werden die Ergebnisse flächendeckender Befragungen in oberösterreichischen landwirtschaftlichen Betrieben ausgewertet und auf Basis der durch diese Befragung gewonnenen Daten Betriebe zu einer detaillierten Lastganganalyse ausgewählt. Mit Hilfe der Befragungen und der Lastgangmessungen konnten mögliche Einsparungspotenziale ermittelt und verifiziert werden. Die Autoren dieses Artikels danken dem OÖ Energiesparverband für die finanzielle Förderung und das Interesse an einer wissenschaftlichen Aufarbeitung der Stromeinsparpotenziale in der Landwirtschaft.

Schlagwörter: Energiemanagement, Lastganganalysen, Elektrisches Energieeinsparpotenzial, Pareto - Prinzip, Wirtschaftlichkeitsberechnungen

Summary

At Graz University of Technology a research project for detecting and analysing electrical saving potentials in Austrian agriculture was launched in the summer of 2006 and has been finished at the spring of 2009. Agricultural businesses can be divided in vegetable- and livestock production. In has to be mentioned that the electrical energy consumption of livestock production is about four times bigger than the consumption of vegetable production.

Dairy cattle (approximately 40 %), piglet breed (approximately 27 %) and hog feeding (approximately 20 %) farms have the highest electrical energy consumptions of Austrian livestock production. With the plan to get deeper information and knowledge for agriculture the Institute of Electrical Power Systems of Graz University of Technology analysed electrical energy consumptions of electric arrangements and special agricultural machines and appliances of dairy cattle, pig fattening and piglet breeding farms.

In addition to that the results of an exhaustive survey in Upper Austria are analysed and due to the survey agricultural businesses are selected for a detailed load diagram analysis. With the help of the performed survey and the measurements of the load diagrams, saving potentials could be determined and verified.

The authors of this article thank the OÖ Energiesparverband for the financial support and the interest in a scientific investigation of the electrical savings potentials in agriculture.

Keywords: energy management, load diagram analysis, electrical energy savings potential, pareto's law, economic calculation

Einleitung

Energieeffizienz und Ökoenergie sind Begriffe, welche die Berichterstattung bezüglich des rasant steigenden Energieverbrauchs, dem daraus resultierenden CO₂-Anstieg und der damit in Zusammenhang stehenden globalen Klimaerwärmung prägen. Das Bewusstsein der Bevölkerung in Bezug auf den sorgsam Umgang mit Energie wird zunehmend geschärft und muss an den Punkt gelangen, wo aktive

Maßnahmen zur effizienten Energienutzung mit Freude und Engagement umgesetzt werden.

Die Landwirtschaft erlangt in diesem Zusammenhang in Bezug auf die immer wichtiger werdende Rolle des Energielieferanten, in Form von Biomasseproduktion und der zunehmenden Modernisierung zu „Hightech-Betrieben“ für Ackerbau und Viehhaltung, besondere Bedeutung. Hochmoderne Fütterungsanlagen und ein exakt abgestimmter Tagesablauf bilden die Grundlage den hohen Hygiene- und Qualitätsansprüchen wirtschaftlich nachkommen zu können. All dies verlangt auch in Bezug auf den Bedarf an Energie insbesondere elektrische Energie eine Optimierung.

^{a)} Der Beitrag gibt die persönliche Meinung des Autors wieder und nicht zwingend die Position der Energie Control GmbH

¹ Energie-Control GmbH, Rudolfsplatz 13a, A-1010 WIEN

² Institut für elektrische Anlagen, Technische Universität Graz, Inffeldgasse 18/I, A-8010 GRAZ

* Ansprechpartner: Dipl.Ing. Werner Friedl, e-mail: werner.friedl@e-control.at; Dipl.Ing. René Braunstein, e-mail: rene.braunstein@tugraz.at

Aufgrund der Komplexität der Aufgaben kann und darf dies nicht nur Aufgabe des „Allrounders“ Landwirt sein, bezogen auf das breite Spektrum an Tätigkeiten, welche zum Tagesgeschäft gehören, sondern muss auch wesentlicher Teil der Aufgaben von Herstellern und Lieferanten von neuen Anlagen und Komponenten zur Erweiterung, sowie Beratungsinstitutionen sein. Technologieänderungen in Richtung Effizienzsteigerungen müssen zu einer einfachen Handhabung führen und bei der Installation und im Gebrauch den täglichen Anforderungen entsprechen. Höhere Investitionskosten von neuen energieeffizienteren Produkten bedürfen sicherlich einer Anreizförderung um sich am Markt zu etablieren bzw. um zur Marktreife gelangen zu können (SCHMAUTZER et al., 2009).

Analyse der Landwirtschaft

Energetischer Endverbrauch

Der energetische Endverbrauch an elektrischer Energie ist, rückblickend auf die vergangenen Jahre, in der Verteilung relativ gleichbleibend (Abbildung 1) und kann in der Land- und Forstwirtschaft mit rund 1220 GWh (BMWA, 2004) angegeben werden. Berechnungen auf Basis von 1220 GWh ergeben, dass sich die Kosten der elektrischen Energie im landwirtschaftlichen Sektor auf rund 250 Millionen Euro pro Jahr belaufen und dass die Umsetzung von Energiesparpotenzialen auch beachtenswerte monetäre Auswirkungen haben kann. Im landwirtschaftlichen Sektor gab es bislang nur sehr wenige Untersuchungen zur Energieeffizienz und so gibt es auch nur bescheidene Informationen zum elektrischen Energiefluss in der Landwirtschaft und wenige Informationen über die Effektivität möglicher Sparmaßnahmen.

Diese Tatsache macht daher ein wissenschaftliches Aufarbeiten der Thematik im Rahmen einer umfangreichen Energieeffizienzanalyse sinnvoll und notwendig (BRAUNSTEIN, 2007).

Analyse nach Pareto

Vilfredo Pareto, ein italienischer Soziologe und Wirtschaftswissenschaftler, beschäftigte sich intensiv mit der Einkommensverteilung auf die Bevölkerung. Aus seinen bekannten Einkommensverteilungen, in denen ca. 20 % der Bevölkerung für in etwa 80 % des Volksvermögens verantwortlich waren, wurde die sogenannte Pareto-Verteilung abgeleitet und vielfach interpretiert. Dem Grundgedanken nach können ca. 70 - 80 % des Erfolges mit 20-30 % der Anstrengung erzielt werden. Diese Theorie lässt sich auch auf das Ziel, der Lokalisierung der energieintensivsten landwirtschaftlichen Betriebe und Verbraucher, anwenden und ist Basis der nachfolgenden Analyse der österreichischen Landwirtschaft (BRAUNSTEIN, 2007).

Der Produktionswert der österreichischen Landwirtschaft, aufgeteilt nach Bundesländern, wird in *Abbildung 2* dargestellt. Die Bundesländer Oberösterreich, Niederösterreich und Steiermark weisen österreichweit die höchsten Produktionswerte auf und auf Basis der Pareto-Überlegungen hat eine Effizienzanalyse in einem dieser Bundesländer das beste Aufwand zu Nutzen Verhältnis.

Untergliederung unterschiedlicher Typen von Landwirtschaften

Der elektrische Energieverbrauch im Sektor der tierischen Produktion ist rund viermal so hoch wie im Sektor der Pflanzenproduktion, wodurch die Ackerbaubetriebe aufgrund ihres geringeren Stromverbrauches in dieser Analyse nicht in die Betrachtungen miteinbezogen werden. Wie in der *Abbildung 3* grafisch dargestellt, lässt sich der elektrische Energieverbrauch in der Landwirtschaft der tierischen Produktion in die unterschiedlichen Typen von Tierproduktion untergliedern.

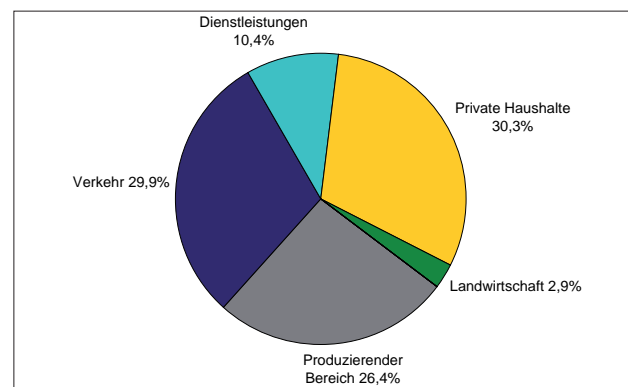


Abbildung 2.1: Energetischer Endverbrauch - Österreich nach Sektoren (BMWA, 2004)

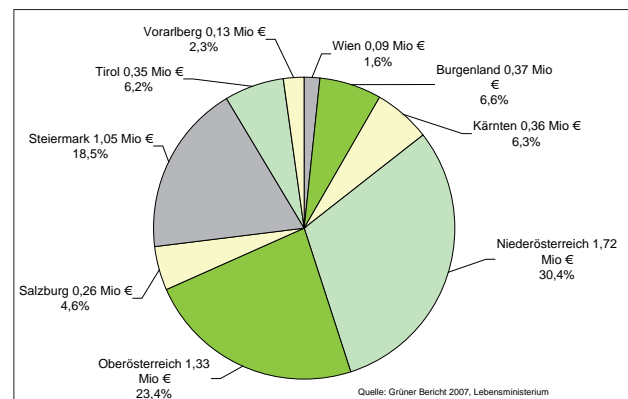


Abbildung 2: Produktionswert der tierischen und pflanzlichen Produktion nach Bundesländern (BLMFUW, 2007)

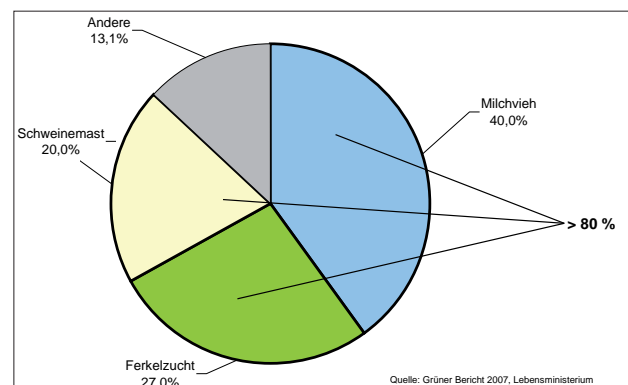


Abbildung 3: Elektrischer Energieverbrauch der Tierproduktion nach Landwirtschaftstypen (BLMFUW, 2007)

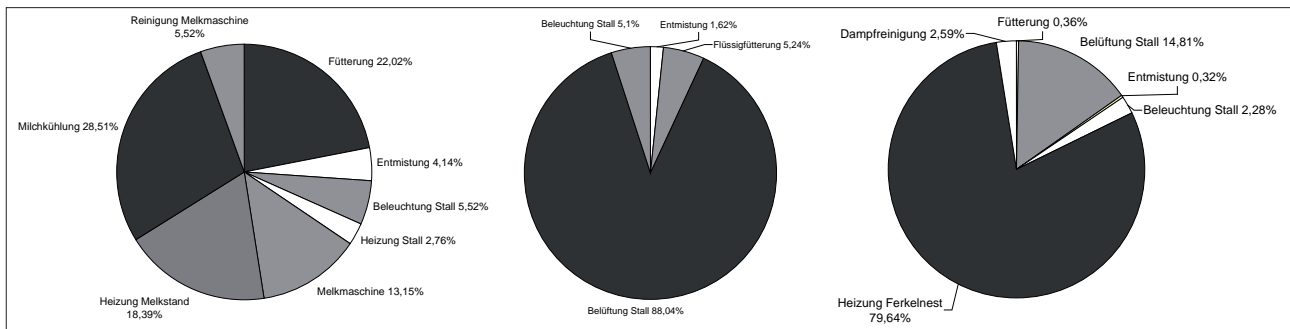


Abbildung 4: Prozentuelle Aufteilung des elektrischen Energieverbrauchs von einem Milchviehbetrieb (Links), eines Schweinemastbetriebs (Mitte) und eines Ferkelzuchtbetriebs (Rechts), KUBESSA, 1998

Durch das weitgehend in sich geschlossene und optimierte System von Geflügelbetrieben und der im Vergleich zu Schweinemast-, Milchvieh- und Ferkelzuchtbetrieben geringen Anzahl an Betrieben, wird von einer Betrachtung im Rahmen dieser Analyse abgesehen.

Milchvieh-, Schweinemast- und Ferkelzuchtbetriebe, die anteilmäßig den höchsten elektrischen Energieverbrauch in der österreichischen Landwirtschaft haben, werden daher in dieser Betrachtung näher untersucht (Abbildung 4).

Methode des Energiemanagements

Wesentlich für den Prozess eines Energie- oder auch Lastmanagements ist, dass man beginnend mit einer Grobanalyse eines Betriebs oder Systems die ablaufenden Arbeitsprozesse, mitunter auch mit detaillierten Messungen, auf deren Energiefluss untersucht und Effizienzsteigerungsmöglichkeiten unter Bewertung der Wirtschaftlichkeit erarbeitet werden.

Energiemanagement bezieht sich nicht nur auf das elektrische Energiesystem, sondern ist vielmehr im interdisziplinären Zusammenhang von koordiniertem und sparsamem Einsatz der verschiedenen Energieträger zu sehen.

Beim Energiemanagement sind folgende Punkte zu erfüllen:

- Wirtschaftlichkeit
- Optimale Energiebereitstellung und Nutzung
- Ressourcenschonende und umweltgerechte Energienutzung
- Ausreichende und sichere Versorgung mit verschiedenen Energieträgern
- Störungsfreie Energiebereitstellung und bedarfsgerechte Energienutzung

Der reduzierte elektrische Energiebedarf, steht durch die möglichen resultierenden Kosteneinsparungen anfangs im Interesse der Mikroökonomie, kann sich jedoch durch die positiven Auswirkungen auf die Gesamtökologie und die Entlastung der Stromversorgungsnetze auch nachhaltig auf die Makroökonomie auswirken.

Um die elektrische Energieeffizienz der Klein- und Mittelverbraucher, wie Haushalte, landwirtschaftliche Betriebe, Gewerbe bis hin zur Industrie, zu steigern, sollte man nach den folgenden Punkten vorgehen (BRAUNSTEIN et al., 2008).

- Kontaktaufnahme von möglichst unabhängigen und mit der Sache erfahrenen Beratern mit den Stromkonsumenten. Erfassung des Stromverbrauches und der Kosten der letzten Jahre (drei oder mehr Jahre).
- Ermittlung der verwendeten elektrischen Maschinen, Geräte, Betriebs- und Verbrauchsmittel. Erfassung der Prozesse.
- Ermittlung von spezifischen Kennzahlen und Vergleiche und Rückschlüsse mit bereits analysierten ähnlichen Verbrauchergruppen (Benchmarks, zur Einführung eines Benchmarkings).
- Grob-Studie und -Analyse der typischen energieintensiven Prozesse nach dem Pareto-Prinzip. Überlegungen zu möglichen und sofort wirksamen Prozessoptimierungen, Einsparmaßnahmen und Verbesserungen.
- Überprüfen der Stromabrechnungen im Detail. Tarifberatung und -Optimierung.
- Detaillierte Prozess- und Betriebsanalyse vor Ort. Ergänzung von Daten.
- Lastgangmessung vor Ort unter Einbeziehung eines geeigneten kurzen Aufzeichnungs- und Mittelungsintervalls, parallel dazu zeitliche und quantitative/qualitative Erfassung des Produktionsprozesses.
- Auswertung der Lastgangmessung. Durchführen von Lastgang- und Prozessanalysen.
- Detailplanung von möglichen Prozessverbesserungen und Stromeinsparmaßnahmen unter Mitarbeit des betrieblichen Managements und der direkt betroffenen Mitarbeiter - Etablierung von „Energy-Aktion-Teams“.
- Wirtschaftliche Bewertung von Maßnahmen zur Steigerung der elektrischen Energieeffizienz.
- Ausarbeitung von Detailkonzepten nach dem Pareto-Prinzip und eines Gesamtkonzeptes zur betrieblichen Optimierung (Einführung eines Benchmarkingverfahrens zur Kontrolle der Effizienzsteigerungsmaßnahmen und zum Vergleich mit Mitbewerbern)
- Übergabe des Konzeptes mit Verbesserungsvorschlägen, Maßnahmen, Tarifanalysen, Kosten-Nutzen-Analysen, Kontrollmethoden, ...).

Lastgang- und Strommessungen

Als einen Lastgang bezeichnet man im Wesentlichen eine Zeitreihe mit dem Verlauf der Leistungsaufnahme eines

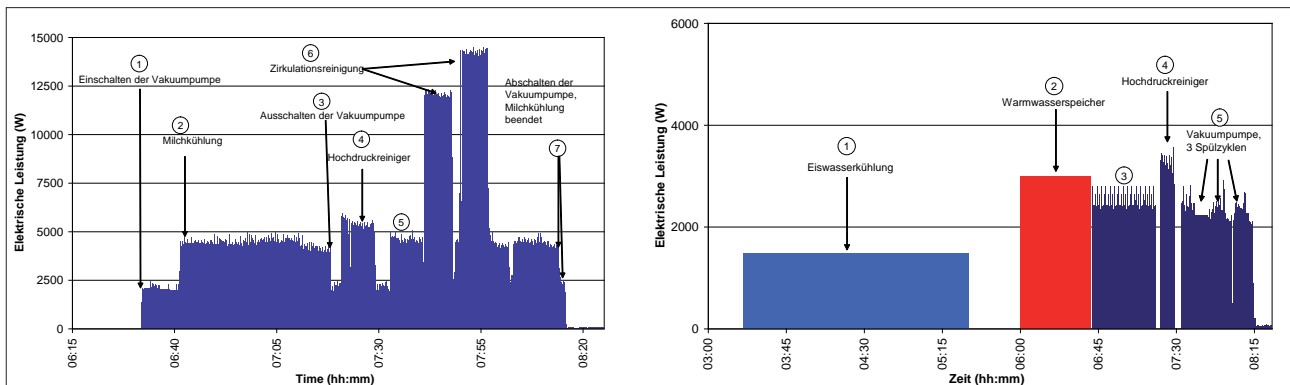


Abbildung 5: Lastganganalyse eines landwirtschaftlichen Prozesses (Links); Idee einer Prozessabwandlung aufgrund der Erkenntnisse aus der Analyse (Rechts)

Verbrauchers über einen gewissen Zeitraum. Durch die Darstellung von Belastungsschwanken werden dergleichen Zeitreihen oft auch als Belastungsdiagramm bezeichnet und in Abhängigkeit des Darstellungszeitraums in Tages-, Wochen- und Jahresreihen kategorisiert. Abhängig von der zeitlichen Auflösung der Zeitreihen, lassen sich bei unterschiedlicher Qualität und Aussagekraft Rückschlüsse auf Verbraucher aufzeigen.

Aufgrund der vielen unterschiedlichen und leistungsstarken Verbrauchern im landwirtschaftlichen Bereich, ist der Einsatz mehrkanaliger Datenlogger zur Lastgangmessung erforderlich. Dadurch können Messungen an den Haupt- und Unterverteilern von Gebäuden durchgeführt werden und die Lastgänge den einzelnen Verbrauchern bzw. Verbrauchergruppen zugeteilt werden, wodurch Analysen von speziellen Verbrauchern erst möglich werden (Abbildung 5). Ein speziell am Institut für Elektrische Anlagen erarbeitetes Messkonzept ermöglicht die Aufzeichnung von Lastgängen über den Zeitraum von mehreren Wochen bei einem Aufzeichnungsintervall im Sekundenbereich.

Mit der Netzspannung und den Phasenströmen als Eingangsgrößen, wobei die Phasenströme über Wechselstrommesszangen (Abbildung 6) gemessen werden, können durch die Messsoftware die gemessenen Ströme und Spannungen zur Leistungsbestimmung zusammengefasst und aufgezeichnet werden.

Ergebnisse - Sparpotentiale

Milchviehbetriebe

Für Milchviehbetriebe ergeben sich vor allem elektrische Energieeinsparpotentiale durch die Wahl eines effizienten Heubelüftungssystems, sowie durch moderne frequenzgesteuerte Pumpen. Die Abwärmenutzung des Kühlkompressors zur Warmwasseraufbereitung ist Stand der Technik und sollte von allen Milchviehbetrieben genutzt werden. Für elektrische Lasten hoher Anschlussleistung, wie z.B. die Heubelüftung ist ein Doppeltarifzähler für „unterbrechbare Lieferungen“ aus wirtschaftlichen Gründen empfehlenswert. Allenfalls vorhandene Glühlampen sollten ab einer täglichen Einschaltdauer von vier Stunden durch Energiesparlampen ersetzt werden.

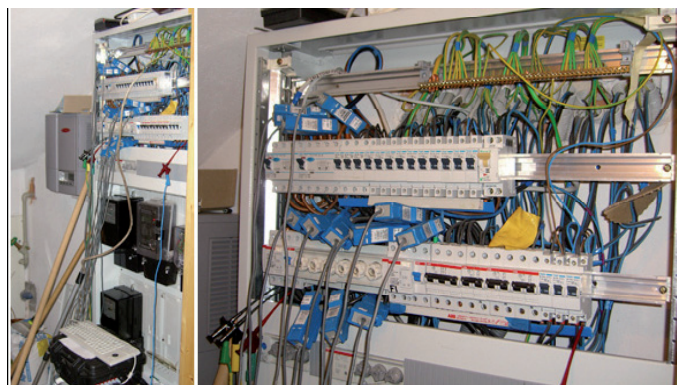


Abbildung 6: Darstellung des Messsystems im praktischen Einsatz an einem Niederspannungsverteiler

Schweinemastbetriebe

Für Schweinemastbetriebe ergeben sich vor allem elektrische Energieeinsparpotentiale durch die Verwendung von effizienten Stallventilatoren. Ein zentrales Abluftsystem, eine Kombination aus herkömmlichen und energiesparenden Ventilatoren, stellt die effizienteste Möglichkeit der Stallbelüftung dar.

Für elektrische Lasten hoher Anschlussleistung, wie z.B. die Getreidemühle ist ein Doppeltarifzähler für „unterbrechbare Lieferungen“ wirtschaftlich sinnvoll. Die Nutzung von Mahl- und Mischgesellschaften verspricht ein elektrisches Energieeinsparpotenzial für den Einzelnen, da Prozesse in der Futterkette (z.B. Mahlen und Mischen von Futtermais) nicht von den Landwirten selbst durchgeführt werden. Allenfalls vorhandene Glühlampen sollten ab einer täglichen Einschaltdauer von vier Stunden durch Energiesparlampen ersetzt werden.

Ferkelzuchtbetriebe

Neben den Sparpotenzialen, die bereits bei den Schweinemastbetrieben angeführt wurden, welche natürlich auch für die Ferkelzuchtbetriebe gelten, ergeben sich bei Ferkelzuchtbetrieben zusätzliche elektrische Energieeinsparpotentiale durch die Optimierung des Ferkelneheizungssystems. Elektrische Bodenplatten könnten ganz oder zumindest schrittweise mit Warmwasserheizplatten substituiert werden.

Landwirtschaftliche Haushalte

Bei Untersuchungen im landwirtschaftlichen Bereich stellen die Haushalte einen nicht zu vernachlässigenden Anteil am landwirtschaftlichen Gesamtstromverbrauch dar. In landwirtschaftlichen Haushalten leben sehr oft mehr Personen als die statistisch-durchschnittlichen rund 2,5 Personen je österreichischem Haushalt. Das Ergebnis der Befragung von 100 landwirtschaftlichen Betrieben in Oberösterreich zeigt, dass statistisch rund 5,5 Personen in einem landwirtschaftlichen Haushalt leben. Durch die Gegebenheit, dass gewisse landwirtschaftliche Prozesse auch in den Haushalt eingebunden sind, steigt im Bereich der Landwirtschaft auch die Bedeutung des Einsatzes effizienter Haushaltsgeräte, insbesondere der Einsatz effizienter Waschmaschinen, Kühl- und Gefrierschränke sowie Wäschetrockner. Die verstärkte Nutzung des nahezu flächen-deckend vorhandenen Tischherdes, sowie der Einsatz von Energiesparlampen, stellen weitere Einsparungsmöglichkeiten dar (Abbildung 7).

Tarifrecherche

Das Prüfen der Energielieferverträge, sowie der Vergleich mit alternativen Stromanbietern ist ein wichtiger Bestandteil

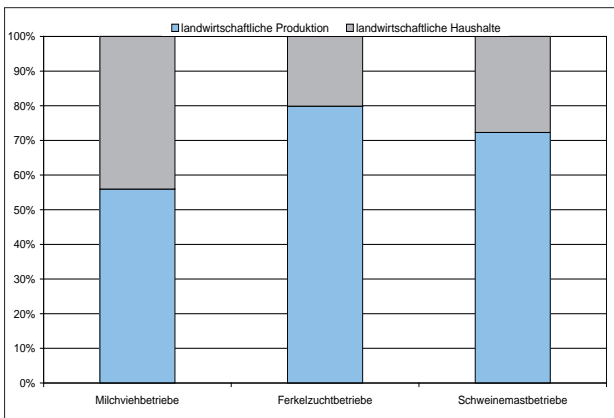


Abbildung 7: Anteil des durchschnittlichen Stromverbrauches des landwirtschaftlichen Haushaltes am Gesamtstromverbrauch

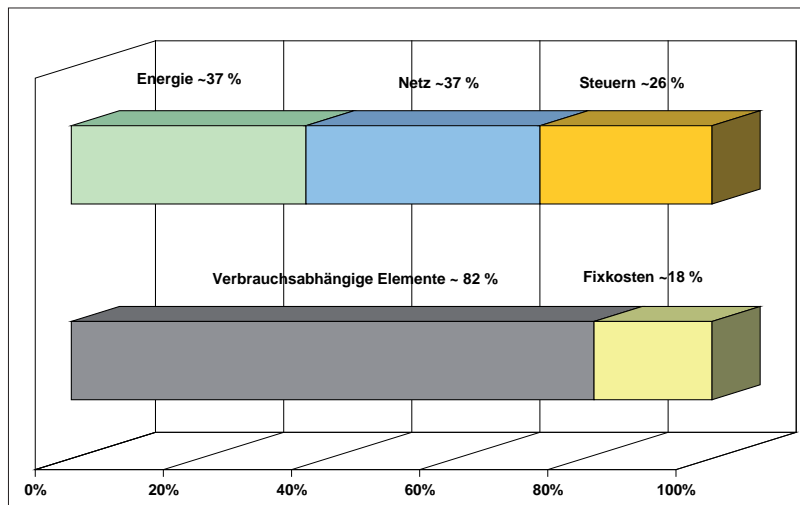


Abbildung 9: Untergliederung der Stromrechnung in Energie, Netz und Steuern (Balken oben) sowie Darstellung des verbrauchsabhängigen Anteils der Stromrechnung (Balken unten)

des Energiemanagements. Aus diesem Grund werden auch die Elemente der Strom-Jahresabrechnung analysiert, um genau zu wissen, wie stark der elektrische Energieverbrauch in die Stromrechnung eingeht.

Die Elemente der Stromrechnung (siehe Abbildung 8) sowie die Untergliederung in die drei Hauptbereiche Energie, Netz und Steuern kann in Abbildung 9 gezeigt werden. Zu beachten ist, dass lediglich der Grundpreis für Netz und Energie sowie das Messentgelt als absolute Größen verrechnet werden und dass somit rund 80 % der physikalisch verbrauchten Energie in die Stromrechnung eingehen. Demnach bewirken effizienzsteigernde Maßnahmen, die den Stromverbrauch reduzieren, auch deutliche Auswirkungen auf die Gesamtrechnung.

Die Bedeutung des Wechsels zu einem alternativen Stromanbieter, konnte am Beispiel eines landwirtschaftlichen Betriebs sehr deutlich aufgezeigt werden, welcher lediglich durch den Wechsel des Energielieferanten, die jährlichen elektrischen Energiekosten um rund 1.200 € (zum Stand der Untersuchung; bei einem Jahresverbrauch von 50.000 kWh) verringern konnte.

Literatur

SCHMAUTZER, E., R. BRAUNSTEIN, W. FRIEDL und M. ÖLZ, 2009: Stromsparpotentiale in der Landwirtschaft,

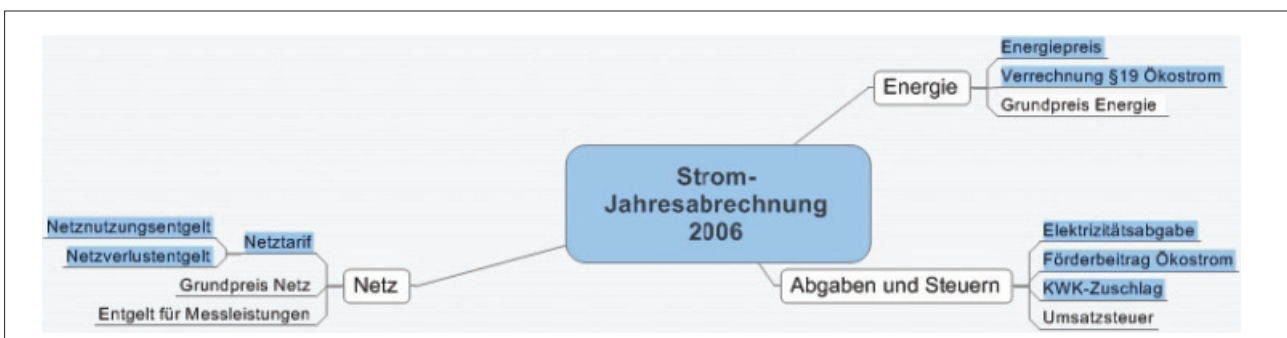


Abbildung 8: Elemente der Strom-Jahresabrechnung

Forschungsbericht am Institut für Elektrische Anlagen der TU Graz im Auftrag der Oberösterreichischen Landesregierung.

BRAUNSTEIN R., E. SCHMAUTZER, W. FRIEDL, 2008: Elektrische Lastganganalysen zur Verbesserung des Energiemanagements von Klein- und Mittelverbrauchern, Symposium Energieinnovation.

BRAUNSTEIN, R., 2007: Energieeffizienz und Energieeinsparpotenziale in der Landwirtschaft, Diplomarbeit, Institut für Elektrische Anlagen, TU Graz.

GRÜNER BERICHT 2007: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft Wien, 2007, S. 13 -20

ENERGIEBERICHT 2003: Seite 9, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Wien, 2004

ENERGIEBERICHT 2003: Seite 176, Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit, Wien, 2004

KUBESSA, M., 1989: Energiekennwerte, Handbuch für Beratung, Planung, Betrieb, Unze-Verlag, Leipzig, ISBN 3-93129-902-3, S 48 - 49

Luftführung und energietechnische Aspekte zur Verringerung von Hitzestress in Rinderstallanlagen

Thomas Heidenreich^{1*}

Neben der vorrangigen Nutzung der Querlüftung in Rinderställen setzt sich in den letzten Jahren immer stärker der Einsatz von Ventilatoren zur Unterstützungslüftung durch. Die große Leistungssteigerung der letzten Jahre in der Milchproduktion führte zur Notwendigkeit, der Vermeidung von Hitzestress eine höhere Aufmerksamkeit zu schenken. Anhaltende Wärmeperioden im Sommer sorgen immer wieder für Probleme in Milchviehställen. Einerseits sinkt die Milchleistung der Tiere, andererseits können auch erhebliche Gesundheitsprobleme, insbesondere bei Hochleistungstieren auftreten.

Grundlagen der Lüftungsplanung

Die DIN 18910-1 „Wärmeschutz geschlossener Ställe“ beschreibt lediglich die Auslegung von Zwangslüftungsanlagen, berücksichtigt aber bisher nicht die freie Lüftung. Kühleffekte der Luftströmung (Wind – Chill – Effekt) werden ebenso nicht berücksichtigt. Leistungshöhen von mehr als 50 kg Tagesgemelk in den Milchviehherden müssen aber auch bei der Lüftungsplanung Berücksichtigung finden. So produziert eine 10.000-Liter-Kuh im Durchschnitt der Laktation eine Gesamtwärmemenge von etwa 2.000 Watt (W), davon bei 0°C Umgebungstemperatur 1.500 W als direkte Wärmestrahlung und 500 W in Form von 580 g Wasserdampf. Bei einer Stalltemperatur von 30 °C beträgt die Direktstrahlung noch 450 W, die Wasserdampfproduktion liegt aber bereits bei 1400 g, im ersten Laktationsdrittel noch höher.

Aufgrund der geringeren Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenbereich von etwa 10 - 15°C bei Außenklimaställen und der damit verbundenen geringeren Wasserdampfaufnahme der Luft, erfordern Außenklimaställe auch im Winter wesentlich höhere Luftraten als Warmställe. Entsprechend der genannten Bedingungen verdoppelt bis verdreifacht sich das zu fördernde Luftvolumen zum Abtransport des anfallenden Wasserdampfes.

Besonders bei der Planung einer Unterstützungslüftung für den Sommerbetrieb sind die gegenüber der DIN 18910-1 um etwa 30 - 40 % erhöhten Luftraten (Tabelle 1) zu berücksichtigen. Aus tierphysiologischer Sicht führen Umgebungstemperaturen von 30°C aber bereits zu erheblichen

Belastungen bei den Kühen, die sich nicht nur in Form von Leistungsdepressionen äußern, sondern auch Verdauungs- und Fruchtbarkeitsstörungen bis hin zu Kreislaufkrankungen nach sich ziehen. Bereits bei Temperaturen über 22°C verringert sich die Futteraufnahme und der Wasserbedarf der Tiere steigt an.

Um auch bei diesen Temperaturen einen ausreichenden Luftwechsel ohne wesentlichen Anstieg der Stalltemperaturen zu realisieren, sind weitaus höhere Luftraten zu fördern, als in der DIN 18910-1 vorgegeben ist (Tabelle 1).

Wärmeeintrag durch ungedämmte Dächer bei Außenklimaställen

Neben der Luftratenberechnung auf Basis der Wärmeabgabe der Tiere kommt bei ungedämmten Dächern noch die Einstrahlungswärme der Dachhaut hinzu. Bei wolkenlosem Himmel beträgt die Globalstrahlung etwa 800 W/m². Entsprechend der Farbe der Dachhaut wird ein Teil davon reflektiert. Je heller die Farbe, desto höher die Rückstrahlung. Deshalb sollten bei Außenklimaställen vorrangig Dachplatten in hellen Farbtönen (hellgrau oder weiß) zum Einsatz kommen. Die wirksame Strahlungswärme kann trotzdem noch bis zu 300 Watt je m² Dachfläche betragen. Im Sommer wurden Dachinnentemperaturen eines roten Wellfaserzementdaches von z. T. über 60°C gemessen.

Berücksichtigt man eine Dachfläche von etwa 10 m² je Kuh und einen u-Wert der Dachplatten von 3,3 ergeben sich bei Dachtemperaturen von 35 bis 60°C zusätzliche Wärmeeinträge zwischen 165 bis 990 Watt je Kuh (Tabelle 2). Diese Wärmeeinträge sind bei Außenklimaställen in

Tabelle 1: Luftraten für Hochleistungskühe mit 700 kg LM (nach CIGR)

Leistungsgruppe	Leistung	Durchschnitt in kg	1. Lakt.-drittel	2. Lakt.-drittel	3. Lakt.-drittel	Trockensteher
Mindestluftrate in m ³ /h	10.000	136	159	132	115	94
Sommerluftrate in m ³ /h 30 °C, delta t = 3 K	DIN 18910-1	320	431	344	257	250
	10.000	477	569	473	412	334
	12.000	521	632	517	439	334
22 °C, delta t = 3K	10.000	890	1062	884	769	624

Tabelle 2: Wärmeeintrag bei ungedämmten Dächern und Luftrate zum Abtransport der zusätzlichen Wärme

Temperatur über Dach °C	35	40	45	50	55	60
W/Kuh bei 10 m ² Dachfläche	165	330	495	660	825	990
notwendige Luftrate in m ³ /Kuh*h	174	348	521	695	869	1.043

¹ Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, August-Böckstiegel-Straße 1, D-01326 DRESDEN

* Ansprechpartner: Dipl.Ing.agr. Thomas Heidenreich, e-mail: thomas.heidenreich@smul.sachsen.de

angemessener Form bei der Lüftungsplanung, insbesondere bei der Dimensionierung der Zu- und Abluftflächen, zu berücksichtigen (Tabelle 3).

Sinkt die Windgeschwindigkeit unter 1 m/s, ist trotz offener Wände meist kein ausreichender Luftwechsel mehr gegeben. Besonders kritisch sind der Vorwarte Hof und der Melkstand so wie auch Ställe, die von anderen Gebäuden beeinflusst werden. Gerade im Vorwarte Hof und im Melkstand fallen aufgrund des geringen Raumes und der hohen Tierdichte große Mengen Wärme und vor allem Wasserdampf an, die dann Hitzestress für die Tiere und auch den Melker verursachen.

Tabelle 3: Empfohlene Zu- und Abluftflächen für Kuhställe (Leistung > 8.000 kg Milch/Kuh und Jahr, Außenwindgeschwindigkeit 1 m/s)

Wärme gedämmter Stall	
einzeln stehend Queranströmung 0,4 - 0,5 m²	von anderen Gebäuden beeinflusst bzw. ungünstige Lage 0,5 - 0,8 m²
Außenklimastall	
einzeln stehend Queranströmung 0,8 - 1,0 m²	von anderen Gebäuden beeinflusst bzw. ungünstige Lage 1,0 - 1,2 m²

Kühlung mit Luft (Wind-Chill-Effekt)

Unter solchen Bedingungen ist es dann notwendig, die Luftwechselrate künstlich zu beschleunigen.

Wichtig ist, eine gleichmäßige Luftströmung im Aufenthaltsbereich der Kühe zu erzeugen, um den sogenannten „Saunaeffekt“, d. h. die Schichtbildung der Luft um den Körper der Kuh - vor allem bei liegenden Kühen - zu durchbrechen. Damit wird die Wärme- und Wasserdampf abgabe der Kühe wirksam unterstützt.

In Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit und der Luftfeuchte können durch die Kühe unterschiedliche Mengen an Wasser über die Haut verdampft werden. Durch diese Verdampfung entsteht Verdunstungskälte, die eine entsprechende Kühlwirkung an der Haut der Tiere erzeugt (Tabelle 4).

Die höchste Kühlwirkung ist nach Barnwell mit einer Luftgeschwindigkeit von 2,5 m/s zu erreichen. Über diese Geschwindigkeit hinaus verringert sich die Kühlwirkung wiederum, da die Feuchtigkeit der Haut bei hohen Luftgeschwindigkeiten ohne Verdampfungswirkung mitgerissen wird. Allerdings sind Luftgeschwindigkeiten von bis zu 5

Tabelle 4: Kühlwirkung der Luft in K durch Nutzung der Verdunstungskälte (Quelle: nach R. BARNWELL, 1997)

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

m/s bei hohen Umgebungstemperaturen unschädlich für die Tiere.

Gestaltung der Unterstütlungs Lüftung

Welche Form der Lüftungsunterstützung am sinnvollsten ist, hängt von der Größe und dem Standort des Stalles ab. Bei in der Nähe liegender Wohnbebauung oder N-empfindlichen Biotopen sollte die Strömungsrichtung so gewählt werden, dass keine direkte Beeinflussung dieser erfolgt. Die gesamte zu installierende Luftleistung der Ventilatoren ist abhängig von der Stalllänge, der jeweiligen Kuhgruppe und, wie bereits oben erwähnt, vom Dach des Stalles. Sie schwankt entsprechend zwischen 500 und 1.200 m³ je Kuh, explizit der Ventilatoren für den Melkstand und den Vorwarte Hof. Am meisten verbreitet ist das Aufhängen der Ventilatoren über den Liegeboxen, in einem Winkel von 5 - 10 ° aus der Vertikalen. Je nach effektiver Wurfweite der Ventilatoren sind diese in einem Abstand zwischen 12 - 20 aufzuhängen, um die Luft entsprechend wieder zu beschleunigen. Dabei kann als Faustzahl angenommen werden, dass bei den üblich eingesetzten Baugrößen ein Ventilator eine effektive Wurfweite von 12-15 m erreicht, bei der Anordnung im Zweierblock erhöht sich diese Weite auf 18 - 20 m. Ein besserer Wirkungsgrad der Ventilatoren kann erreicht werden, wenn auf die Berührungsschutzgitter verzichtet wird. Dies ist im Regelfall ab einer Einbauhöhe von 2,70 m, gemessen an der Unterkante des Ventilators, möglich. Gleichzeitig erleichtert dies die Reinigung der Ventilatoren.

Steuerung der Ventilatoren

Zur Steuerung der Ventilatoren werden im Schweine- und Geflügelbereich Regelgeräte eingesetzt, die in Stufen oder stufenlos die Drehzahl der Ventilatoren regeln. Eine Reduzierung der Drehzahl führt aber auch zum Absenken der Wurfweite der Ventilatoren. Beim Einsatz einzelner großer Ventilatoren kann eine Regelung mittels Trafosteuerung sinnvoll sein. Allerdings führt diese Steuerung zu einer Erhöhung des spezifischen Leistungsbedarfs der Anlagen. Bei Blockanordnung von 2 oder gar 3 Ventilatoren ist der Einsatz einfacher thermostatischer Regelgeräte möglich,



Abbildung 1: Einzelventilatoren



Abbildung 2 und 3: Wurfweiten von Einzelventilatoren und Blockanordnung

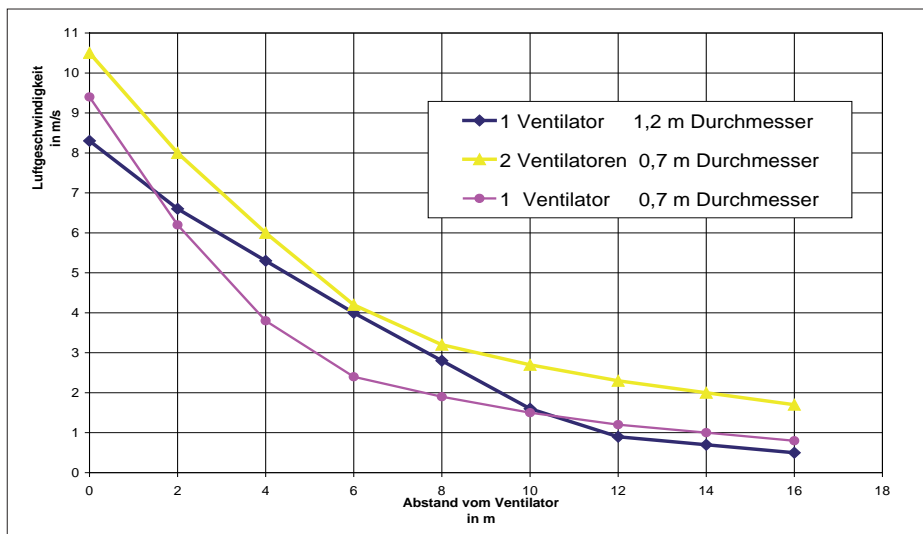


Abbildung 4: Wurfweiten von Einzelventilatoren und Blockanordnung

Tabelle 5: Elektroenergiebedarf im Sommer 2003

Kuhstall:	326 Plätze, 315 Kühe
installierte Luftleistung:	12 Ventilatoren mit 284.000 m³/h = 870 m³/h und Tierplatz
Erhebungszeitraum:	15.05.03 – 31.12.08 ~6 Jahre
Verbrauch gesamt (6 Jahre)	59266 kWh
Verbrauch je Jahr	9877 kWh
Verbrauch je Kuh und Jahr (315 Kühe)	31,4 kWh
Stromkosten/Kuh und Jahr (0,15 €/kWh, o. MWSt.)	4,70 EUR

die in Stufen die Ventilatoren ohne Abregelung zuschalten. Die Spreizung sollte dabei etwa 5 K betragen. Bei Zweierblöcken sind als Schalttemperaturen etwa 18 und 23°C, bei Dreierblöcken 15, 20 und 25°C Stallinnentemperatur zu empfehlen.

Bei offenen Ställen sind aber vor allem in den Nachtstunden auch Lärmbelastigungen zu berücksichtigen. Sofern die Ventilatoren auf Grund hoher Temperaturen nicht vollständig abgeschaltet werden sollen, empfiehlt sich hier der Einsatz spezieller geräuscharmer Ventilatoren, oder auch eine entsprechende Drehzahlregelung.

Energiebedarf und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Der gemessene Energiebedarf (Tabelle 5) liegt in einem Versuchsstall mit 326 Kuhplätzen und einer installierten Luftleistung von 870 m³/h und Kuhplatz je Jahr bei 33 kWh/Kuh und Jahr bezogen auf einen Einsatzzeitraum von sechs Jahren. Bei einem durchschnittlichen Strompreis in Höhe von 15 ct/kWh ergeben sich damit Stromkosten von 4,70 € Kuh und Jahr. Bei investiven Aufwendungen von rund 45 € je Kuhplatz netto (Tabelle 6) und Berücksichtigung eines Abschreibungssatzes von 10 %, Instandhaltungskosten von 2 % sowie einer Arbeitszeit zur Regelung und Kontrolle von jährlich etwa 20 Stunden ergeben sich für den betrachteten Stall Verfahrenskosten von 12,60 € je Kuh und Jahr. Dem gegenüber stehen ein „Mehrertrag“, oder besser Nichtleistungsabfall von etwa 120 kg Milch ohne zusätzliche Aufwendungen, da das Futter ohnehin vorgehalten werden muss. Zusätzlich sind Effekte bei der Fruchtbarkeit in

Höhe von ca. 15,00 €/Kuh und Jahr sowie eine Verbesserung des Gesundheitsstatus der Tiere insgesamt zu verzeichnen, die aber bisher nicht exakt ausgewiesen werden können.

Tabelle 6: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Unterstützungslüftung (o. MWSt.)

Investitionen insgesamt	13600,00	EUR
Investitionen/Tierplatz	42,50	EUR
Verfahrenskosten/Tierplatz und Jahr	12,15	EUR
Abschreibung 10 %	5,30	EUR
Instandhaltung 2 %	0,85	EUR
Arbeitszeitaufwand 20 h	1,00	EUR
Energiekosten	5,00	EUR
Verfahrenskosten/Kuh und Jahr	12,60	EUR
Milchleistungs-„erhöhung“ 120 kg/Kuh	33,60	EUR
Fruchtbarkeitsverbesserung	15,00	EUR
Senkung der Reproduktionsrate	?	
Senkung Tierarztkosten	?	
Ergebnis	36,00 + X	EUR

Alternative Einstreumaterialien in Liegeboxen

Michael Zähler^{1*}, Janet Schmidtko², Sabine Schrade¹, Walter Schaeren³ und Sonja Otten⁴

Zusammenfassung

Sand, Kompost Feststoffe aus der Separierung von Gülle und Kalk-Stroh-Matratzen werden auf wenigen Betrieben als Einstreu in Liegeboxen verwendet. Aber insbesondere in Grünlandgebieten stellen diese Materialien eine Alternative zur traditionellen Stroh-Mist-Matratze dar. Allerdings fehlten bisher praktische Erfahrungen und Empfehlungen zu Sand, Kompost, Feststoffen sowie Kalk-Stroh-Matratzen als Einstreu. Daher führte die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART eine Praxiserhebung durch. Ziel dieser Untersuchung war es, diese Einstreumaterialien in Liegeboxen für Milchvieh hinsichtlich Tiergerechtigkeit, Hygiene, Verfahrenstechnik, Arbeitswirtschaft und Betriebswirtschaft zu bewerten.

Aus Sicht der Tiergerechtigkeit und Hygiene sind diese Einstreumaterialien unbedenklich. Die niedrigen Keimgehalte von Kompost und Feststoffen aus der Separierung von Gülle in den Liegeboxen und der Tankmilch sind vor allem auf die trockenen und sauberen Liegeflächen auf den untersuchten Betrieben zurückzuführen. Die Eignung der Einstreu in Betrieben mit Käseeremilchproduktion muss noch im Detail angeschaut werden. Der Arbeitszeitbedarf für die Liegeboxenpflege ist bei Sand mit dem für Komfortmatten, bei Kompost und Feststoffen mit dem für Stroh-Mist-Matratzen vergleichbar. Ein Vorteil von Kompost sind die niedrigen Materialkosten. Dagegen sind diese für Sand und Kalk hoch. Die Investition eines Gülleseparators ist hoch und lohnt sich nur für grössere Betriebe oder bei überbetrieblicher Nutzung.

Schlagwörter

Milchvieh, Stallsystem, Sand, Kompost, Feststoffe aus der Separierung von Gülle, Kalk-Stroh-Matratze

Abstract

Sand, compost, recycled manure solids and lime-straw mattresses are used on a small number of commercial farms as bedding material in cubicles. Particularly, in grassland areas, these materials serve as an alternative to conventional straw-manure mattresses. Up to date, the literature contains no practical experience of, or recommendations for, the use of sand, compost, manure solids and lime-straw mattresses as bedding materials. To remedy this omission, Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station ART carried out a farm survey the aim of which was to evaluate the use of the aforementioned bedding materials in dairy-cow cubicles in terms of their impact on animal welfare, hygiene, process engineering, work economics and farm management.

All these bedding materials are deemed safe from the perspective of animal welfare and hygiene. The low bacterial counts of compost and recycled manure solids in cubicles and tank milk are chiefly due to the dry, clean lying area on the farms investigated. The suitability of the bedding material for use on farms producing milk for cheese-making has yet to be examined in detail. Where sand is used as bedding, the working-time requirement for cubicle maintenance is comparable to that for soft rubber mats; where compost and recycled manure solids are used, to that for straw-manure mattresses.

The material costs for sand and lime are high, whilst those for compost are low. Investment in a liquid manure separator is only worthwhile for relatively large farms, or for collective use by several farms.

Keywords

Dairy cattle, Housing system, Sand, Compost, Recycled manure solids, Lime-straw mattresses

1. Einleitung

Um in der Schweiz Beiträge des Förderprogramms „Besonders tierfreundliche Stallhaltungssysteme (BTS)“ zu erhalten, muss bei Milchvieh der Liegebereich aus einer Stroh-Mist-Matratze oder einer für das Tier gleichwertigen Unterlage bestehen. Gemäss der Verordnung über die Hygiene bei der Milchproduktion (VHyMP) sind als Einstreu Stroh und andere geeignete Materialien in einwandfreiem Zustand erlaubt, die die Tiergesundheit nicht gefährden und die Milchqualität nicht beeinträchtigen.

Stroh als Einstreu ist zu einem wesentlichen Kostenfaktor in der Milchviehhaltung geworden. Günstige Einstreusysteme sind gesucht.

Als Alternative zu Stroh-Mist-Matratzen können Sand, Kompost, Feststoffe aus der Separierung von Gülle sowie Kalk-Stroh-Matratzen als Einstreu für Liegeboxen in Milchviehlaufställen verwendet werden. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war die Bewertung dieser Einstreumaterialien mit Blick auf Verfahrenstechnik, Tiergerechtigkeit und -gesundheit, Arbeitswirtschaft und Betriebswirtschaft.

¹ Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 ETTENHAUSEN, www.art.admin.ch

² Deutsche Gesellschaft für Züchtungskunde e.V. (DGfZ), Adenauerallee 174, D-53113 BONN

³ Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Schwarzenburgstr. 161, CH-3003 BERN

⁴ Landberatung Gifhorn-Wolfsburg e. V., Hauptstr. 41c, D-38557 OSLOSS

* Ansprechpartner: Dr. Michael Zähler, e-mail: michael.zaehner@art.admin.ch

Weiter war abzuklären, ob Bedenken hinsichtlich der Milchhygiene berechtigt sind. Ferner wurden Empfehlungen zur Gestaltung und zum Betrieb von Liegeboxen mit Sand, Kompost, Feststoffen aus der Separierung von Gülle sowie Kalk-Stroh-Matratzen abgeleitet.

2. Material und Methoden

Ein strukturiertes Interview auf Praxisbetrieben diente der Erfassung von Betriebsdaten, verfahrenstechnischen Kenngrößen und Erfahrungen der Landwirte. Bei einer Stallbegehung wurden Details zum Stallsystem wie Abmessungen und Gestaltung der Liegeboxen erhoben. Ausserdem erfolgte die Beurteilung der Gelenke der Tiere und der Sauberkeit der Tiere sowie der Liegeboxen. Bei Sand und Kalk-Stroh-Matratzen wurde zusätzlich die Wärmeableitung mit einer konstruierten Heizsonde erhoben. Bei Kompost und Feststoffen aus der Separierung von Gülle wurden von der Einstreu aus den Liegeboxen der Trockensubstanzgehalt und die Wasseraufnahmekapazität ermittelt. Zur Beurteilung der bakteriologischen Qualität von Proben aus der Einstreu und Tankmilch der Betriebe mit Kompost oder Feststoffe von separierter Gülle führte die Forschungsanstalt ALP Laboranalysen durch. Weiter wurde die Arbeitszeit für die Liegeboxenpflege gemessen und mit einem Modellkalkulationssystem der Arbeitszeitbedarf berechnet. Ein betriebswirtschaftlicher Vergleich zeigt die Jahreskosten von Tiefboxen mit Sand, Kompost, Feststoffen aus der Separierung von Gülle, Kalk-Stroh-Matratzen und Stroh-Mist-Matratzen sowie Hochboxen mit Komformmatten auf.

3. Ergebnisse

3.1. Sand

Sand wird lose mechanisch in die Liegeboxen eingefüllt und nach einem Zeitraum von bis zu 13 Wochen nachgestreut. Die Einstreudicke schwankt auf den Betrieben zwischen 10 bis 70 cm Sand. Der entsprechende Verbrauch von Sand liegt demzufolge bei 2 bis 14 kg pro Tier und Tag. Entmistet werden die planbefestigten Flächen stationär mit handelsüblichen Schiebern oder mobil mit Hoflader. In der Schweiz erfolgt die Flüssigmistlagerung in gedeckten Güllebehältern, in Deutschland auf einigen Betrieben in offenen Lagunen. Die mit Sand vermischte Gülle wird mit handelsüblichem Güllefass und bei getrenntem Gülle-/Mistsystem zusätzlich mit einem Miststreuer auf das Feld ausgebracht. Sand bildet eine verformbare Liegefläche.

3.2. Kompost

Einer der untersuchten Betriebe produziert eigenen Kompost aus der Grüngutabfuhr (*Abbildung 1*, links). Dabei wird das Rohmaterial zerkleinert, vermischt, in einer Miete am Feldrand angesetzt und während der Kompostierung mehrmals umgesetzt. Durch den Temperaturanstieg findet in der Miete eine Teilhygienisierung statt. Nach 20 bis 24 Wochen liegt ein feinkrümeliger Reifkompost vor (*Abbildung 1*, rechts). Ein weiterer Betrieb bezieht seinen Kompost aus der Biogasproduktion mit Grüngut.

Eingestreut wird auf den untersuchten Betrieben alle zwei bis vier Wochen mit einem Hoflader mit Frontschaufel oder einem Handwagen. Die Einstreuhöhe in den Liegeboxen beträgt 8 beziehungsweise 20 cm. Die Betriebe schätzen die durchschnittliche Einstreumenge auf 1 bis 2,7 kg pro Kuh und Tag. Kompost bildet eine kompakte aber verformbare Liegefläche.

3.3. Feststoffe aus der Separierung von Gülle

Zur Trennung der Rohgülle in feste Bestandteile (Feststoffe) und eine Flüssigphase (Dünngülle) benutzen die untersuchten Betriebe einen Separator mit Siebschnecke, auch Pressschnecke genannt (*Abbildung 2*, links). Der Separator wird aus dem Güllelager oder einer Vorgrube mit Rohgülle beschickt und die Dünngülle gelangt in ein weiteres Güllelager. Es empfiehlt sich, den Separator so zu platzieren, dass sich der Streuwagen während des Separierens direkt beladen lässt (*Abbildung 2*, rechts).



Abbildung 1: Aus dem angelieferten Grüngut-Rohmaterial (links) entsteht nach der Kompostierung ein gereifter Kompost (rechts).



Abbildung 2: Die Rohgülle wird mit einer Siebschnecke (Pressschnecke) separiert (links) und mit einem Kompoststreuer eingestreut (rechts).

Die Einstreu wird alle ein bis drei Wochen mit einem Hoflader mit Frontschaufel beziehungsweise mit einem Traktor mit Kompoststreuer in die Liegeboxen eingebracht. Die Einstreuhöhe schwankt auf den Betrieben zwischen 8 und 25 cm. Die Liegefläche riecht torfartig, ist kompakt und verformbar und lässt sich bei der täglichen Liegeboxenpflege mit einem Handschieber, einer Gabel oder einem Rechen leicht einebnen.

3.4. Kalk-Stroh-Matratze

Für die Erstellung einer Kalk-Stroh-Matratze wird mit dem Futtermischwagen oder auch manuell Kalk, Stroh und Wasser gemischt (Abbildung 3, links). Das Mischungsverhältnis der mit dem Futtermischwagen hergestellten Mischungen entspricht bei den einzelnen Betrieben zwischen Stroh, Kalk und Wasser 1:3-6:1,5-2.

Die Einstreuintervalle sind abhängig von der Art der Einbringung. Die Betriebe, die mit dem Futtermischwagen

einstreuen, haben ein höheres Intervall von 21 bis 56 Tagen. Bei den manuell gefertigten Mischungen betragen die Einstreuintervalle 1 bis 32 Tage. Die Einstreuhöhe der Kalk-Stroh-Matratze schwankt zwischen den Betrieben von 15 bis 40 cm. Der Verbrauch von Kalk liegt bei 0,1 bis 1,2 kg pro Tier und Tag, derjenige von Stroh bei zirka 0,3 kg. Die Kalk-Stroh-Matratze bildet eine stabile, bei einem guten Mischungsverhältnis verformbare Liegefläche (Abbildung 3, rechts).

3.5. Tiergerechtheit

Bei den Untersuchungen zu Veränderungen an den Sprunggelenken (Tarsi) wurde nur eine geringe Anzahl an Schäden (haarlose Stellen, Krusten oder offene Wunden) festgestellt. 52 % der Tiere bei Liegeboxen mit Sand, je 59 % der Tiere bei Liegeboxen mit Kompost beziehungsweise mit Feststoffen aus der Separierung von Gülle und 78 % der Tiere bei Liegeboxen mit Kalk-Stroh-Matratzen zeigten

keinerlei sichtbare Schäden an den Sprunggelenken. Die Werte waren etwas schlechter als diejenigen von Stroh-Mist-Matratzen (86 %), jedoch deutlich besser als Komfortmatten (15 %), loses Stroh (32 %) und Gummimatten (10 %).

Bei Kühen in Ställen mit Kompost beziehungsweise Feststoffen als Einstreu kann der Schweregrad der sichtbaren Schäden an den Sprunggelenken als gering eingestuft werden. Die am häufigsten vorgefundenen Schäden am Tarsus bei Kühen waren haarlose Stellen sowie Krusten und offene Wunden mit einem Durchmesser kleiner als 2 cm (Abbildung 4). Größere Verletzungen kamen nur bei sehr wenigen Einzeltieren vor. Die Unterschiede zwischen Kompost oder festem Anteil von separierter Gülle und Stroh-Mist-Matratze sind bei allen drei Kategorien klein. Die Anzahl Schäden ist bei Betrieben mit Komfortmatten, losem Stroh oder Gummimatten deutlich höher.

Der Vergleich zeigt auch Unterschiede zwischen den Betrieben auf. Dies deutet darauf hin, dass im Hinblick auf die Tiergerechtheit neben dem Einstreumaterial auch Faktoren wie beispielsweise Einstreuhöhe und Liegeboxenpflege sowie Liegeboxenabmessungen und Steuerungseinrichtungen ausschlaggebend sind.

Die niedrige Kuhverschmutzung von maximal 0,5 (Skala von 0 = keine Verschmutzung bis 2 =



Abbildung 3: Nach dem maschinellen Einstreuen des Kalk-, Stroh- und Wassergemisch mit dem Futtermischwagen (links) und dem manuellen Verteilen und Feststampfen entsteht eine stabile Liegefläche (rechts).

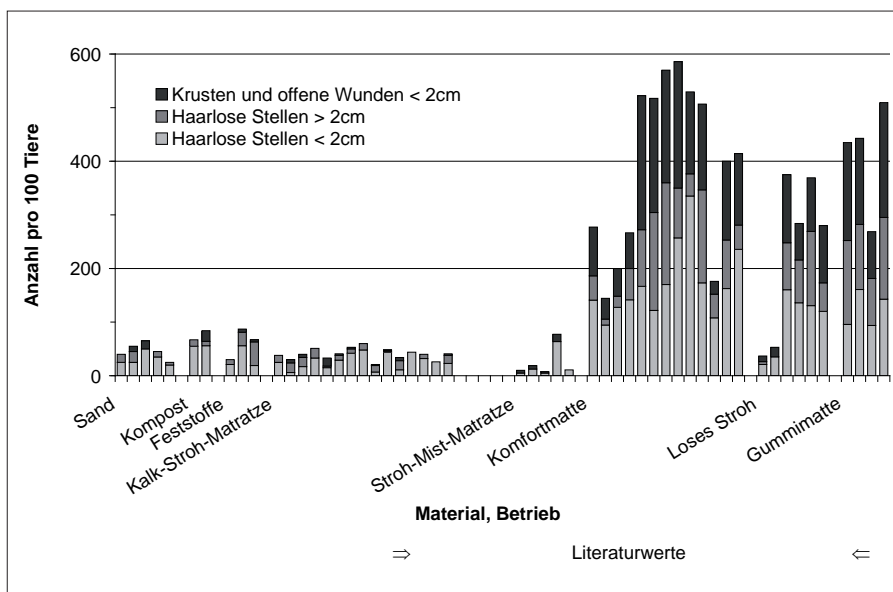


Abbildung 4: Anzahl Schäden pro 100 Tiere der verschiedenen Liegeflächen, unterteilt in die einzelnen Schadenskategorien (Daten Stroh-Mist-Matratze, Komfortmatte, loses Stroh und Gummimatte: SCHAUB et al. 1999, BUCHWALDER 1999).

total verschmutzt) bei Sand, Kompost und Feststoffen von separierter Gülle und die geringe Lägerverschmutzung sind Kennzeichen für positive Materialeigenschaften dieser Einstreu.

Die Feststoffe trocknen aufgrund der großen Oberfläche des Materials sehr schnell ab. Das Wasseraufnahmevermögen liegt mit rund 220 % des Trocken-

substanzgehaltes über dem von Kompost mit 140 % und nur geringfügig unter demjenigen von gemahlenem Stroh mit 280 % und Sägemehl mit 250 % (ZEHNER et al. 1986).

Die Wärmeableitung von Sand ist im Vergleich zu Stroh-Mist-Matratzen deutlich höher. Dies ist im Sommer ein Vorteil, die Tiere können ihre überschüssige Wärme gut abgeben. In den Wintermonaten kann sich diese Eigenschaft als Nachteil erweisen, da die wärmedämmende Wirkung von Sand gering ist.

3.6. Hygiene

Ein Vergleich der bakteriologischen Qualität der Liegefläche und der Milch bei Kompost und Feststoffen aus der Separierung von Gülle als Einstreu mit früheren Untersuchungen und anderen Liegeflächen wie Stroh-Mist-Matratze und Komfortmatten zeigt, dass diese Liegeflächen aus hygienischer Sicht nicht kritischer zu beurteilen sind. Die Keimgehalte waren insgesamt niedrig (Tabelle 1). Koagulasepositive Staphylokokken und Propionsäurebakterien wurden in den Einstreuproben nicht gefunden. Enterokokken kamen in der Einstreu vor, waren in der Milch aber nicht oder nur in sehr kleinen Mengen nachweisbar. Damit hat sich bestätigt, dass der Zusammenhang zwischen der Anzahl Enterokokken auf der Liegefläche und derjenigen in der Milch nicht sehr eng ist (REITHMEIER et al. 2004).

Bei REITHMEIER et al. (2004) gab es grosse Unterschiede bei der bakteriologischen Qualität der Einstreu, der Zitzenoberfläche und der Milch zwischen Betrieben innerhalb der Systeme Stroh-Mist-Matratze und verformbare Liegematten. Sie folgerten daraus, dass die Liegeboxen- und Laufflächenpflege eine wichtige Rolle spielt. Die niedrigen Keimgehalte der hier untersuchten Systeme dürften vor allem auf die trockene, saubere Oberfläche der Liege- und Laufflächen auf den einzelnen Betrieben zurückzuführen sein. Dies ist einer der wichtigsten Faktoren hinsichtlich der bakteriellen Qualität der Liegefläche und letztlich auch der Milch.

3.7. Arbeitszeitbedarf

Bei der Berechnung des Arbeitszeitbedarfs sind die Liegeboxenpflege (zwei Mal täglich) und das Einbringen

Tabelle 1: Bakteriologische Qualität der Einstreu- und Tankmilchproben auf den untersuchten Betrieben bei Winter- und Sommerfütterung.

Betrieb Einstreu Vegetationsphase	1		2		3		4		5	
	Wi	So	Wi	So	Wi	So	Wi	So	Wi	So
	Kompost									
	Einstreu									
Enterokokken (10 ³ KbE/g)	229	16	129	335	286	29	321	245	229	63
Koag.pos. Staphylokokken (KbE/g)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Propionsäurebakterien (KbE/g)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
	Milch									
Aerobe mesophile Keime (KbE/ml)	4900	2500	2300	4500	6700	7200	5800	4000	7200	7100
Enterobacteriaceae (KbE/ml)	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
Enterokokken (KbE/ml)	500	<	158	158	500	500	<	<	<	158
Propionsäurebakterien (KbE/ml)	<	<	112	112	<	<	<	<	112	<

Wi = Winter, So = Sommer, KbE = Koloniebildende Einheit, < = nicht nachweisbar

der Einstreu in die Boxen (alle zwei Wochen) sowie bei Feststoffen aus der Separierung von Gülle das Separieren berücksichtigt. Bei der Liegeboxenpflege wurden die groben Verschmutzungen mit einem Handschieber, einer Gabel oder einem Rechen entfernt und gleichzeitig die Liegefläche eingeebnet. Der tägliche Arbeitszeitbedarf für die Liegeboxenpflege von Sandboxen mit 0,6 AKmin pro Tier und Tag bei 40 Kühen liegt unter dem Arbeitszeitbedarf von Stroh-Mist-Matratzen mit 1,0 AKmin und Komfortmatten mit 0,8 AKmin (Abbildung 5). Der Arbeitszeitbedarf von Kompost und Feststoffen aus der Separierung von Gülle mit 1,0 bzw. 1,1 AKmin pro Tier und Tag entspricht dem von Stroh-Mist-Matratzen. Über alle Verfahren hinweg sinkt der Arbeitszeitbedarf pro Kuh und Tag mit zunehmender Bestandesgrösse aufgrund der relativen Abnahme der Rüstzeiten am Gesamtarbeitszeitbedarf.

3.8. Jahreskosten

Ein betriebswirtschaftlicher Vergleich bei 40 und 80 Kühen zwischen verschiedenen Liegeflächen zeigt, dass sich diese vor allem bei den Kosten für den Separator bzw. die Matten und den Kosten für die Einstreu (Sand, Kompost, Stroh, Kalk) unterscheiden (Abbildung 6). Bei 40 Kühen fallen die höchsten Jahreskosten für Tiefboxen mit Feststoffen aus der Separierung von Gülle mit 149 Franken pro Grossviehplatz (GVP) an, gerechnet ohne Arbeitskosten. Die Kosten für Tiefboxen mit Kompost liegen mit 65 Franken pro GVP unter der Hälfte im Vergleich zu den Feststoffen und sind deutlich tiefer als bei Tiefboxen mit Stroh-Mist-Matratze mit 97 Franken, mit Kalk-Stroh-Matratze mit 104 Franken pro GVP und mit Sand mit 123 Franken.

Sand weist bei einem Verbrauch von 10 kg/Tier*Tag und einem Preis von 56 Fr./m³ sehr hohe Materialkosten auf. Der Vorteil von Kompost ist der tiefe Materialpreis von weniger als 25 Franken pro Kubikmeter ab Kompostwerk. Der Unterschied bei den Jahreskosten zwischen Kompost und Stroh-Mist-Matratze wird noch grösser, wenn beim Kompost der aktuelle Preis von 18 Franken pro Kubikmeter, der zwischen Landwirten verrechnet wird, und beim Stroh nicht der mittlere Preis der letzten drei Jahre, sondern der mittlere Preis bis Juni 2008 von 25.50 Franken pro 100 kg beziehungsweise 33 Franken pro Kubikmeter

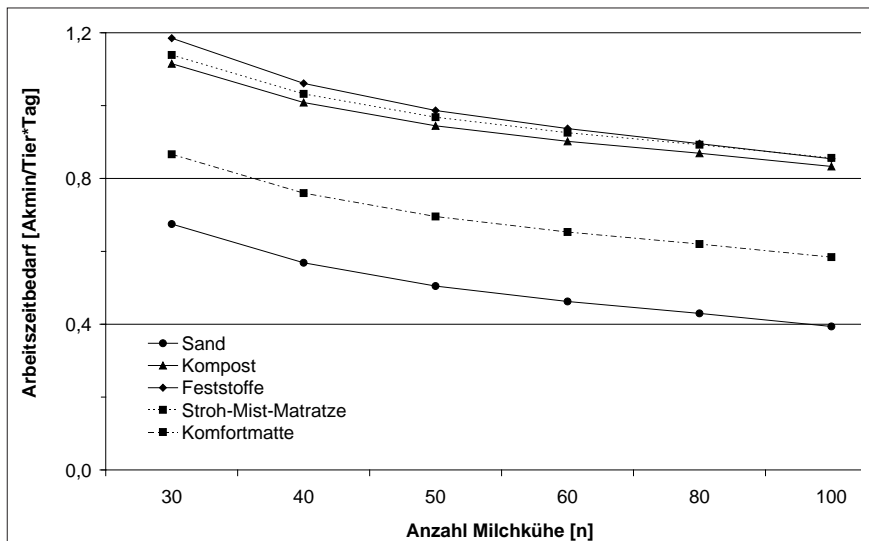


Abbildung 5: Arbeitszeitbedarf für die Liegeboxenpflege inklusive Nachstreuen und Gülleseparierung der untersuchten Einstreumaterialien Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle im Vergleich zur Stroh-Mist-Matratze und zu Komfortmatten bei verschiedenen Herdengrößen

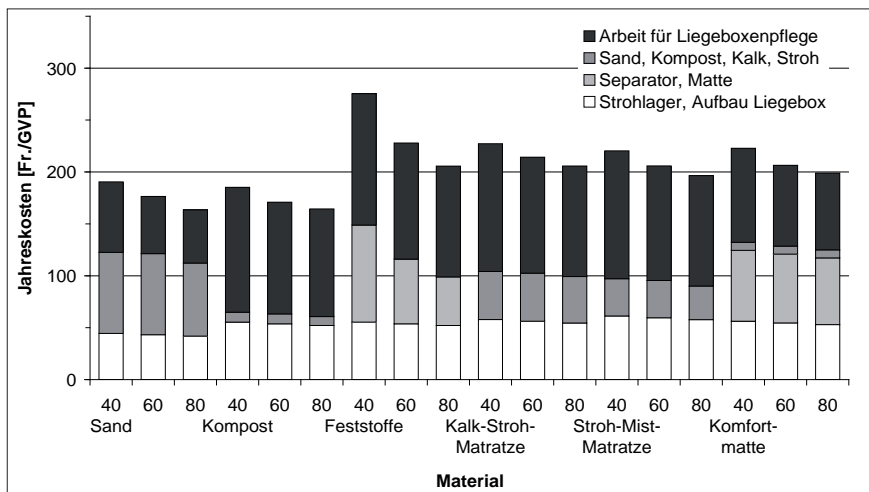


Abbildung 6: Vergleich der Jahreskosten für Liegeboxen der untersuchten Einstreumaterialien im Vergleich zur Stroh-Mist-Matratze und zur Komfortmatte bei 40 bis 80 Plätzen (GVP).

angenommen wird. Die Nachteile von Feststoffen sind die hohen Investitionen für den Separator (Pressschnecke) von 42 000 Franken. Eine solche Investition lohnt sich im Vergleich zur Stroh-Mist-Matratze nur für grössere Betriebe ab 80 Plätzen oder bei überbetrieblicher Nutzung. Eine weitere Möglichkeit zur Kostenreduktion sind alternative, sehr preiswerte Separatorvarianten wie beispielsweise ein Bogensieb für 15.000 Franken (inklusive Beschickung und Entwässerung). Je nach Kalk-Stroh-Wasser-Gemisch wird im Vergleich zur Stroh-Mist-Matratze mehr oder weniger Stroh eingespart und mehr oder weniger Kalk benötigt. In der Schlussabrechnung liegen die Kosten für die Kalk-Stroh-Matratze im Bereich der Stroh-Mist-Matratze.

4. Schlussfolgerungen

Sand ist mit Blick auf Tiergerechtigkeit mit einer Stroh-Mist-Matratze vergleichbar, weist niedrige Arbeitszeiten für die Liegeboxenpflege, jedoch hohe Materialkosten auf. Zu beachten ist, dass Laufgänge, Querkanäle und die Güllegrube befahrbar sind, die Dicke des Sandbettes mindestens 30 cm misst und eine Körnung des Sandes von höchstens 1 mm gewählt wird. Kompost und Feststoffe aus der Separierung von Gülle als Einstreu sind mit Blick auf Tiergerechtigkeit, Hygiene und Arbeitszeit für die Liegeboxenpflege mit einer Stroh-Mist-Matratze vergleichbar. Die Anschaffung eines Separators lohnt sich jedoch nur für grössere Betriebe oder bei überbetrieblicher Nutzung. Kalk-Stroh-Matratzen sind mit Blick auf Tiergerechtigkeit und die Jahreskosten mit einer Stroh-Mist-Matratze vergleichbar.

Faktoren, die die Tiergerechtigkeit sowie die Keimgehalte von Liegeboxen und Einstreumaterialien positiv beeinflussen, sind eine ausreichende Einstreumenge, trockene, saubere und gepflegte Liegeflächen sowie geeignete Abmessungen der Liegeboxen. Wichtig bei allen drei Einstreumaterialien ist, dass sich die Landwirte bereits in der Planungsphase mit der Einstreu auseinandersetzen und einen Neubau gezielt darauf ausrichten.

5. Literatur

- BUCHWALDER T., 1999: Einfluss der Liegeplatzqualität auf das Verhalten und die Schäden bei Milchkühen im Boxenlaufstall. Schlussbericht, Tänikon.
- REITHMEIER P.; SCHAEREN W.; SCHÄLLIBAUM M.; FRIEDLI K., 2004: Bacterial load of several lying area surfaces in cubicle housing systems on dairy farms and its influence on milk quality. *Milchwissenschaften* 59, S. 20-24.
- SCHAUB J.; FRIEDLI K.; WECHSLER B., 1999: Weiche Liegematten für Milchvieh-Boxenlaufställe - Strohmattens und sechs Fabrikate von weichen Liegematten im Vergleich. *FAT-Berichte* Nr. 529, Tänikon.
- ZEHNER M.M., FARNSWORTH R.J., APPLEMAN R.D., LARNTZ K., SPRINGER J.A., 1986. Growth of Environmental Mastitis Pathogens in Various Bedding Materials. *Journal of Dairy Science* 69, S. 1932-1941.

Special Needs Bereiche im Rinderstall

Walter Breininger^{1*}

Zusammenfassung

Die immer größer werdenden Anforderungen an unsere Milchkühe zeigen uns auf, wie sensibel und anfällig die Milchproduktion schon geworden ist. Durch die genetisch veranlagten Leistungsmöglichkeiten bewegt sich die Kuh oftmals bereits in einem sehr problematischen gesundheitlichen Bereich. Eine dieser Phasen spielt sich in den ersten Wochen nach der Abkalbung ab, in der das Einsetzen einer hohen Milchleistung mit dem Risiko eines Energiedefizits zusammenfällt. Man spricht in dieser Phase auch von einer typischen „Berufskrankheit einer Hochleistungskuh“.

Man versucht durch gezielte Fütterung und, im Besonderen, durch eine optimale Haltung den Kühen über diese schwierige Phase zu helfen. Im Stall wird dieser Bereich „Special Needs“ genannt. Das notwendig wer-

den solcher speziellen Einheiten zeigt aber auch auf, an welche Grenzen man bereits stößt.

Was für größere Betriebe noch kein Problem darstellt, wird für kleinere Betriebe aber zu einer schwierig zu lösenden Herausforderung.

Mit der Aufteilung einer Milchkuhherde in viele kleine Untergruppen, schon fast bis zur Einzeltierhaltung hin, werden diese Betriebe vor große bauliche Probleme gestellt. Alle Einheiten sollen gut erreichbar sein, gleich nebeneinander liegen, untereinander verbunden sein und großzügig mit Fläche ausgestattet sein. Aber somit wird dieser Teil des Stalles verhältnismäßig überdimensioniert, und es kommt zu einem Ungleichgewicht gegenüber dem eigentlichen Stall. Ein Ausweg aus diesem Dilemma kann durch das Zusammenlegen einzelner Nutzungen auf eine Bucht erreicht werden. Dadurch lässt sich einiges an Platz sparen.

Special Needs (engl. „besondere Bedürfnisse“)

Um für den Vortrag gut gerüstet und vorbereitet zu sein, wurde von mir der Versuch gestartet, im Internet nach diesem Begriff zu suchen.

Folgende Ergebnisse wurden aufgelistet:

- Kinder mit speziellen Bedürfnissen
- „Special Needs“ – Lied der Gruppe Placebo (Single)
- Heilige Kühe- Indien und Almatrieb
- Vortrag Bautagung Raumberg-Gumpenstein, Ing. Fritz Stocker und DI. Walter Breininger, 2007
- „Kobe- Rind“, Bier und Massage und vieles mehr,

nur nicht das Gesuchte. Wenig Erfolg also für einen Begriff, der bei uns doch schon einigermaßen bekannt und diskutiert wird.

Fragen tauchen auf:

„Gibt's das überhaupt?“

„Wozu soll das gut sein?“ oder,

„Brauchen wir das überhaupt?“

Definition des Begriffes:

„Special Needs Bereich“ ist ein Teilbereich im Rinderstall, der für Kühe in einer ganz bestimmten Phase und für eine zeitlich begrenzte Dauer zur Verfügung gestellt wird.

Entstanden durch eine Leistungssteigerung im Milchviehbereich, um gesundheitliche Defizite zu entschärfen.

Der Begriff selbst sagt noch nichts darüber aus, um welche Phase oder um welchen Zeitraum es sich handelt, wird aber für den Zeitraum nach der Abkalbung verstanden.

Im Anbindestall waren solche Sonderbereiche nicht notwendig, da die Kuh ja immer auf ihrem Platz gehalten wurde und die gesamte Laktationsperiode, die Trockenstezeit und die Abkalbung hier verbrachte.

Mit dem Aufkommen der ersten Laufställe wurden auch die ersten „besonderen Bedürfnisse“ sichtbar. Anfangs gab es noch kaum eine Trennung zwischen melkenden und trocken gestellten Kühen, da das Leistungsniveau noch sehr niedrig war, auch Abkalbungen ließ man bevorzugt im Laufstall zu.

Der große Vorteil dieser ersten Jahre war und ist immer noch das Aufrechterhalten einer stabilen Herde (Rangkämpfe). Es gab keine Störungen durch ständiges Herausnehmen und wieder Hinzugeben einzelner Tiere.

„Warum?“ und „Wann?“ treten diese „besonderen Bedürfnisse“ auf?

Mit dem Fortschreiten einer immer höheren Spezialisierung, kamen auch immer umfangreichere Managementaufgaben auf die Betriebe zu. Und durch ein ständiges Größerwerden der Milchviehherden und der rasant ansteigenden Milchleistungen der Kühe, zogen auch vermehrt Probleme jeder Art in die Ställe ein.

Es gibt heute kaum mehr eine Phase in der Milchviehhaltung, die nicht spezieller Betreuung bedarf und von

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8011 GRAZ

* Ansprechpartner: Dipl.Ing.Walter Breininger, e-mail: walter.breininger@lk-stmk.at

anderen Bereichen räumlich getrennt werden soll. Somit erfolgt zwangsläufig eine Aufgliederung in viele größere und kleinere Gruppen.

Special Needs Bereiche der ersten Generation

Abkalbebuch

Bereits relativ rasch wurde erkannt, dass eine Trennung der Kuh von der Herde zur Abkalbung nur Vorteile bringt. Auch bei wild lebenden Rindern sondert sich die Kuh kurz vorher von der Herde ab, um einige Stunden später wieder mit dem Nachwuchs zurück zu kommen.

Als eine der wichtigsten Regeln bei der Trennung von der Herde gilt, vermeidbare Stressfaktoren, wie Anbinden von Laufstallkühen oder kurzfristiges Umstallen in eine unbekanntere Umgebung, zu verhindern und somit das normale Verhalten nicht zu stören. Nach dem Abkalben muss der große Flüssigkeits- und Mineralstoffverlust so schnell wie möglich wieder ausgeglichen werden, um eine rasche Futteraufnahme zu ermöglichen. Kühe, die Durst haben, fressen nicht. Ein guter Kontakt zu den anderen Kühen erleichtert die Wiedereingliederung und vermindert eventuell auftretende Rangkämpfe (*Abbildung 1*).

Trockensteher

Mit Steigerung der Leistung unserer Kühe wurde auch ein weiteres Problem sichtbar. Man kann nicht die Kuh ein ganzes Jahr hindurch gleich füttern. Was am Anfang der Laktationszeit zu wenig ist, ist für Trockensteher zu viel.

Um für die nächste Trächtigkeit gut gerüstet zu sein, soll schon gegen Ende der Laktation zurückhaltender gefüttert werden, da die Kühe im letzten Laktationsdrittel schneller verfetten können (Hier bahnt sich ein neuer Bereich an und zwar die Gruppe der „Altmelkenden Kühe“).

Aber besonders in der Trockenstehzeit ist auf dieses Problem zu achten. Die Kunst besteht darin, den Kühen weniger zum Fressen zu geben, aber es ihnen trotzdem nicht abzugewöhnen und zu verlernen.

Denn eine zu geringe Trockensubstanzaufnahme würde schon frühzeitig ungünstige Rahmenbedingungen für die nächste Laktation festlegen (*Abbildung 2*).

Der Special Needs Bereich für Neumelkende Kühe und Erstlingskühe

Der schwierigste Abschnitt für eine Hochleistungsmilchkuh ist die Zeit nach der Abkalbung. In diesen ersten Wochen haben die Tiere fast immer ein Defizit mit der Energieversorgung, noch zusätzlich verbunden mit einem eher gehemmten Fressverhalten.

Diese Kühe können nur schwer richtig ausgefüttert werden, und es entstehen so genannte Energielöcher während und kurz nach dem Abkalben.

Durch den genetisch veranlagten Leistungszwang wird zusätzlich Körperfett zur Energieversorgung mobilisiert. Da dieser Abbau aber nur unvollständig erfolgen kann, bilden sich vermehrt so genannte Ketonkörper und es entsteht



Abbildung 1: Abkalbebuch im Freien



Abbildung 2: Trennung von den melkenden Kühen

„Ketose“ oder Azetonämie“, die „**Berufskrankheit einer Hochleistungskuh**“.

Diese kritische Phase beginnt im ersten Laktationsmonat und fällt somit auch in die Zeit der Besamung.

Der Verlust von Körpersubstanz führt natürlich zu einer instabilen Gesundheit und zu oftmals unauffälligen Brunstsymptomen. Dem Problem mit Frühbelegungen zu begegnen, geht wiederum mit zusätzlichen Schwierigkeiten einher und schiebt das Grundproblem nur weiter vor sich her.

Dieser Energiemangelzustand bei frisch laktierenden Kühen ist der Fruchtbarkeitskiller schlecht hin.

Durch das Auftreten von Stoffwechselstörungen (Ketose, Milchfieber) kann es in Folge zu Gebärmutterentzündungen, schlechteren Besamungserfolgen, verlängerten Zwischenabkalbezeiten und einer erhöhten Remontierungsrate kommen. Der wirtschaftliche Schaden ist erheblich. Aus dieser kleinen Zusammenstellung von möglichen Problembereichen kann man ersehen, wie kritisch dieser Zeitabschnitt ist.

Problemlöser Special Needs Bereich für die Hochleistungskuh

Der Zwang, mit immer größeren Beständen und immer höheren Leistungen, Milch wirtschaftlich erzeugen zu

müssen bedeutet, immer höhere Ansprüche durch die Hochleistungskuh zu befriedigen, gleichzeitig aber weniger Zeit für das einzelne Tier zu haben.

Um diese schwierige Phase besser in den Griff zu bekommen, soll nun für diese ersten 3-4 Wochen nach der Abkalbung den Kühen ein eigener Bereich zur Verfügung gestellt werden, um die in diesen Tagen auftretenden „special needs“ – „besondere Bedürfnisse“ entsprechend erfüllen zu können (Abbildung 3).

Bauliche Lösung für diese Bereiche

Gilt grundsätzlich für alle Selektionseinheiten

Wie kann bei wachsenden Beständen trotzdem eine notwendige intensive Tierbetreuung erfolgen?

Durch eine Trennung von Einzeltiere oder Kleingruppen in eigene Buchten, kann diese Betreuung und Behandlung besser und gezielter erfolgen.

Ein in den meisten Betrieben vorhandenes Selbstfangfressgitter erleichtert zwar das Fixieren und Behandeln der Tiere, kann aber einen eigenen getrennten Bereich nicht ersetzen.

Bei der Planung von Stallum- oder -neubauten muss auf diese Bereiche bereits früh genug eingegangen werden, um sie optimal in die Arbeitsabläufe eingliedern zu können.

Größe und Ausstattung der Bereiche hängt immer von der Aufenthaltsdauer und vom Zweck der Trennung von der Herde ab. Eine Versorgung mit Wasser und Futter ist immer notwendig. Auch bei einer Trennung für nur einige wenige Stunden (brünstige Kühe, Untersuchungen im Zusammenhang mit der Fruchtbarkeit) ist bereits darauf Rücksicht zu nehmen. Buchten für kranke und lahme Tiere gehören davon immer getrennt. Wichtig ist, dass für die Tiere in diesen Buchten der Kontakt zur Herde aufrecht bleibt, um Rangauseinandersetzungen bei der Wiederrückstellung zu vermeiden. Bei größeren Betrieben ist das nicht mehr durchführbar, aber bei kleineren und mittleren Betriebsgrößen sollte dieser Ansatz unbedingt verfolgt werden.

Eine Zufahrtsmöglichkeit und ein Tor für eine mögliche Verladung von Tieren sollten ebenfalls vorhanden sein. Für den Bereich Krankbuch und brünstige Tiere sowie Kontrolltiere sollten ca. 5% der Stallplätze bereitgestellt werden.

Bei Hochleistungsherden kommt zusätzlich noch der Bereich der neumelkenden Kühe (ersten 3-4 Wochen) hinzu, die getrennt mit besonderem Komfort gehalten werden. Vor allem Erstlingskühe leiden in großen Herden unter enormen Stress und können durch diese Trennung schonender eingliedert werden.

Anforderungen:

- einfaches und rasches Umstallen erhöhen die Akzeptanz
- in allen Bereichen ein Überangebot schaffen (Fressplätze, Tränke)
- Futtersversorgung über Futtertisch erleichtert die Arbeit
- ausreichende Wasserversorgung
- großzügiger Liegebereich und Unterbelegung erhöht den Komfort



Abbildung 3: großzügig dimensionierte Liegebereiche



Abbildung 4: Special Needs Bereich als Tiefaufstall

- Zugang zu Kraftfutter soll möglich sein
- Treibverbindungen zu anderen Buchten helfen bei Umstallungen
- Kontakt zur übrigen Herde aufrechterhalten
- einfache Erreichbarkeit des Melkstandes vorsehen
- Zufahrtsmöglichkeit zur Bucht schaffen

Variante mit Tiefstreu

Gilt als eine der besten Möglichkeiten, Kühe, die sich in einer besonderen Phase befinden, zu separieren und aufzustellen (Abbildung 4).

Auch wenn übrige Stallbereiche mit einem Güllesystem ausgestattet sind, wäre für diesen sensiblen Bereich eine eingestreute, frei zugängliche und großzügig dimensionierte Fläche zu bevorzugen.

Variante mit Liegeboxen

Gilt als zweitbeste Möglichkeit und ist natürlich die oftmals einfachere Lösung. Wenn im gesamten Betrieb kaum Stroh im Einsatz ist, dann kann es für so einen kleinen Bereich zu einem erheblichen Mehraufwand werden. Eine zusätzliche Festmistachse muss erst einmal in ein Gesamtkonzept hineinpassen. Aber auch bei Liegeboxen gilt, eine gewisse Großzügigkeit bei den Plätzen einzuhalten.



Abbildung 5: Universalbucht



Abbildung 6: Universalbucht

Bei der Umsetzung treten vor allem bei kleineren Kuhbeständen Probleme auf, da durch die starke Aufgliederung der Herde in einzelne Untergruppen kaum mehr nennenswerte Gruppengrößen entstehen. (Zur Erinnerung: neumelkende Kühe 3-4 Woche, brünstige Kühe, laktierende Kühe, altmelkende Kühe, trockenstehende Kühe, abkalbende Kühe, kranke Kühe, u.s.w.)

Man könnte sagen ein Special Needs Bereich für jede Kuh. (Es lebe der Anbindestall.)

Eine mögliche Lösung liegt in der Zusammenfassung einiger Bereiche in eine Einheit, das wäre dann eine Art **Universalbucht** (Abbildung 6).

In dieser Bucht kann man die Tiere bereits vor der Abkalbung hinein geben und die ersten 3-4 Wochen danach belassen. Während der Geburtsphase der Kuh kann man sie von den übrigen Kühen durch eine einfache Abtrennung separieren und so für diese paar Stunden einen eigenen kleineren Bereich schaffen.

Durch einen ständigen Sichtkontakt zu den anderen Tieren kann die Eingliederung zurück in die Herde problemlos erfolgen. Direkte Nachbarschaft zum übrigen Stall und kurze Treibwege erleichtern die Arbeit und somit wird eine notwendige Selektion auch öfter durchgeführt und in den Arbeitsalltag besser eingegliedert (Abbildungen 5 und 6).

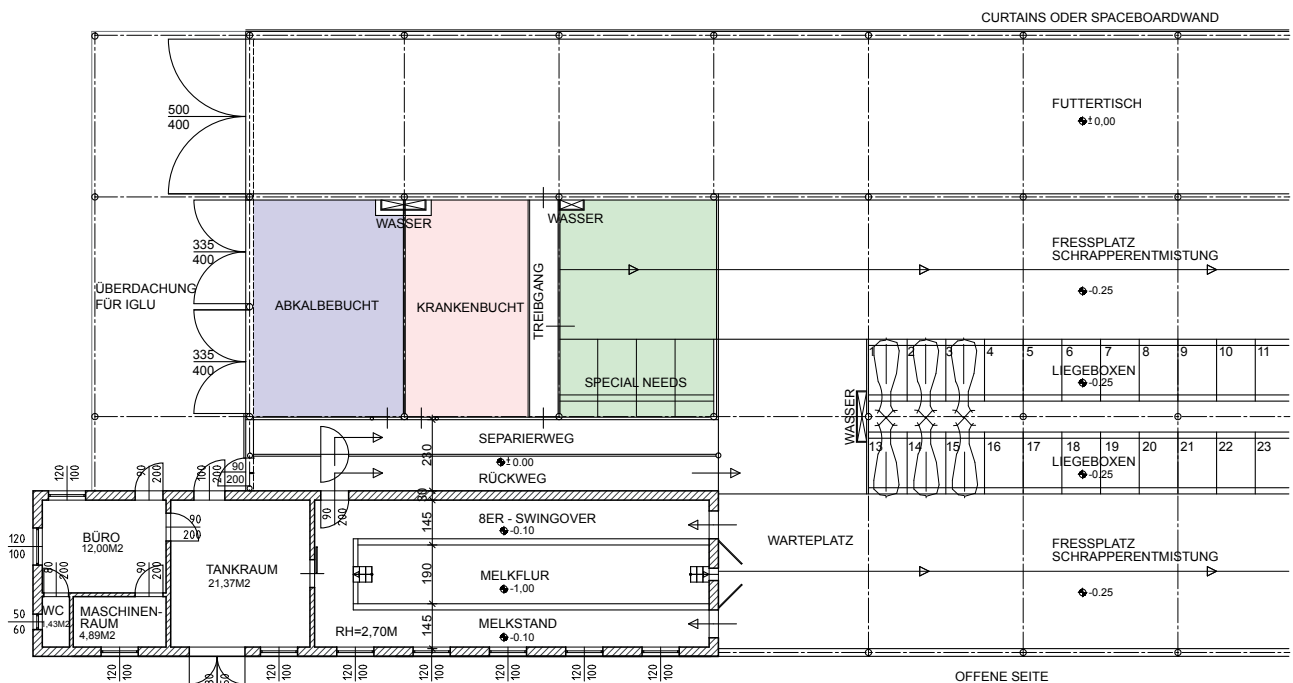
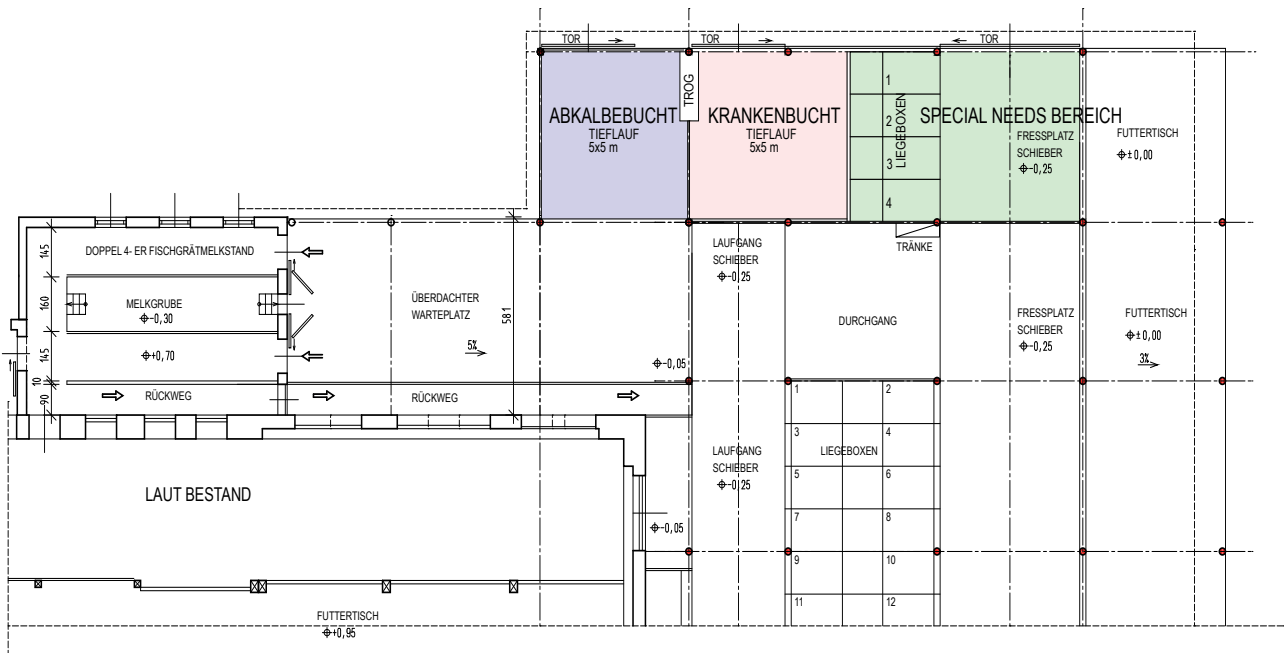
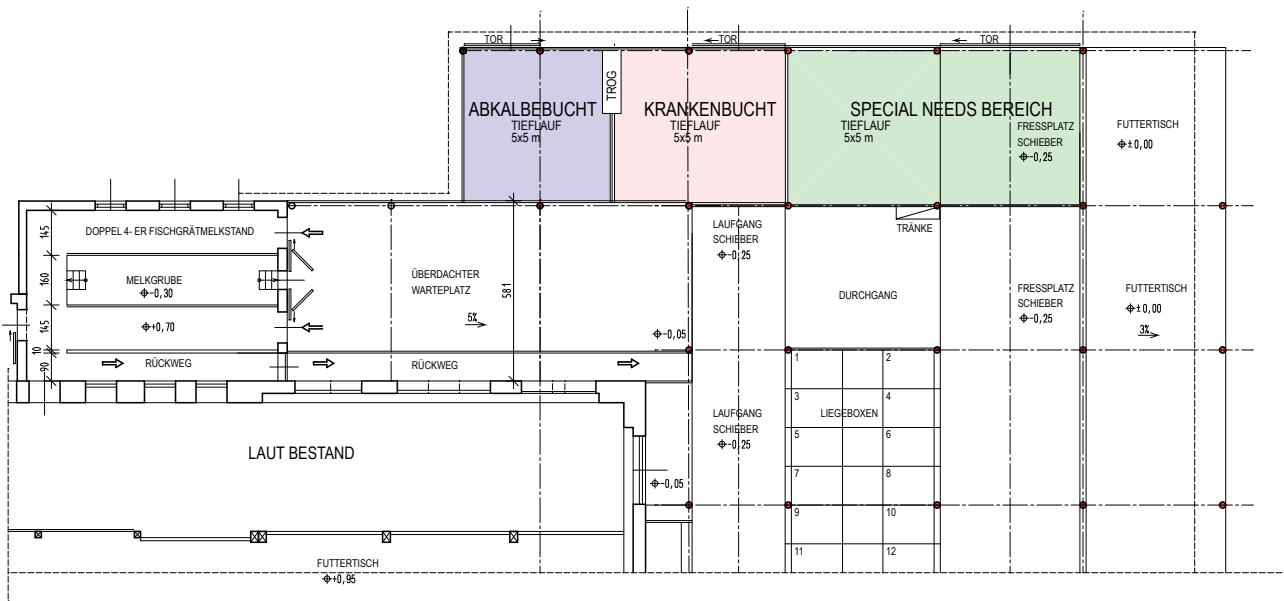


Abbildung 7: Special Needs Bereich mit Liegeboxen



PLANUNGSUNTERLAGEN ERSTELLT VOM REFERAT BAUBERATUNG

Abbildung 8: Special Needs Bereich mit Liegeboxen



PLANUNGSUNTERLAGEN ERSTELLT VOM REFERAT BAUBERATUNG

Abbildung 9: Special Needs Bereich mit Tieflauf

Bodensanierung in Rinderstallungen - Entwicklung und Bewertung von neuen Verfahren

Beat Steiner^{1*}, Margret Keck¹, Christoph Thalmann² und Michael Zähler¹

Zusammenfassung

Die Trittsicherheit von Betonböden in Rindvieh-Laufställen nimmt bereits innerhalb weniger Jahre stark ab. Dies wirkt sich auf das Lokomotions-, das Komfort- und das Brunstverhalten der Tiere aus. Nach einer mangelhaften Sanierung mit scharfen, rauhen oder ausgebrochenen Kanten können zudem Klauenschäden resultieren. Die Eignung eines neuen kombinierten Sanierungsverfahrens für planbefestigte Betonböden durch „Rillieren-Aufrauen“, in Längs- und Querrichtung, war zu beurteilen. Die Bewertung erfolgte als Vergleich von Klauen-, Verhaltens- und Boden-Parametern vor und nach der Sanierung. Mit dem kombinierten Sanierungsverfahren konnte die Trittsicherheit erhöht werden. Dadurch zeigten die Tiere wieder mehr natürliche Verhaltensweisen und die Verletzungsgefahr durch Ausrutschen und Stürze verminderte sich.

Auf Spaltenböden erfolgte ein technischer Vergleich von Verfahren durch Lamellen-Fräsen und „Hochdruck-Wasserstrahl mit Strahlmittel“ (HDW) unter Laborbedingungen. Bezüglich Rutschfestigkeit bot das Verfahren HDW Vorteile gegenüber den untersuchten Fräsverfahren. Aufgrund der Schäden an den Spaltenkanten sind bisher bekannte Fräsverfahren meist als nicht tiergerecht einzustufen. Die weitere Entwicklung solcher Verfahren auf Spaltenböden muss diesem Umstand Rechnung tragen.

Elastische Gummibeläge eignen sich für planbefestigte und Spaltenböden. Durch das Einsinken in den Belag wird die physiologische Funktion der Klauen unterstützt. Damit die Selbstreinigung gewährt bleibt, muss die Perforation des Gummibelags genau mit dem Spaltenboden übereinstimmen.

Bei der Nutzungsdauer und den Sachkosten zeigen sich zwischen den Sanierungsverfahren grosse Unterschiede.

Schlagwörter

Betonboden, Spaltenboden, Oberflächensanierung, Gleitreibungsmessung, Rutschfestigkeit, Klauengesundheit

1. Einleitung

In Laufställen in der Rinderhaltung nimmt die Trittsicherheit von Betonböden innerhalb weniger Jahre rasch ab. Das gilt sowohl für planbefestigte als auch für Spaltenböden. Dies wirkt sich auf das Lauf-, das Körperpflege- und das Brunstverhalten der Tiere aus. Die Struktur der Oberfläche wurde bisher vor allem bei mechanischen Sanierungsver-

Abstract

After just a few years, the skid resistance of solid-concrete floors in loose housing for dairy cows decreases sharply. This affects the locomotion, comfort and oestrus behaviour of the animals. Moreover, an unsatisfactory refurbishment that leaves sharp, rough or cracked edges can lead to claw damage. The aim of this study was to assess the suitability of a new combined refurbishment method on concrete solid floors involving both grooving and roughening in both a crossways and lengthways direction. The assessment involved a comparison of claw, behavioural and floor parameters before and after refurbishment. Thanks to the combined refurbishment method, skid resistance was increased. The result were more natural behaviour patterns displayed by the animals, and less danger of injury from slipping and falling.

A technical comparison of methods involving milling cutter and high-pressure water jet with blasting abrasive (HPW) on slatted floors took place under laboratory conditions. In terms of skid resistance, the HPW method offered advantages over the investigated milling method. Because of damage to the slat edges, milling methods are generally not to be rated as animal-friendly. The further development of such methods on slatted floors must take this circumstance into account.

Elastic rubber surfaces are suitable for solid and slatted floors. The physiological function of the claws is supported by sinking into the surface. In order to grant the self cleaning remains, the perforation of the rubber surface must agree exactly with the slatted floor.

In the case of service life and the material costs large differences results between the refurbishment methods.

Keywords

Concrete floor surfaces, Slatted floor, Surface refurbishment, Measurement of skid resistance, Slip resistance, Claw health

fahren nicht ausreichend auf die Anforderungen der Klauen abgestimmt. Aus Sicht des Tieres ist zudem eine hohe Rutschfestigkeit und damit eine ausgewogene Mikro- und Makrorauheit in Längs- und Querrichtung erforderlich.

Verfahren wie die Säurebehandlung oder das alleinige Aufrauen sind zwar eigenleistungsfreundlich und kostengünstig, haben jedoch eine geringe Haltbarkeit. Aus technischer Sicht

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

² ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, CH-8092 ZÜRICH

* Ansprechpartner: Dipl.Ing.agr. Beat Steiner, e-mail: beat.steiner@art.admin.ch

müssen Sanierungsverfahren das Betongefüge schonen und eine reinigungsfreundliche Oberfläche bieten. Je nach Ausführungsart - perforiert oder planbefestigt - ergeben sich deshalb unterschiedliche Sanierungsverfahren (KTBL, 2006). Diese müssen die wichtigsten bau- und gerätetechnischen sowie tierbezogenen Aspekte mit einschließen. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, ein Sanierungsverfahren für planbefestigte Böden zu entwickeln und zu bewerten. Die gewonnenen Erkenntnisse sind zudem in einen technischen Vergleich von Sanierungsverfahren für Spaltenböden unter Laborbedingungen eingeflossen.

2. Material und Methoden

2.1. Mechanisches Sanierungsverfahren für planbefestigte Laufflächen

Das von ART entwickelte Sanierungsverfahren „Rillieren-Aufrauen“ für planbefestigte Böden basiert auf einer ganzflächigen Bearbeitung in Längs- und Querrichtung. Die Auswahl und Anordnung der Fräswerkzeuge sind auf ein homogenes Bearbeiten und minimale Arbeitstiefen ausgerichtet. Damit sollen die Anforderungen von Seiten der Klauen wie die Masse, Punktbelastungen (DE BELIE et al., 2002) und Rauheit bestmöglich berücksichtigt werden. Die Bearbeitung erfolgt mit unterschiedlichen Maschinen und Werkzeugkombinationen und wird in zwei Arbeitsschritten durchgeführt:

1. Rillieren längs mit Rund- und Achtkantlamellen (*Abbildung 1*, links): Achsabstand 20 mm, Breite 10 mm, Tiefe 3 mm. Die Rillierung wird in Entmistungs- beziehungsweise Entwässerungsrichtung ausgeführt. Um eine homogene Bearbeitung sicherzustellen, ist eine Maschine mit einem stufenlosen Fahrtrieb erforderlich.
2. Aufrauen quer mit Rundlamellen (*Abbildung 1*, rechts): Achsabstand 8 mm, Breite 7 mm, Tiefe 1,5 mm. Dazu eignet sich ein leichtes Aufragerät, mit dem auch schlecht zugängliche Stellen effizient zu bewältigen sind. Die Querfahrt erfolgt in einem Winkel von 80° zur Längsrillierung, um den Vorschub von Entmistungsgeräten nicht zu beeinträchtigen. Durch das Aufrauen mit Rund- anstelle von Fünfkantlamellen, ergeben sich weniger Ausbrechungen beim Beton.

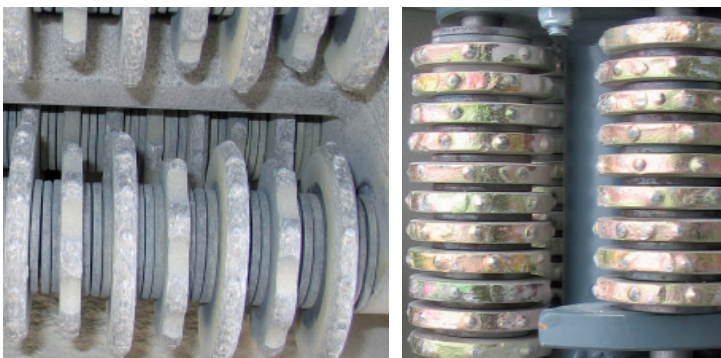


Abbildung 1: Kombination von Rund- und Achtkantlamellen für das Rillieren und Aufrauen in Längsrichtung (links), Rundlamellen für das Aufrauen und feine Rillieren in Querrichtung (rechts).

2.2. Mechanische Sanierungsverfahren für Spaltenböden

Der Vergleich von Sanierungsverfahren auf Spaltenböden umfasste Lamellenfräsen und Hochdruck-Wasserstrahl bei 500 bar mit Strahlmittel (HDW). Der Versuch erfolgte unter Laborbedingungen auf einem 18-jährigen Spaltenboden mit einer Schlitzweite von 35 mm.

In Anlehnung an frühere Untersuchungen wurde die Lamellenfräse mit Rundlamellen bestückt und eine Längsrillierung sowie eine Rillierung durch zwei Fahrten in diagonalen Richtung zu den Spalten eingefräst. Die Rillenbreite betrug dabei zirka 5 mm, die Rillentiefe 0,6-1 mm und der Rillenabstand zirka 5 mm. Beim Verfahren HDW wurde mit 500 bar Wasserdruck und mit einer Wassermenge von 28 l/min gearbeitet. Die Düsendistanz zum Boden betrug zirka 20 cm. Das Strahlmittel bestand aus Schlacke mit den Körnungen 0,6-1 und 1,5-2,8 mm, wobei der Verbrauch bei 12 kg pro Quadratmeter lag.

Der Vergleich von Sanierungsverfahren auf Spaltenböden beinhaltet das technische Vorgehen bei der Sanierung und die Messung der Rutschfestigkeit vor und nach der Sanierung. Dazu wurden die Gleitreibwerte an vier Messorten pro Verfahren ermittelt und ausgewertet.

2.3. Methodik der Bewertung von Sanierungsverfahren

Die Bewertung des Verfahrens „Rillieren-Aufrauen“ auf planbefestigten Betonlaufflächen erfolgte auf zwei Praxisbetrieben mit 35 bzw. 27 Milchkühen. Verglichen wurden bodenbezogene und tierbezogene Parameter jeweils vor und nach der Sanierung.

Als Bodenparameter wurde die Rutschfestigkeit mit dem GMG (Gleitmessgerät Modell 05, Entwicklung in Zusammenarbeit mit DLG-Prüfstelle) gemessen. Die Messungen erfolgten an vier Messstellen in Längs- und Querrichtung, was acht unabhängigen Messstrecken entspricht. Mit dem GMG wird ein 10 kg schwerer Prüfkörper mit konstanter Geschwindigkeit ($v = 0,02$ m/s) über eine Messstrecke von 350 mm gezogen. Die runde Gleiterscheibe aus Polyamid PA 6 mit einer Härte von 73° Shore-D simuliert eine Klaue mit einem Durchmesser von 97 mm und einem „Tragrand“ von 3/1 mm.

Über eine Kraftmessdose und eine elektronische Auswertungseinheit werden pro mm fünf Gleitreibwerte erfasst. Daraus resultieren 1716 auswertbare Werte pro Messstrecke. Die Auswertung erfolgte durch die Kategorisierung der Gleitreibwerte.

Zu den tierbezogenen Parametern zählten das Verhalten (Ausrutschen, Komfort- und Brunstverhalten) sowie Klauenschäden (Blutungen, Weisse Linie Defekte etc.).

Die Bonitur an allen vier Klauen erfolgte in ungeschnittenem und geschnittenem Zustand, getrennt nach Innen- und Aussenklaue. In der Datenauswertung wurden Ausrutschen und Klauenparameter mit dem Vorzeichentest verglichen.

Tabelle 1: Anzahl Ausrutschen sowie relativer Anteil von Ausrutschen infolge einer Interaktion mit anderen Kühen auf der Lauffläche im Fressbereich und im Liegebereich pro Tag vor und nach der Sanierung während einer Beobachtungsdauer von jeweils 3x30 min an 4 Tagen.

Stallbereich	Betrieb 1				Betrieb 2			
	Anzahl Ausrutschen pro Tag [n]		Anteil ¹⁾ infolge Interaktion %	p-Wert	Anzahl Ausrutschen pro Tag [n]		Anteil ¹⁾ infolge Interaktion %	p-Wert
	Vor	Nach			Vor	Nach		
Fressbereich	21,3	1,3	0,004	51,1	3,5	0,5	0,039	62,5
Liegebereich	0,8	0	-	100	0,5	0	-	50

¹⁾ Anteile aller Ereignisse vor und nach der Sanierung

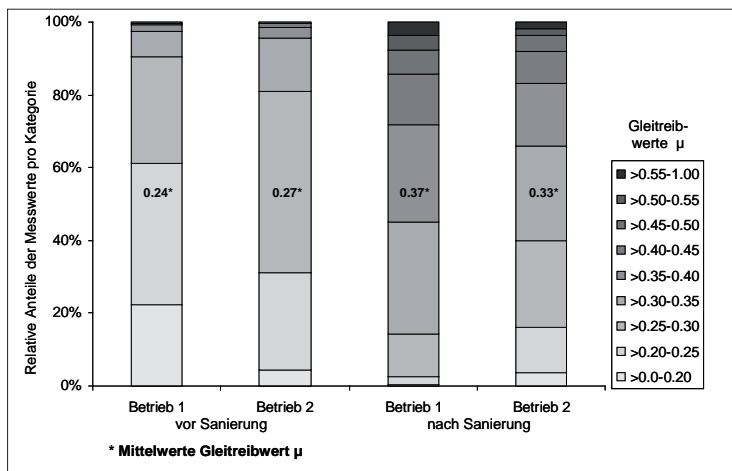


Abbildung 2: Gleitreibwerte-Kategorien vor und nach der Sanierung mit Rillieren-Aufräumen auf planbefestigten Beton-Laufflächen der beiden Praxisbetriebe. Die Kategorien mit tiefen Werten ($\leq 0,3 \mu$) widerspiegeln die Anteile mit geringer und jene $> 0,35 \mu$ solche mit hoher Rutschfestigkeit. Nach der Sanierung zeigen die Kategorien $> 0,45 \mu$ eine deutliche Zunahme der Makrorauheit.

3. Ergebnisse

3.1. Resultate der Bewertung von mechanischen Sanierungsverfahren

3.1.1. Bodenbezogene Parameter bei Rillieren-Aufräumen auf planbefestigten Flächen

Durch die Sanierung stiegen die Gleitreibwerte deutlich an; auf Betrieb 1 stieg der Mittelwert von 0,24 auf 0,37 und auf Betrieb 2 von 0,27 auf 0,33 μ . Zwischen den Längs- und Quermessungen ergaben sich lediglich Unterschiede von 0,01 μ ; die Korrelationskoeffizienten betragen 0,73 resp. 0,87. Die Kategorisierung der Gleitreibwerte (Abbildung 2) ermöglichte eine differenziertere Beurteilung als in der Literatur anhand von Mittelwerten beschrieben.

3.1.2. Tierbezogene Parameter bei Rillieren-Aufräumen auf planbefestigten Flächen

Ausrutschen beim Gehen auf der Lauffläche im Fressbereich nahm nach der Sanierung auf beiden Betrieben signifikant ($p=0.004$ bzw. $p=0.039$) ab (Tabelle 1). Die Untersuchung der Klauen ergab keine Zunahme der schadensträchtigen

Befunde durch das mechanische Rillieren und Aufräumen der Stallbodenoberfläche. Eine Zunahme der Risse in der weissen Linie vier Wochen nach der Sanierung war nach sechs Monaten nicht mehr sichtbar.

3.1.3. Resultate des Vergleichs von Sanierungsverfahren auf Spaltenböden

In Abbildung 3 sind die Ergebnisse der Rutschfestigkeitsmessungen der verschiedenen mechanischen Sanierungsverfahren auf Spaltenböden aufgeführt. Die Mittelwerte der Gleitreibwerte wurden durch die Verfahren um 0,02-0,11 μ erhöht. Nur das Sanierungsverfahren HDW fein erreichte ähnliche Gleitreibwerte wie das neue Referenzprodukt, das eine ausgeglichene Mikro- und Makrorauheit mit hoher Griffbarkeit aufwies. Die Veränderungen der Oberflächenrauheit zeigten sich deutlich in den Kategorien. Bei den Verfahren „HDW grob“, „Rillieren diagonal“ und „Rillieren längs“ blieb ein Teil der Oberflächen, das heisst Flächen zwischen Rillen oder Vertiefungen, un bearbeitet. Trotz homogener Bearbeitung ergaben diese Verfahren nur geringfügige Verbesserungen der Rutschfestigkeit. Dies zeigte sich insbesondere beim Verfahren „Rillieren längs“.

Mit den untersuchten Rillierungs-Verfahren auf Spaltenböden wurden die Spaltenkanten erheblich beschädigt. Durch das Fräsen entstehen Grate und Kanten, die eine Verletzungsgefahr für die Klauen darstellen. Neben akuten Verletzungen ergibt sich ein übermässiger Abtrag des Tragrandes und des Sohlensegments der Klauen. Auch Verfahren wie Diamantfräsen (ZEVENBERGEN, 2006) sind mit dieser Problematik konfrontiert. Ein Nachbearbeiten mit entsprechenden Werkzeugen ist daher zwingend. Durch den beidseitigen Materialabtrag an den Spaltenkanten vergrössert sich damit die Spaltenweite um mindestens 5 mm. Um die Vorgaben im Hinblick auf die Tiergerechtigkeit einzuhalten, kommt eine solche Massnahme damit nur für Rinder beziehungsweise Kühe mit mehr als 200 kg Lebendgewicht auf Böden mit Spaltenweiten von ≤ 30 mm in Frage.

Resultieren durch eine Sanierung nur geringe Verbesserungen der Rutschfestigkeit und gleichzeitig Schäden an den Spaltenkanten, sind Fräsverfahren für Spaltenböden in den meisten Fällen als nicht tiergerecht einzustufen. Dafür sind weitere Optimierungsschritte bei Geräten und Werkzeugen erwünscht.

Resultieren durch eine Sanierung nur geringe Verbesserungen der Rutschfestigkeit und gleichzeitig Schäden an den Spaltenkanten, sind Fräsverfahren für Spaltenböden in den meisten Fällen als nicht tiergerecht einzustufen. Dafür sind weitere Optimierungsschritte bei Geräten und Werkzeugen erwünscht.

3.2. Auswirkungen auf die Statik und das Betongefüge

Planbefestigte und perforierte Beton-Materialien (am Beispiel Spaltenböden) haben unterschiedliche konstruktive und statische Eigenschaften. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchungen bestätigen, dass diese Unterschiede bei den jeweiligen Sanierungsverfahren mit zu berücksichtigen sind. Planbefestigte Böden werden in der Regel in Ort beton ausgeführt. Die theoretische Betonüberdeckung der

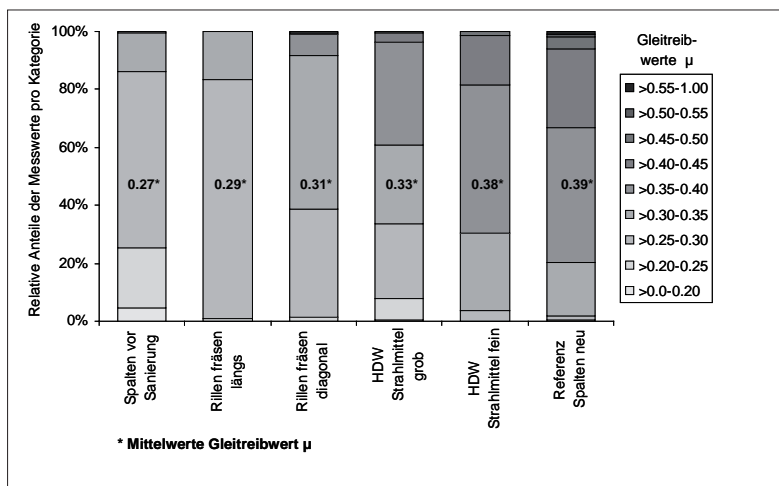


Abbildung 3: Veränderungen der Gleitreibwerte-Kategorien mit unterschiedlichen Sanierungsverfahren auf Spaltenböden

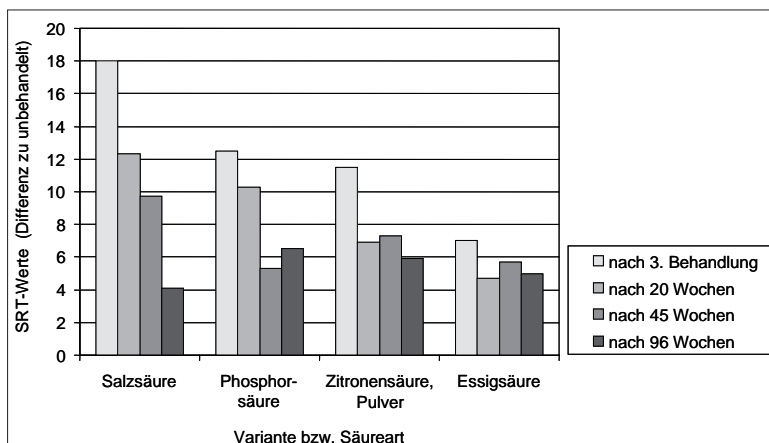


Abbildung 4: Griffigkeit (SRT-Wert) von Spaltenböden nach Säurebehandlung, dargestellt als Differenz zu unbehandelt. SRT (Skid-Resistance-Tester): Pendelgerät für Griffigkeitsmessungen auf Asphalt- und Betonbelägen.

Bewehrung von 30 mm wird oftmals unterschritten. Dies ergibt wenig Spielraum bezüglich Materialabtrag an der Oberfläche. Minimale Arbeitstiefen sind deshalb bei jedem Sanierungsverfahren gefordert.

Bei der Herstellung von Spaltenböden war früher die Betonüberdeckung der Bewehrung oft zu gering. Vor dem Entscheid zur Sanierung von mehr als 10 Jahre alten Spaltenelementen ist deshalb ihre Unterseite auf Risse und Abplatzungen zu prüfen. Die visuelle Kontrolle durch eine Fachperson ist vorerst die einzige wirksame Kontrolle und Präventionsmöglichkeit gegen Einstürze. Eine Zustandskontrolle mit Hilfe eines Endoskops ist sehr zeitaufwändig und daher nur für einen stichprobenartigen Einsatz geeignet (VAN CAENEGEM, 2001). Durch das mehrmalige Abtragen reduziert sich die Höhe von Spaltenböden oder Betondecken um die jeweilige Arbeitstiefe und folglich auch die zulässige Nutzlast. Eine Reduzierung der Höhe des Spaltenbodens von beispielsweise 16 auf 15 cm ergibt eine Minderung der Nutzlast von etwa 8 %. Der gleiche Materialabtrag hat auch eine Zunahme der Durchbiegung von etwa 20 % zur Folge. Je grösser die Durchbiegung,

desto grösser auch die Gefahr für Rissbildung. Dadurch kann die Bewehrung korrodieren und expandieren, was schliesslich zu Betonabplatzungen führt. Bei befahrbaren Spaltenböden, bei denen grosse Achslasten auftreten können, ist deshalb der Materialabtrag auf maximal 5 mm zu begrenzen. Dies ist auch wegen der oberen Bewehrung nötig. Wird die Betonüberdeckung durch das Abtragen zu stark reduziert, führt dies zu Mikrorissen oder gar Ablösungen des Betons.

Durch das Sanierungsverfahren sollen möglichst geringe Rissestörungen in die Tiefe des Betongefüges resultieren. Schwere Fräsen verursachen Rissestörungen von zirka 3-5 mm (VIFIAN, 1988). Bei leichten Fräsen, wie sie in der vorliegenden Untersuchung eingesetzt wurden, betragen diese 1-2 mm. Wasserstrahlverfahren bis 1000 bar für leichtes Aufrauen führen zu unbedeutenden Rissestörungen.

Die Haltbarkeit der Sanierungsverfahren wurde von Erfahrungswerten bei ähnlichen Oberflächenstrukturen abgeleitet. Beim Verfahren Rillieren-Aufrauen ist eine Haltbarkeit von mindestens fünf Jahren zu erwarten. Das Verfahren HDW generiert Strukturen, die rascher verkalken, wodurch die Haltbarkeit voraussichtlich etwas kürzer sein dürfte.

3.3. Chemisches Aufrauen von Betonlaufflächen

Mit dem chemischen Aufrauen kann an Beton-Oberflächen die Mikrorauheit verbessert werden. Das Verfahren bietet sich insbesondere für Spaltenböden an. Bei fachgerechter Ausführung lässt sich die Rutschfestigkeit kurzfristig erhöhen. Nach intensiver Vorreinigung werden die Kalkschichten durch mindestens drei Säure-Behandlungen abgetragen. Aufgrund der ökologischen und toxikologischen Unbedenklichkeit sowie der anwenderfreundlichen Handhabung bietet Zitronensäure (Pulver) erhebliche Vorteile gegenüber anderen Produkten. In den Versuchen wurden pro Behandlung 60 g Zitronensäure-Pulver pro Quadratmeter aufgetragen. Eine Einwirkzeit von 10 bis 15 Minuten ist einzuhalten, um die nötige Wirkung zu erreichen. Mit zunehmender Anzahl Behandlungen erhöht sich die Feinrauheit und damit die Griffigkeit der Oberfläche. Nach der Sanierung nimmt diese jedoch rasch wieder ab (Abbildung 4). Die positive Wirkung des chemischen Aufrauens ist nur im Zeitraum eines Jahres gegeben und ist deshalb als kurzfristige Massnahme mit einem Beitrag zur Stallhygiene anzusehen (SEKUL, 2006).

3.4. Elastische Gummibeläge

Gummibeläge lassen sich auf planbefestigten Laufflächen und auf Spaltenböden aufbringen. Um die wichtigste Eigenschaft der Verformbarkeit zu erhalten, muss ein Einsinken der Klauen um zirka 3 mm gewährleistet sein. Für Spaltenböden ist vorher zu prüfen, ob die statischen

Tabelle 2: Investitionen und Jahreskosten von verschiedenen Sanierungsverfahren pro 100 m².

		Sanierungsverfahren				
		„Rillieren-Aufräumen“	„Gummibelag“	Säure	HDW	„Gummibelag“
Investition		planbefestigt		Spaltenboden		
Arbeitszeitbedarf	AKh/100 m ²	7,1	12,9	6,0	7,5	11,1
Arbeitskosten bei €18,-/h	€100 m ²	128	231	108	135	201
Material und Hilfsstoffe	€100 m ²	307	4671	56	1020	6513
Total	€100 m ²	436	4902	164	1155	6714
Kostenrechnung	Abschreibung	20,0 %	10,0 %	100,0 %	25,0 %	12,5 %
	mittlerer Zins	2,4 %	2,4 %	2,4 %	2,4 %	2,4 %
	Reparaturen	0,0 %	2,0 %	0,0 %	0,0 %	2,0 %
	Total %	22,4 %	14,4 %	102,4 %	27,4 %	16,9 %
Jahreskosten inkl. Arbeit	€100 m²	98	706	168	316	1135

Beträge in Euro basierend auf Umrechnung SFr - € zum Wechselkurs von 1,52

Voraussetzungen gegeben sind. Mit Blick auf die Kosten ist eine Sanierung von Spaltenböden mit Gummibelägen nur zu empfehlen, wenn die noch zu erwartende Lebensdauer der Spaltenelemente eben so gross ist, wie diejenige des Gummibelags.

Bei Flächenelementen kann es darum gehen, verletzungs-trächtige Stellen (zum Beispiel ausgebrochene Kanten) zu entschärfen oder die Schlitzweiten zu reduzieren. Durch die bis zu 24 mm dicken Beläge vergrössert sich der Abstand zwischen Oberfläche und Kotabrisskante im Spalt. Damit die Selbstreinigung gewährt bleibt, muss die Perforation genau mit dem Spaltenboden übereinstimmen. Deshalb ist der Spaltenboden exakt auszumessen, damit der Gummibelag passend angefertigt werden kann. Weist der Spaltenboden stark unterschiedliche Spaltenweiten auf, sind zur sicheren Befestigung entsprechende Spreizkeile nötig. Bei der Montage müssen temperaturbedingte Ausdehnungen mit berücksichtigt werden. Dazu sind die Montageanleitungen der Hersteller unbedingt zu beachten. Dies gilt auch für die erforderlichen Anpassungen an den Mistschiebern, wie das Abrunden von Schieberklappen. Die Befahrbarkeit von Laufflächen wird durch die Gummibeläge eingeschränkt. Damit keine Tiere auf den Gummibelägen in den Laufgängen liegen, müssen optimal eingestellte und gepflegte Liegeboxen vorhanden sein.

3.5. Investitionen und Jahreskosten von Sanierungsverfahren

In *Tabelle 2* sind die Investitionen und Jahreskosten der verschiedenen Sanierungsverfahren pro 100 m² Lauffläche zusammengefasst. Dabei handelt es sich um Richtwerte. Im Arbeitszeitbedarf sind die Vorarbeiten für Reinigung und Einrichtung der Geräte für die Sanierung und die eigentlichen Sanierungsarbeiten enthalten. Bei den chemischen und mechanischen Sanierungsverfahren arbeiten zwei, beim Verlegen von Gummibelägen jeweils drei Personen beim Einbau mit. Die Arbeiten wurden als Eigenleistungen mit einem Stundenansatz von €18,- eingerechnet. Allfälliges Fachpersonal der Firmen, die Geräte und Material lieferten,

ist nicht berücksichtigt. Die Abschreibungsdauer wurde je nach der zu erwartenden Nutzungsdauer des jeweiligen Verfahrens festgelegt. Während sich bei den Arbeitskosten keine grossen Unterschiede zwischen den Verfahren ergeben, zeigen sich bei den Materialkosten erhebliche Unterschiede. Bei den Jahreskosten ist die unterschiedliche Nutzungsdauer der Sanierungsverfahren zu berücksichtigen.

4. Schlussfolgerungen

Die rasche Abnahme der Rutschfestigkeit von Beton-Laufflächen erfordert geeignete Sanierungsverfahren. Dabei müssen gleichzeitig Anforderungen von Seiten des Tiers als auch der Verfahrenstechnik erfüllt werden. Für planbefestigte Flächen hat ART ein neues mechanisches Sanierungsverfahren „Rillieren-Aufräumen“ entwickelt und bewertet. Durch die höhere Trittsicherheit zeigten die Tiere mehr natürliche Verhaltensweisen und die Verletzungsgefahr durch Stürze wurde vermindert. Auch die Tierbetreuer profitieren von rutschfesteren Böden. Verschiedene bisher bekannte Fräsverfahren erweisen sich auf Spaltenböden in den meisten Fällen als nicht tiergerecht. Deshalb wären weitere Optimierungsschritte bei diesen Geräten und Werkzeugen erwünscht. Elastische Gummibeläge eignen sich für planbefestigte und Spaltenböden. Letztere sind jedoch vorgängig auf ihre statischen Eigenschaften zu überprüfen. Unter www.art.admin.ch>Dokumentation>ART-Publikationen im Shop ist der ausführliche ART-Bericht 690 „Sanierung von Beton-Laufflächen“ erhältlich.

5. Literatur

- DE BELIE, N., ROMBAUT, E., SIMOENS, K., and J. de BAERDEMAEKER, 2002. Effect of surface roughness on pressure distributions in the foot-to-ground contact area for cattle. *AgEng Budapest* 2002, pp. 1-8.
- KTBL, 2006. Laufflächen für Milchkühe - Ausführung und Sanierung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. *KTBL-Heft 60*, S. 39-45.
- SEKUL, W., 2006. Säurebehandlung von Spaltenböden, interner Bericht LVVG Aulendorf.
- VAN CAENEGEM, L., 2001. Tragsicherheit von Betonspaltelementen. Regelmässige Zustandskontrolle erforderlich. *FAT-Berichte Nr. 564*. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (ehemals FAT), Ettenhausen.
- VIFIAN, M., 1988. Zur Praxis von Instandsetzungsarbeiten. *Schweizer Baublatt Nr. 89*, 9.11.1988 / Bauwerksanierung Nr. 4, S. 58-60.
- ZEVENBERGEN, G., 2006. Sanierung von Stallböden: Mit Diamanten wird's am rauesten. Untersuchungen am Institut für Landbau und Fischzucht, B-Merelbeke. *PROFI VEREDLUNGSTECHNIK* 5/2006, S. 62.

Die Entwicklung der Schweineproduktion in Österreich und der EU

Raimund Tschiggerl^{1*}

Zusammenfassung

EU-Schweineproduktion

Die EU-Kommission rechnet in diesem Jahr mit einem weiteren Rückgang der Schweineproduktion in Europa (minus 6 Millionen Schweine, bzw. minus 2,3 Prozent gegenüber 2008).

Vor allem in Osteuropa kommt es zu weiteren Produktionseinbußen (minus 20 bis 40%). Schuld daran ist die unzureichende Wirtschaftlichkeit der Schweineproduktion. Erst sorgten enorm gestiegene Futtermittelkosten für Verluste bei den Erzeugern, nun drücken die Folgen der Finanzkrise auf den Schweinepreis in diesen Ländern.

Im größten Schweineproduktionsland der EU - Deutschland- dürfte die Schweineproduktion durch den Abbau der Sauenherden um etwa 1,5 Prozent sinken. Das Schlachtschweineangebot wird aber nicht im gleichen Maße zurückgehen. Bis Mitte April dieses Jahres hatten die meldepflichtigen Schlachtbetriebe ca. 600.000 Schweine mehr am Haken. Das ist ein Zuwachs von fast 5 Prozent gegenüber dem Vorjahreszeitraum.

Schweineproduktion in Österreich

Die Schweineproduktion in Österreich ist im letzten Jahr mit einem Minus von 9,5 % stark zurück gegangen und mit 3,064 Millionen Schweinen auf einen historischen Tiefstand gesunken. Die Importe von Schlachtschweinen und Fleisch sind in den letzten Jahren stark gestiegen. Die politischen Rahmenbedingungen zur Erhaltung der bäuerlichen Schweineproduktion werden immer schlechter (Beispiel: Baugesetz, Raumordnung,...). Zusätzlich muß aufgrund der neuen Tierschutzverordnung der EU auf Gruppenhaltung bei Sauen umgestellt werden. Das wird zu einer weiteren Herausforderung zum Erhalt der heimischen Schweineproduktion werden, da ca. zwei Drittel der Betriebe auf dieses Betriebssystem umstellen müssen. Die Schweineproduktion in Österreich läuft daher große Gefahr unter die 100% Inlandsversorgung zu sinken. Damit werden die Importe von Schweinefleisch weiter ansteigen. Es sollten daher auch die politischen Rahmenbedingungen in Österreich für eine entsprechende Veredelung im Schweinebereich gesetzt werden, um Arbeitsplätze und eine hohe Wertschöpfung im Inland zu sichern.

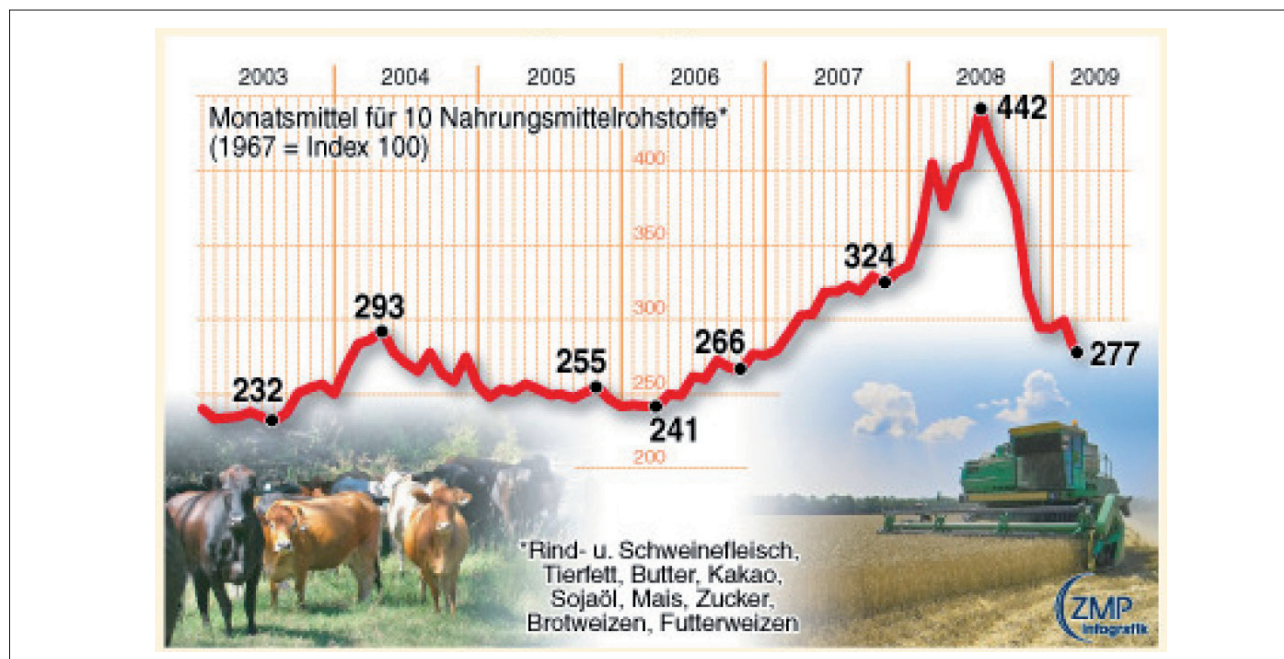


Abbildung 1: Preisentwicklung der Agrarrohstoffe weltweit

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, SZS, Am Tieberhof 31, 8200 GLEISDORF

* Ansprechpartner: Dipl.Ing. Raimund Tschiggerl, e-mail: raimund.tschiggerl@lk-stmk.at

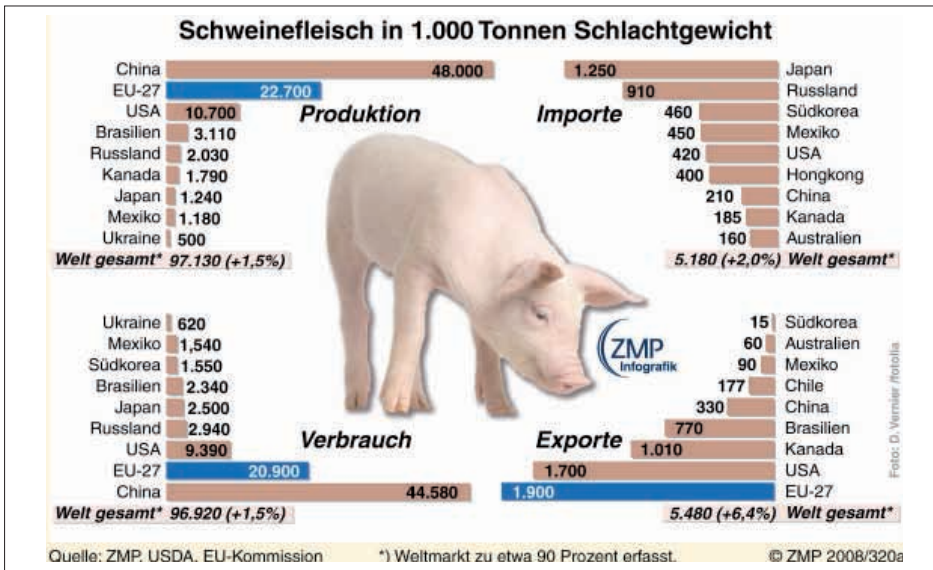


Abbildung 2: Prognose zum globalen Schweinefleischmarkt

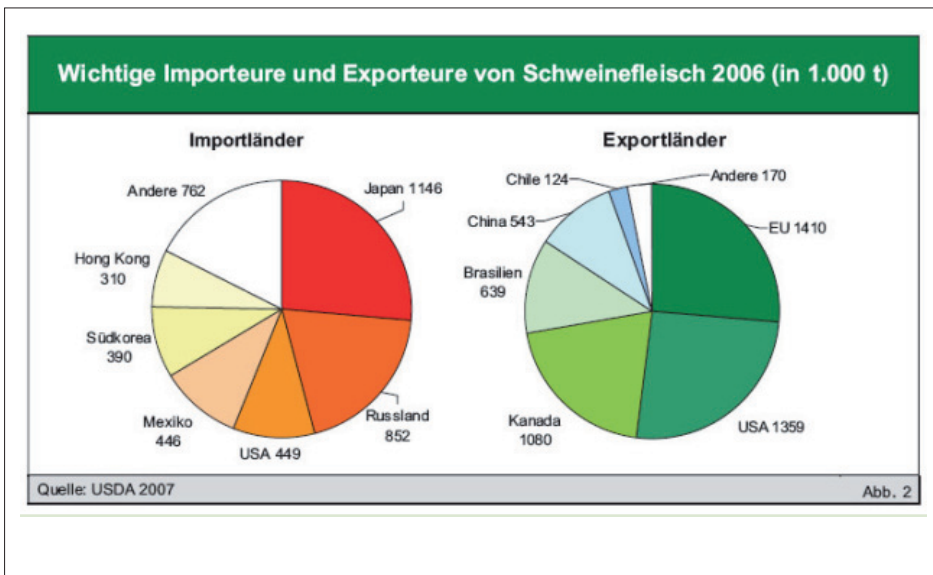


Abbildung 3: Wichtige Importeure und Exporteure von Schweinefleisch 2006 (in 1.000 t)

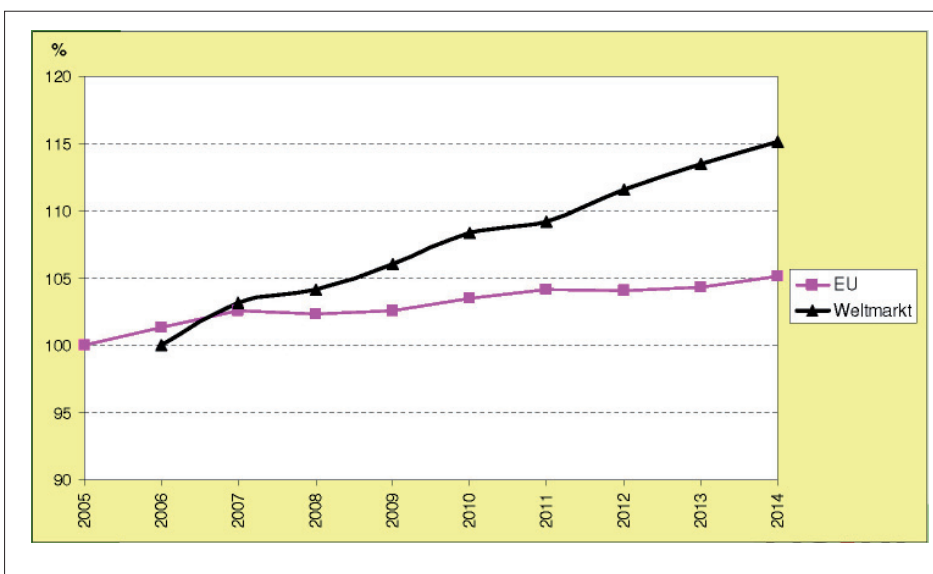


Abbildung 4: Produktionsvor-schau Schweine

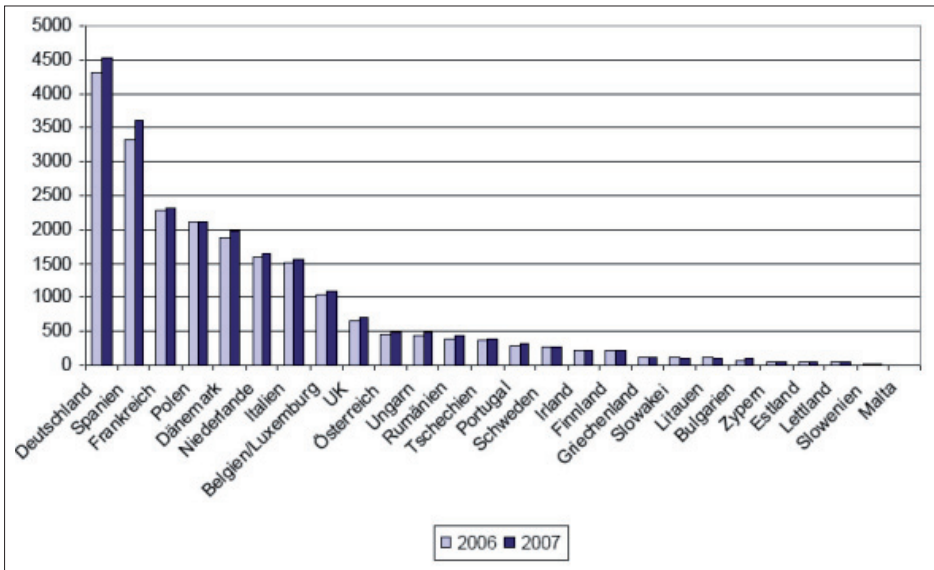


Abbildung 5: Bruttoeigenerzeugung in der EU von Schweinefleisch (1.000 t Schlachtgewicht) (Quelle: ZMP nach EUROSTAT)

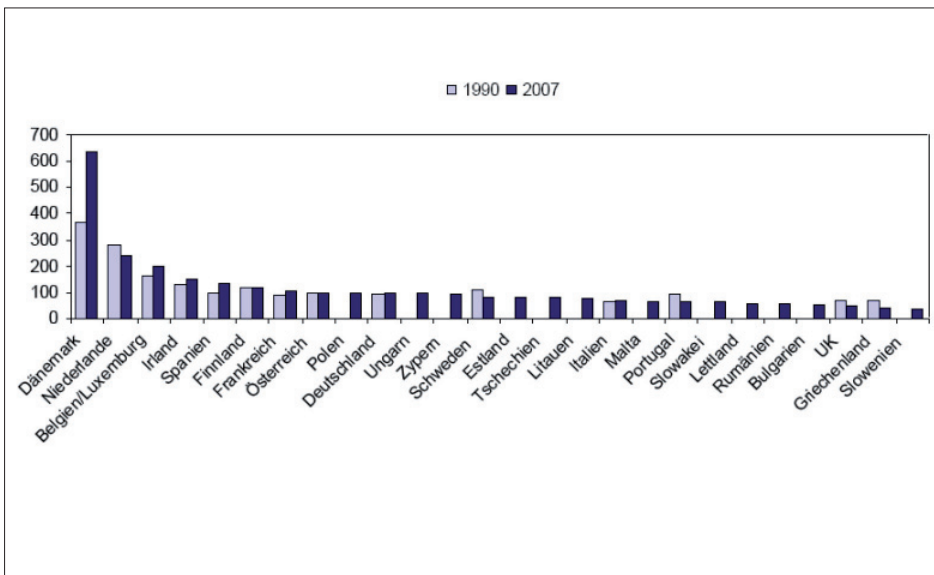


Abbildung 6: Entwicklung der Selbstversorgung in der EU von 1990 - 2006 (Quelle: ZMP nach EUROSTAT)

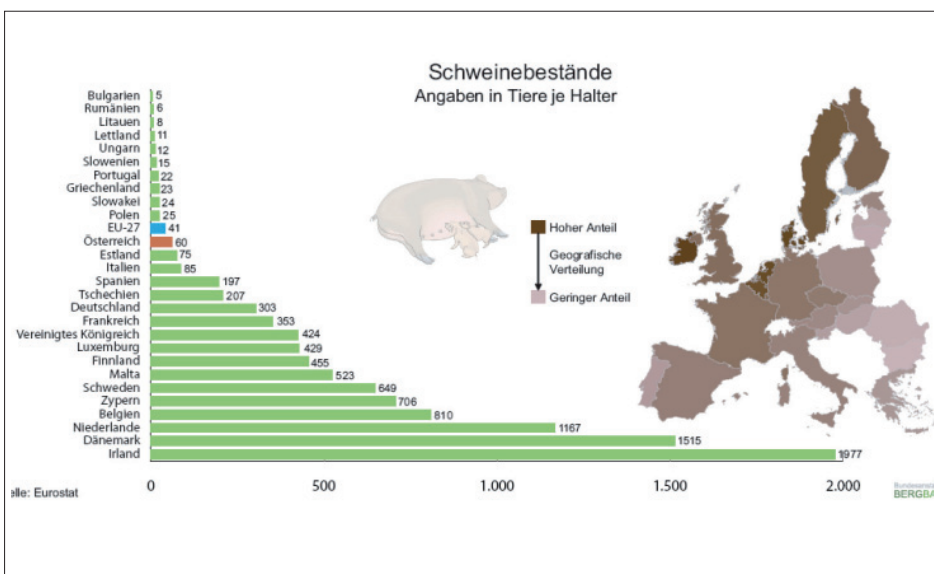


Abbildung 7: Schweinebestände je Tierhalter in der EU (Quelle: EUROSTAT)

Tabelle 1: Viehzählung in der EU

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	DU 00 - 07	Veränd. 08 zu DU
EU 27	159.771,4	167.666,1	:	:	158.137,8	160.410,8	158.970,3	158.562,4	159.114,7	161.928,9	159.724,2			
EU 25	151.194,4	158.751,1	:	:	152.902,5	154.356,3	152.793,0	151.124,8	151.578,3	154.101,6	152.270,7			
EU 15	118.947,5	125.406,4	124.348,0	122.195,5	122.711,9	122.214,6	121.660,7	122.661,8	122.242,3	124.469,0	124.365,8			
Belgien	7.351,8	7.551,1	7.321,7	7.266,2	6.775,2	6.600,2	6.366,2	6.318,7	6.253,0	6.303,6	6.200,3	6.755,3	6.755,3	-8,2%
Bulgarien	1.480,0	1.721,0	1.512,0	831,4	788,5	986,5	1.032,3	943,0	932,7	1.012,7	888,6	783,7	928,2	15,6%
Tschechische R.	4.013,0	4.001,0	3.688,0	3.594,0	3.441,0	3.429,0	3.309,0	2.915,0	2.719,0	2.741,3	2.661,8	2.135,0	3.101,3	-31,2%
Dänemark	11.494,0	11.991,0	11.914,0	12.642,0	12.975,0	12.879,0	12.969,0	13.407,0	12.604,0	13.613,0	13.170,0	12.195,0	13.032,4	-6,4%
Deutschland	24.795,3	26.294,0	26.001,5	25.766,8	25.957,8	26.251,5	26.495,3	26.334,8	26.989,1	26.820,6	27.113,0	26.718,6	26.466,1	1,0%
Estland	306,3	326,4	285,7	300,2	345,0	340,8	344,6	353,7	351,6	341,2	374,7	364,1	344,0	5,9%
Irland	1.717,0	1.800,9	1.762,9	1.731,5	1.762,9	1.781,5	1.731,6	1.757,6	1.678,0	1.620,0	1.574,6	1.604,6	1.704,7	-5,9%
Griechenland	939,0	905,0	969,0	936,0	861,0	1.027,0	993,0	994,0	952,1	1.033,3	1.038,0	1.061,0	979,3	8,3%
Spanien	19.480,0	21.562,0	22.418,0	22.149,3	23.857,8	23.517,7	24.097,5	24.895,0	24.888,9	26.218,7	26.061,2	26.289,6	24.460,8	7,5%
Frankreich	15.472,5	15.869,2	15.991,0	15.168,0	15.275,4	15.378,0	15.265,0	15.150,0	15.123,0	15.009,0	14.654,0	14.796,0	15.127,8	-2,2%
Italien	8.281,0	8.323,0	8.415,0	8.645,5	8.766,3	9.166,0	9.157,0	8.971,8	9.200,0	9.281,1	9.273,0	9.252,4	9.057,6	2,2%
Zypern	414,8	436,4	425,2	413,8	451,0	490,8	488,1	470,5	429,7	452,6	467,1	464,9	458,0	1,5%
Lettland	429,9	421,1	404,9	393,5	428,7	453,2	444,4	435,7	427,9	416,8	414,4	383,7	426,8	-10,1%
Litauen	1.200,1	1.159,0	936,1	867,6	1.010,8	1.061,0	1.057,4	1.073,3	1.114,7	1.127,1	923,2	897,1	1.029,4	-12,9%
Luxemburg	73,7	80,9	82,1	82,6	76,2	76,5	75,9	77,1	77,1	87,0	86,4	77,8	79,9	-2,6%
Ungarn	4.931,0	5.479,0	5.335,0	4.834,0	4.822,0	5.082,0	4.913,0	4.059,0	3.853,0	3.987,0	3.871,0	3.383,0	4.427,6	-23,6%
Malta	67,1	61,4	:	:	80,9	78,3	73,1	76,9	73,0	73,7	76,9	65,5	76,1	-13,9%
Niederlande	11.437,0	13.418,0	13.139,0	12.822,0	11.514,0	11.154,0	10.765,5	11.140,0	11.000,0	11.220,0	11.710,0	11.735,0	11.415,7	2,8%
Österreich	3.679,9	3.810,3	3.433,0	3.347,9	3.440,4	3.304,7	3.254,9	3.125,2	3.169,5	3.139,4	3.286,3	3.064,2	3.258,5	-6,0%
Polen	18.496,7	19.275,4	18.223,9	16.991,5	17.494,0	18.997,0	18.439,2	17.395,6	18.711,3	18.813,0	17.621,2	14.242,3	18.057,9	-21,1%
Portugal	2.394,0	2.385,0	2.349,8	2.337,8	2.389,0	2.343,7	2.249,1	2.347,9	2.344,1	2.295,5	2.373,8	2.338,7	2.335,1	0,2%
Rumänien	7.097,0	7.194,0	5.848,0	4.797,0	4.446,8	5.058,0	5.145,0	6.494,7	6.603,8	6.814,6	6.564,9	6.173,7	5.740,6	7,5%
Slowenien	578,0	592,0	558,5	603,6	599,9	655,7	620,5	534,0	547,4	575,1	542,6	432,0	584,9	-26,1%
Slowakei	1.810,0	1.593,0	1.562,1	1.488,4	1.517,3	1.553,9	1.443,0	1.149,3	1.108,3	1.104,8	951,9	748,5	1.289,6	-42,0%
Finnland	1.443,9	1.540,7	1.492,8	1.455,5	1.453,8	1.422,8	1.394,2	1.435,0	1.440,0	1.435,4	1.426,8	1.399,5	1.432,9	-2,3%
Schweden	2.353,0	2.321,3	2.021,1	1.896,1	1.920,2	1.982,0	2.004,0	1.920,4	1.797,4	1.661,5	1.727,5	1.702,6	1.863,6	-8,6%
England	8.035,5	7.554,0	7.036,9	5.948,2	5.687,0	5.330,1	4.842,5	4.787,4	4.726,2	4.731,0	4.671,0	4.550,0	5.090,4	-10,6%
Kroatien	:	:	:	1.233,5	1.233,8	1.286,5	1.346,7	1.489,3	1.205,0	1.488,5	1.348,0	1.103,9	1.328,9	-16,9%

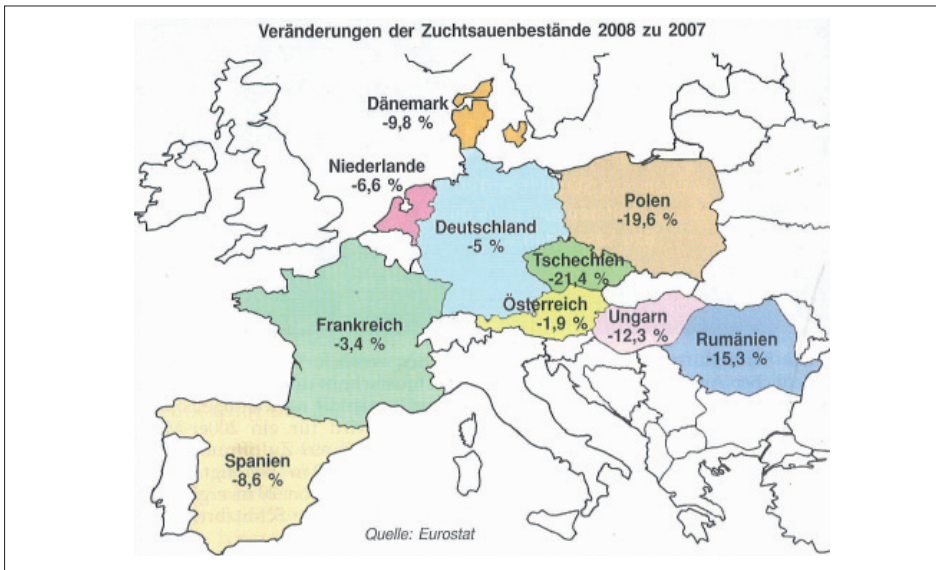


Abbildung 8: Veränderung der Zuchtsauenbestände 2008 zu 2007

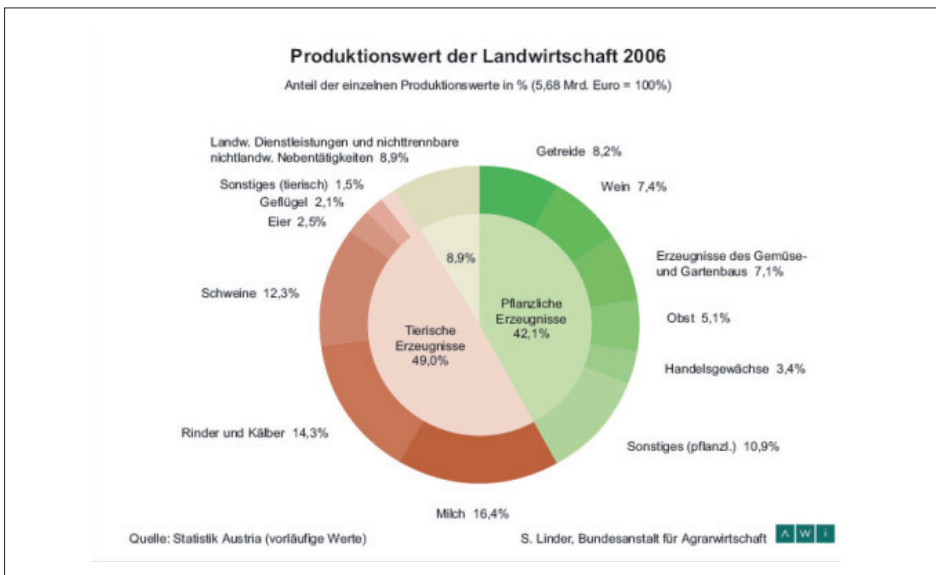


Abbildung 9: Produktionswert der österreichischen Landwirtschaft (Quelle: Statistik Austria (vorläufige Werte))

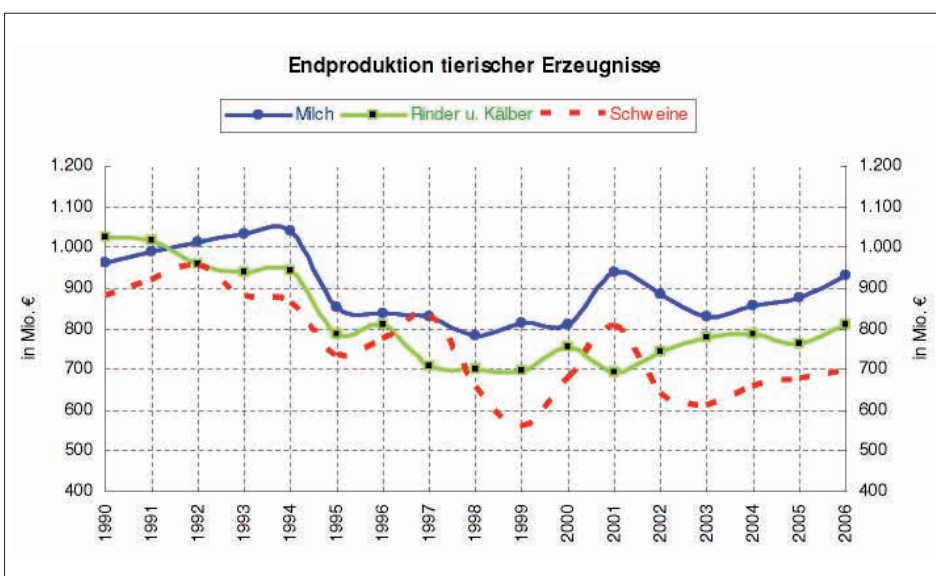


Abbildung 10: Endproduktion tierischer Erzeugnisse in Österreich

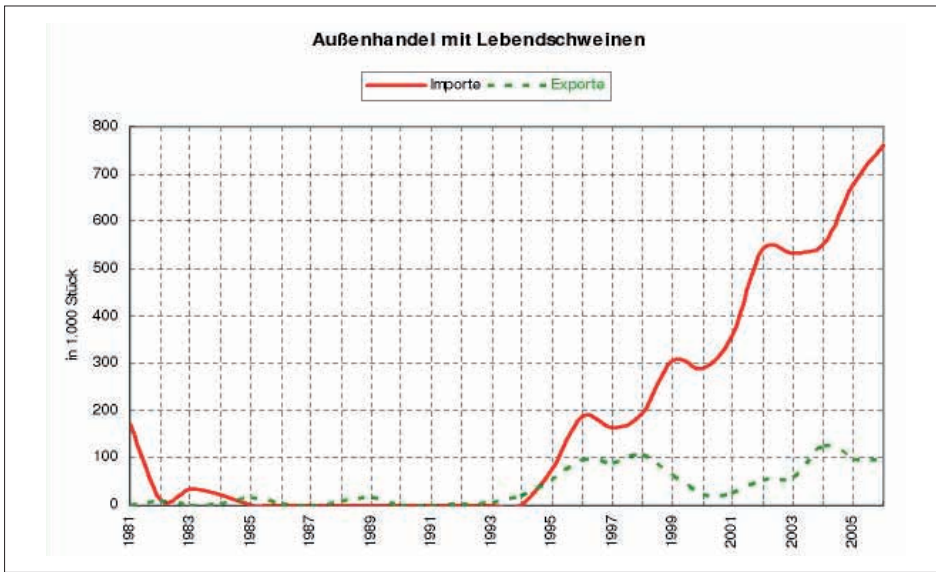


Abbildung 11: Außenhandel mit Lebenschweinen in Österreich

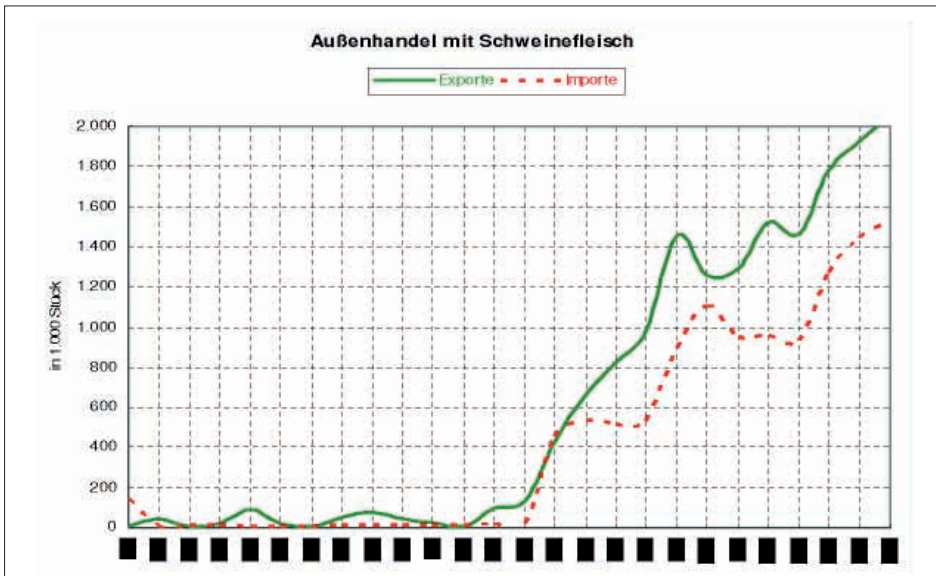


Abbildung 12: Außenhandel von Fleisch in Österreich

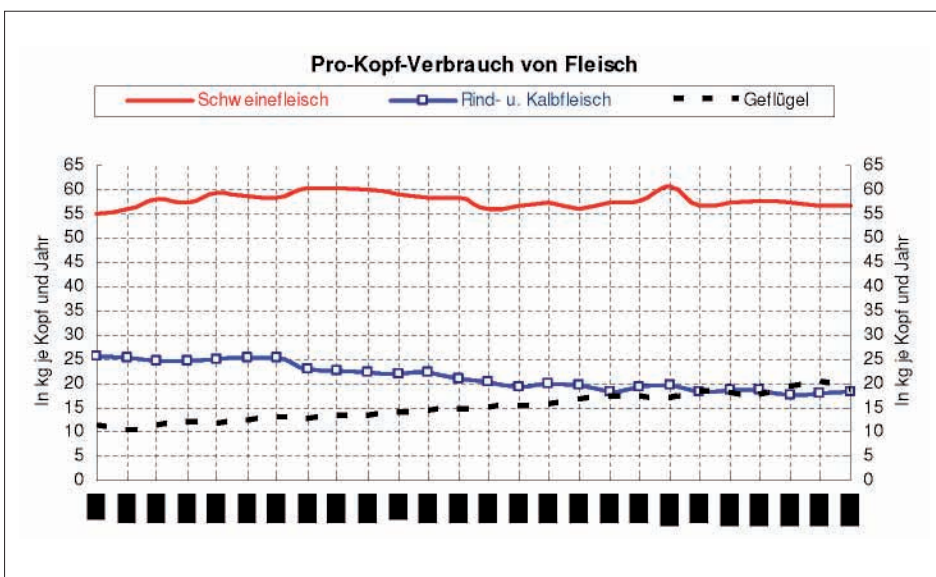


Abbildung 13: Pro Kopf-Verbrauch von Fleisch in Österreich

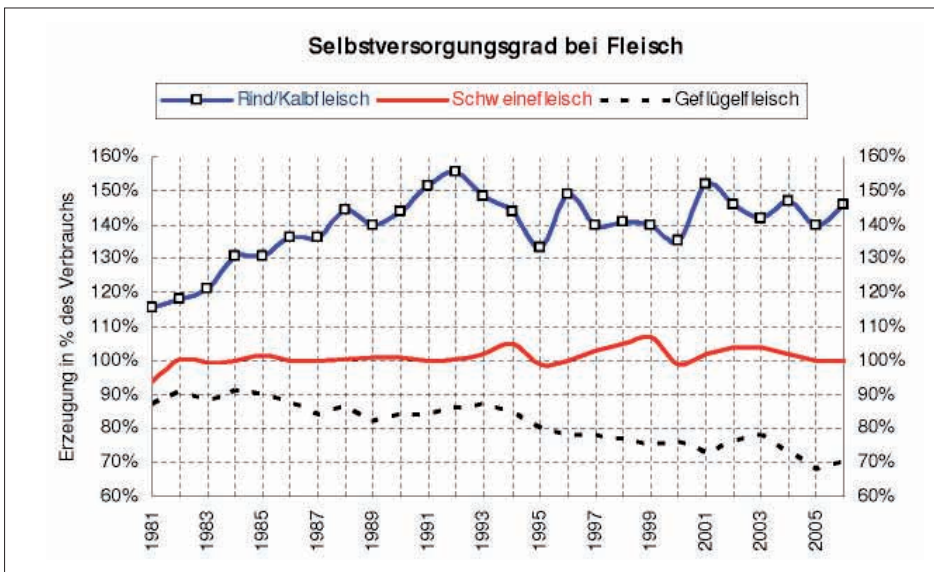


Abbildung 14: Selbstversorgungsgrad bei Fleisch in Österreich

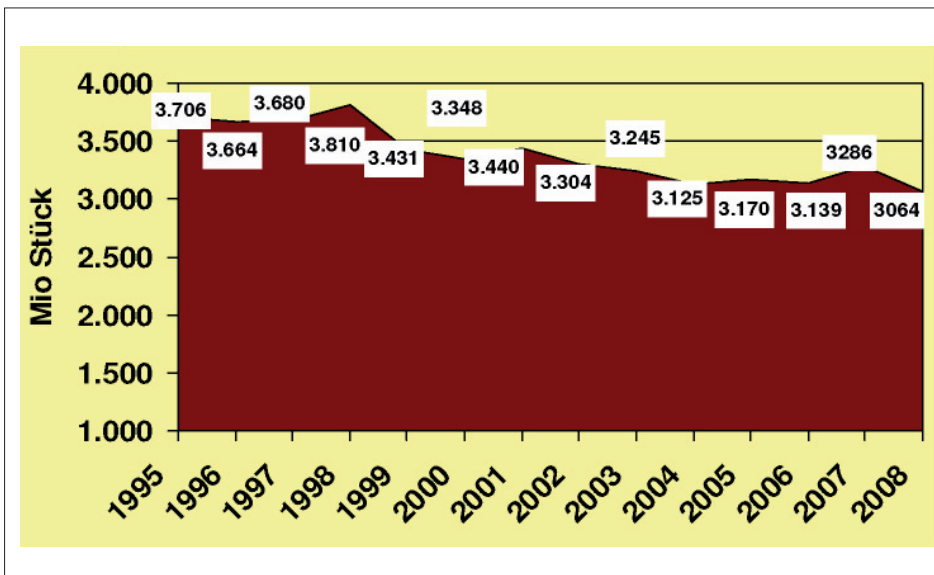


Abbildung 15: Schweinebestand in Österreich

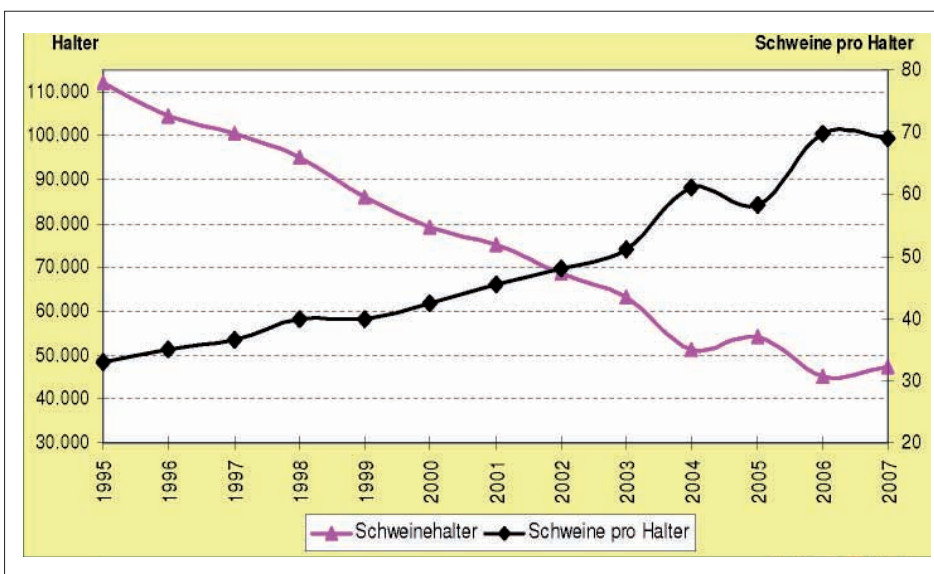


Abbildung 16: Struktur der Schweinehaltung in Österreich

Betriebsgröße (Schweine)	Zahl der Betriebe	Schweine
1 - 2	24.143	38.424
3 - 9	9.189	40.118
10 - 49	4.269	102.402
50 - 99	1.803	129.185
100 - 199	2.517	364.130
200 - 399	2.827	810.315
400 - 999	2.578	1,496.515
1000 - 1999	201	245.363
2000 und mehr	14	59.834
GESAMT:	47.539	3,286.287

Tabelle 2: Struktur der Schweinehaltenden Betriebe

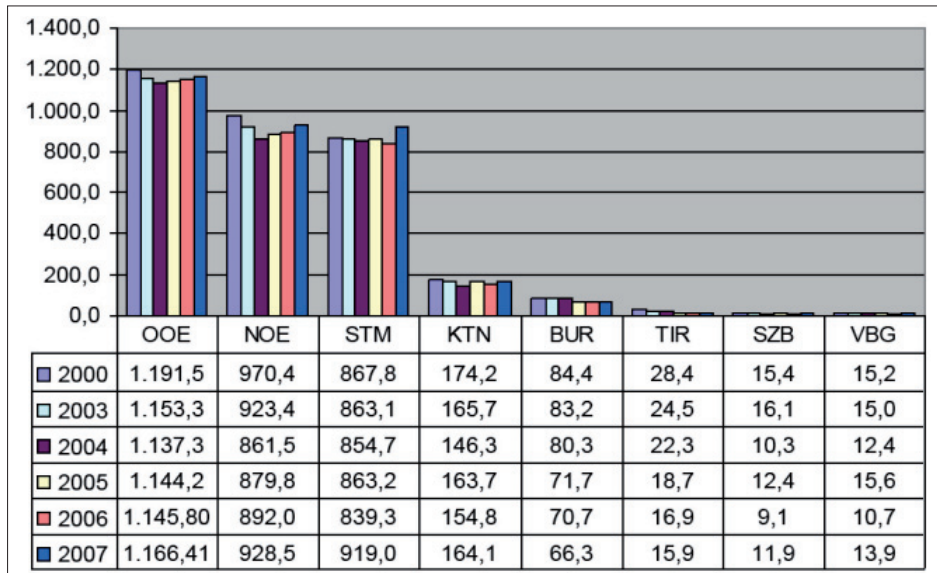


Abbildung 17: Schweinebestand in den Bundesländern (in 1.000 Stück)

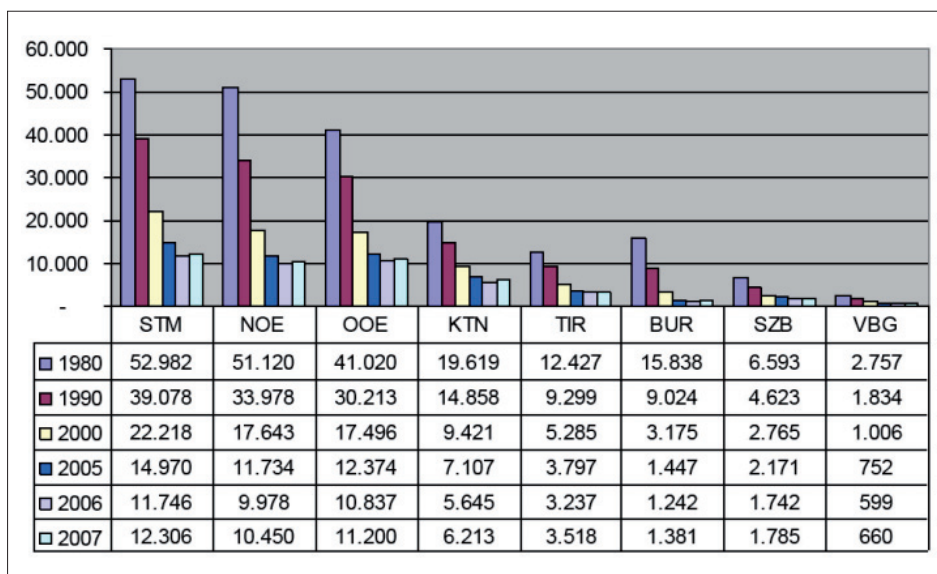


Abbildung 18: Anzahl der Schweinehaltenden Betriebe, Bundesländerverteilung

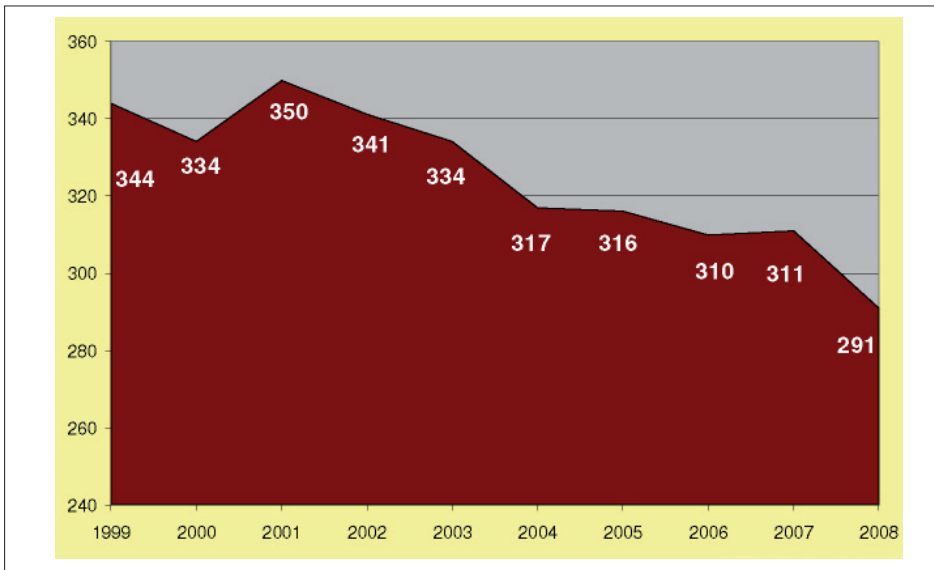


Abbildung 19: Zuchtschweinebestand in Österreich (in 1000 Stück)

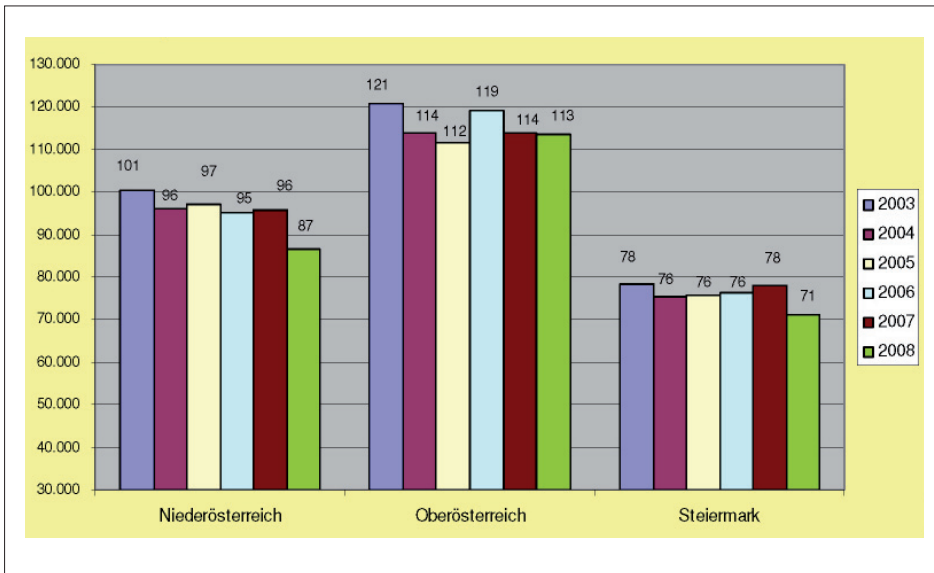


Abbildung 20: Zuchtsauenbestand

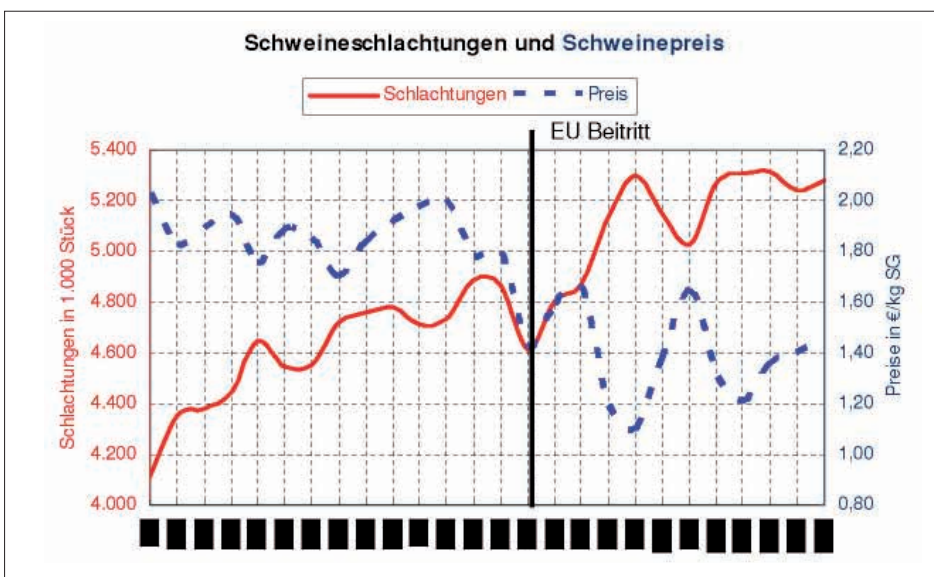


Abbildung 21: Schweineschlachtungen - Preis

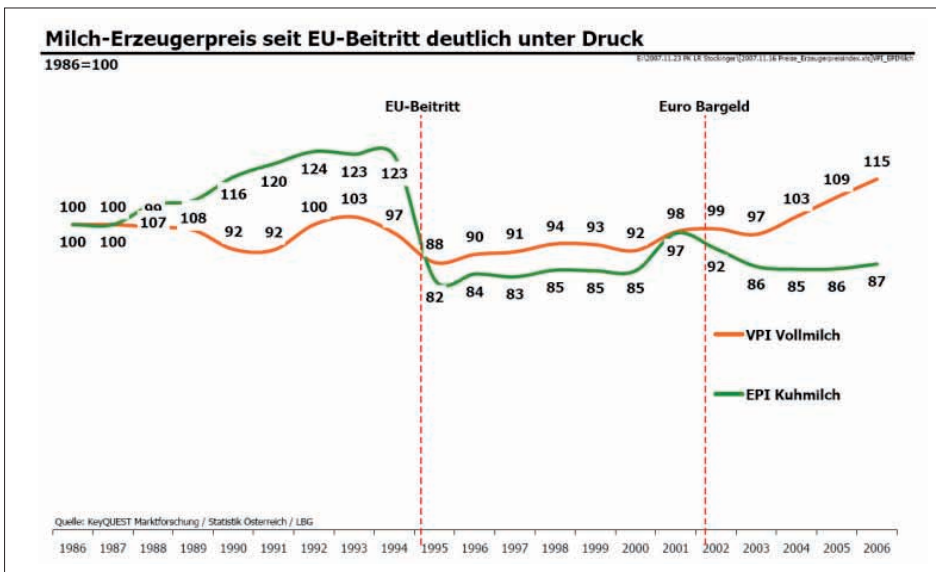


Abbildung 25: Milch-Erzeugerpreis seit 1986

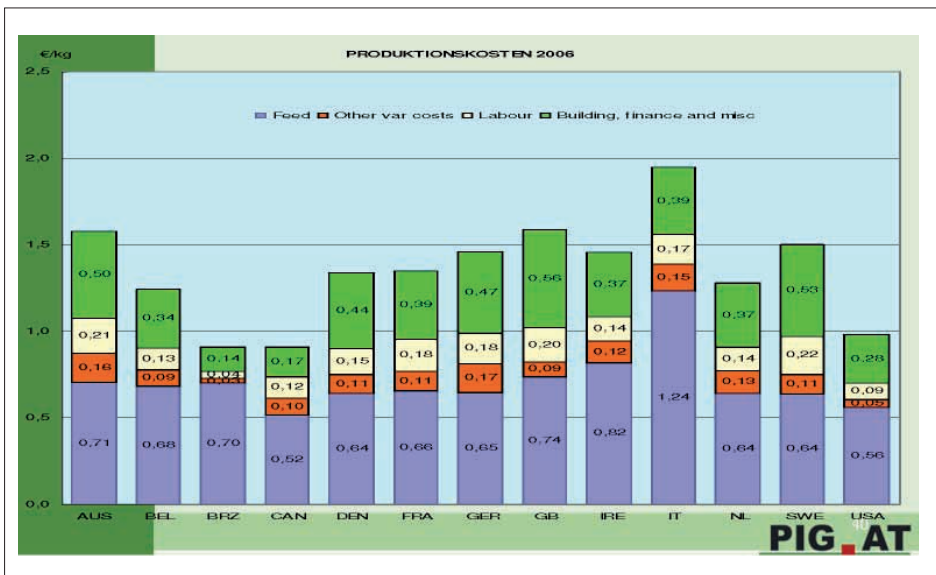


Abbildung 26: Schweinefleisch - Produktionskosten 2006

Die Auswirkung gesetzlicher Veränderungen in Bau- und Raumordnung auf landwirtschaftliche Betriebe in der Steiermark

Johann Bischof*

Zusammenfassung

Durch eine weitestgehend erfolgte Liberalisierung des gesamten Agrarhandels sind Tierhaltungsbetriebe permanent gefordert, sich weiter zu entwickeln. Im Zuge dieser Entwicklungsmöglichkeit ist ständig auf die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe zu achten, da tierische Produkte, wie z. B. Schweinefleisch in einem liberalen Marktumfeld jederzeit vollständig ausgetauscht werden können.

Diese Wettbewerbsfähigkeit kann nur durch vergleichbare Rahmenbedingungen für Tierhaltungsbetriebe erreicht werden. In diesem Zusammenhang sind international geltende Grundsätze für größere Betriebe, wie UVP und IPPC zu nennen. Einseitig national schärfere Bestimmungen, wie die Änderung des Baugesetzes bzw. der Novellierungsvorschlag zum Steiermärkischen Raumordnungsgesetz, verschlechtern dabei die Wettbewerbsfähigkeit der Tierhaltungsbetriebe, was einen Verlust von Arbeitsplätzen und eine Gefährdung des Produktionsstandorts Österreich und der Steiermark bedeutet.

In diesem Zusammenhang ist aber auch klarzustellen, dass auch die Landwirtschaft und im speziellen die Tierhaltung der Problemstellung Immissionsvermeidung künftig eine verstärkte Bedeutung beimessen muss.

Dabei ist wichtig, dass von den Anrainern aber auch Tierhaltungsbetrieben mögliche Lösungen von nicht möglichen unterschieden werden. Nur wenn es gelingt, die Diskussion auf eine fachliche Basis zu bringen, werden jene Lösungsansätze entstehen können, die zur künftigen Konfliktvermeidung und Betriebsentwicklung im Interesse der Tierhalter und Anrainer notwendig sind.

Summary

The widely finished liberalisation of the markets for agricultural products forces the milk and meat producers to adapt to changing conditions. The farmers have to look very closely to the competitiveness of their farming business when adapting their farms as products from animals like pork are completely replaceable.

The competitiveness can only be achieved by corresponding guidelines and regulations for farms with animals. In this context we can look at international regulations for bigger farms like UVP and IPPC.

One-sided stronger national regulations (or by federal provinces) like the regulations for buildings (Baugesetz) or the request for a stronger Styrian Law for Land Development (Raumordnungsgesetz) weaken the competitiveness of farming.

This will lead to a loss of jobs in agriculture and will endanger the agricultural production in Austria and Styria.

In this context we have to make clear that agriculture and especially the animal keeping farms will have to focus on the problem of reducing pollutants.

It is important that the neighbours of animal farms but also the farmers will be able to realize the things that are possible and the things being impossible.

There is only the chance to get to a factually correct base in the discussion. This will bring us to solutions which will prevent us from conflicts and will lead us to a development in farming that will meet the farmers and the neighbours.

1. Steiermärkisches Baugesetz

Das Steiermärkische Baugesetz wurde im Landesgesetzblatt für Steiermark Nr. 88/2008 vom 10. Juni 2008 geändert und am 29. August 2008 kundgemacht.

Die wesentlichen inhaltlichen Bestimmungen der durchgeführten Novellierung zum Steiermärkischen Baugesetz stellen sich wie folgt dar:

§ 4 Z. 30 a: **Geruchszahl (G)**: Zahl zur Abschätzung der Geruchsemissionen von Betrieben mit Nutztierhaltung. Sie ist das Produkt aus der Tierzahl, einem tierspezifischen Faktor und einem landtechnischen Faktor und wird nach den Regeln der Technik (z. B. nach der vorläufigen Richtlinie

zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen – VRL) ermittelt; die Landesregierung kann durch Verordnung detaillierte Vorgaben zur Ermittlung der Geruchszahl und der Schutzbereiche erlassen und hat dabei insbesondere eine Summierungsregel für im Naheverhältnis zueinander stehende Stallungen zu beinhalten, einen Filterfaktor in die Geruchszahlberechnung aufzunehmen und den Raumordnungsfaktor immer auf 1 zu setzen

§ 4, Z. 40 a: **Lästlinge**: kleine wirbellose Tiere, zumeist Insekten, die sich gerne in der näheren Umgebung des Menschen aufhalten; dabei handelt es sich um Arten, die primär keine deutliche Schadwirkung haben; wird jedoch durch günstige Lebensbedingungen ihre Vermehrung besonders

¹ Landwirtschaftskammer Steiermark, Hamerlinggasse 3, A-8011 GRAZ

* Ansprechpartner: Tierzuchtndirektor Dipl.Ing. Johann Bischof, e-mail: johann.bischof@lk-stmk.at

begünstigt, treten sie in übermäßiger Anzahl auf und werden damit als zunehmend störend empfunden; bei massenhaftem Auftreten führen sie zu Belästigungen, in vielerlei Hinsicht können sie mitunter auch zu Schädlingen werden; zu ihnen zählen u. a. Ameisen, Silberfischchen, Kellerasseln, Ohrwürmer, Fliegen (z. B. Fruchtfliegen, Kleine Stubenfliege etc.), Wespen, Hornissen, Milben.

§ 29 (6): Werden die Interessen gemäß § 114 Abs. 2 durch eine aufrechte baubehördliche Bewilligung im Rahmen der Landwirtschaft nicht mehr ausreichend geschützt, hat die Behörde - insbesondere auf Antrag eines Nachbarn - in begründeten Fällen andere oder zusätzliche Auflagen nach dem Stand der Technik vorzuschreiben. Bezogen auf landwirtschaftliche Tierhaltungsbetriebe ist diese Bestimmung erst ab einer Größe der Geruchszahl $G = 20$ anzuwenden. Die Verfahrenskosten hat die Gemeinde zu tragen.

Interessensabwägung Behörde

§ 29 (7): Die Behörde kann für die Erfüllung bzw. Einhaltung von zusätzlichen Auflagen gemäß Abs. 6 eine Frist von höchstens 5 Jahren einräumen, wenn diese Pflichten dem Betriebsinhaber erst nach einem oder mehreren Jahren wirtschaftlich zumutbar sind und der Schutzzweck eine solche Fristsetzung erlaubt

§ 29 (8): Von einer Änderung bzw. Ergänzung der ursprünglichen Auflagen gemäß Abs. 6 ist jedoch abzusehen, wenn der finanzielle Aufwand im Vergleich zum angestrebten Nutzen unverhältnismäßig hoch ist. Hierbei sind insbesondere die Art, die Menge und das Gefährdungspotential der von der Anlage ausgehenden Emissionen, die von ihr verursachten Immissionen, die Nutzungsdauer und die technische Ausrüstung der Anlage zu berücksichtigen.

§ 114 (2): Landwirtschaftliche Betriebsanlagen sind so zu planen und auszuführen, dass

1. das Leben oder die Gesundheit der Nachbarinnen/Nachbarn nicht gefährdet wird,
2. Nachbarinnen/Nachbarn oder öffentliche Einrichtungen wie Schulen, Krankenanstalten, Alten- und Pflegeheime oder Kirchen durch Lärm, Rauch, Staub, Erschütterung, Gestank oder Lästlinge nicht unzumutbar oder das ortsübliche Ausmaß übersteigend belästigt werden und
3. keine nachteiligen Einwirkungen auf die Beschaffenheit der Böden sowie der Gewässer herbeigeführt werden, sofern diese nicht unter die Regelungen des Wasserschutzgesetzes fallen.

Stand der Technik

§ 114 (3): Eine landwirtschaftliche Betriebsanlage ist zu genehmigen, wenn nach dem Stand der Technik und dem Stand der medizinischen und der sonst in Betracht kommenden Wissenschaften zu erwarten ist, dass überhaupt oder bei Einhaltung der erforderlichenfalls vorzuschreibenden bestimmten geeigneten Auflagen die nach den Umständen des Einzelfalles voraussehbaren Gefährdungen im Sinn des Abs. 2 vermieden und Belästigungen, Beeinträchtigungen oder nachteilige Einwirkungen im Sinn des Abs. 2 auf ein zumutbares Maß beschränkt werden. Die vorzuschreibenden Auflagen haben erforderlichenfalls auch Maßnahmen

für den Fall der Unterbrechung des Betriebes und der Auffassung der Anlage zu umfassen. Die Behörde kann weiters zulassen, dass bestimmte Auflagen erst ab einem dem Zeitaufwand der hierfür erforderlichen Maßnahmen entsprechend festzulegenden Zeitpunkt nach Inbetriebnahme der Anlage oder von Teilen der Anlage eingehalten werden müssen, wenn dagegen keine Bedenken vom Standpunkt des Schutzes der im Abs. 2 umschriebenen Interessen bestehen.

§ 114 (4): Ob Belästigungen der Nachbarn im Sinn des Abs. 2 zumutbar sind, ist danach zu beurteilen, wie sich die durch die Betriebsanlage verursachten Änderungen der tatsächlichen örtlichen Verhältnisse auf einen gesunden, normal empfindenden Menschen auswirken.

Stand der Technik – Filteranlagen

Im Zuge der Novellierung zum Steiermärkischen Baugesetz wurde in der öffentlichen Meinungsbildung immer wieder die Forderung nach dem Einbau von Filteranlagen für Tierhaltungsbetriebe als „Stand der Technik“ kommuniziert. Auch die Definition des Begriffes „Stand der Technik“ selbst ist nicht eindeutig geklärt, da laut Auskunft LFZ Raumberg-Gumpenstein zur technischen auch die ökonomische Machbarkeit gehört, was bisher seitens der zuständigen Fachabteilungen des Landes weder bestätigt noch dementiert wurde.

2. Novellierungsvorschlag zum Steiermärkischen Raumordnungsgesetz

Im vorliegenden Novellierungsvorschlag zum Steiermärkischen Raumordnungsgesetz, lt. Entwurf vom 31.03.2008 der zuständigen Dienststelle des Landes FA 13B sind aus der Sicht der Tierhaltung unter anderem folgende Novellierungsinhalte als besonders kritisch einzustufen:

1) Mögliche Festlegungen im ÖEK (Örtliches Entwicklungskonzept) die Tierhaltung betreffend

Entsprechend des § 23 (7) des Entwurfes können im örtlichen Entwicklungskonzept unter Berücksichtigung der Entwicklungsbedürfnisse rechtmäßig bestehender Betriebe für Tierhaltungsbetriebe insbesondere festgelegt werden:

1. Flächen, für die auf Grund ihrer Entfernung zu Siedlungs- oder Freiraumentwicklungsbereichen keine Geruchsschwellenabstände im Flächenwidmungsplan auszuweisen sind.
2. Flächen, die für Tierhaltungsbetriebe ab einer Größe der Geruchszahl $G = 20$ einschließlich ihrer Geruchsschwellenabstände reserviert sind.
3. Flächen, in denen Tierhaltungsbetriebe ab einer Größe der Geruchszahl $G = 20$ einschließlich ihrer Geruchsschwellenabstände ausgeschlossen sind.
4. Die äußersten Grenzen von Geruchsschwellenabständen.

Mit diesen geplanten Festlegungen im örtlichen Entwicklungskonzept könnten zwar künftig Freiräume für die Ansiedlung von Tierhaltungsbetrieben im Zuge der Raumplanung geschaffen werden, die damit zusammenhängenden Nachteile überwiegen allerdings bei Weitem.

Als Nachteile in diesem Zusammenhang können genannt werden:

- Werden im örtlichen Entwicklungskonzept Flächen für Tierhaltungsbetriebe ab einer Größe $G = 20$ reserviert, sind diese Flächen von entsprechenden Bauwerbern und der Gemeinde als Baubehörde erster Instanz auch entsprechend zu nutzen. Dies bedeutet, dass bei vorhandenen reservierten Flächen für Tierhaltungsbetriebe eine künftige Bebauung ausschließlich auf diesen zu erfolgen hätte. Sie wäre auch gegenüber einer Bebauung im Freiland als höherrangig einzustufen. Als Konsequenz daraus müssten Bauwerber diese für Tierhaltung vorbehaltlich reservierten Flächen käuflich erwerben und zudem eine Anreise zur Arbeitserledigung je nach Entfernung der Vorbehaltsfläche zum Heimbetrieb in Kauf nehmen.
- Konzentrationen von Tierhaltungsbetrieben auf solchen Vorbehaltsflächen sind auch aus seuchenhygienischer Hinsicht äußerst problematisch einzustufen bzw. abzulehnen.

Als Forderung seitens der Landwirtschaftskammer Steiermark sind die Bestimmungen im örtlichen Entwicklungskonzept lediglich auf jene Flächen, für die auf Grund ihrer Entfernung zu Siedlungs- und Freiraumentwicklungsbereichen keine Geruchsschwellenabstände im Flächenwidmungsplan auszuweisen sind bzw. nur jene Flächen, in denen Tierhaltungsbetriebe ab einer Größe $G = 20$ einschließlich ihrer Geruchsschwellenabstände ausgeschlossen sind, einzuschränken.

2) Ausweisung der Geruchsschwellenabstände und Belästigungsbereiche im Flächenwidmungsplan

Für Tierhaltungsbetriebe sind entsprechend des § 27 im vorliegenden Entwurf im Flächenwidmungsplan und nach Maßgabe des örtlichen Entwicklungskonzeptes rund um Tierhaltungsbetriebe ab einer Größe $G = 10$ der Geruchsschwellenabstand und der Belästigungsbereich auszuweisen. Der Belästigungsbereich erstreckt sich bis zum halben Geruchsschwellenabstand.

Zu dieser Formulierung ist festzuhalten, dass damit im Zuge der künftigen Erstellung der Flächenwidmungspläne ein immenser Ermittlungsbedarf zur Errechnung der Geruchsschwellenabstände und der entsprechenden Belästigungsbereiche notwendig ist. Dadurch entstehen jedenfalls enorme zusätzliche Kosten für die Gemeinden.

3) Sondernutzung Tierhaltung

Im § 27 (2) des eingangs zitierten Novellierungsentwurfes ist festgelegt, dass intensive Tierhaltungsbetriebe (Geruchszahl $G > 50$) nur im Rahmen einer festgelegten Sondernutzung zulässig sind. Dazu ist in § 27 (4) auch eine Summierungsregel angeführt, unter welcher mehrere bauliche Anlagen als solcher Tierhaltungsbetrieb gelten, wenn sie in einem räumlichen Naheverhältnis stehen und eine bauliche und/oder betriebsorganisatorische Einheit bilden und die Summe der Geruchszahlen mehr als $G = 50$ ergibt.

Laut dem vorliegenden Vorschlag hat die Erhebung der Tierbestände durch die Baubehörde auf Basis des bewilligten bzw. des als bewilligt anzusehenden Bestandes zu erfolgen.

Sind danach keine Zahlen ermittelbar, ist von der nach der Stallgröße max. möglichen Anzahl pro Tierart auszugehen. Die Ermittlung der Geruchszahl und des Geruchsschwellenabstandes hat nach den Regeln der Technik bzw. nach der vorläufigen Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen zu erfolgen.

Der ausgewiesene Schutzbereich entfaltet lt. § 27 (5) folgende Rechtswirkungen:

1. Im Belästigungsbereich dürfen, wenn eine unzumutbare Belästigung festgestellt wurde, Wohnnutzungen bau-rechtlich nicht bewilligt werden.
2. Innerhalb des Geruchsschwellenabstandes dürfen eine Reihe von Baugebieten, z. B. reine bzw. allgemeine Wohngebiete nicht neu ausgewiesen werden.

Eine Erweiterung und/oder Änderung des Tierbestandes ist bei Betrieben ab einer Größe der Geruchszahl $G = 20$ nur zulässig, wenn

- a) die Ausdehnung des Belästigungsbereiches keine unzumutbare Belästigung bei Grundflächen mit Gebäuden für Wohnnutzungen in der Nachbarschaft hervorruft,
- b) die Ausdehnung der Geruchsschwellenabstandes keine eigens angeführten Baugebiete, wie z. B. reine Wohngebiete betrifft, oder
- c) sich durch Sanierung von bestehenden Stallgebäuden, durch Einbau zusätzlicher Maßnahmen zur Luftreinhaltung oder durch Änderungen des Tierbestandes usw. die Geruchszahl G nicht erhöht.

Seitens der Landwirtschaftskammer Steiermark wurde in diesem Zusammenhang vorgeschlagen, anstelle einer genauen Ermittlung der Schutz- und Belästigungsbereiche an der bisherigen Praxis des Einzeichnens von Geruchskreisen, lediglich als „Hinweis- und Warnfunktion“ ohne weitere unmittelbare Rechtswirkungen festzuhalten.

Abschließend ist zum Novellierungsvorschlag zum Steiermärkischen Raumordnungsgesetz lt. Entwurf vom 31.03.2008 festzuhalten, dass die politischen Verhandlungen zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Artikels noch nicht abgeschlossen sind und inhaltliche Änderungen in allen angeführten Punkten möglich sind.

3. Auswirkungen bereits durchgeführter und möglicher gesetzlicher Veränderungen im Bau- und Raumordnungsrecht auf landwirtschaftliche Betriebe in der Steiermark

- Die Tierhaltung in der Steiermark ist auf Grund des wirtschaftlichen Umfeldes in Europa, aber auch weltweit einem ständigen Entwicklungsprozess in Richtung Vergrößerung und Konzentration der Tierbestände unterworfen.
- Neben der wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit der Betriebe, welche in Form vergleichbarer Preise für Lebensmittel, wie z. B. Fleisch seitens der Konsumenten eingefordert wird, müssen auch vergleichbare Rahmenbedingungen für die Produzenten gelten (UVP, IPPC usw.).
- Allzu oft wird eine Vergrößerung der Tierbestände automatisch mit Massentierhaltung und damit zusam-

menhängenden schlechten Tierhaltungsbedingungen verknüpft. In diesem Zusammenhang gibt es allerdings keinen wissenschaftlichen Begriff, welcher eine bzw. die Größe, ab welcher eine Massentierhaltung beginnt, konkret beschreibt.

- Ein Größenvergleich der Tierhaltungsbetriebe kann sich nie auf die Steiermark und auch nicht auf Österreich beziehen, sondern muss alle Mitbewerber am gemeinsamen europäischen - bzw. Weltmarkt mit berücksichtigen.
- Es kann auch, wie oft gefordert, keine Grenze genannt werden, ab welcher die bäuerliche Landwirtschaft aufhört und eine industrielle beginnt. Die Größe der Betriebe wird dabei gegenwärtig wie künftig von der Möglichkeit der Einkommenserzielung und von arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten abhängen.
- Generell stellen Immissionen aus der Landwirtschaft, unabhängig von der Größe der Betriebe, ein zunehmendes Konfliktpotential dar.
- Durch die durchgeführte Änderung zum Steiermärkischen Baugesetz und der Einführung des noch immer nicht definierten Begriffes Stand der Technik ist einerseits eine massive Verunsicherung im Bereich der Tierhaltungsbetriebe, andererseits eine Erwartungshaltung in der Ländlichen Bevölkerung nach der Möglichkeit eine beinahe geruchlosen Landwirtschaft entstanden.
- Durch die Verunsicherung der Betriebe, verstärkt durch ein ungünstiges wirtschaftliches Umfeld im Bereich der Veredelungsbetriebe, wurde im Jahr 2008 beinahe eine

Einstellung der Bautätigkeit und damit ein Stillstand der Betriebsentwicklung der Betriebe verzeichnet.

- Mit den vorgestellten Bestimmungen im vorliegenden Novellierungsvorschlag zum Steiermärkischen Raumordnungsgesetz wird die Situation für Tierhaltungsbetriebe nochmals verschärft.
- Speziell durch die geforderte Ausweisung einer Sondernutzung im Freiland für Tierhaltungsbetriebe ab einer Geruchszahl $G = 50$ würde die Entwicklungsmöglichkeit selbst im Freiland für Tierhaltungsbetriebe massiv eingeschränkt werden.
- Die Landwirtschaft, aber auch die Verwaltung ist aufgefordert diesen Konflikten, z. B. durch eine vernünftige Raumplanung, kostengünstige Maßnahmen zur Reduktion von Immissionen (z. B. durch Futterzusätze) aber auch durch einen offenen Dialog mit den Betroffenen zu begegnen.
- Es ist eine Arbeitsgruppe, bestehend aus Vertretern der zuständigen Abteilungen des Landes Steiermark, des LFZ Raumberg-Gumpenstein, des Joanneum Research und der Landwirtschaftskammer Steiermark einzusetzen, welche sich intensiv mit dem Thema der Immissionsvermeidung und der damit im Zusammenhang stehenden möglichen Maßnahmen auseinandersetzt. Ein wesentlicher Bereich dieser Arbeitsgruppe ist es, den Stand der Technik zu definieren, um diese Frage nicht durch langwierige gutachtliche Feststellungen bzw. Verwaltungsverfahren im Zuge konkreter Bauverhandlungen klären zu lassen.

Überarbeitung der Richtlinie des Umweltministeriums zur Beurteilung von Immissionen aus Stallungen - Stand und Aussichten

Nora Mitterböck^{1*}

Die „vorläufige Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen“ wurde in den 90er Jahren von einer Expertengruppe unter Federführung von Univ.-Prof. Dr. Schaubberger erarbeitet. Diese Richtlinie bildet die Grundlage zur Bewertung von luftgetragenen Emissionen aus der Nutztierhaltung und der sich daraus ergebenden Immissionen im Umgebungsbereich. Wasserrechtliche Belange sowie Belange der Abfallwirtschaft werden dadurch nicht berührt. Weiters sind durch die Richtlinie die Emissionen bzw. Immissionen von Lärm nicht abgedeckt.

Den luftgetragenen Emissionen aus der landwirtschaftlichen Tierhaltung kommt in letzter Zeit immer mehr Bedeutung zu. Die Emissionen entstehen während des gesamten Prozesses beginnend von der Futteraufbereitung und -lagerung, über die eigentliche Tierhaltung bis hin zur Verwertung von Gülle bzw. Festmist als Wirtschaftsdünger. Das Ausmaß der Emissionen ist u.a. abhängig von den Tieren selbst und den Haltungssystemen, d.h. einerseits von der Manipulation von Kot und Harn im Stall und andererseits von der Lagerung des Mistes. Es handelt sich sowohl um klimarelevante Emissionen (z.B. Methan, Lachgas) als auch um Emissionen mit ökologischen Auswirkungen im kontinentalen Maßstab (z.B. Ammoniak). Im unmittelbaren Nahbereich von Tierhaltungsbetrieben treten vor allem Geruch, Staub und Keime als Immissionen auf. Insbesondere der Geruch lässt die Akzeptanz der Tierhaltung in der unmittelbaren Umgebung von Wohngebieten sinken. In einigen Ländern (Österreich, Deutschland, Schweiz, Niederlande) wurden Richtlinien erarbeitet, die sich mit dieser Problematik beschäftigen. Diese Richtlinien werden auch dazu verwendet, den notwendigen Abstand zwischen dem Tierhaltungsbetrieb als Geruchsquelle und den Nachbarn zu bestimmen, damit der Geruch nicht als Belästigung wahrgenommen wird.

Mit Hilfe der österreichischen Richtlinie kann sowohl eine Bestands- als auch eine Projektbeurteilung von Gebäuden und Anlagen der Nutztierhaltung gemacht werden. Im Rahmen der Bestandsbeurteilung wird der Ist-Zustand im Hinblick auf die Emissionen aus der Nutztierhaltung und der daraus resultierenden Immissionen bewertet. Beim Neu- bzw. Umbau, einer Erweiterung oder Instandsetzung von Gebäuden und Anlagen für die Nutztierhaltung gelten die künftig zu erwartenden Emissionen/Immissionen bzw. die Änderungen derselben gegenüber dem Ist-Zustand als Gegenstand der Projektbeurteilung.

Für die Immissionsbetrachtung von luftgetragenen Emissionen können entsprechende Ausbreitungsmodelle eingesetzt werden. Aufgrund des Aufwands für die Berechnung mit Hilfe von Ausbreitungsmodellen wird für die landwirtschaftliche Tierhaltung eine Immissionsberechnung nur selten in dieser Form durchgeführt. In Österreich wurde daher ein empirisches Verfahren entwickelt, mit dessen Hilfe eine Beurteilung der Immissionen aus der Tierhaltung möglich ist. Die Richtlinie orientiert sich am Geruch, da dieser eine Leitsubstanz für die Beurteilung im Nahbereich darstellt. Überlegungen zu Maßnahmen, die im Rahmen von Genehmigungsverfahren betreffend anderer Luftschadstoffe wie Ammoniak (auch als Vorläufersubstanz für Feinstaub) festzusetzen sind, werden von dieser Richtlinie nicht getroffen.

Die österreichische Richtlinie besteht aus zwei Teilen, wobei im ersten Schritt über die Tierzahl unter Beachtung der landtechnischen Ausstattung und der Ausgestaltung der Lüftung die Emission und deren Freisetzung als Geruchszahl abgeschätzt werden. Im zweiten Schritt erfolgt die Bewertung der Ausbreitung der Geruchsemission in der Atmosphäre mit der dadurch bedingten Verdünnung. Abgeschätzt wird der Abstand, der einen weitreichenden Schutz vor Geruchsbelästigungen gewährleisten soll. Die Abstandsregelung basiert auf einer einfachen Parametrisierung der Geruchsquelle, der Ausbreitung der Emissionen und der Festlegung des von der Widmung abhängigen Immissionsschutzes.

Die Abschätzung der Emissionen des zu beurteilenden Objektes erfolgt anhand der Tierzahl einer Tierart und Nutzungsrichtung unter Berücksichtigung der Fütterung, Haltung und Entmistung. In die Beurteilung der meteorologischen Ausbreitungsbedingungen gehen die großräumigen Windverhältnisse direkt, die lokalen Windverhältnisse, die durch die Orographie des umgebenden Geländes bedingt sind, indirekt ein. Diese Einflussfaktoren waren Bestandteil eines empirisch verifizierten Modells, das auf die Übereinstimmung mit vorhandenen Situationen überprüft wurde. Damit wird die Abschätzung von Abständen zwischen Nutztierhaltungsbetrieben und Wohngebieten ermöglicht, wodurch ein weitgehender Schutz vor Immissionen aus der Nutztierhaltung zu erwarten ist.

Neben den bautechnischen Vorgaben bei der Genehmigung von Stallungen nimmt die Raumordnung eine zentrale Rolle ein, weil die Errichtung von landwirtschaftlichen

¹ Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft, Abteilung Immissionsschutz, Stubenbastei 5, A-1010 WIEN

* Ansprechpartner: Dipl.Ing. Nora Mitterböck, e-mail: nora.mitterboeck@lebensministerium.at

Betriebsbauten nur in bestimmten Widmungskategorien erlaubt ist. Der widmungsbezogene Immissionsschutz ist hierbei der Maßstab für die örtliche Zumutbarkeit von Belästigungen, d.h. der Anspruch auf Schutz vor Immissionen in einem Wohngebiet ist wesentlich höher als in einer Landwirtschaftszone im Bauland und in dieser wiederum höher als im Grünland anzusetzen. In der Richtlinie wird der widmungsbezogene Immissionsschutz über den Raumordnungsfaktor quantifiziert. Der Raumordnungsfaktor ist bei Gebieten mit höchstem Schutzanspruch mit 1.0 am größten. In diesen Fällen wird der Abstand durch den Raumordnungsfaktor nicht verringert. Bei Gebieten mit geringeren Schutzansprüchen wurden diese Faktoren mit 0.7 bzw. 0.5 festgesetzt. Zu beachten ist hierbei, dass im Rahmen eines Bauverfahrens ausschließlich die Widmung des zu bebauenden Grundstückes relevant ist. Die Abschätzung des Schutzabstandes ist v.a. im Rahmen von Umwidmungsverfahren wesentlich.

Innerhalb von Landwirtschaftszonen, in denen landwirtschaftliche Nutztierhaltung grundsätzlich zulässig ist, sieht die Richtlinie keine Festlegung für den Raumordnungsfaktor vor. Die zu erwartenden Immissionen werden anhand der widmungsbedingten typischen und üblichen Auswirkungen der Nutztierhaltung in Landwirtschaftszonen mit Hilfe einer vergleichenden Standortbewertung beurteilt. Dieser Vorgangsweise hat sich auch der Verwaltungsgerichtshof in ständiger Rechtssprechung angeschlossen. Dabei bezieht sich die Beurteilung entweder auf die Abschätzung des Emittenten anhand von Tierart, Nutzungsrichtung, Tierzahl und der landtechnischen Ausstattung (Geruchszahl) alleine, oder es werden bei Bedarf auch die meteorologischen Ausbreitungsbedingungen einbezogen. Für Projektbeurteilungen, wie Umbau, Erweiterungen und Instandsetzung von Gebäuden und Anlagen, kann anhand der Gegenüberstellung der Situation vor und nach der beantragten Maßnahme eine schlüssige Beurteilung der Veränderung erfolgen. Weiters können im Rahmen der Projektbeurteilung bei Bedarf ähnlich gelagerte Fälle in zeitlicher oder räumlicher Hinsicht gegenübergestellt werden, um ihre Einordnung in bestehende Bestände zu ermöglichen.

Die österreichische Richtlinie bietet ein objektiv nachvollziehbares Kriterium zur Abschätzung des zu erwartenden Ausmaßes der Immission. Die Beurteilung der Zumutbarkeit hat im Anschluss daran zumeist durch ein medizinisches Gutachten zu erfolgen, das auf der immissionstechnischen und umwelthygienischen Beurteilung gemäß der Richtlinie basiert.

Im Rahmen der Genehmigungsverfahren nach der Bauordnung wird die österreichische Richtlinie v.a. von landwirt-

schaftlichen Beratern, Planern und Amtssachverständigen angewandt. Da die Vorgaben in den Bundesländern verschieden festgelegt wurden, ergeben sich auch erhebliche Unterschiede in der Durchführung der Bauverfahren selbst.

Eine weitere Gruppe, die die Richtlinie anwendet, umfasst jene Institutionen, die sich mit Beschwerden der Bevölkerung über Geruchsbelästigungen aus der Tierhaltung befassen. Zumeist wenden sich die betroffenen Bürger an die Umweltschutzbehörden der Länder. In der Neufassung sollen insbesondere veränderte oder neue Tierhaltungsparameter Eingang finden, dies gilt natürlich ebenso für technische Faktoren. In manchen dieser Fälle wird der mit Hilfe der österreichischen Richtlinie ermittelte Schutzabstand als zu gering angesehen. Hierzu muss festgehalten werden, dass ein vereinfachtes Verfahren zur Bestimmung von Schutzabständen zwischen Stallungen und Wohnbebauung, wie es für die Richtlinie entwickelt wurde, niemals den Anspruch erheben kann, alle auftretenden Fälle - insbesondere Konfliktfälle - abzudecken.

Aufgrund des mehrfach geäußerten Wunsches die „vorläufige Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen“ an die veränderten Bedingungen in der österreichischen Landwirtschaft anzupassen und als endgültige Richtlinie zu publizieren, wurde im Juni 2006 eine Arbeitsgruppe mit Vertretern der zuständigen Abteilungen der Landesregierungen, der Landwirtschaftskammern, verschiedener Tierzuchtverbände, den Mitautoren der österreichischen Richtlinie sowie Experten der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, des Umweltbundesamtes und der OÖ Umweltschutzbehörde eingerichtet. Die österreichische Richtlinie dient als Basis der Überarbeitung. Die Struktur und Vorgangsweise der vorläufigen Richtlinie soll erhalten bleiben. Statt der Errechnung einer dimensionslosen Geruchszahl soll in Zukunft jedoch unter Anwendung von Emissionsfaktoren für Geruch ein Geruchsmassenstrom errechnet werden. Dieser kann sowohl für eine vergleichende Standortbewertung als auch in der Berechnung eines Abstands eingesetzt werden.

Derzeit werden in der Expertengruppe Grundlagen für die Festlegung der Emissionsfaktoren für typische österreichische Nutztierhaltungen erarbeitet. Parallel dazu wird von Univ.-Prof. Dr. Schauburger und Dr. Piringer eine empirische Abstandsfunktion ermittelt, die in Abhängigkeit von der Quellstärke einen Abstand festlegt, in dem ein vorgegebener Immissionsschutz gewährleistet werden kann. Diese Abstandsfunktion wird durch ein Regressionsmodell berechnet. Die Datengrundlage für die Parameterbestimmung liefert ein Ausbreitungsmodell.

Ergebnisse aus aktuellen Gumpensteiner Untersuchungen zur Minderung von Emissionen aus Schweinestallungen

Eduard Zentner^{1*}

Zusammenfassung

Die Strukturänderung der europäischen Landwirtschaft geht mit immer weniger, dafür aber größeren Betrieben in allen Nutzungsrichtungen einher. Die Emissionen und die daraus resultierenden Immissionen bereiten Behörden und Anrainern aus verschiedensten Gründen zunehmend Probleme.

Vor mehr als 30 Jahren wurden erste Versuche in europäischen Ländern unternommen, die Abluft aus tierhaltenden Betrieben, analog zu der Abluft aus Industrieanlagen, einer „Reinigung“ zu unterziehen. Die daraus resultierenden Techniken sind vielfältig. Von einfachen Wäschern bis hin zu chemischen Wäschern, Biofiltern, ein-, zwei-, und dreistufigen Verfahren mit physikalischer, biologischer oder chemischer Reinigung der Abluft reicht die angebotene Technik. Allein die Ergebnisse aller bisherigen Anlagen sind aus landwirtschaftlicher und nichtlandwirtschaftlicher Sicht unbefriedigend. Die Abluftreinigung gilt für die Landwirtschaft, im Gegensatz zu jener aus Industrieanlagen, allein aus wirtschaftlicher Sicht dzt. als „*Nicht Stand der Technik*“ und gehört auch nicht zu den „*Besten verfügbaren Techniken*“ in der Intensivtierhaltung.

Der Stand der Technik für Biowäscher und Rieselbettreaktoren ist in den VDI Richtlinien 3477 und 3478 näher beschrieben. Trotz dieser Kenntnisse werden in vielen Fällen den untersuchten Techniken mangelnde Wirkungsgrade und eine unzureichende Dimensionierung unterstellt.

Aus diesem Grund hat die DLG (Deutsche landwirtschaftliche Gesellschaft) in Anlehnung an den Leitfaden des Landes Cloppenburg einen Prüfrahmen für Abluftreinigungssysteme in der Tierhaltung erstellt. Wesentliche Anforderungen sind unter anderen:

- Durchführung eines Messprogramms unter typischen Sommer- und Winterbedingungen über jeweils 2 Monate
- Mindestreduktion von Ammoniak und Gesamtstaub von 70 %

- Maximale Geruchskonzentration im Reingas von 300 GE/m³
- Typische Gerüche (Stallgeruch) dürfen im Reingas nicht wahrnehmbar sein

Allein dieser kurze Auszug verdeutlicht, dass nur ausgefeilte Techniken diesen Anforderungen gerecht werden bzw. eine dementsprechende Recherche in allgemein gültiger Fachliteratur bereits vor Planung, Errichtung und Vergabe von Fördermitteln samt Bündelung aller Fachleute als unerlässlich zu bezeichnen ist. Nähere Informationen dazu unter www.dlg.org.de.

Laut Aussage von deutschen Experten, anlässlich einer VDI Tagung vom 24.04.2008 in Mannheim, ist aus derzeitiger Sicht keine Änderung bezüglich Stand der Technik erkennbar.

Die in diesem Bericht beschriebene und untersuchte Technik reicht bemessen an der Luftförderleistung, für maximal 32 Mast Schweine. Das untersuchte Abteil war mit ca. 100 Tieren belegt, aus diesem Grund wurde die eigentliche Ablufteinheit dieses Abteils nicht außer Betrieb genommen.

Der Minderungsgrad der Anlage liegt bei voller Luftleistung bei ca. 40 % (DLG mind. 70%). Die Geruchsstoffkonzentration lag bei voller Luftleistung bei 1644 GE/m³ (DLG max. 300 GE/m³) und ist um das mehr als 5fache zu hoch. Der prozesstypische Stallgeruch ist auch im Reingas noch wahrnehmbar.

Die untersuchte Anlage stellt laut einschlägiger Literatur eine Vorstufe (Vorreinigung) in mehrstufigen Reinigungsanlagen dar, wobei derartige Wäscher in den meisten Fällen mit sogenannten Füllkörpern bestückt sind.

Der Wasserverbrauch je Mastplatz und Jahr liegt allein für die Anlage bei 360 Litern.

Der Energiebedarf liegt bei 12 kw/h je Mastplatz und Jahr. Die Anschaffungskosten der Anlage liegen bei €780,- je Mastplatz.

Die Anschaffungskosten für einen praxisüblichen 500er Maststall würden damit bei € 390.000,- liegen.

Einleitung

Der fortschreitende Strukturwandel hin zu größeren Einheiten in der österreichischen Landwirtschaft bringt neben den gesellschaftlichen Problemen vermehrt Probleme mit Emissionen und daraus resultierenden Immissionen mit

sich. Im Speziellen ist neben der Geflügelhaltung vor allem die Schweinehaltung (sinkende Betriebszahlen – steigende Tierzahlen je Betrieb) betroffen.

Im Jahr 2007 weist der durchschnittliche österreichische Landwirtschaftsbetrieb in der Schweinehaltung einen

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Stallklimattechnik und Nutztierschutz, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

* Ansprechpartner: Ing. Eduard Zentner, e-mail: eduard.zentner@raumberg-gumpenstein.at

Bestand von ca. 70 Schweinen auf. Verglichen mit den Beständen benachbarter Länder (z.B. Niederlande), lässt sich unschwer erahnen, dass die Strukturänderung bei weitem noch nicht abgeschlossen ist.

Trotz dieser im internationalen Vergleich klein strukturierten Verhältnisse tauchen bereits jetzt enorme Probleme im laufenden Betrieb, aber vor allem in Genehmigungsverfahren für neue Stallungen, auf. Das ist der Anlass für umfassende Untersuchungen hinsichtlich der Minderungsmöglichkeiten für Emissionen aus Stallungen.

Eine aktuelle Untersuchung der Universität Göttingen zeigt, dass es in Deutschland und auch in Österreich, bei mittlerweile 50 % aller Bauvorhaben von schweinehaltenden Betrieben, zu verschiedensten Problemen mit Anrainern kommt. Mehr als 16 % der Befragten konnten ihr Vorhaben nicht verwirklichen.

Erschwerend ist die differenzierte gesetzliche Situation in Österreich auf Grund der einzelnen Landesgesetze. Während in den Bundesländern üblicherweise die Stallungen hinsichtlich der Immissionen einer Prüfung der widmungsbezogenen Ortsüblichkeit unterzogen werden (ständige Rechtsprechung des VwGH), ist es in Oberösterreich und seit 2008 auch in der Steiermark möglich, durch die Behörde nachträgliche Vorschreibungen bezüglich Emissionsminderungsmaßnahmen selbst für legale Bestände zu erteilen.

Dies bedeutet, dass trotz erfolgter Genehmigung mit Errichtung und Inbetriebnahme der Stallungen bei Anrainerproblemen zusätzliche, vor allem wirtschaftliche Unsicherheiten für die Landwirte entstehen.

Obwohl derartige Minderungsmaßnahmen dem Stand der Technik, auch BVT (Beste Verfügbare Techniken), zu entsprechen haben, wird in den Ländern über die Vorschreibung von Abluftwäschern, Biofiltern oder chemischen Abluftreinigungsanlagen diskutiert und zum Teil in der Parteistellung gefordert. Dass derartige technische Anlagen durchaus emissionsmindernde Wirkungen mit bis zu 90 % aufweisen, ist ausreichend untersucht und nachgewiesen.

Diese Filteranlagen gelten trotz der ungleich größeren Betriebsstrukturen, auf Grund der Errichtungs- und Betriebskosten, auch in Deutschland als „Nicht Stand der Technik“. Ein entscheidender und aus Sicht der Landwirtschaft inakzeptabler Nachteil ist, dass mit derartigen Anlagen trotz hoher Bau- und Betriebskosten keine Verbesserungen in den Stallungen erzielt werden. Stallklima ist aber immer auch Arbeitsklima. Da der Landwirt allein für all diese Maßnahmen die Kosten trägt, sollte auch dessen Tierbestand davon profitieren. Nutznießer wären trotzdem auch die Anrainer und die Umwelt selbst.

Somit ist jenen Techniken der Vorzug zu geben, die bereits im Tierbereich emissionsmindernd wirken, damit auch für die Umwelt um die Stallungen eine Verbesserung der Immissionssituation erzielt wird, dies unterstreicht den ganzheitlichen Ansatz.

In der Folge werden auszugsweise die von Gumpenstein in den letzten zwei Jahren durchgeführten Untersuchungen zur Thematik Emissionsminderung dargestellt.

DES – Aerosol; Versprühung von ölhaltigen Medien in einem Mastschweinestall

Die Versuchsziele bestanden aus der Untersuchung folgender Effekte:

- Geruchs- und Fremdgasreduktion
- Keim- und Staubreduktion
- Temperatursenkung
- Feuchtigkeitsregulation

Die Versuchsanlage wurde in einem Praxisbetrieb als Prototyp in einer Nachrüstlösung in den bestehenden Mastschweinestall eingebaut. Die geplante Produktkonzeption sieht vor, dass zwei Varianten der Des-Aerosol-Anlage, d.h. Einbau bei Neubauten als auch eine Nachrüstlösung für bestehende Stallungen, am Markt angeboten werden.

Versuchsbetrieb

Als Versuchsbetrieb diente ein Schweinemastbetrieb in Oberösterreich. Die Durchführung des Versuchs erfolgte unter bestandsüblichen Praxisbedingungen sowie laufender Aufsicht des LFZ Raumberg - Gumpenstein (Ing. Eduard Zentner) und der Veterinärmedizinischen Universität Wien (Prof. Dr. Maximilian Schuh).

Betriebliche Ausstattung

Bei der Versuchsstallung handelt es sich um einen Mastschweinestall, bestehend aus 4 Abteilen (Kammern) mit insgesamt 280 Plätzen, wobei 3 Abteile idente Abmessungen aufweisen. Das Lüftungssystem besteht zuluftseitig aus einer abgehängten Porendecke mit Versorgung aus dem Zentralgang. Die mittels Unterdrucksystem eingebrachte Luft wird unterflur abgesaugt und über einen zentralen Sammelschacht über Dach ausgeblasen.

Alle für die Untersuchungen maßgeblichen Abteile am Versuchsbetrieb Muckenhuber wurden von der Abteilung Stallklimotechnik und Nutztierschutz des LFZ Raumberg-Gumpenstein auf etwaige Mängel hinsichtlich des Lüftungssystems und der Lüftungssteuerung überprüft und, sofern nötig, auf den Stand der Technik gebracht.

Betriebsmanagement

Der Mastbetrieb betreibt abteilweises Rein-Raus System. Während des gesamten Mastdurchganges erfolgte eine ad libitum Fütterung mittels Flüssigfütterung (2-Phasenfütterung) mit täglich dreimaliger Verabreichung. Die Kontrolle der Futterakzeptanz wird im Rahmen von Kontrollgängen und bei Bedarf täglich bzw. öfter an die Tiergewichte angepasst. Der Betrieb ist Mitglied des oberösterreichischen Tiergesundheitsdienstes. Im Rahmen der Diagnostik werden entsprechende Probenmaterialien (Blut- und Organproben) vom Betreuungstierarzt an die AGES Linz zur Untersuchung übermittelt.

Tiere

Die Versuchstiere waren Ö-HYB-Ferkel (Rasse/Kreuzung: ES x LR _ F1 x Pi) und wurden von Schweinezüchtern des VLV Wels geliefert. Für den Hauptversuch wurden

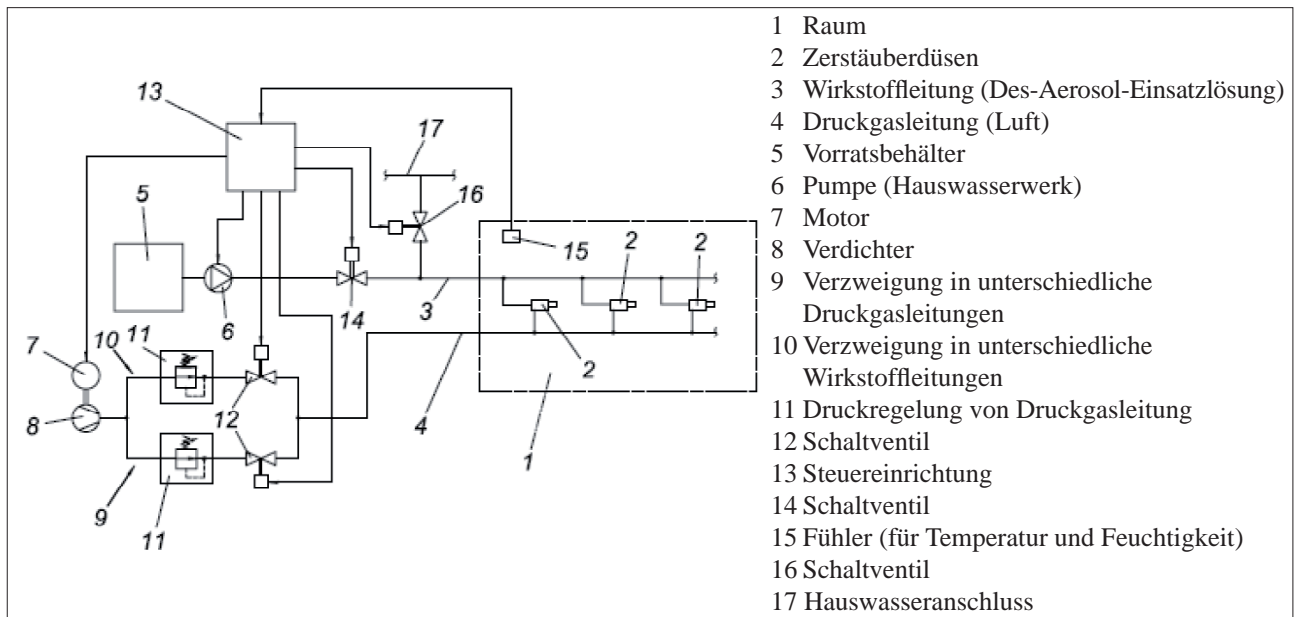


Abbildung 1: Systemaufbau DES - Aerosol

für die 3 Versuchskammern insgesamt 240 Ferkel von 11 Lieferanten aus dem Umkreis von ca. 25 km eingestellt. Die Einstallgewichte lagen bei ca. 30 kg. Im Hauptversuch wurden die Tiere beim Einstellen gewogen. Als Zielgewicht der Mastschweine war ein Mastendgewicht von ca. 110 kg vorgesehen.

Futtergrundlage

Die Futtermittel, die in der Schweinemast am Versuchsbetrieb eingesetzt werden, bestehen aus Mais (CCM), Gerste und Weizen (beides geschrotet).

Zugekauft werden Sojaschrot (GMO frei) sowie Mineralstoffergänzer von der Fa. Garant, Pöchlarn. Zur Futterbreiherstellung wird das am Betrieb verfügbare Brunnenwasser (mit 19- °dH – hartes Wasser), im Winterbetrieb vorgewärmt, verwendet.

Versuchsanlage

Die Konzeption der Des-Aerosol-Anlage wurde gemäß den gesetzten technischen Zielen aufgebaut.

Diese sind:

- Zerstäubung von Flüssigkeiten mit einer Tröpfchengröße von $< 20 \mu\text{m}$ als schwebendes Aerosol bzw. mit etwas größeren Tröpfchen als bodenbedeckender Nebel zum Einweichen von Stallungen
- Betriebsarbeitsdruck unter 5 bar
- einfache Handhabung und Installation
- vollautomatische Regelung unter Berücksichtigung von Temperatur und Feuchtigkeit im Stall
- wartungsfreie Anlage mit Standzeiten über 1 Jahr
- Installation in Neubau oder in bestehende Stallung (Nachrüstmöglichkeit)

Eingesetzte Flüssigkeiten

Die Wirkstoffkombination des Konzentrates von Des-Aerosol besteht aus ätherischen Ölen (Eucalyptus), einem Solubilisierungsmittel (Emulgator) und dem aktiven Wirkstoff (mehrwertiger Alkohol). Das Konzentrat ist vollständig wasserlöslich. Die wesentlichen und wichtigsten zu berücksichtigenden Kriterien sind, dass die Einsatzlösung hinsichtlich Gesundheitsgefährdung von Mensch und Tier völlig unbedenklich ist sowie eine Rückstandsfreiheit garantiert werden kann (FALBE et al., 1992; FORTH et al., 1983; WIRTH und GLOXHUBER, 1981; WALLHÄUSSER, 1984; MÜLLER, 1950). In der nachfolgenden Aufzählung sind die Wirkungsweisen der einzelnen Komponenten sowie deren Verträglichkeit aufgelistet.

Erklärung der Wirkungsweise von Des-Aerosol

Die Realisierung der geplanten technischen Ziele der Anlage können durch physikalische und chemische Wirkungsprinzipien beschrieben werden. Um diese Einzelziele zu erreichen, gilt als Voraussetzung, dass die Tröpfchengröße nach Vorgabe ($< 20 \mu\text{m}$) auch tatsächlich erreicht wird. D.h. durch die hohe Austrittsgeschwindigkeit und die geringe Flüssigkeitsmenge wird ein feiner Nebel – ein schwebendes Aerosol erzeugt. Bei Druckabsenkung der Luftleitung werden gröbere Tropfen erzeugt, die schneller zu Boden fallen und den Boden benetzen.

Geruch:

Staubpartikel sind die Hauptträger des Geruches sowie gesundheitsgefährdender Materialien (u.a. pathogene Bakterien, Viren, Endotoxine und andere organische Substanzen, darunter fallen abgestorbene Hautteile der Mastschweine, getrockneter Kot, trockene Teile des Futters). Durch die Tieraktivität (u. a. ausgelöst durch Fütterung, Unruhe u. Ä.) kommt es zu einer erhöhten Staubbelastung in der

Stallatmosphäre. Damit es zu einer Reaktion und somit zu einer Reduktion des Geruches kommt, wird das schwebende Aerosol ausgebracht. Die geruchstragenden Partikel werden als Reaktion durch das schwebende Aerosol umschlossen. Aufgrund des zugenommenen Gewichts sinken die geruchstragenden Partikel ab und werden durch Adhäsion am Boden festgehalten (PEDERSEN und TAKAI, 2000).

Als zweite Komponente wirkt das ätherische Öl, welches eine desodorierende Wirkung aufweist und der Abluft bereits im Stallraum eine angenehme und frische Duftnote verleiht.

Fremdgase:

Die Belastungen von Fremdgasen in der Tierhaltung (LEHNINGER et al., 2001) umfassen hauptsächlich Kohlendioxid (CO₂), Schwefelwasserstoff (H₂S), Methan (CH₄) und Ammoniak (NH₃). Speziell die Ammoniakbelastung stellt in und um Schweinestallungen ein wesentliches Problem dar. Neben den Luftreinholdungsanforderungen aus den gesetzlichen Bestimmungen, die dzt. noch auf nationaler Ebene bestimmt werden, wird die Reduktionsforderung von bestimmten Fremdgasen, in diesem Fall Ammoniak, immer bestimmter.

Die Wirkungsweise der Reduktion wird durch folgenden chemisch-physikalischen Vorgang beschrieben: die NH₃-Belastung in gasförmiger Form, welche mittels Schadgasmessgeräten messbar ist, wird mit dem schwebenden Aerosol beaufschlagt. In Folge der hohen Löslichkeit von NH₃ in Wasser (DICKERSON et al., 1988), aber speziell auch in Alkohol (FALBE et al., 1992), kommt es zur Absorption (Prinzip der chemischen Nasswäsche). Weiters ist zu beachten, dass durch den höheren Siedepunkt von Alkoholen die Löslichkeit effektiver umgesetzt wird als vergleichsweise bei Wasser. Da das schwebende Aerosol mit der Zeit durch den Luftstrom, ausgelöst durch die Zwangsluftführung und Gewichtszunahme der Partikel zu Boden sinkt, wird der gasförmige Ammoniak ausgewaschen und in den flüssigen Zustand übergeführt.

Keime:

Bei den Aerosolen handelt es sich um eine ganz bestimmte Gruppe von Kolloiden, die in ganz feiner Verteilung als feste oder flüssige Substanzen hauptsächlich in der Luft vorzufinden sind. Aerosole entstehen in erster Linie durch Zerstäubung oder durch Verdampfung. Der sich bildende Nebel wird durch Luftbewegung in einem Schwebestand gehalten. Die Anwendung von chemischen Substanzen zur „Luftdesinfektion“ in Form von Aerosol führt zu einer Keimzahlreduzierung, man kann jedoch nicht von einer tatsächlichen Desinfektion sprechen. Dieser Anwendungsform kommt primär der Wert einer expositionsprophylaktischen Maßnahme zu. Bei einem natürlichen Luftwechsel ist daher eine ständige Zuführung des Präparates notwendig, um dem Konzentrationsabfall entgegenzuwirken.

Zur Anwendung von Aerosolen in der Tierhaltung wurden bereits vor rund 30 Jahren Versuche in Großstallungen ehemaliger ostdeutscher Bundesländer durchgeführt (HORN et al., 1973). In diesen Beständen haben die in der Stallluft schwebenden Mikroorganismen große Bedeutung. Eine Reihe von Untersuchungen belegt die gute Wirkung in

Stallungen, insbesondere beim Einsatz von mehrwertigen Alkoholen als vernebeltes Aerosol (BOCHENIN, 1975, POLJAKOV et al., 1975). Dabei wurde nachgewiesen, dass zu Beginn der Aerosol-Ausbringung die Keimzahl der Raumluft stärker reduziert wird, als zum Ende des Versuches (LAMMERS, 1951/52). Ganz allgemein geht man aber von einer Einwirkungszeit von mindesten 30 Minuten aus (WEUFFEN et al., 1970). Beim Vernebeln eines Präparates werden die erforderlichen Konzentrationen in der Raumluft schneller erreicht und dadurch tritt der gewünschte Effekt rascher ein (KLEWE 1948, 1950, KLEWE und WASIELEWSKI, 1951, 1953).

Staub:

Die Zielsetzung der Staubreduzierung wurde als wesentliches Kriterium fixiert. Die Betrachtung der Staub- bzw. Feinstaubbelastung wird in dieser Versuchsanstellung aus zwei diametral unterschiedlichen Anforderungssichtweisen betrachtet. Einerseits soll der Arbeits- und Produktionsplatz aus ergonomischen und gesundheitstechnischen Überlegungen für Mensch und Tier (Innensicht) optimiert werden, andererseits stellt sich die Frage, wie die Belastungen der Immissionen hinsichtlich Dritter (Außensicht) verringert werden können.

Zentraler Ansatz zur Staubminderung war, dass bereits am Entstehungsort der Emission (d.h. in den Stallungen) die Reduktionsmaßnahmen installiert werden. Der Lösungsansatz ist dadurch gekennzeichnet, dass die Staubbelastung hauptsächlich durch den Feuchtigkeitseintrag (Kombination Öl und Wasser) verringert werden kann. Die Zusammensetzung der Des-Aerosolkomponenten erhöht die Staubbindung massiv. Dies wird durch ein vollständiges Umschließen des Staubpartikels durch die ölige Komponente gewährleistet.

Anschließend erfolgt durch Adhäsion eine Bindung der Staubpartikel an den Oberflächen (Aufstallung, Boden oder Tier) bzw. ein Austrag ins Freie durch die verschiedenen Lüftungssysteme (PEDERSEN und TAKAI, 2000). Ein neuerliches „Aufwirbeln“ der Staubpartikel wird dadurch verhindert.

Kühlung:

Das Wasser wird mit einem gewissen Druck (ca. 3 bar) durch die Zweistoffdüsen geleitet und mit Druckluftunterstützung beschleunigt und somit sehr fein zerstäubt (Tröpfchengröße unter 20µm). Dadurch wird das Wasser sofort in den dampfförmigen Aggregatzustand übergeführt. Die für die Verdunstung notwendige Wärmeenergie wird der Stallluft entzogen. Dieser Vorgang wird adiabatische Kühlung genannt.

Einweichen:

Durch den permanenten Feuchtigkeitseintrag der Einweichfunktion werden die eingetrockneten Verunreinigungen (z.B. Kot oder Futterreste) aufgeweicht. In der Folge wird die Grundreinigung des Stalles mittels Hochdruckreiniger beschleunigt, da sich diese eingetrockneten Feststoffe schneller von den Oberflächen lösen. Durch den feinen Nebel bzw. die kleinen Tröpfchen wird der Wasserverbrauch niedrig gehalten, was sich hinsichtlich des Anfalls

des Reinigungswassers im Güllelager wirtschaftlich positiv auswirkt.

Messtechnik

Temperatur- und Feuchtigkeitsmessung

Außen, sowie in jedem der drei Abteile (Versuch, Kontrolle, Kühlung) wurden die Temperaturen und rel. Luftfeuchtigkeiten kontinuierlich mit Kombifühlern gemessen. Diese 15-minütig erhobenen Werte wurden von einem Mikromec multisens-Datenlogger gespeichert und zur weiteren Verarbeitung ins EDV-Netz übertragen.

Schad- bzw. Fremdgasmessgerät

Die Schad- und Fremdgase wie Kohlendioxid (CO₂), Ammoniak (NH₃) und Schwefelwasserstoff (H₂S) - soweit vorhanden - wurden kontinuierlich mit einem tragbaren elektronischen Gerät der Baugruppe X-am 7000, Fa. Dräger Sicherheitstechnik, bestimmt. Die Fremd- und Schadgasgehalte wurden mit dem Ziel gemessen, eine auftretende, durch den Einsatz einer Kühlanlage („Schweinedusche“) bzw. die Zugabe von Des-Aerosol verursachte Minderung der Ammoniak- und Kohlendioxid-Konzentration zu überprüfen. Weiters wurde die Einhaltung optimaler Luftqualitäten (Empfehlung von max. 20 ppm NH₃ bzw. 2000 ppm CO₂) in den drei Versuchsräumen kontrolliert und bei Auftreten von Extrembedingungen die Maximalwerte festgehalten.

Oberflächentemperatur

Für die Messung der Hautoberflächentemperaturen bzw. zur Feststellung der Temperaturabsenkung am Tier ist eine Infrarot-Wärmebildkamera zum Einsatz gekommen. Das Gerät der Firma Flir (Type ThermaCam P60) verfügt über eine Wärmebild- und Tageslichtkamera.

Die Messdatenaufzeichnung kann einerseits am eingebauten Display abgelesen bzw. als .jpg- Datenformat auf einen PC übertragen werden. Die 2 Messbereiche reichen von -40 bis 120°C sowie 0 bis 500°C. Die Messgenauigkeit beträgt ± 2 %. Die Kamera besitzt eine „Auto-Spot-Funktion“, wobei in einem definierten Messbereich der wärmste und der kälteste Messpunkt gemessen werden. Ebenso können Durchschnitts-, Minimal- und Maximaltemperaturwerte festgehalten werden.

Olfaktometrie

Die Olfaktometrie ist ein langjährig praktiziertes Messverfahren zur Bestimmung von Geruchsstoffkonzentrationen. Geräte, Verfahren und Richtlinien für olfaktorische Messungen wurden in dieser Zeit weiterentwickelt und verbessert. Bei der Olfaktometrie handelt es sich um ein wirkungsbezogenes

Tabelle 1: Probenahmepunkte und -zeiten

Abteil		Zeitpunkt	Zeitpunkt
Versuch	Tierbereich	2 min vor Versprühen	2 min nach Versprühen
	Abluftkamin	2 min vor Versprühen	2 min nach Versprühen
Kontrolle	Tierbereich	beliebig	
	Abluftkamin	beliebig	
Kühlung	Tierbereich	2 min vor Versprühen	2 min nach Versprühen
	Abluftkamin		2 min nach Versprühen

Messverfahren, das die Wirkung von Gerüchen auf den Menschen analysiert. Gerüche entstehen aus einer Vielzahl chemischer Substanzen, deren Zusammenwirken auf das Riechorgan je nach Art der Stoffe und nach Mengenanteilen sehr verschieden sein kann. Eine Analyse aller Geruchsstoffe einer aus der Luft entnommenen Probe ist wegen der meist sehr hohen Zahl an Einzelbestandteilen kaum möglich. Die Bestimmung von Leitkomponenten kann nur bei identischer Probenzusammensetzung eine Korrelation zu Geruchsstoffkonzentration und Geruchsintensität liefern. Für die Messung bzw. Bewertung der Geruchsemissionen wurden folgende Probenahmepunkte gewählt:

Geruchsschwellenmessung

Als Messmethode wurde die Geruchsschwellenmessung (Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration) ausgewählt. Die Ergebnisse der Geruchsstoffkonzentrationsmessungen werden in GE/m³ (Geruchseinheiten pro Kubikmeter) mit allen dazugehörigen statistischen Werten angegeben.

Hedonikmessung

Die Hedonik wurde in Anlehnung an VDI 3882 (Teil 2) über eine neunstufige Skala ermittelt, bei der -4 die Einschätzung „äußerst unangenehm“ und +4 die Einschätzung „äußerst angenehm“ durch die Probanden charakterisiert.

Elektronische Nase

PEN 2 (Portable Electronic Nose – tragbarer chemischer Sensor) der Firma WMA Airsense Analysetechnik GmbH, Schwerin, ist ein schnelles und robustes Identifikationssystem für Gase und Gasmische. Der Nachweis der Gase erfolgt über eine Anordnung von 10 verschiedenen Gassensoren.

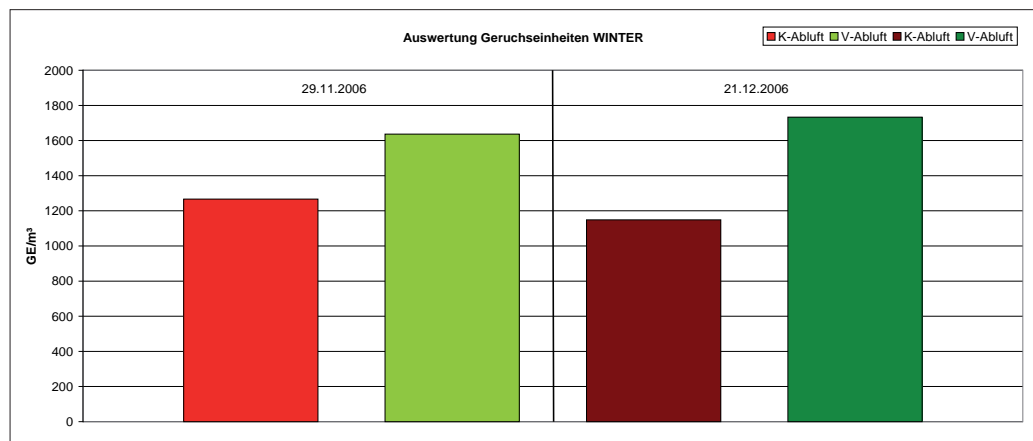


Abbildung 2: Geruchsstoffkonzentration von Kontroll- und Versuchsabteil (Winter)

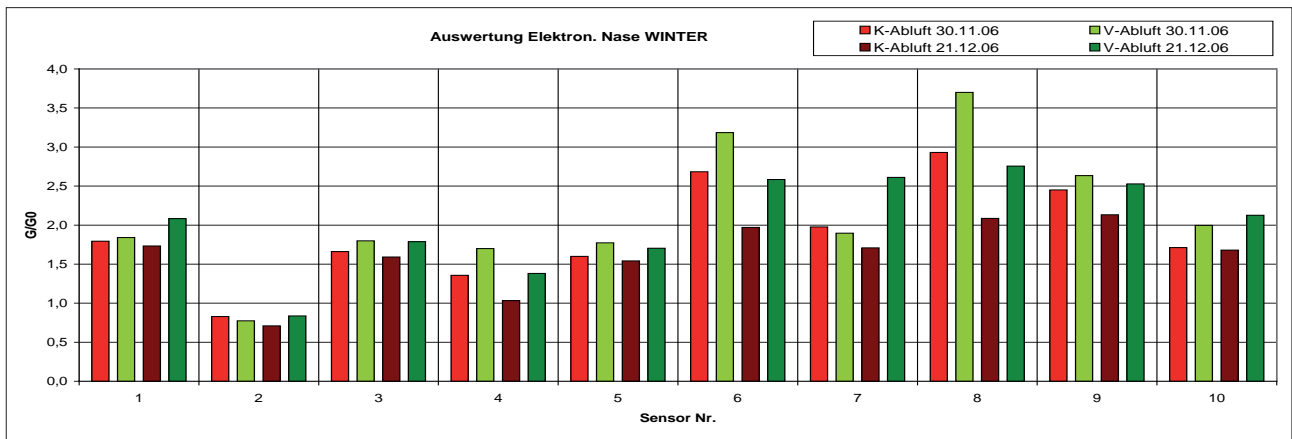


Abbildung 3: Widerstandswerte der elektronischen Nase

Ergebnisse:

Geruch

Die Winterwerte im Kontrollabteil (Kammer 3) lagen im Mittel bei 1.200 GE/m³, im Versuchsabteil lagen die Werte mit durchschnittlich 1.700 GE/m³ höher. Dies lässt sich durch das Versprühen des Eukalyptusöles (Des-Aerosol) begründen. Durch die Überdeckung des Schweinegeruchs mit dem ätherischen Öl erhöht sich zwar die Geruchsstoffkonzentration, jedoch verbessert sich der Geruchseindruck dahingehend, dass die Abluft des Versuchsabteils (Kammer 2) nach dem Versprühen von den Probanden hedonisch „angenehmer“ beurteilt wurde.

Die Ergebnisse der Sommermessungen liegen aufgrund der sommerlich bedingten, höheren Luftwechselraten niedriger als im Winter. Die Werte des Kontrollabteils sind mit 939,5 bzw. 432,5 GE/m³ niedriger als die Werte des Versuchsabteils (1.086,5 bzw. 494 GE/m³), jedoch sind die Geruchsstoffkonzentrationen aufgrund des Des-Aerosol-Einsatzes geringfügig höher.

Elektronische Nase

In den zwei nachfolgenden Abbildungen werden die Ergebnisse der Geruchsuntersuchungen mit Hilfe der elektronischen Nase PEN 2 dargestellt. Die Auflistung der 10 Gassensoren gibt einen Überblick über die Zusammensetzung des Geruchs, wobei zwischen Winter- und Sommersituation geringe Unterschiede bestehen. Die höchsten Ausschläge sind bei den Sensoren 6 (große Bandbreite für Methan) und 8 (große Bandbreite Alkohole) zu verzeichnen.

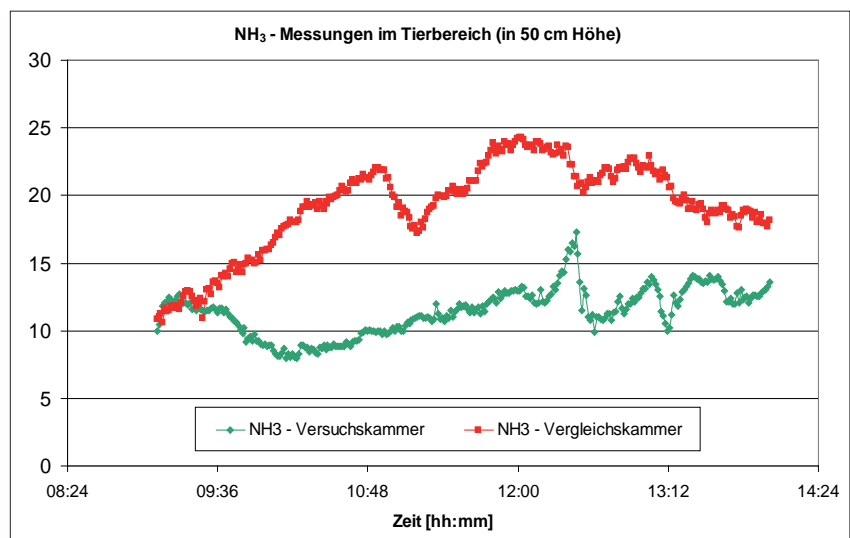


Abbildung 4: NH₃-Messungen (Tierbereich)

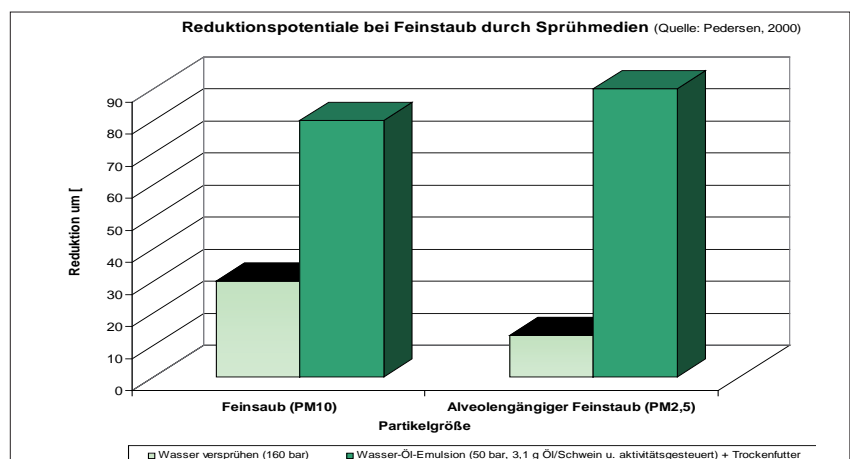


Abbildung 5: Reduktionspotential bei Feinstaub durch Sprühmedien

Ammoniak (NH₃)

Die Vergleichsmessungen wurden in Kammer Nr. 2 (mit Des-Aerosol-Versuchsanlage) und in Kammer Nr. 3 (Kontrollabteil) unter folgenden Bedingungen durchgeführt.

- Betriebslaufzeiten der Des-Aerosolanlage: 09.00 – 18.00 Uhr am 27.12.2006 mit der Betriebseinstellung Des-Aerosol (ohne Kühlmodus - Winterbetrieb)
- Sprühintervalle: alle 15 min. für durchschnittlich 9 Sekunden
- Lüftungseinstellung: Winterbetrieb mit ca. 26-28 % Lüfterleistung bzw. 13-14 Luftwechsellraten pro Stunde, wobei Solltemperatur und Bandbreite in beiden Abteilen ident gehalten wurden
- Des-Aerosol im Verdünnungsgrad 1:10
- Messpunkt – Bedienungsgang auf Tierhöhe (ca. 50 cm)
- Fremdgasbelastung CO₂ war in beiden Versuchskammern annähernd ident (keine signifikanten Unterschiede erkennbar).
- Messintervall des Messgerätes: 1 Messpunkt je Minute
- Außenklimabedingungen: -2,9 °C / 88 % Luftfeuchtigkeit / Windstärke 1

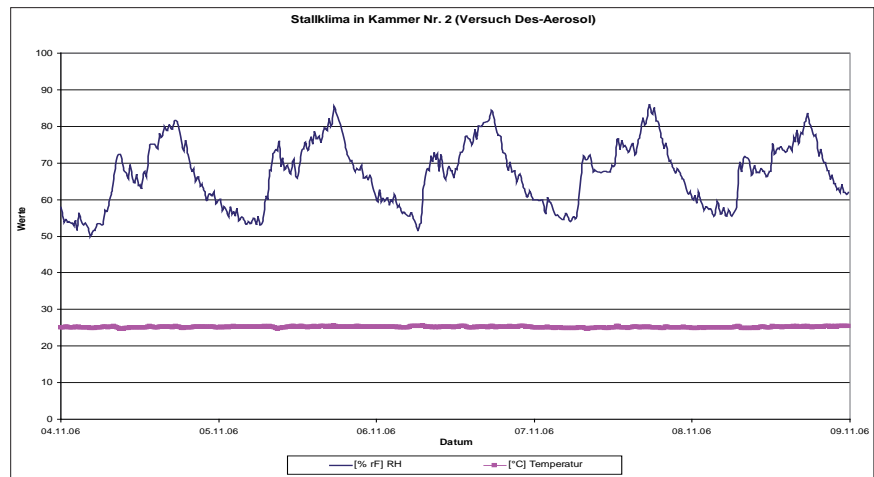


Abbildung 6: Temperatur and Luftfeuchtigkeit in Kammer Nr. 3 (Versuch Des-Aerosol)

Staub

Die Minderung von Staubfraktionen wurde aus technischen Gründen nicht untersucht. In zahlreichen Versuchen zur Versprühung von Ölemulsionen, welche von den verschiedensten europäischen Institutionen durchgeführt wurden, wurde eine signifikante Minderung von Feinstaub gemessen.

Steuerung der Temperaturen und Luftfeuchte

Durch „Betriebsart Des-Aerosol“ Versprühung (alle 15 min. für ca. 9 sek.): kontinuierliche Anhebung der Luftfeuchtigkeit in den optimalen Feuchtigkeitsbereich (60 – 80%) für die Schweinemast (Betriebszeit nur von 8-18 Uhr).

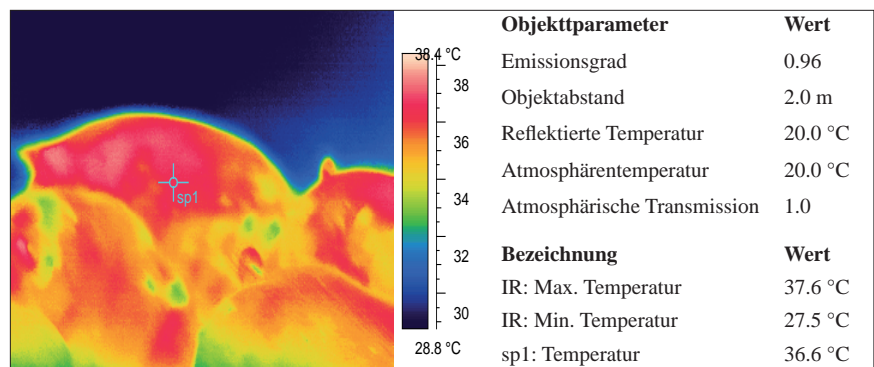


Abbildung 7: Körperoberflächentemperatur 1 Minute vor Sprühvorgang

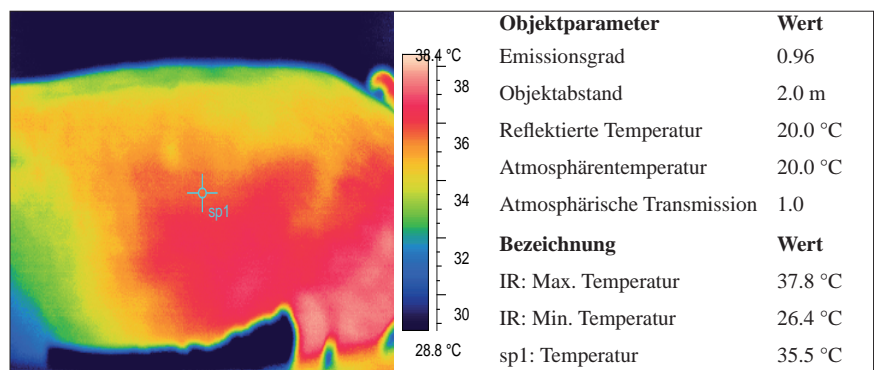


Abbildung 8: Oberflächentemperatur 5 Minuten nach dem Sprühvorgang

Kühleffekt der Anlage im Tierbereich

Im Wesentlichen unterscheiden sich die Techniken zur Sprühkühlung hinsichtlich des Arbeitsdruckes, mit dem das Wasser in den Stallungen versprüht wird. Unterschieden wird zwischen Nieder-, Mittel- und Hochdruckanlagen. Im Speziellen sind es die Hochdruckanlagen, welche durch ihre hohen Anschaffungskosten für Edelmetalldüsen und -leitungen als wenig lukrativ zu bewerten sind. Diese Technik garantiert zwar sehr kleine Partikel in der Versprühung und eine vollständige Aufnahme der Partikel in die Stallluft. Sie ist aber ungleich sensibler in der Instandhaltung und macht die Installation von mehreren Filtern gleichzeitig notwen-

dig. Die positiven Effekte auf Leistung und Gesundheit der Tiere sind hinlänglich untersucht. Mittels Wärmebildkamera stellten ZENTNER et al. (2005, 2006) fest, wie sich einzelne Sprühvorgänge auf eine mögliche Temperaturabsenkung der Hautoberfläche bei Mastschweinen auswirken können. Diese Technik kam auch in der beschriebenen Untersuchung zum Einsatz. Zu diesem Zweck wurden mehrere Tiere gekennzeichnet und mit einem Messpunkt auf der Hautoberfläche versehen. Dieser Messpunkt wurde in dementsprechenden Abständen, 1 min. vor, 2 bzw. 5 min. sowie 15 min. nach dem Sprühen, wärmebildtechnisch

erfasst. Die Messpunkte (sp1 in der Auswertung) zeigen deutlich den für die Tiere als angenehm zu beurteilenden Effekt der Temperaturabsenkung der Hautoberfläche. Die Messwerte (sp1) der Aufnahmen 2, 5 und 15 min. nach dem Sprühvorgang verdeutlichen die Notwendigkeit eines wiederholten Einsprühens in definierten Zeitabständen. Diese Abstände sind in erster Linie vom Gewicht der Tiere abhängig. Je höher das Gewicht der Tiere ist, desto kürzer sind die Intervalle zwischen den Sprühvorgängen.

Ökonomische Bewertung - Angaben des Herstellers

Die Herstellerempfehlung wird für die zukünftige weite Verbreitung eine tragende Rolle bekommen. Die genannten Einstellwerte sind die Basis, dass sämtliche Zielsetzungen mit der Des-Aerosolanlage erreicht werden können:

- Geruchsreduzierung
- Fremdgasreduzierung
- Staubreduzierung
- Keimreduzierung
- Feuchtigkeitsregulierung
- Kühlung
- Einweichen

Die Ergebnisse sind folgendermaßen zu interpretieren:

Ca. 50 % der lfd. Kosten werden durch kürzere Mastzeit amortisiert. Effektiv fallen ca. Euro 2,30 pro produziertem Mastschwein an, d.h. ca. 2 % der Produktionskosten. Bei einer Nutzungsdauer von 10 Jahren der Des-Aerosolanlage, resultiert dies in 2 zusätzlichen Mastdurchgängen (von 3,0 auf 3,2 Mastdurchgänge pro Jahr).

Zusätzliche Effekte wie höherer Gesundheitsstatus der Tiere, geringere Staubbelastung für Mensch und Tier im Stall, besseres Stallklima, positive Außenwirkungen für die Nachbarn und Anrainer werden in der betriebswirtschaftlichen Bewertung nicht berücksichtigt.

Bei Berechnung der Investitions- und Betriebskosten pro Mastschwein ist je nach betrieblichen Voraussetzungen und Stallgrößen ein Betrag von Investitionskosten Euro 1,79 und Betriebskosten Euro 2,32 (gem. Versuchstall 280 Tiere) erforderlich.

Abluftreinigungsanlage – Abluftwäscher

Die Abteilung Stallklimotechnik und Nutztierschutz, Referat für Messtechnik des Lehr- und Forschungszentrums Raumberg-Gumpenstein wurde 2008 beauftragt, eine Untersuchung an einer neu errichteten Abluftreinigungsanlage (Abbildung 3) durchzuführen. Diese Anlage wurde von einer privaten Firma mit finanzieller Unterstützung des Landes Steiermark errichtet. Die gelieferte Anlage wurde auf einem Mastschweine - Praxisbetrieb in der Weststeiermark getestet und dazu an ein Abteil angebaut und unter Praxisbedingungen in Betrieb genommen.

Das Ansaugen der Stallluft erfolgte horizontal direkt aus dem Tierbereich über ein umgebautes Fenster.



Abbildung 9: Abluftreinigungsanlage

Technik:

Die zu untersuchende Anlage wurde durch Unterdruck zu luftseitig über ein Rohr \varnothing 300 mm, welches unmittelbar an dem umgebauten Fenster, an der Außenmauer des Abteils, angebracht ist, mit Rohgas aus dem Tierbereich versorgt. Dieses Rohr mündet unmittelbar in einen zylindrischen Sprühraum (Abbildung 9). Dieser Sprühraum ist mit keinen Füllkörpern versehen. Die einströmende und zu reinigende Luft (Rohgas) wird im Sprühraum an ringförmig angeordneten und mit wasserversprühenden Absorbern (Düsen) bestückten Wasserleitungen in Verbindung gebracht und durch den Radialventilator mittels Überdruck wieder horizontal durch ein Rohr \varnothing 300mm an die Außen- bzw. Umgebungsluft ausgeblasen (Reingas).

Das anfallende Washwasser gelangt in ein unter dem Sprühkörper angebautes Becken und wird anschließend an eine Reinigungsanlage (Schwimmbadtechnik) weitergeleitet, gereinigt und in das System rückgeführt. Eine exakte technische Beschreibung der Anlage wurde nicht beigebracht.

Angaben des Herstellers:

Energiekosten:	1 KW/h
Wasserverbrauch:	30 Liter/Tag
Kosten je Anlage/Wäscher:	25.000 EUR

In Anwesenheit des Herstellers wurden Proben für eine olfaktometrische Untersuchung gezogen, die Abluftgeschwindigkeit zur Ermittlung des Volumenstroms mittels Hitzdrahtsonde gemessen, die NH_3 -Werte mittels elektrochemischer Sensoren eines geeichten und kalibrierten Gerätes der Marke Dräger – Type X-am 7000 untersucht und die allgemeinen Versuchsbedingungen festgehalten.

Versuchsbedingungen:

Datum:	04.12.2007
Uhrzeit:	15:30 Uhr
Außenbedingungen:	6° C, 73% rel. Lf.
Im Stall:	22,5° Celsius
	72% rel. Lf.
	4600 ppm CO_2
	28 ppm NH_3
	2619,5 bzw. 2734,0 GE/m ³

Tabelle 2: Bewertung verschiedener Abluftreinigungsverfahren (Quelle: KTBL, 2008)

Anlagenart	Nutzung	Aufstallung	Bewertung der Abscheidung von			
			Gesamtstaub	Ammoniak	Geruch	
Biofilter	Schweine, Rinder	nicht eingestreut	+	n.g.	++	
Rieselbettraktor	Schweine, Rinder	nicht eingestreut	+	+	+	
Chemowäscher	Schweine, Rinder, Trockenkotlager	nicht eingestreut	+	++	n.g.	
Mehrstufige Abluftreinigungsverfahren						
zweistufig						
1. Wasserwäscher + Chemowäscher	alle Tierarten	nicht eingestreut	++	++	0/+	
2. Wasserwäscher + Biofilter		und eingestreut	++	0/+	++	
3. Chemowäscher + Biofilter				++	++	++
4. Chemowäscher + Rieselbett				++	++	+
dreistufig						
1. Wasserwäscher + Wasserwäscher + Biofilter	alle Tierarten	nicht eingestreut	+++	+	++	
2. Wasserwäscher + Biofilter		und eingestreut		+++	+++	+++

n.g.: nicht geeignet, 0: bedingt geeignet, +: geeignet, ++: gut, +++: sehr gut

Die Tiere befinden sich in der Endmast zwischen 100 und 110 kg Lebendgewicht

Olfaktometrie:

Das Referat für Messtechnik und Versuchsauswertung des LFZ Raumberg-Gumpenstein führt seit dem Jahr 2004 Emissionsmessungen mithilfe eines Olfaktometers TO8 der Fa. Mannebeck durch. Ziel dieser Messungen ist die Ermittlung von Geruchseinheiten je m³ (2 Probandenteams à 4 Personen je Probe), um in weiterer Folge die Geruchsemissionen von tierhaltenden Anlagen bzw. wie in diesem Fall die Minderungsgrade aufgrund abluftreinigender Techniken zu ermitteln.

Das Probandenteam des LFZ Raumberg-Gumpenstein ist zusätzlich Teilnehmer eines internationalen Ringversuches Olfaktometrie.

Ergebnisse:

Minderungsgrad olfaktometrisch ermittelt!

Messung der Abluft bei 7m/sec Abluftgeschwindigkeit:

Luftrate in m³: 1780,4
 Rel. Feuchte: 99,9 %
 Temp.: 18 °C
 NH₃: 5 ppm
 GE/m³: 1180,0

Minderung in %: 55

Messung der Abluft bei 11m/sec Abluftgeschwindigkeit (volle Leistung):

Luftrate in m³: 2797,7
 Rel. Feuchte: 99,9 %
 Temp.: 19 °C



Abbildung 10: Probanden bei der Beurteilung einer Geruchsprobe am Olfaktometer TO8

NH₃: 16 ppm
 GE/m³: 1644,0
Minderung in %: 39,9

Fazit

Die Ergebnisse der Geruchsmessungen und insbesondere der Kosten zeigen, dass die untersuchte Anlage nicht den derzeitigen Kriterien solcher Anlagen entspricht und ein Einsatz zur Minderung von Emissionen und Immissionen aus Stallungen, insbesondere von Geruch, mit dieser Technik nicht möglich ist.

Es wäre auf alle Fälle sinnvoll, bereits in der Planung und bei Vergabe der Fördermittel, entsprechendes fachliches Wissen bezüglich der Emissionen aus der Tierhaltung einzuholen.

Literaturverzeichnis

- BARTH, S. (2005): Immissionsprognosen; Vortrag Seminar „Geruch – Messung und Beseitigung“, Barth & Bitter GmbH, Wunstorf
- BARTUSSEK, H., HAUSLEITNER, A., SCHAUER, A., STEINWENDER, R., UBBELOHDE, J. (1995): Schrägbodenbuchten für Mastschweine, Veröffentlichung der BAL Gumpenstein, Heft 23, Irdning
- BEA, W. (2004): Vergleich zweier Mastschweinehaltungssysteme – Beurteilung der Tiergerechtigkeit. Dissertation Universität Hohenheim, Stuttgart
- BEER, K., G. MEHLHORN und H.J. BÄR (1973): Zur Methodik der quantitativen Bestimmung des Keimgehaltes der Stallluft unter Praxisbedingungen. Mhefte Vet. Med. 28, 782-786
- BOCHENIN, J. I. (1975): Prophylaktische Aerosoldesinfektion der Stallungen einer großen Schweinemastanlage in der Anlaufphase. Tr., VNIIVS, Moskva 51, 166-170
- CIGR (2006): Animal housing in hot climates, a multidisciplinary view, workshop paper of
- CIGR Section II Working Group, Campinas (Brazil)
- CHAI, T. (1998): Vorkommen von luftgetragenen Keimen in Rinderställen und der Stallumgebung unter besonderer Berücksichtigung von *C. perfringens*. Diss. Fachber. Vet. Med. der Freien Universität Berlin
- DELGADO, C., ROSEGRANT, M., STEINFELD, H., EHUI, S., COURBOIS, C. (1999): The next food revolution in: Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper 28, International Food Policy Research Institute, Washington D.C.
- DICKERSON, R., H. B. GRAY und M. Y DARENSBOURG (1988): Prinzipien der Chemie, de Gruyter Verlag, Berlin
- DLG (2006): Arbeitsunterlage, Lüftung von Schweineställen, 3. überarb. Fassung, Arbeiten aus dem DLG-Ausschuss „Technik in der Tierischen Produktion“
- FALBE, J. (Hrsg.), REGITZ M., RÖMPP, H. (1992): Römpp Chemie Lexikon, Band 6, 9. Auflage, Stuttgart
- FISER, A. (1970): Microbial picture of air in a large-scale farrowing house and pre-fattening piggery. Acta Vet. Brno 39, 89-100
- FORTH, W., HENSCHLER, D., RUMMEL, W. (1983): Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie, für Studenten der Medizin, Veterinärmedizin, Pharmazie, Chemie, Biologie sowie für Ärzte, Tierärzte und Apotheker, 4. Auflage, Mannheim Forschungsbericht DES-AEROSOL - 83 -
- GÄRTTNER, E. (1975): Quantitative und qualitative Untersuchungen zum Luftkeimgehalt in Schweine- und Geflügelställen – Ein Beitrag zur Aerobiologie in landwirtschaftlichen Nutztierställen. Diss., Universität Hohenheim
- GEBHARDT, H. (1973): Zur Problematik von Luftkeimgehaltsbestimmungen in Tierställen mit Hilfe des Standard-Impingers und des Casella-Schlitzsammlers und der Erfassung der übrigen Stallklimafaktoren. Diss., Universität Hohenheim
- GUSTAFSSON, G. (1997): Investigation of factors affecting air pollutants in animal houses, in: Ann Agric Environ Med, 4, 203-215
- HARTUNG, J. (1998): Art und Umfang der von Nutztierställen ausgehenden Luftverunreinigungen. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 105, 213-216
- HARTUNG, J., SEEDORF, J., TRICKL, T., GRONAUER, H. (1998): Freisetzung partikelförmiger Stoffe aus einem Schweinestall mit zentraler Abluftführung in die Stallumgebung. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 105, 244-245
- HAUSLEITNER, A. (2002): Einsatz von „Des-Aerosol“ zur Keimreduktion in Schweinestallungen, Bericht über den Vorversuch, Bundeslehranstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein.
- HÄUSSERMANN, A. (2006): Stallklimaregelung und Emissionen – Entwicklung und Evaluierungensorgestützter komplexer Regelstrategien für die Mastschweinehaltung, VDIMEG-Schrift 443, Diss., Universität Hohenheim
- HILBIG, V. (1972): Erfahrungen mit dem Andersen-Sampler bei der Untersuchung des Luftkeimgehaltes eines Versuchstierstalles. Vet. Med. Diss., Hannover
- HORN H., PRIVORA, M., WEUFFEN, W. (1973): Handbuch der Desinfektion und Sterilisation, Band IV: Desinfektion und Sterilisation in Gesundheitseinrichtungen und industriellen Bereichen, VEB Verlag, Volk und Gesundheit, Berlin
- HÖRNING, B. (1999): Artgemäße Schweinehaltung, Beratung artgerechter Tierhaltung, Stiftung Ökologie und Landbau, Schweinsfurth-Stiftung, München, Verlag C.F. Müller, Karlsruhe
- HURTIENNE, H. (1967): Vergleiche zwischen mehreren Verfahren zur Bestimmung des Keimgehaltes der Stallluft unter verschiedenen Bedingungen. Vet. med. Diss., Hannover
- JUNGE, C. (1952): Die Konstitution des atmosphärischen Aerosols. Ann. Meteor. 5, 1-55
- KLIEWE, H. (1948): Raumlufedesinfektion mit keimtötenden Nebeln. Dt. med. Rdsch. 2, 1-4
- KLIEWE, H. (1950): Neue Verfahren der Raumlufetesuchung. Öffentl. Gesundheitsdienst 12, 144-146
- KLIEWE, H., WASIELEWSKI, E. v. (1951): Verfahren und Mittel zur Desinfektion der Luft; Arch. Hyg. Bakteriol. 135, 286-302, Forschungsbericht DES-AEROSOL - 84
- KLIEWE, H., WASIELEWSKI, E. v. (1953): Die Bedeutung der Luftdesinfektion für die Verhütung und Bekämpfung ansteckender Krankheiten. Z. Aerosolforsch. u. Ther. 2, 452-458
- KRDL (2003): DIN EN 13725, Luftbeschaffenheit - Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie; Deutsche Fassung EN 13725:2003, Kommission Reinhaltung der Luft (KRdL) im VDI und DIN – Normenausschuss; Beuth Verlag, Berlin
- KTBL (2004): Luftgetragene biologische Belastungen und Infektionen am Arbeitsplatz Stall,
- KTBL-Schrift Nr. 436, 52-61 u. 200-201
- KTBL (2006a): Abluftreinigung für Tierhaltungssysteme, KTBL-Schrift Nr. 451, 44 -66
- KTBL (2006b): Emissionen der Tierhaltung, KTBL-Schrift Nr. 449, 192-210
- KTBL (2007): Tagungsband zur 8. Tagung Bau, Technik und Umwelt 2007 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 51-55
- KUBECZKA, K. H. (1982): Qualitätsbeurteilung arzneilich verwendeter ätherischer Öle, Deutsche Apothekerzeitung, Nr. 122, 2309-2316
- LAMMERS, T. (1951/52): Diskussionsbemerkungen zum Thema Luftdesinfektion durch Glycole, Zbl. Bakt. I. Abt. Orig. 157, 147
- LEHNINGER, A., COX, M., NELSON, D. (2001): Biochemie, 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin
- MANNEBECK, D., MANNEBECK, H. (2002): Qualität und Vergleichbarkeit olfaktometrischer Messungen; in: Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft, Nr. 4, April 2002

- MARSCHANG, F., C. PETRE, (1971): Der NH₃-Gehalt der Stallluft und sein Einfluss auf die Morbidität und die Tierverluste in Rindermastställen. *Zbl. Vet. Med.* 18, 6446-6454.
- MÖHLE, R. (1998): Anwohnerschutz bei Intensivtierhaltungen. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 105, 220-224
- MÖSENBACHER, I. (2005): Einführung in das olfaktometrische Messverfahren unter gleichzeitiger Verwendung einer elektronischen Nase zur Ermittlung von Geruchsemissionen - Vergleichsmessungen auf Schweinemastbetrieben, Abschlussbericht, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irnding
- MÜLLER, A. (1950): Die physiologischen und pharmakologischen Wirkungen der ätherischen Öle, Riechstoffe und verwandten Produkte, 2. Auflage, Heidelberg
- MÜLLER, W., WIESER, P., WOIWODE, P.J. (1977): Ergebnisse einer statistischen Auswertung von Luftkeimmessungen in einem Schaf- und einem Legehennenstall. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 90, 352-354. Forschungsbericht DES-AEROSOL - 85
- NOWAK, D. (1998): Die Wirkung von Stallluftbestandteilen, insbesondere in Schweineställen, aus arbeitsmedizinischer Sicht. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 105, 225-234
- PEDERSEN, S. (1998): Staubreduzierung in Schweineställen. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 105, 247-250
- PEDERSEN, S., TAKAI, H. (2000): A comparison study of different dust control methods in pig buildings. In: *Am. Soc. of Agr. Eng.* 16, 269-277
- PLONAIT, H. (2001): Einfluss der Haltungsbedingungen auf das Krankheitsgeschehen. In: WALDMANN, K.-H., WENDT, M., (Hrsg.): *Lehrbuch für Schweinekrankheiten*. 3. Aufl., Parey, Berlin, S. 12
- POLJAKOV, A. A., DUDNICKIJ, I. A., ANDRJUNIN, J. I., DUKACENKO, V. G. (1975): Desinfektion in der industriellen Schweineproduktion, *Veterinarija, Moskva* 7, 21-26
- RATSCHOW, J.-P., SCHULTE-SURTUM, R. (2003): Kühlung von Schweineställen, *DLGMerkblatt*, Nr. 332, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V., Fachbereich Landtechnik, 10/2003, Frankfurt am Main
- RICHTER, C.-J., ENDERLE, K.-H., HÖFL, H.-C., RÖCKLE, R. (2002): Untersuchung der Lagerfähigkeit von Geruchsproben; Forschungsbericht FZKA-BWPLUS, IMA Richter & Röckle, Freiburg
- SCHÖNHERR, W. (1959): Untersuchungen über den Keim- und Staubgehalt der Luft in Massivbauställen und beim Weidemelken. *Milchwiss.* 14, 50-56
- STEINWIDDER, A. (1999): Die Auswirkung schlechter Stallluft auf die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fleischqualität von Mastschweinen mit und ohne Stroh. In: *Tagungsband 26. Viehwirtschaftliche Fachtagung*, 71-73
- TAKAI, H., MØLLER, F., IVERSEN, M., JORSAL, S. E., BILLEHANSEN, V. (1993): Dust control in swine buildings by spraying of rape oil. In: *Proc. of the Int. Symp. Livestock Environment IV*, Warwick, 726-733
- TAKAI, H. (2007): Factors influencing dust reduction efficiency of spraying of oil-water mixtures in pig buildings. In: *Discussion paper of the Dust Conference*
- WALLHÄUSSER, K. H. (1984): *Praxis der Sterilisation, Desinfektion – Konservierung, Keimidentifizierung – Betriebshygiene*, 3. Auflage, Stuttgart
- WEUFFEN, W., WIGERT, H., FRIEDMANN, J., TREUHOFF, I. (1970): Zur Terminologie auf dem Gebiet der Desinfektion, *Z.ges.Hyg.* 16, 72-77
- WIRTH, W. (1981): *Toxikologie: für Ärzte, Naturwissenschaftler und Apotheker*, 3. Auflage, Stuttgart
- WOIWODE, J. (1976): Vergleichende Untersuchungen zur Größenbestimmung koloniebildender Einheiten in der Stallluft, *Diss. Universität Hohenheim Forschungsbericht DES-AEROSOL - 86*
- ZALUDIK, K. (1997): Untersuchung zum Schrägbodensystem für Mastschweine, Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien
- ZENTNER, E., MÖSENBACHER-MOLTERER, I., GASTEINER, J. (2005): Schweinedusche, Forschungsbericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein
- ZENTNER, E., MÖSENBACHER-MOLTERER, I., GASTEINER, J. (2006): Einsatz einer Schweinedusche im Hinblick auf Emissionen, tägliche Zunahmen in der Schweinemast und Oberflächentemperaturverhalten von Mastschweinen, Forschungsbericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein
- ZHANG, Y. (1997): Sprinkling oil to reduce dust, gases, and odor in swine buildings, in: *Agricultural Engineers Digest*, Vol. August
- ZIMMERMANN, W. (1991): Neue Möglichkeiten zur Kontrolle und Sanierung von Schweinebeständen mit Enzootischer Pneumonie (EP). *Habil. Schr.*, Universität für Veterinärmedizin, Bern, Schweiz
- ZUCKER, B. A., MÜLLER, W. (1997): Concentrations of Airborne Endotoxin in Cow and Calf Stables. *J. of Aerosol Science* 29, 217-221

Die ÖNORM: Messung und Beurteilung von Lärmimmissionen im Umfeld von zwangsentlüfteten Stallungen

Michael Kropsch^{1*} und Eduard Zentner¹

Zusammenfassung

Lärmmessungen und Lärmbeurteilungen fußen grundsätzlich auf drei Säulen - allen voran steht die Schall- bzw. Schallmesstechnik. Um Lärmstörungen im Nachbarschaftsbereich jedoch umfassend beurteilen zu können, bedarf es zusätzlich der Kenntnis des entsprechenden rechtlichen Hintergrundes sowie der Kenntnis möglicher Auswirkungen von Schallimmissionen auf den Menschen. Im vorliegenden Artikel wird versucht, dem Leser einen Einblick in diese drei Kernbereiche, mit Fokus auf den gesetzlichen Hintergrund, zu geben.

Eine Reihe in jüngerer Vergangenheit publizierter Regelwerke setzt sich auf gesetzlicher Ebene mit der Thematik Lärm/Lärmvermeidung auseinander. International betrachtet stehen an oberster Stelle die Lärmrichtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Die enthaltenen Grenzwerte sind jedoch ausschließlich unverbindlicher Natur.

Auf EU- und staatlicher Ebene sind die Umgebungslärmrichtlinie 2002/49/EG sowie deren nationale Umsetzungen (LärmG und LärmV) von Bedeutung. Ihr Ziel ist es, Lärm in Ballungsräumen, an Hauptverkehrsstraßen und stark frequentierten Schienenwegen zu erfassen, in strategischen Lärmkarten darzustellen und darauf basierend Aktionspläne zur Lärminderung bzw. Lärmvermeidung zu erstellen.

Für Lärmstörungen in der Umgebung von zwangsentlüfteten Stallungen kommen ÖNORMEN und Richtlinien des Österreichischen Arbeitsringes für Lärmbekämpfung (ÖAL) zum tragen, die für Lärmprobleme im Nachbarschaftsbereich anwendbar sind. Relevant sind in dieser Hinsicht die ÖNORM S 5004 und die ÖNORM S 5021-1 sowie die ÖAL Richtlinie Nr. 3 Blatt 1.

Es wird darauf hingewiesen, dass eine Schallmessung und die Erstellung des entsprechenden Messberichtes konform zur ÖNORM S 5004 zu erfolgen haben. Dadurch wird eine weitestgehende Standardisierung sowie eine größtmögliche Nachvollzieh- und Reproduzierbarkeit gewährleistet.

Schlagwörter:

Schall, Landwirtschaft, Lärmimmission, Lärmwirkung, ÖNORM

Einleitung

Lärm scheint sich zu einem ständigen Begleiter des modernen, in der technisierten Welt lebenden Menschen zu entwickeln. Bekanntermaßen sind Straßen-, Schienen- und Flugverkehr sowie Gewerbebetriebe häufige Quellen von Lärmemissionen. Land- und forstwirtschaftliche Betriebe standen in diesem Zusammenhang bis dato wenig im Blickfeld des öffentlichen Interesses. Dies könnte sich jedoch in naher Zukunft ändern.

Die Probleme mit Behörden und Anrainern im Hinblick auf Genehmigungsverfahren für landwirtschaftliche, mit Tierhaltung verbundene Gebäude nehmen stark zu. Zusätzlich geben Änderungen in den Bau- und Raumordnungsgesetzen der einzelnen Länder Anlass zu der Annahme, dass sich die Problematik auf bereits bestehende und genehmigte Stallungen ausweiten wird.

Besonderes Augenmerk gilt den Emissionen und den daraus resultierenden Immissionen von Stallungen. Neben der Geruchsemission sind in zunehmendem Maße belastende Lärmsituationen festzustellen.

Weder in der Literatur noch in der Praxis liegen derzeit aussagekräftige Daten vor, welche über die im Tierhaltebereich und in der Umgebung von Stallungen vorherrschende Lärmsituation Auskunft geben könnten.

In Genehmigungsverfahren für Stallungen werden zur Beurteilung der zu erwartenden Lärmsituation durch Lüftungsventilatoren häufig nur Prognosewerte herangezogen. Diese beruhen nicht auf Praxismessungen sondern stammen aus Messungen an sogenannten frei blasenden Ventilatoren unter Laborbedingungen.

Weitere Unsicherheiten für die Landwirtschaft ergeben sich auf Grund teils überzogener Forderungen und Beurteilungen seitens der Behörden und Länder. Per Bescheid werden einzuhaltende Grenzwerte an Landwirte weitergegeben – oftmals sind diese jedoch in der Praxis schwer einzuhalten.

Vor kurzem wurde am Institut für Artgemäße Tierhaltung und Tiergesundheit an der HBLFA Raumberg-Gumpenstein ein Projekt gestartet, das sich eingehend mit dieser Problematik auseinandersetzt.

Ziel des Projektes „Lärmmessungen in der Landwirtschaft – in Stallungen und deren Umgebung“ ist es, für Betroffene Daten aus der Praxis zu erheben, welche die in Genehmigungsverfahren und vom Verwaltungsgerichtshof in ständiger Rechtsprechung geforderten Grenz- und Prognosewerte abgesichert repräsentieren. Nachteiligen und teils

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Innenwirtschaft und Ökolometrie, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

* Ansprechpartner: Michael Kropsch, e-mail: michael.kropsch@raumberg-gumpenstein.at

kostenintensiven Vorschriften von Behörden gegenüber der Landwirtschaft soll damit entgegengewirkt werden. Der vorliegende Artikel beleuchtet gesetzliche Rahmenbedingungen zu Lärmemissionen / Lärmimmissionen und bietet einen Einblick in die Beurteilung von Lärmereignissen. Einführend werden grundlegende Informationen zum Thema *Schall*, *Schallmessung*, *Lärm* und *Lärmwirkung* erläutert, die dem besseren Verständnis dienen sollen.

Wie alles anfing

Als sich die frühesten Vorfahren des Menschen vor rund 260 Millionen Jahren aufmachten, vom Wasser aus das Land zu besiedeln, war die Fähigkeit Luftschall wahrzunehmen noch nicht ausgebildet.

Erst 120 bis 140 Millionen Jahre nach dem ersten Landgang bildeten sich Frühformen wichtiger Komponenten unseres heutigen Hörorgans: Trommelfell und Mittelohr. Einhergehend mit der in der Folge zunehmenden Möglichkeit Luftschall wahrzunehmen, fand auch eine Erweiterung der Kapazität der neuronalen Verarbeitung statt. Dieser Entwicklungsschritt war unerlässlich für die Ausbildung unseres heutigen Hörsinnes, zu dem ja nicht nur das Ohr selbst – mit Außenohr, Mittelohr und Innenohr – sondern auch ein nachgeschalteter Verarbeitungsapparat mit den Hörnerven und der Hörrinde gehört (GROTHE, B., 2001).

Leistungsumfang des Hörorgans

Mit der zunehmenden Entwicklung unseres Gehörsinnes kam es zu einer Steigerung des Funktions- und Leistungsumfanges des Hörorgans. Dies ermöglicht dem heutigen *Homo Sapiens*, Töne über einen weiten Frequenzumfang zu hören und Schalldrücke über einen enorm großen Bereich wahrzunehmen.

Der adäquate Reiz für unsere Ohren ist eine Folge von Druckschwankungen der Luft, die dem statischen Luftdruck überlagert sind – ein physikalischer Vorgang, der allgemein als *Schall* bezeichnet wird. Das gesunde Ohr eines jungen Erwachsenen vermag Schallwellen in einem Frequenzbereich von rund 20 Hz (tiefer Ton) bis rund 20.000 Hz (hoher Ton) zu hören. Die Einheit für die Frequenz ist das *Hertz* (Hz), wobei *Hertz* die Anzahl der Schwingungen (hier: Druckschwankungen) pro Sekunde bezeichnet.

Die Hörschwelle eines gesunden Erwachsenen liegt bei einem Schalldruck von etwa 20 μPa (sprich: mikro *Pascal*), die Schmerzschwelle – bei der Töne richtiggehend als Schmerz empfunden werden – bei rund 100 Pa (entspricht 100 000 000 μPa). Das Verhältnis dieser beiden Eckwerte zueinander beträgt mehr als eine Million zu eins!

Das Dezibel

Dieser große Bereich der Schalldruckwahrnehmung (siehe *Abbildung 1*) bringt jedoch ein Problem mit sich: Die beschreibenden Zahlenwerte sind sehr unhandlich. Aus Gründen der Praktikabilität wurde deshalb die Hilfsmaßeinheit *Dezibel* (dB) zur Darstellung von Schalldruckpegeln eingeführt. Sie ist nach dem britischen Sprechtherapeuten und Erfinder Alexander Graham Bell, der als erster das Telefon zur praktischen Anwendung brachte, benannt.

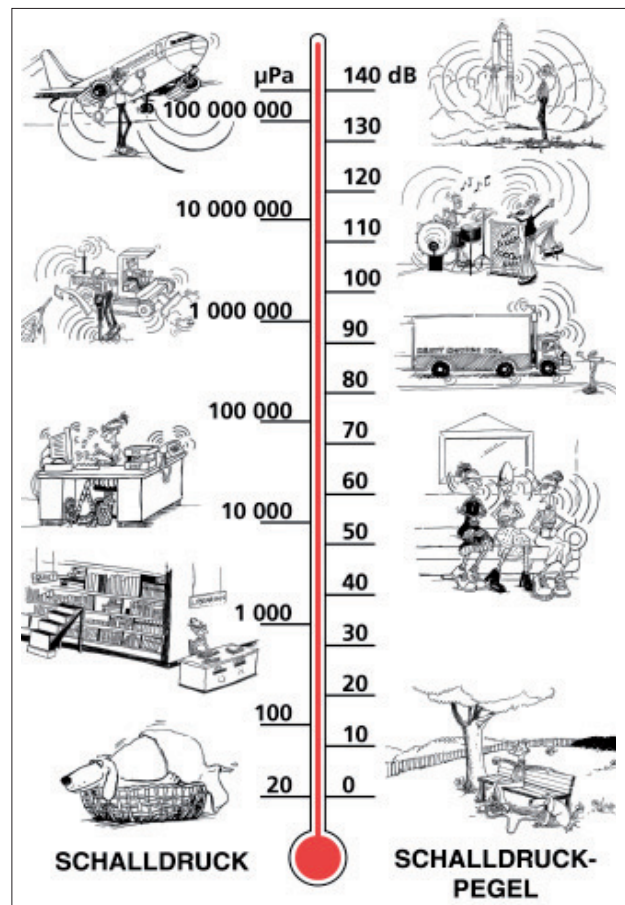


Abbildung 1: aus: Broschüre „Umweltlärm“; Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S

Das dB ist eine logarithmische Größe, welche eine Umsetzung des in *Pascal* gemessenen Schalldruckes in handlichere Zahlenwerte ermöglicht. Diese wiederum erlauben eine anschaulichere Interpretation und führen zu einer Vereinfachung bestimmter Rechenoperationen.

Der von unserem Hörorgan wahrnehmbare Schalldruckpegel-Bereich reicht von der Hörschwelle (0 dB) bis zur Schmerzschwelle von 130 dB und darüber.

Eine Zunahme um 6 dB bedeutet eine Verdoppelung des Schalldruckes. Jedoch ist eine Zunahme von 8 – 10 dB notwendig, um einen Schall subjektiv als doppelt so laut zu empfinden. Die kleinste Änderung, die im Optimalfall wahrgenommen werden kann, beträgt etwa 1 dB. (LAMMER, C., 2007)

Schall(pegel)messung

Für die Messung und Aufzeichnung von Schalldruckpegeln werden sogenannte Schallanalytoren bzw. Schallpegelmessgeräte verwendet. Diese wandeln das aufgenommene Schalldrucksignal in ein entsprechendes elektrisches Signal um, das sich analog zum Schallsignal verhält. Auf dem Display wird das Messergebnis direkt in dB ausgewiesen. Unser Gehör ist nicht über den gesamten wahrnehmbaren Frequenzbereich gleich empfindlich. Bei sehr niedrigen und sehr hohen Frequenzen zeigt sich eine niedrigere Empfindlichkeit. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, werden

bei Schallpegelmessungen sogenannte Bewertungsfilter (elektrische Filter im Schallpegelmessgerät) verwendet. Die Frequenzbewertung, die am gebräuchlichsten ist, wird als „A-Bewertung“ bezeichnet. Sie entspricht näherungsweise der Empfindlichkeit des menschlichen Gehörorgans. Messergebnisse die „A-bewertet“ sind, werden mit dB(A) bezeichnet.



Abbildung 2: Schallanalysator nor140, Firma Norsonic

Schallmessgrößen

Welche Messgrößen zur Erfassung und Charakterisierung eines Schallereignisses erforderlich sind und somit Eingang in den Messbericht finden müssen, wird durch die ÖNORM S 5004 festgelegt.

A-bewerteter energieäquivalenter Dauerschallpegel ($L_{A,eq}$): Einzahlangabe, die zur Beschreibung von Schallereignissen mit schwankendem Schalldruckpegel dient. Der energieäquivalente Dauerschallpegel – mit der Frequenzbewertung A – wird als jener Schalldruckpegel errechnet, der bei dauernder Einwirkung dem unterbrochenen Geräusch oder Geräusch mit schwankendem Schalldruckpegel energieäquivalent ist.

Der *Basispegel ($L_{A,95}$)* und der *mittlere Spitzenpegel ($L_{A,1}$)* kennzeichnen Schallmessgrößen einer Schallpegel-Häufigkeitsverteilung; d.h. sie geben an, in wie viel Prozent der Messzeit der entsprechende Schalldruckpegelwert überschritten wird.

Basispegel ($L_{A,95}$): der in 95% der Messzeit überschrittene A-bewertete Schalldruckpegel der Schallpegel-Häufigkeitsverteilung eines beliebigen Geräusches.

Mittlerer Spitzenpegel ($L_{A,1}$): der in 1% der Messzeit überschrittene A-bewertete Schalldruckpegel der Schallpegel-Häufigkeitsverteilung eines beliebigen Geräusches.

Grundgeräuschpegel ($L_{A,Gg}$): der geringste an einem Ort während eines bestimmten Zeitraumes gemessene A-bewertete Schalldruckpegel, der durch entfernte Geräusche verursacht wird und bei dessen Einwirkung Ruhe empfunden wird. Wenn eine Schallpegel-Häufigkeitsverteilung vorliegt, ist der in 95% des Messzeitraumes überschrittene Schalldruckpegel, also der Basispegel, als Grundgeräuschpegel anzusehen.

Maximalpegel ($L_{A,max}$): der höchste während der Messzeit auftretende A-bewertete Schalldruckpegel.

Beurteilungspegel (L_r): der auf eine Bezugszeit bezogene A-bewertete energieäquivalente Dauerschallpegel des zu beurteilenden Geräusches, der – wenn nötig – mit Anpassungswerten (Pegel Zu- oder Abschläge für bestimmte

Geräuschcharakteristika oder Geräuschquellen) zu versehen ist.

Er ist die wesentliche Grundlage für die Beurteilung einer Schallmissionssituation.

Anmerkung: Die Kurzbezeichnung „L“, für (Schall)pegel, leitet sich vom englischen Wort Level ab. (ÖNORM S 5004, 1998)

Was ist Lärm

Eine beinahe allgegenwärtige, unerwünschte Begleiterscheinung unseres technischen Fortschrittes ist Lärm – und ein zuviel an Lärm kann zu einer (un)umkehrbaren Schädigung unseres Hörorgans führen.

Was genau aber haben wir uns unter dem Begriff „Lärm“ vorzustellen?

Nach J. H. Maue ist „Lärm ein unerwünschtes Geräusch, das zu einer Belästigung, Störwirkung, Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit, besonderen Unfallgefahren oder Gesundheitsschäden führt“. So weit die wissenschaftliche Definition.

Diese muss jedoch um einige wichtige Betrachtungen erweitert werden: Wesentliche Einflussgrößen, die mitentscheiden, ob ein Geräusch als störend – und somit als Lärm – empfunden wird, sind neben der Lautstärke und der Art des Geräusches die Einstellung des Hörers zum Schallereignis.

Das laute Zwitschern eines Vogels an einem Frühlingmorgen wird höchstwahrscheinlich weniger störend empfunden als der verfluchte tropfende Wasserhahn, der – obwohl weit aus leiser – uns am Einschlafen zu hindern vermag. Laute Musik kann durchaus auch als Vergnügen und Entspannung genossen werden, aber nur so lange, wie wir selbst Herr über den Lautstärkereger sind. Ein Nachbar hingegen mag unser „Musikvergnügen“ als störend und belästigend und somit als Lärm empfinden. (MAUE, J.H. et al., 2003)

Lärm und Gesundheit

Unser Gehör ist nicht unbegrenzt belastbar! Schäden treten dabei jedoch nicht erst ab der Schmerzschwelle auf – mögliche negative Auswirkungen können sich bereits bei weitaus niedrigerer Lärmeinwirkung bemerkbar machen.

Lärm ist ein Stressor, der sowohl als Einzelfaktor als auch in Kombination mit anderen Umwelttoxinen in Erscheinung tritt. Lärm erhöht über die Beeinträchtigung der Befindlichkeit das Risiko für Gesundheitsstörungen und trägt dadurch wesentlich zum Entstehen von Überlastungssyndromen bei.

Die ÖAL-Richtlinie Nr. 6/18 nimmt Bezug darauf, dass Lärm nicht nur aurale Wirkungen (auf unser Gehörorgan per se), sondern auch extraaurale besitzt, d.h. Auswirkungen, die den Gesamtorganismus betreffen.

Eine Einwirkung von Dauerlärm führt zuerst zu einer reversiblen (umkehrbaren) Hörstörung. Diese bezeichnet man im Englischen als Temporary Threshold Shift (TTS) – was temporäre, also zeitlich begrenzte, Hörschwellenverschiebung bedeutet. Die notwendige Erholungszeit ist vom Ausmaß der TTS abhängig. Trifft die nächste Lärmexposition auf ein nicht zur Gänze erholtetes Hörorgan, so kommt es mit der Zeit zu einer bleibenden Schädigung. Wenn eine andauernde

Hörschwellenverschiebung (PTS – Permanent Threshold Shift) vorliegt, ist der Hörsinn irreversibel (unumkehrbar) geschädigt. Im Extremfall kann dies zu einer Taubheit für höhere Töne führen, wobei auch das Hörvermögen für tiefere Töne in geringem Maße mitbetroffen sein kann.

Das *akute Schalltrauma* bezeichnet die schwerwiegendste Verletzung des menschlichen Ohres. Es tritt durch ein einmaliges, kurzes aber heftiges Schallereignis (Explosion, Knall) auf. Wenn es bei dem Ereignis zu einer reinen Schädigung des Innenohres kommt, so spricht man von einem *Knalltrauma*. Treten zusätzlich oder allein Verletzungen im Bereich des Mittelohres auf (z. B.: Zerreißung des Trommelfells), so wird dies als *Explosionstrauma* bezeichnet. (ÖAL-RL 6/18, 1991)

Extraaurale Lärmwirkungen betreffen das Zentralnervensystem (Weckreaktionen, Schlafstörungen), die Psyche (Verminderung der Leistung und der Konzentration, erhöhte Reizbarkeit und Aggressivität) und das vegetative Nervensystem (Erhöhung des Blutdrucks, Anstieg der Herzfrequenz, vermehrte Stoffwechselaktivität).

Bereits ab einem Schalldruckpegel von etwa 55 dB(A) – vergleiche dazu *Tabelle 1* – kann zunehmend das subjektive Erleben der Belästigung und eine deutliche Beeinflussung der mentalen Leistung auftreten. Dies betrifft insbesondere Aufgaben, die Merk-, Konzentrations- und Aufmerksamkeitsleistungen erfordern. (AUVA, 2006)

Grenzwerte für Lärmimmissionen

Sowohl für aurale als auch extraaurale Lärmwirkungen können Grenzwerte bzw. Werte des vorbeugenden Gesundheitsschutzes angegeben werden.

In Zusammenhang mit auralen Lärmwirkungen spricht man von sog. *Lärmäquivalenten*. Diese geben an, wie lange sich eine Person einem bestimmten Lärmpegel aussetzen kann, ohne das Risiko einer Gehörschädigung eingehen zu müssen.

Beim vorbeugenden Arbeitnehmerschutz geht man derzeit davon aus, dass eine Lärmwirkung von 80dB(A) über acht Stunden, ohne die Verwendung von Gehörschutz, unbedenklich ist. Darüber nimmt das Gehörschadenrisiko deutlich zu.

Werden z.B. Arbeiten mit einem Winkelschleifgerät durchgeführt, bei der mit einer durchschnittlichen Lärmbelastung von 95 dB(A) zu rechnen ist, so verkürzt sich die Expositionsdauer, bei der ohne Verwendung eines Gehörschutzes keine Hörorganschädigung zu erwarten ist, auf rund 48 Minuten. Bei Kreissäge-Arbeiten mit einer Lärmemission von rund 100 dB(A), verkürzt sich die diesbezügliche, noch unbedenkliche Expositionsdauer auf rund 15 Minuten und bei Arbeiten mit einer Motorkettensäge – in etwa 105 dB(A) – auf nur etwa 4 Minuten.

Ergänzend dazu lassen sich Grenzwerte der Lärmexposition für unterschiedliche Tätigkeiten wie folgt skizzieren: 50 dB(A) bei überwiegend geistigen Tätigkeiten; 70 dB(A) bei einfachen Bürotätigkeiten (mechanisierte Arbeiten) und 80 dB(A) für alle übrigen Tätigkeiten. (KAINZ, A., 2005)

Die bereits erwähnte ÖAL-Richtlinie Nr. 6/18 nimmt auch Bezug auf Grenzwerte bzw. Grenzwertüberschreitungen die für extraaurale Lärmwirkungen relevant sind.

Tabelle 1, aus: ÖAL-Richtlinie Nr. 6/18

Immissionswerte (tags)		Gesundheitliche Aspekte
$L_{A,eq}$	$L_{A,max}$	
55 dB	80 dB	Grenzwerte des vorbeugenden Gesundheitsschutzes (für Gebiete mit ständiger Wohnnutzung)
60–65 dB	90–95 dB	Belastungsreaktionen steigen stark an
65–70 dB	95–100 dB	Vegetative Übersteuerung möglich
70–75 dB	100–105 dB	Überbeanspruchung möglich

Basierend auf den im vorigen Kapitel dargestellten Wirkungen von Schallimmissionen auf den Menschen können - wie in *Tabelle 1* angeführt – wirkungsbezogene Immissionswerte für Schallimmissionen angegeben werden.

Zu den Grenzwerten des vorbeugenden Gesundheitsschutzes ist zu sagen, dass die Einhaltung dieser Werte als Mindestanforderung anzustreben ist.

Gesetzliche Rahmenbedingungen

Da Lärm mittlerweile zu einer großen Umweltbelastung – v.a. in dicht besiedelten Gebieten – geworden ist, hat sich die Gesetzgebung auf europäischer wie auch auf nationaler Ebene in letzter Zeit vermehrt mit diesem Thema auseinandergesetzt. Im Folgenden soll ein kurzer Überblick gegeben werden, welche Richtlinien, Gesetze und Verordnungen hinsichtlich Lärmimmissionen und Lärmschutz relevant sind.

Auf internationaler Ebene stehen an oberster Stelle die Lärmrichtlinien der Weltgesundheitsorganisation (WHO). Sie stellen Richtwerte für den vorbeugenden Gesundheitsschutz dar und betragen im Freien in Wohngebieten 55 dB(A) während des Tages (vgl. *Tabelle 1*) und 45 dB(A) nachts. In Wohn- bzw. Schlafräumen sind sie mit 35 dB(A) bzw. 30 dB(A) festgelegt. Diese Grenzwerte sind jedoch unverbindlich und werden in nationalen Gesetzgebungen regelmäßig überschritten.

Welche EU-rechtlichen Grundlagen gibt es? Die wichtigste Basis für eine europäische Vereinheitlichung der Lärmgesetzgebung und des Lärmschutzes bildet die Umgebungslärmrichtlinie RL 2002/49/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 25. Juni 2002 – kurz UL-RL. Durch diese Richtlinie soll eine einheitliche Vorgehensweise zur Verminderung schädlicher Auswirkungen von Lärm erreicht werden; eine Reihe von Maßnahmen dienen dabei als Instrumente zur Verbesserung der Lebensqualität der Betroffenen.

Die UL-RL enthält selbst keine Schwellen- oder Grenzwerte für Lärm – diese können von den Mitgliedsstaaten der EU selbst angesetzt werden. Sie gibt jedoch einen Zeitplan für die Umsetzung und Methoden für einen effektiven Lärmschutz vor.

In Österreich wurde die Europäische Umgebungslärmrichtlinie mit dem Bundes-Umgebungslärmschutzgesetz – Bundes-LärmG (BGBl. Nr. 60/2005) und der Bundes-Umgebungslärmschutzverordnung – Bundes-LärmV (BGBl. Nr. 144/2006) umgesetzt.

Im Bundes-LärmG sind die grundlegenden Vorgaben enthalten, analog zur RL 2002/49/EG. Die nähere Ausge-

staltung und die Spezifikationen sind in der Bundes-LärmV angeführt.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass das Ziel der EU-Umgebungslärmrichtlinie und ihrer nationalen Umsetzung darin liegt, die Lärmbelastung der Bevölkerung nach objektiven Kriterien und einheitlichen Indizes zu erfassen, diese durch strategische Umgebungslärmkarten zu veranschaulichen und daraus resultierend Aktionspläne zur Vermeidung und Verminderung von Lärm zu entwickeln. (ÖKOBÜRO, J&E., 2008)

Die Österreichische Lärmplattform www.umgebungslaerm.at bildet das Internetportal zur nationalen Umsetzung der Umgebungslärmrichtlinie. Dadurch werden relevante Informationen einer breiten Masse zugänglich gemacht. Abschließend soll darauf hingewiesen werden, dass die UL-RL und ihre nationalen Pendanten sich mit dem Thema Lärmimmission „in größerem Stil“ auseinandersetzen. Gilt es, Lärmstörungen im Nachbarschaftsbereich zu beurteilen – wozu auch Probleme hinsichtlich Lärmbelastung in der Umgebung von Stallungen zählen – fungieren v.a. ÖNORMEN und Richtlinien des Österreichischen Arbeitsringes für Lärmbekämpfung (ÖAL) als Beurteilungsbasis.

Normen

Eine Vielzahl unterschiedlicher Normen gibt in den einzelnen Fachgebieten den aktuellen Stand der Technik wieder und schafft Regelungen, mit denen materielle und immaterielle Gegenstände vereinheitlicht werden.

Hinsichtlich Schall- und Lärmimmissionen sind, allen voran, folgende ÖNORMEN relevant: die ÖNORM S 5004 und die ÖNORM S 5021-1.

Darüber hinaus gibt es noch eine Fülle von Normen die sich, im engeren oder weiteren Sinn, mit dem Thema Akustik und Schallimmissionen befassen. Exemplarisch sei hier noch die ÖNORM S 5001-1 erwähnt. Sie bietet eine Übersicht über Größen, Einheiten und Begriffsbestimmungen zur Akustik. (ÖNORM S 5001-1, 1993)

Nachstehend sollen nun die ÖNORM S 5004 und die ÖNORM S 5021-1 näher betrachtet werden.

ÖNORM S 5004

„Messung von Schallimmissionen“

Diese ÖNORM beschreibt die Grundlagen für Schallmessungen mit reproduzierbaren und aussagekräftigen Ergebnissen zum Zwecke der Lärmschutzplanung und Beurteilung von Lärmstörungen im Nachbarschaftsbereich. Sie beschränkt sich auf die Ermittlung von Größen zur Kennzeichnung von Schallimmissionen.

Wie im Kapitel „Schallmessgrößen“ beschrieben, führt sie die für eine Beurteilung und Charakterisierung eines Lärmereignisses wesentlichen Schallmessgrößen an.

Weitere Inhalte befassen sich mit der Definition unterschiedlicher Geräuscharten, beschreiben die Durchführung einer Messung (beispielsweise dürfen nur Messgeräte der Klasse 1 zur Anwendung kommen), geben Hinweise auf mögliche Einflussgrößen einer Messung (meteorologische und umweltrelevante) und beschreiben, welche Daten ein Messbericht enthalten muss.

Die ÖNORM S 5004 bildet somit eine wesentliche Basis, die zur Erhebung und Quantifizierung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich anwendbar ist. Zur Beurteilung derselbigen müssen jedoch zusätzliche Regelwerke herangezogen werden. (ÖNORM S 5004, 1998)

ÖNORM S 5021-1

„Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung und Raumordnung“

Diese ÖNORM enthält schalltechnische Grundlagen für die Standplatz- und Flächenwidmung bei der örtlichen und überörtlichen Raumplanung und Raumordnung zur Vermeidung von Lärmbelastungen. Sie ist nicht für die Beurteilung von einzelnen Lärmstörungsfällen anzuwenden.

Trotz dieser Einschränkung bildet die ÖNORM S 5021-1 doch gewissermaßen eine Basis, die auch für Einzelfälle relevant ist. Durch die Angabe von Planungsrichtwerten für zulässige Immissionen erfolgt zugleich die Ausweisung von Immissionsgrenzwerten – diese sind in hohem Maße auch für die Beurteilung von Lärmstörungen im Nachbarschaftsbereich von Bedeutung.

Wie aus *Tabelle 2* ersichtlich, ist die Kategorie 3 die diesbezüglich relevante Kategorie.

Da die eigentliche Beurteilung von einzelnen Lärmstörungsfällen jedoch nicht in den Anwendungsbereich der ÖNORM S 5021-1 fällt, gilt es hierfür separate Regelwerke heranzuziehen. Es kann dafür beispielsweise die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1 angewendet werden. (ÖNORM S 5021-1, 1998)

Tabelle 2: Auszug aus: ÖNORM S 5021-1

Kat.	Bauland	A-bewertete Immissionsgrenzwerte in dB			
		tags		nachts	
		L _{A,Gg}	L _{A,eq}	L _{A,Gg}	L _{A,eq}
1	Ruhegebiet, Kurgebiet, Krankenhaus	35	45	25	35
2	ländliches Wohngebiet, Wohngebiet in Vororten, Schulen	40	50	30	40
3	städtisches Wohngebiet, Gebiete für Bauten land- und forstwirtschaftlicher Betriebe mit Wohnungen	45	55	35	45
4	Kerngebiet (Büros, Geschäfte, Handel, Wohnungen ohne wesentliche Emission störenden Schalls)	50	60	40	50
5	Gebiet für Betriebe mit geringer Schallemission (Verteilung, Erzeugung, Dienstleistung, Verwaltung)	55	65	45	55
6	Gewerbliche und industrielle Gütererzeugungs- und Dienstleistungsstätten				
7	Stätten mit besonders großer Schallemission				

ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1

„Beurteilung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich“

Zweck dieser Richtlinie ist eine einheitliche und nachvollziehbare Beurteilung von Schallimmissionen: dafür bietet sie ein dreistufiges Beurteilungsschema an. In einem ersten Schritt wird überprüft, ob die Grenze der Gesundheitsgefährdung unterschritten ist. Im nächsten Schritt ist zu klären, ob die zu beurteilenden Schallimmissionen relevante Auswirkungen auf die Umgebung haben. Sofern dies zutrifft, ist eine individuelle schalltechnische und lärmmedizinische Beurteilung unter Berücksichtigung der akustischen und außerakustischen Parameter erforderlich.

Auf Seite 26 führt diese Richtlinie in *Tabelle 1 Planungsbasispegel* an, die im Raum bei geschlossenen Fenstern für Wohngebäude und Gebäude mit ähnlichem Ruheanspruch in Abhängigkeit vom *Beurteilungspegel der ortsüblichen Schallimmission repräsentativer Quellen* im Freien gelten. Einfacher gesagt: Wenn die Beurteilungspegel, die eine wesentliche Grundlage für die Beurteilung einer Schallimmissionssituation sind, gewisse Grenzwerte im Freien nicht überschreiten, so kann davon ausgegangen werden, dass auch der entsprechend niedrigere *Planungsbasispegel* (Basiswert zur Bemessung und Beurteilung von Schallimmissionen in Räumen) im Raum eingehalten werden kann.

Die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1 führt eine ähnliche Kategorisierung an, wie die ÖNORM S 5021-1. D.h. es werden die Grenzwerte zur typischen Nutzung der Umgebung (z.B. Bauland) bzw. zur Lage des Gebäudes in Beziehung gesetzt. Analog zur Kategorie 3 der ÖNORM S 5021-1 führt die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1 die Bezeichnung „Städtisches Wohngebiet, Gebiet für Bauten land- und forstwirtschaftlicher Betriebe mit Wohnungen“ an. Die dort ausgewiesenen Grenzwerte für den Beurteilungspegel der ortsüblichen Schallimmission repräsentativer Quellen im Freien entsprechen jenen in der ÖNORM S 5021-1 – mit dem Unterschied, dass die ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1 zusätzlich einen Bereich definiert: Tags 51 dB(A) bis 55 dB(A) und nachts 41 dB(A) bis 45 dB(A).

Diese Grenzwerte sind im Umfeld von zwangsentlüfteten Stallungen auf jeden Fall zu unterschreiten. (ÖAL-RL 3 Blatt 1, 2008)

Lärmmessung in der Praxis

In Vor-Ort-Schallpegelmessungen werden jene Daten erhoben, die als Grundlage zur Beurteilung der örtlichen Lärmsituation dienen. Im zugehörigen Messbericht erfolgt die Ausweisung der ermittelten Schallmessgrößen (siehe selbiges Kapitel) und gegebenenfalls die graphische Darstellung des Schallpegel-Verlaufs. Zum Messbericht sei angemerkt, dass er unter Hinweis auf die ÖNORM S 5004 folgende Daten enthalten muss:

(1) Bezeichnung des Messortes, Datum und Tageszeit

- (2) Schallquelle(n):
Beschreibung, Lage, Betriebsbedingungen
- (3) Messbedingungen:
Beschreibung des Geländes (z.B. Bebauung, Bewuchs, Angabe von reflektierenden Objekten in der Umgebung); Meteorologische Bedingungen: Wetter (z. B. Niederschlag, Schneelage, Windverhältnisse)
- (4) Messgeräte:
Hersteller, Type, Klasse, Angaben über die letzte Eichung
- (5) Messort und Messzeitpunkt
- (6) Messzeit, Bezugszeit
- (7) Messergebnisse:
Ermittelte Schalldruckpegel, Anpassungswerte, Beurteilungspegel
- (8) Unterschrift des (der) für die Messung Verantwortlichen

Die Messzeit in Punkt (6) richtet sich nach den schalltechnischen Charakteristika des zu untersuchenden Geräusches und der Messaufgabe. Jedenfalls aber ist es erforderlich, sowohl während der Tageszeit (definitionsgemäß 6 Uhr bis 22 Uhr), als auch während der Nachtzeit (22 Uhr bis 6 Uhr) separate Messungen durchzuführen. Diese erfolgen in Bezug zur ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1 (bzw. ÖNORM S 5021-1), in der unterschiedliche Immissionsgrenzwerte für die Tages- und Nachtzeit angeführt sind.

Literatur

- AUVA (2006): Sicherheit Kompakt: Grundlagen der Lärmbekämpfung, **M 069**.
- FACHNORMENAUSSCHUSS 138, AKUSTIK (1993): ÖNORM S 5001-1: Akustik – Größen, Einheiten und Begriffsbestimmungen.
- FACHNORMENAUSSCHUSS 138, AKUSTIK (1998): ÖNORM S 5004: Messung von Schallimmissionen.
- FACHNORMENAUSSCHUSS 138, AKUSTIK (1998): ÖNORM S 5021-1: Schalltechnische Grundlagen für die örtliche und überörtliche Raumplanung und Raumordnung.
- GROTHER, B. (2001): Wie die Evolution die Ohren aufsperrt. *MaxPlanck-Forschung* **3/2001**.
- KAINZ, A. (2005): Medizinische Beurteilung von Schallimmissionen.
- LAMMER, C. (2007): Lärm – eine Einführung.
- MAUE, J.H., HOFFMANN, H; und LÜPKE, A.V. (2003): 0 Dezibel + 0 Dezibel = 3 Dezibel, *Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz – BIA*, Berlin.
- ÖAL (2008): ÖAL-Richtlinie Nr. 3 Blatt 1: Beurteilung von Schallimmissionen im Nachbarschaftsbereich.
- ÖAL (1991): ÖAL-Richtlinie Nr. 6/18: Die Wirkungen des Lärms auf den Menschen – Beurteilungshilfen für den Arzt.
- ÖKOBÜRO, J&E (2008): Informationstexte zum Umweltrecht – Informationen zum Lärmrecht, ÖKOBÜRO – Koordinationsstelle österreichischer Umweltorganisationen & Justice and Environment – European Network of Environmental Law Organizations, Wien.

Im Familienbetrieb mit 350 Zuchtsauen - von der Planung in die Praxis

Gerhard Hutterer^{1*} und Klaus Truschner²



Abbildung 1: Familienbetrieb Gerhard und Brigitte Hutterer

Im Jahre 1992 wurde von Gerhard und Brigitte Hutterer der elterliche landwirtschaftliche Betrieb mit 30 Rindern und 34 Zuchtsauen übernommen. Bei der Übernahme wurde bereits festgelegt, den Rinderbetrieb auslaufen zu lassen und den Schwerpunkt auf die Schweineproduktion zu setzen.

Im Juli 1995 wurde Dr. Klaus Truschner aufgrund eines Fruchtbarkeitsproblems bei den Sauen erstmals kontaktiert. Aus diesem Erstkontakt entwickelte sich eine intensive Zusammenarbeit, die sich nicht nur auf die Tiere selbst, sondern auch auf den Bereich des Betriebsmanagements, der Organisation, Fütterung und auch auf den Stallbau und die Stallplanung bezog.

Im April 1997 umfasste der Betrieb schon 70 Zuchtsauen, im Oktober desselben Jahres 90 Zuchtsauen, im März 1998 waren es 107 und 2002 bereits 130 Zuchtsauen. Dies war eine relativ langsame Phase des Betriebswachstums, in der

der Landwirt Zeit hatte, seine Organisation der Anzahl der Tiere anzupassen.

Der Betrieb Hutterer war einer der Vorreiter der Region, der auf den damals revolutionären 3-Wochen-Rhythmus umstellte, wobei besonders auf aktive Remontierung Wert gelegt wurde. Dabei wurden Altsauen erst dann zur Schlachtung frei gegeben, wenn die durch Jungsauen ergänzte Sauengruppe vollzählig trächtig war. Das führte zu stets vollen Abferkelstallungen und in der Folge auch zu optimal ausgelasteten Ferkelaufzuchtteilen. Dadurch konnte eine konstante Belieferung der Mäster und auch ein konstantes Betriebseinkommen erzielt werden.

Das Ehepaar Hutterer bildete sich am Schweinesektor immer intensiv fort und war Neuerungen stets aufgeschlossen. So wurden unter anderem auch an von Dr. Truschner organisierten Fachexkursionen nach Russland, Dänemark, die Niederlande und die Schweiz teilgenommen.

Anlässlich der Rückkehr im Jänner 2006 aus Dänemark entwickelte sich die Idee einer Betriebserweiterung auf 350 Zuchtsauen. Während der 6-monatigen Planungsphase wurde intensiv mit Stallbauunternehmen und dem Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft in Gumpenstein (Ing. E. Zentner) sowie dem Tierarzt zusammengearbeitet. Nach etlichen Betriebsbesichtigungen entstand ein räumliches Konzept für die Aufstockung und unter der Anleitung des Forschungszentrums Gumpenstein wurde das Lüftungssystem Porendecke in der Ferkelaufzucht und in den neuen Abferkelabteilen sowie eine Unterflurbetriebsganglüftung im Wartestall mit der beauftragten Stallbaufirma konzipiert. In der Folge wurde auch beschlossen, nach erfolgreichem



Abbildung 2: Linkes Gebäude: Wartestall für Zuchtsauen; rechtes Gebäude: Ferkelaufzucht

¹ Hutterer KG, Mühlenstraße 14, A-4656 KIRCHHAM

² Vet Comptence Center, Helmberger Straße 10, A-4551 RIED

* Ansprechpartner: Gerhard Hutterer, Dr. Klaus Truschner, e-mail: office@truschner-tierarzt.at



Abbildung 3: Wartestall

Um- und Ausbau das Projekt in Bezug auf Stallklima und Leistung im ersten Jahr weiter zu begleiten.

Aus tierärztlicher Hinsicht war es eine besondere Herausforderung, eine Bestandsvergrößerung um 270% ohne Leistungseinbußen gemeinsam mit den Betriebsbesitzern zu organisieren und umzusetzen.

Der erste Schritt dabei war, ein Anforderungsprofil an den dafür in Frage kommenden Jungsaunenproduzenten auszuarbeiten. Dabei war es nötig, zunächst den Gesundheitsstatus der bestehenden Altherde umfassend zu erheben und anhand dieser Befunde einen geeigneten Vermehrungsbetrieb als Partner zu finden.

Im August 2007 wurden die ersten 104 Jungsaunen zugekauft und zweimal serologisch untersucht. Im Dezember 2007



Abbildung 5: Zentralgang in Ferkelaufzucht



Abbildung 4: Fütterung im Wartestallbereich

erfolgte mit dem Zukauf von 61 Jungsaunen der nächste Schritt. Im Jänner 2008 wurde ein Räudeeradikationsprogramm erarbeitet und über einen Zeitraum von 3 Wochen durchgeführt. Die weiteren Jungsaunenzukäufe erfolgten in kleineren Schritten.

Eine wichtige betriebswirtschaftliche Maßnahme war die richtige Eingliederung der Jungsaunen in die bestehende Altherde. Dies umfasste sowohl die notwendigen Schutzimpfungsmaßnahmen, Einstellmetaphylaxe und das Fruchtbarkeitsmanagement. Die vergleichenden Leistungsdaten der Jahre 2005-2009 zeigen, dass die konsequent umgesetzten Programme erfolgreich waren.

Aufgrund des nunmehr größeren Tierbestandes wurde beschlossen, den vor 10 Jahren eingeführten 2-Wochen-Rhythmus beizubehalten und die Arbeitsabläufe entsprechend auf die Produktion abzustimmen.

Arbeitsablauf nach Produktion

- Eroscenter
- Wartestall
- Abferkelstall
- Ferkelaufzucht
- Mast
- Quarantäne

Niemals retour!!!

z.B. Ferkelaufzucht → Wartestall

Bei Betrieben dieser Größenordnung sind auch nach der Aufstockung die konsequente Durchführung der erstellten Gesundheitsprogramme und weiterführende Untersuchungen unabdingbar. Dies erfordert eine gute Zusammenarbeit aller Beteiligten (Betriebsbesitzer, Tierarzt, Gumpenstein, Stallbaufirma, Fütterungstechnik, Tiergesundheitsdienst und Labor).

Lüftungstechnische Anforderungen, Details und Daten einer Messreihe aus dem Wartestall

Irene Mösenbacher-Molterer^{1*}, Eduard Zentner¹ und Sigrid Suchanek¹

Zusammenfassung

Vom LFZ Raumberg-Gumpenstein wurde ein Zuchtsauen-Wartestall für 350 Tiere untersucht. Als Lüftungssystem ist eine Unterflur-Zuluftanlage installiert. Ansaugmöglichkeiten gibt es je nach Erfordernis nord- oder südseitig (auch beidseitig).

Positiver Aspekt ist die Zuluftführung innerhalb des Stalles: die Frischluft steht den Sauen unmittelbar am Atmungsorgan zur Verfügung. Durch sehr groß dimensionierte Unterflurkanäle ergab sich bis jetzt noch keine Notwendigkeit, eine Heizung zur Vorkonditionierung der Zuluft einzubauen.

Die Ergebnisse zeigen, dass diese Entscheidung richtig war: Während des Winters lagen die Temperaturen im Stall größtenteils zwischen 16 und 20 °C. Während der Sommermessungen wurden an keinem Tag Temperaturen über 30 °C erhoben.

Die relativen Luftfeuchtigkeiten bewegten sich im Optimalbereich zwischen 60 und 80 % RH. Gab es an manchen Tagen große Tag-Nacht-Schwankungen der Außentemperatur (über 15 Kelvin), so folgte die Stalltemperatur diesem Verlauf nur mäßig (Differenz Tag/Nacht von durchschnittlich 5 Kelvin). Dies wird als positiver Temperaturreiz gesehen, da sich die Schwankungen auf mehrere Stunden verteilen.

Schlagwörter: Stallklima, Lüftung, Unterflur-Zuluft, Zuchtsau

Summary

Requirements of ventilation, details and data of a series of measurements from a group housing pen for dry sows

A group housing system for 350 sows was examined by the LFZ Raumberg-Gumpenstein. As ventilation system a lower floor panel airflow system is installed.

Depending on the requirements there are suction possibilities on the northern and on the southern side of the housing system (also reciprocally). A positive aspect is the guidance of the air flow within the pig housing. The fresh air is directly available for the respiratory organ of the sows. As a result of very large dimensioned lower floor panel channels so far it has not been necessary to insert a heating in order to adapt the fresh air. The results show that this decision was correct: During the winter the temperature inside the animal housings were between 16 and 20°C. During the summer the temperatures never exceeded 30°C. The relative humidity always ranged between 60 and 80 % RH, which represents the optimal scope. Large day/night fluctuations in terms of the outdoor temperature (over 15 Kelvin) could be observed on some days. The temperature in the pig housings followed this process only moderately (fluctuation of 5 Kelvin on average). This is seen as a positive temperature stimulus, since the fluctuations scattered over several hours.

Keywords: climate in pig housing systems, ventilation, lower floor panel air supply, breeding sow

Einleitung

Leere oder tragende Sauen im Wartestall bzw. im Deckzentrum benötigen lt. DIN 18910 je nach Haltungsbedingung (Gruppen- oder Einzelhaltung, strohlos, mit Einstreu, etc.) Temperaturen zwischen 14 und 20°C (*Tabelle 1*).

Dies bedeutet eine große Herausforderung an das jeweilige Lüftungssystem (Frischluftversorgung, Kühlung im Sommer, Bereitstellung entsprechender Temperaturen im Winter). In der Praxis zeigt sich immer wieder, dass die geforderten Temperaturen auf den Betrieben nicht oder kaum vorzufinden sind.

Eine Notwendigkeit für zwangsbelüftete Stallungen stellt daher die Installation von Kühlmöglichkeiten der Zu- oder Stallluft dar. Einzelne Zuluftsysteme sind in der Übergangs- bzw. der kalten Jahreszeit für eine optimale Funktion mit Heizanlagen auszustatten, um die Zuluft entsprechend vorzukonditionieren (Vorbeugung von Kondensat).

Tabelle 1: Optimalwerte in Warmställen der Haltungsabschnitte (DIN 18910)

Haltungsstufe	Aufstallungsform	Optimalbereich Temperatur (°C)
Deckstall	strohlos, Kastenstand	16 - 20
	Einstreu	14 - 16
Wartestall	strohlos, Gruppen,	17 - 20
	Einstreu, Gruppen	15 - 18
Abferkelstall	strohlos	22 - 18
	Einstreu	20 - 16
Ferkelstall	strohlos	28 - 22
	Einstreu	24 - 18

Laut Nutztierhaltungs-VO (Bundestierschutzgesetz) muss in geschlossenen Stallungen für einen dauernden und ausreichenden Luftwechsel gesorgt werden, ohne dass es im Tierbereich zu schädlichen Zuglufterscheinungen kommt.

¹ LFZ Raumberg-Gumpenstein, Abteilung für Stallklimatetechnik und Tierschutz, Raumberg 38, A-8952 IRDNING

* Ansprechpartner: Ing. Irene Mösenbacher-Molterer, e-mail: irene.moesenbacher-molterer@raumberg-gumpenstein.at

Das heißt, dass im Winter Mindestluftstraten in Höhe von 60 m³/Stunde bzw. 250 m³/Stunde im Sommer pro Großvieheinheit gewährleistet sein müssen. Die Be- und Entlüftung der Räume hat so zu erfolgen, dass ein Auftreten von zu hohen Schadgaskonzentrationen vermieden wird. Die Empfehlungen liegen hier bei maximal 2000 - 3000 ppm CO₂, 20 ppm NH₃ sowie 0 ppm H₂S bzw. CO.

Lüftungssysteme

Hinsichtlich des Lüftungssystems ist die Auswahl groß – verschiedene Systeme werden von zahlreichen Herstellern angeboten. Prinzipiell sollte sich jeder Landwirt auf das für seinen Betrieb am besten geeignete System festlegen (Tierart, bauliche Voraussetzungen, etc). Jedes Lüftungssystem funktioniert dann zufriedenstellend, wenn alle notwendigen Details berücksichtigt werden und ein systemkonformer Betrieb erfolgt.

Es geht daher nicht um die Frage, welches System am "besten" ist, sondern bei welchem System das Gesundheitsrisiko für die Tiere im Falle einer Fehlbedienung am niedrigsten ist. Essentiell sind die Bedienerfreundlichkeit der Anlage (Einstellungen, Wartung, Reinigung) sowie eine gute Regelbarkeit für einen optimalen Betrieb. Im Weiteren werden gängige Zuluftsysteme mit deren Vor- und Nachteilen dargestellt.

Zuluft- oder Rieseldecke

Dieses System ist vielfach und in verschiedensten Ausführungen vorzufinden. Die eigentliche zuluftführende Einheit wird möglichst ganzflächig über dem Tierbereich eingebaut und meist von einer gedämmten Decke abgehängt (*Abbildung 1*).

Materialien: Gelochte Hartschaumplatten, ACC-Geflechte, Textilgeflechte, doppellagige Lochfolien.

Die Frischluft strömt über Vorräume oder den Zentralgang in die Abteile, wobei eine ausreichende Zuluftvorwärmung unerlässlich ist. Bei unbeheizten Einheiten kommt es immer wieder zu Problemen mit Kondensat. Bei geringen Temperaturunterschieden (max. 5 K) zwischen Stall und Zuluft arbeitet dieses System optimal und bis zu einem Unterschied von 15 Kelvin zufrieden stellend.



Abbildung 1: Zuluftdecke in einem Mastabteil (gelochte Hartschaumplatte)

Die Vorteile liegen vor allem in einer guten Luftverteilung bei geringer Temperaturdifferenz zwischen außen und innen. Eine Reinigung mit dem Hochdruckreiniger ist teilweise möglich, im Falle einer notwendigen Sanierung lassen sich die Elemente rasch und unkompliziert austauschen. Die Nachteile liegen sicher in einem höheren Anschaffungspreis der Lochplatten, der angesprochenen zwingenden Zuluftvorwärmung während der kalten Jahreszeit, da es bei zu großen Temperaturunterschieden zu Kondensations-Problemen kommen kann. Zum Teil ist die mechanische Belastbarkeit je nach verwendetem Material (z.B. Folien) gering.

Porenlüftung

Genannt auch Verdrängerlüftung mit diffus- und zugluftfrei einströmender Frischluft. Über 50 % der Abteildecke sind perforiert bzw. luftdurchlässig ausgeführt, wobei die Zuluft über einen Druckraum zwischen Abteildecke und Gebäudedach angesaugt wird.

Materialien: zementgebundene Holzwolleplatten und Alu-Lochplatten mit Mineralwolleauflage (*Abbildung 2*).

Dieses Lüftungskonzept ist einfach und leicht durchschaubar. Bei entsprechender Auslegung ist der Betrieb im Winter und in der Übergangsjahreszeit auch mit Schwerkraft möglich. Wichtig ist ein sachgerechter Einbau der Holzwolleplatten sowie vor allem des Dämmstoffes (wichtig: Randpressung!), da es bei kleinsten Fugen zu Zugluftproblemen im Tierbereich kommen kann.

Durch den ganzflächigen Zulufteintrag ist eine gleichmäßige Temperaturverteilung im Stall positiv hervorzuheben. Auch bei diesem System ist ein arbeitssparendes Verfahren im Sanierungsfall gewährleistet.



Abbildung 2: Klassische Porendecke (Holzwolleplatte mit Dämmstoffauflage)

Unterflur-Zuluft

Ein seit einigen Jahren mit Erfolg angewandtes Zuluftsystem ist die Futtergang-/Betriebsganglüftung. Die Zuluft strömt je nach Luftdurchsatz und Gangquerschnitt entweder bis ans Ende des Futterganges und erst dann in den Tierbereich oder direkt über die Buchtentrennwand in den Tierbereich.

Für die Planung sind folgende Punkte wichtig:

- maximale Luftgeschwindigkeit im Gang von etwa 2,5 Metern pro Sekunde



Abbildung 3: Stallanlage des untersuchten Betriebes



Abbildung 4: Strömungsbild der Unterflur-Zuluftanlage (Frischluft im Kopfbereich der Sauen)

- luftdichter Abschluss zwischen Gang und Tierbuchten
- maximale Buchtentiefe fünf bis sechs Meter
- Anordnung des Ventilators im Bereich des Zuluftesintrittes

Probleme kann die Unterflurzulüftung dort bereiten, wo häufig Bedienungspersonal im Gang arbeiten muss. Bei der Unterflurvariante tritt zwar deutlich weniger Zugluft auf als bei der Futterganglüftung, dennoch ist auch hier das Personal permanenten Luftströmungen ausgesetzt. Entscheidend für eine gute Funktion ist die passende Zulufttemperatur (d.h. mindestens + 5 bis +10 °). Ist das nicht gegeben und somit die Zuluft zu kalt, fällt diese unmittelbar nach der Buchtentrennwand in den Spalten- bzw. Güllebereich, wonach sie mit Schadstoffen angereichert an einer anderen – unerwünschten – Stelle des Stalles wieder auftritt. Diesem Zustand kann durch die Anbringung von Heizelementen im Zuluftkanal (Gasstrahler oder Warmwasser-Heizungsröhre) Abhilfe geschafft werden.

Damit wird gewährleistet, dass die bereits erwärmte Zuluft über den gesamten Futtergang mit geringer Luftgeschwindigkeit ins Abteil und damit in den Tierbereich einströmen kann.

Zuluftwege unter Flur sollten einer regelmäßigen Reinigung

und Beseitigung von Staub unterzogen werden. Eine Verschmutzung bzw. Verstaubung von Heizsystemen unter dem Bedienungsgang führt zu einer minderen Heizleistung und verschmutzte Zuluftwege zu einer notwendigerweise höheren Ventilatorleistung, sprich höheren Energiekosten.

Material und Methoden

Beim untersuchten Betrieb handelt es sich um einen Zuchtsauenstall (350 Sauen), der die Zuluft über 4 Unterflurkanäle in die Abteile einbringt. Ansaugmöglichkeiten gibt es je nach Erfordernis nord- oder südseitig (auch beidseitig). Die Unterflurkanäle sind so angeordnet, dass die Frischluft den Sauen unmittelbar am Atmungsorgan zur Verfügung steht, sich durch die Wärmeabgabe der Tiere mit der Stallluft vermischt, anschließend hochsteigt und Oberflur wieder abgesaugt wird. Die Positionierung der Zuluft- bzw. Abluftpunkte ist entscheidend für eine tiergerechte Luftdurchspülung der Abteile. Es dürfen keine Kurzschlussströme entstehen.

Bei diesem Betrieb ist zuluftseitig keine Heizung installiert, da die Zuluft durch die groß dimensionierten Unterflurkanäle bereits ausreichend konditioniert wird.

Vom LFZ Raumberg-Gumpenstein wurden im Wartestall Temperatur- und Feuchtefühler samt Datalogger installiert, um die betreffenden Werte aus den Bereichen Außen, Unterflur sowie Wartestall-Tierbereich aufzuzeichnen.

Ergebnisse

Abbildung 5 zeigt die prozentuelle Aufteilung in verschiedene Temperaturabschnitte anhand des Sommerdurchganges. Bei hohen Außentemperaturen erreichten die Stalltemperaturen im Wartestall an keinem Tag die 30°C-Marke, an über 90 % der Tage lagen die Temperaturen im geforderten Bereich zwischen 16 und 25 °C. Durch die Einhaltung der Optimaltemperaturen selbst bei heißen Sommertagen ergibt sich keine Notwendigkeit zur Installation von Kühlmöglichkeiten.

Bei Tag-Nacht-Schwankungen der Außentemperatur von mehr als 15 Kelvin ergaben sich im Inneren des Stalles

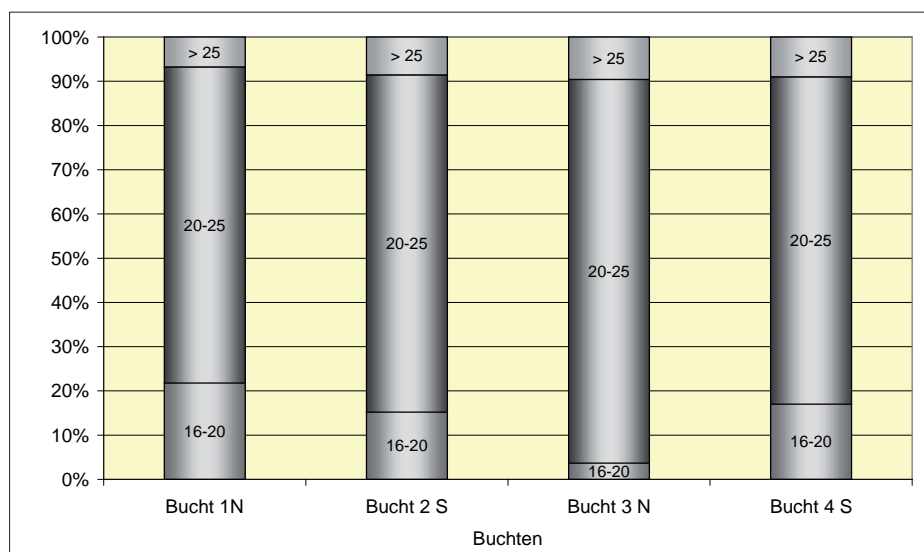


Abbildung 5: Temperaturver-

Differenzen von durchschnittlich 5 Kelvin (Abbildung 6). Über mehrere Stunden verteilt kann man diese Schwankungen der Stalltemperatur als positiven Temperaturreiz betrachten.

Die Luftfechtigkeiten bewegten sich in Anlehnung an die Optimalwerte zwischen 60 und 80 % RH.

In der Wintersituation ergaben sich bei einer Außentemperatur von 0°C sehr konstante Stalltemperaturen um 20 °C (relative Luftfeuchtigkeit zwischen 60 und 90 % RH).

Betrachtet man die Temperaturverteilung (Abbildung 8), so fielen die Temperaturen innerhalb des Stalles an keinem Tag unter die 16°-Marke. An durchschnittlich 70 % der Tage lagen die Temperaturen in einem Bereich zwischen 16 und 20 °C, relativ selten wurden Stalltemperaturen über 20 °C erhoben.

Diskussion

Hinsichtlich der Lüftung von Sauenställen gibt es klare Empfehlungen, da die Luftverteilung im Stall und die Luftgeschwindigkeit im Tierbereich vor allem von der Zuluftführung und damit vom Zuluftsystem abhängen. Durch das Lüftungssystem müssen Zugluft und starke Temperaturschwankungen vermieden werden. Rasche Temperaturschwankungen im Stall können durch eine Sommereinstellung der Lüftungssteuerung reduziert werden (Vergrößerung von Bandbreite oder Spreizung, Anheben der Solltemperatur).

Von einigen Ausnahmen abgesehen können die Systeme *Porendecke* als auch *Futterganglüftung* (Ober- und Unterflur) empfohlen werden, wobei das Hauptaugenmerk auf der Auswahl günstiger Zuluftpunkte (Nord-/Südseite) sowie der Einplanung von Kühl- bzw. Heizmöglichkeiten einhergehend mit einer intelligenten Regelung der gesamten Lüftungsanlage (Einhaltung der Optimalwerte) liegen soll.

Wichtig ist die regelmäßige Prüfung und Wartung von Lüftung und Heizung (1x jährlich). Eine geprüfte Anlage spart Energie und erhöht die Betriebssicherheit.

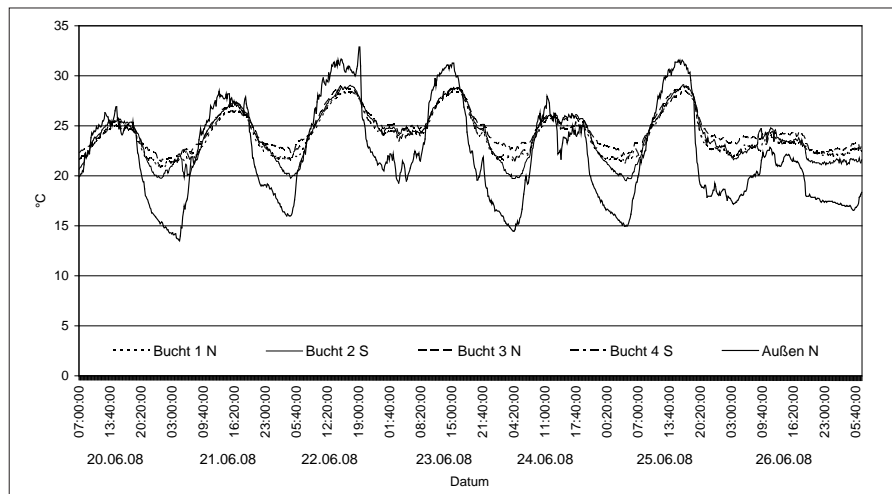


Abbildung 6: Wochenverlauf der Temperaturen (20. 06. - 26. 06. 2008)

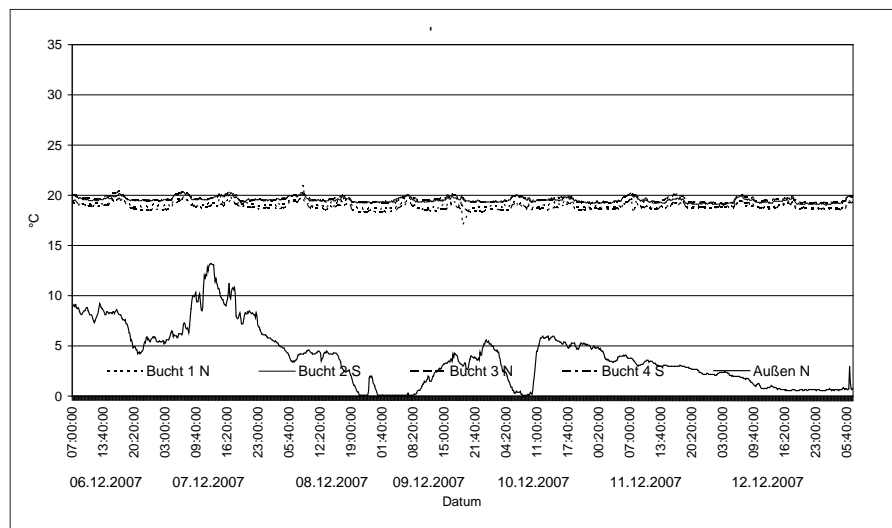


Abbildung 7: Wochenverlauf der Temperaturen (06. 12. - 12. 12. 2007)

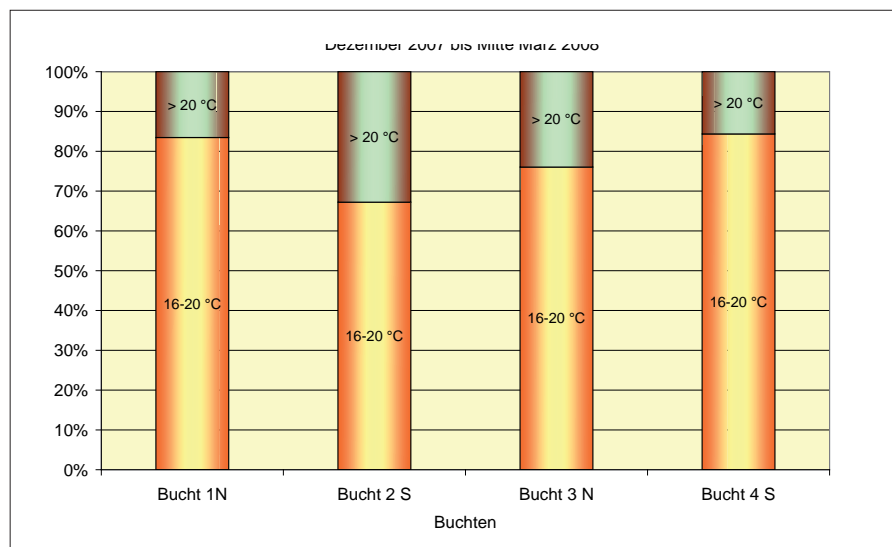


Abbildung 8: Temperaturverteilung Winterdurchgang

Literatur

- BAUER, K. (2008): Immer an gesunder Luft. Sonderdruck aus Heft 44 vom 31. November 2008, Bayrisches Landwirtschaftliches Wochenblatt.
- BUNDESMINISTERIUM F. GESUNDHEIT UND FRAUEN (2004): 1. Tierhaltungsverordnung. Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Jahrgang 2004, Ausgegeben am 17. Dezember 2004, Teil II.
- DÖNSELMANN-THEILE, H. (2005): Fehlersuche beim Stallklima. DLZ Magazin, Nr. 2-2005, 116-119.
- HAUSLEITNER, A. (1997): Beurteilung verschiedener Zuluftsysteme, Bericht über die Gumpensteiner Bautagung „Aktuelle Fragen des landwirtschaftlichen Bauens“, S 67 – 72.
- KRAINER, P., A. HAUSLEITNER, P. IRGANG, D. SCHWARZL und E. HAIDWANGER: Handbuch Stallbau und Stallklima, Arbeitskreis Stallbau und Stallklima Steiermark, 62-76.
- DIN 18910 (1992): Wärmeschutz geschlossener Ställe; Wärmedämmung und Lüftung; Planungs- und Berechnungsgrundlagen. 1992-05; Beuth Verlag, Berlin.
- MÖSENBACHER-MOLTERER, I., E. ZENTNER und S. SUCHANEK (2008): Anforderungen von Sauen und Ferkeln an das Stallklima - Ein Lüftungsvergleich. 5. Gießhübler Schweinefachtag „Erfolg im Sauenstall“, 25. November 2008.
- MÖSENBACHER-MOLTERER, I., E. ZENTNER und S. SUCHANEK (2008): Porendecke contra Betriebsgang – ein Lüftungsvergleich. Der Fortschrittliche Landwirt, Heft 24 / 2008, 20-22.
- ZENTNER, E. (2006): Kühlung von Schweineställen. Wintertagung 2006, „Lambacher Schweinefachtag“, 11. Jänner 2006.

Die Umsetzung der aktuellen DIN 18910 in die Praxis

Winfried Gramatte^{1*}

Zusammenfassung

Die DIN 18910, Teil 1 hat sich im deutschsprachigen Raum als die Basisnorm herauskristallisiert, um die Lüftung, mit Hilfe von Ventilatoren in zwangsbelüfteten Ställen, zu kalkulieren und sicherzustellen. Die Randbedingungen für die Lüftung werden durch den Stall definiert. Die Bewältigung dieser Anforderung erfolgt mit Hilfe der Ventilatoren. Die Anpassung der Lüftung an die Klimabedingungen wird mit Hilfe von Regelsystemen erreicht. Im Rahmen der Prüftätigkeit der DLG liegen umfangreiche Erfahrungen vor, hinsichtlich des Zusammenspiels von Stall, Ventilatoren und Regelung sowie der Umsetzung der Vorgaben aus der DIN 18910.

Summary

For the calculation and securing of the ventilation used in vented animal housings, part 1 of DIN 18910 turned out to be the basis norm within the German-language region. The edge conditions for the ventilation are defined through the stable. The handling of this demand happened by means of the ventilators. The adaption of the ventilator to the climate conditions is reached by the means of control systems. Within the testing operations of DLG, extensive experiences are existing concerning the interplay of stable, ventilators and control as well as for the realisation of the specifications according to DIN 18910.

Einleitung

Die klimatischen Bedingungen in einem geschlossenen Stall haben maßgeblichen Einfluss auf die leistungsgerechte Haltung von Tieren. Gerade die heutige Intensivtierhaltung erfordert eine wirksame und funktionssichere Be- und Entlüftung der immer größer werdenden Stallanlagen. Mit der Lüftung sollen günstige Lebensbedingungen für die Tiere und günstige Arbeitsplatzbedingungen für den im Stall tätigen Menschen geschaffen sowie Schäden an der Bausubstanz vermieden werden.

Neben einer Reihe von Planungsunterlagen und gesetzlichen Vorgaben sowohl hinsichtlich Tier /7/ als auch bezüglich Mensch /8/ hat sich die DIN 18910 Teil 1/1/ „Planungs- und Berechnungsunterlagen für geschlossene zwangsbelüftete Ställe“ als eine der am meisten herangezogenen Basisunterlagen, gerade im deutschsprachigen Raum, herauskristallisiert.

Die DIN 18910 Teil 1

Die neueste Ausgabe dieser DIN Norm ist vom November 2004. Diese Ausgabe ersetzt die Fassung von 1992.

Der Abschnitt „Anwendungsbereich“ der Norm kann nicht treffender darstellen, welche Fragestellungen die Autoren im eigentlichen Sinne behandeln wollten:

Landläufig wird die DIN 18910, Teil 1 als Stallklimanorm bezeichnet. Sie ist die Basis für die Planung von geschlossenen Nutztierställen, bei denen der Luftaustausch durch Ventilation erfolgt. Eigentlich handelt es sich weniger um eine Norm für das Stallklima selbst, sondern primär um Planungs- und Berechnungsgrundlagen für die Bemessung der Wärmedämmung und der Belüftungsanlage. Sie bietet die Grundlage für die Berechnung der Wasserdampf-, Kohlenstoffdioxid- und Wärmestrom-Bilanz wärmegeämmter

Stallanlagen. Weiterhin enthält sie Festlegungen bzw. eine Empfehlung zur Berechnung des Luftstromes im Winter und im Sommer für verschiedene Tierarten in den einzelnen Haltungsabschnitten.

Stalllüftung

Die DIN 18910 Teil 1 gibt den Stallplanern die Möglichkeit, mit Hilfe der Stalllüftung eine ganze Reihe von anstehenden Aufgaben zu lösen:

- Abführen des anfallenden Wasserdampfes
- Abführen des anfallenden Kohlendioxids
- Abführen der anfallenden Wärme
- Abführen der Schadgase (NH₃, H₂S)
- erforderliche Luftströme zugfrei zuführen und
- Vermeiden von Schäden am Baukörper

An dieser Stelle sei der Hinweis gemacht, dass diese Anforderungen an eine Stalllüftung nicht immer gleichermaßen zu erfüllen sind. Sie sind sogar teilweise gegenläufig. Beispielsweise wird die Luftrate im Winter so gefahren, dass für die Tiere und den Stall eine ausgeglichene Wasserdampf- und Kohlendioxid-Bilanz bei maximal möglichen Stalltemperaturen vorhanden ist. In Konkurrenz steht hierzu die Forderung z.B. aus der Nutztierhaltungsverordnung /7/, dass der NH₃-Gehalt auf Höhe der Tiere 20 ppm nicht dauerhaft überschreiten soll.

Im Sommer wird die Luftrate nach der Wärmestrom-Bilanz festgelegt. Hierbei steht in Konkurrenz, im Tierbereich Luftgeschwindigkeiten von 0,2 m/s im äußersten Fall von 0,6 m/s nicht zu überschreiten. Bei sehr hohen Luftraten im Sommer ist es leicht möglich, dass die Zuluftführungen in Verbindung mit Luftverteilungssystemen zu Zugscheinungen führen können.

¹ DLG e.V. Testzentrum Technik und Betriebsmittel, Max-Eyth-Weg 1, D-64823 GROSS-UMSTADT

* Ansprechpartner: Dipl.Ing. Winfried Gramatte, e-mail: w.gramatte@dlg.org

Die Tabellen im Anhang der Norm /1/ „Planungswerte für Luftvolumenströme unter Berücksichtigung üblicher Stallverhältnisse und Haltungsbedingungen“, sind in der Praxis faktisch das Einzige, was für die Auslegung einer Stalllüftungsanlage von der Norm genutzt wird. Hierbei sollten jedoch alle Nutzer dieser Tabellen auch den Hinweis zur Kenntnis nehmen, der den Tabellen vorangestellt ist: „Die Luftvolumenströme für die Planung von Lüftungsanlagen müssen gebäudebezogen berechnet werden. Die Stallmaße (hier im Beispiel 14 m x 40 m Grundfläche) und das Haltungsverfahren müssen berücksichtigt werden. Die hier aufgeführten Luftvolumenströme für den Sommer sind Kalkulationsbeispiele für einen Musterstall.“

Die in der Praxis vorhandenen Planungsunterlagen wie z.B. das AEL-Heft 17/2/ oder das schon etwas ältere, oft aber sehr hilfreiche, AEL-Arbeitsblatt 8/1999 „Rechen-systeme für Lüftungsanlagen in Ställen“/9/ verwenden alle die in der DIN 18910, Teil 1 vorgegebenen Tabellen zur Festlegung der Luftvolumenströme, jedoch ohne den obigen Hinweis.

Der Stall

Bei der Planung der Lüftungsanlage ist die bestimmende Größe die zu überwindenden Druckdifferenzen, die die gesamte Stallanlage den Ventilatoren abverlangt, um die vorgegebenen notwendigen Luftmengen den Tieren zur Verfügung zu stellen. Je nach Anordnungen der Ventilatoren in der Lüftungsanlage und den sich einstellenden Druckverhältnissen im Stallraum spricht man von Über-, Unter- oder Gleichdrucklüftung. Aus Umweltschutz- und Kostengründen werden in Schweineställen oder Geflü-

gelanlagen nahezu ausschließlich Unterdrucklüftungen installiert. Dabei sollte gewährleistet sein, dass die Abluftventilatoren die Frischluft nicht unkontrolliert durch Undichtigkeiten ansaugen.

Vor Auswahl eines geeigneten Ventilators muss in Abhängigkeit der notwendigen Luftmengen die Widerstandskennlinie des Lüftungssystems bzw. der Stallanlage ermittelt werden. Die Widerstandskennlinie ergibt sich aus der

Tabelle 1: Zusammenstellung von Kennwerten aus gängiger Literatur

nach /9/	Geschwindigkeit in den Zu- bzw. Abluftflächen Im Winter 2,5 m/s Im Sommer 4 m/s
nach /3/	Luftvolumenstromverhältnisse von Sommer- zu Winterluftstraten von 10 : 1 bis 20 : 1
nach /1/	Geschwindigkeit im Tierbereich Im Winter max. 0,2 m/s Im Sommer max. 0,6 m/s
nach /3/	Abluftgeschwindigkeiten in Kaminen Zwischen 7 und 10 m/s
nach /11/	Abluftreinigungsanlagen Zwischen 0,1 und 2 m/s
nach /12/	Luft/Luft-Wärmetauscher ca. 2 m/s

Tabelle 2 (teilweise aus /3/): Strömungswiderstände (Druckverluste) einiger Lüftungstechnischer Systemteile in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit

Lüftungsteil	Abmessung Durchmesser/ Querschnitt mm	Luftge- schwindigkeit m/s	entsprechender Volumenstrom m³/h	Strömungs-Widerstand (Druckverlust) Pa
Abluft-Kanal, rund, 5m lang	Ø 500 Ø 600	4-6-8	2830-4240-5650 4070-6100-8140	2,2-5,6-10 2,0-4,5-8
Zuluft-Kanal, rechteckig 5 m lang	350 x 400 450 x 600	3-5	1510-2520 2920-4860	1,9-5,2 1,4-3,8
Kniestück 45° Kniestück 90°	Zeta = 0,25 Zeta = 1,15	3-5	- -	1,4-3,8 6,2-17,3
T-Verteilstück	Zeta = 1,3	3-5	- -	7,0-19,5
Luftzufuhrpendel- element	120 x 500	1-2-3	220-430-650	9-15-21
Deckenzuluftklappe	390 x 460	1-2-3	650-1290-1940	8-12-17
Ventilatorverschluss- klappe	Ø 420	4-6-8	1990-2990-3990	8-14-24
Lüftungsdecken			bei ca. 200 je m²	20 Pa
Abluftreinigungsanlage		0,1 bis 2		30 bis 150
Wärmetauscher		ca. 2		ca. 100
Verschmutzung nach /10/				bis 35% mehr

Summe der Einzelwiderstände von Kanälen, Umlenkungen, Querschnittveränderungen, Luftführungs- und -verteilrichtungen plus eventuelle Zusatzsysteme wie Wärmetauscher oder Abluftreinigungsanlagen. Die Einzelwiderstände sind abhängig vom durchgesetzten Volumenstrom und folgen hier einer quadratischen Funktion ($\Delta p \sim u^2$). Bei der doppelten Geschwindigkeit u erzeugt ein strömungstechnisches Bauteil demnach den 4-fachen Druckverlust Δp . In *Tabelle 1* sind einige Beispiele von Kennwerten aufgezeigt, die in der gängigen Literatur zu finden sind.

Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass fast alle strömungstechnischen Zustandsgrößen abhängig sind von der sogenannten Reynolds-Zahl (Re). Sie gibt folgenden Zusammenhang wieder und ist eine dimensionslose Kennzahl.

$$Re = \frac{u \cdot d \cdot \rho}{\eta}$$

u = Strömungsgeschwindigkeit in m/s
 d = charakteristische Größe in m z.B. Rohrdurchmesser
 ρ = Dichte in kg/m³
 η = dynamische Viskosität in Pas

Die Re -Zahl hilft z.B. bei der Dimensionierung von Strömungssystemen. Aufgrund physikalischer Gesetzmäßigkeiten /10/ herrscht bei gleicher Re -Zahl der gleiche Druckverlust.

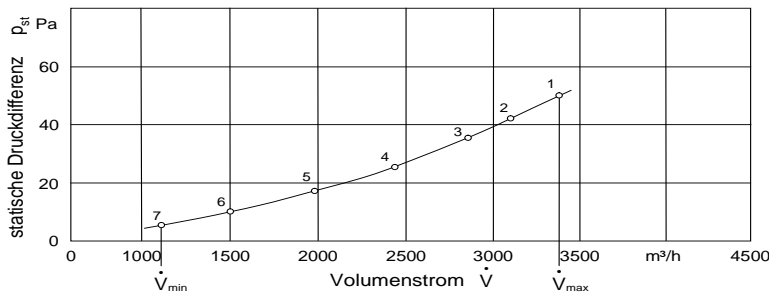


Abbildung 1: Druck-Volumenstrom-Kennlinie des Stalles

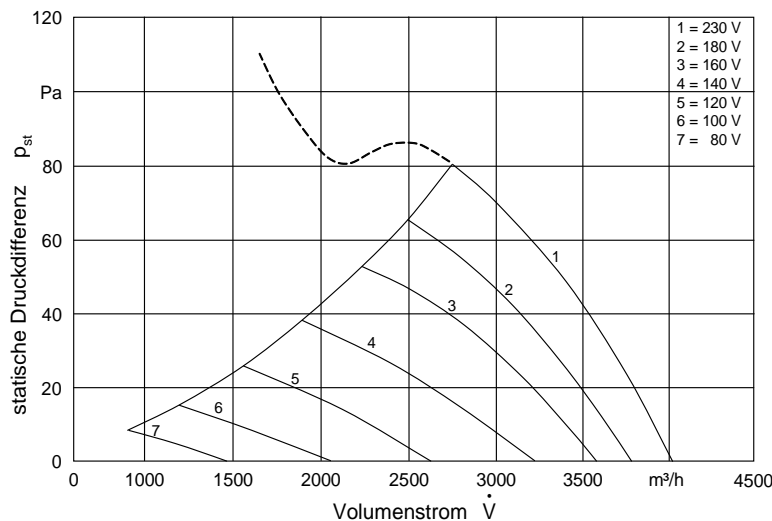


Abbildung 2: Druck-Volumenstrom-Kennlinien eines Axialventilators bei Nennspannung (230 V) und bei in Stufen (Punkte 1 bis 7) verminderten Spannungen

Ein Ergebnis solcher Überlegung ist eine Druckdifferenz-Kennlinie des Stalles mit quadratischem Charakter, wie in *Abbildung 1* dargestellt.

Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass im Allgemeinen bei Stallanlagen von einem Druckverlust von 30 Pa gesprochen wird. Aus dem Vorhergesagten ist dies ein Wert, der sich durch detaillierte Rechnung erst bestätigen muss und der in der Praxis für derzeit gängige Stallanlagen als zu niedrig angesehen werden muss. Aus eigenen Untersuchungen im Rahmen von DLG-Prüfungen liegt der Bereich von 30 Pa bei sehr einfachen Stallanlagen, bis hin zu knapp unter 200 Pa oder sogar bis 250 Pa, bei Stallanlagen mit integrierten aufwändigen Abluftreinigungsanlagen.

Der Ventilator

Das, was der Stall an Widerstand, sprich Druckverlust, der Luftströmung entgegengesetzt, müssen die eingebauten Ventilatoren bei vorgegebenem Luftdurchsatz zur Verfügung stellen.

Das charakteristische Verhalten eines Stallventilators wird durch die Druck-Volumenstrom-Kennlinie, auch Betriebskennlinie oder charakteristische Kennlinie genannt, dargestellt. Diese Kennlinie wird bei Nennspannung 230 V (Ventilatoren mit Wechselstrom-Motoren) bzw. 400 V (Ventilatoren mit Drehstrom-Motoren) und bei verminderten d.h. abgeregelten Spannungen ermittelt. In *Abbildung 2* ist ein derartiges Kennlinienfeld für einen Axialventilator mit 230 V Nennspannung dargestellt.

Zusammenwirken von Stall und Ventilator

Um das Zusammenwirken von Stall und Ventilator zu bewerten, werden die beiden Kennlinien vom Stall und vom Ventilator zusammengebracht. Dies ist in *Abbildung 3* dargestellt. Die Schnittpunkte der Widerstandskennlinie mit den Betriebskennlinien ergeben die Betriebspunkte. Der Betriebspunkt bei Nennspannung gibt an, welcher Volumenstrom vom Ventilator maximal erbracht werden kann. Er muss mindestens dem nach DIN 18910, Teil 1 ermittelten Volumenstrom entsprechen.

Bei heutigen Ställen mit großem Tierbesatz wird der nach DIN 18910 ermittelte Luftvolumenstrom nicht von einem Ventilator alleine gefördert werden können. Dabei ist durch den Einbau mehrerer, gleich großer Ventilatoren sicher zu stellen, dass in der Summe der Volumenstrom für den Sommer sicher erreicht wird. Eine derartige Situation ist in *Abbildung 4* dargestellt.

Regelung

Die Stalllüftung muss grundsätzlich regelbar sein, um über die Luftmengen und Lufttemperaturen, die Außentemperatur und evtl. andere

Regelgrößen wie z.B. Feuchte die für die Tiere erforderliche Stallinnentemperatur zur Verfügung zu stellen. Zur Erfüllung dieser Regelaufgaben gibt es verschiedene Systeme, die aber hauptsächlich auf Stellklappen und regelbare Ventilatoren zurückgreifen. Die Regelbarkeit von Ventilatoren erfolgt ausschließlich über die Drehzahländerung durch Veränderung der elektrischen Spannung oder bei Drehstrommotoren auch durch Änderung der Frequenz. Die

Industrie bietet auch fertige Einheiten mit Messventilator, Stellklappe, Ventilator und Abströmkanal mit Diffusor an. Angesteuert bzw. verknüpft sind diese Elemente mit einem mehr oder weniger komfortablen Klimacomputer. Dieser übernimmt mit Hilfe von hauptsächlich Temperaturmessfühlern die Regelung der gesamten Stalllüftung. Ein Beispiel einer Regelkurve, die einem derartigen Klimacomputer einprogrammiert werden kann, ist in *Abbildung 5* dargestellt.

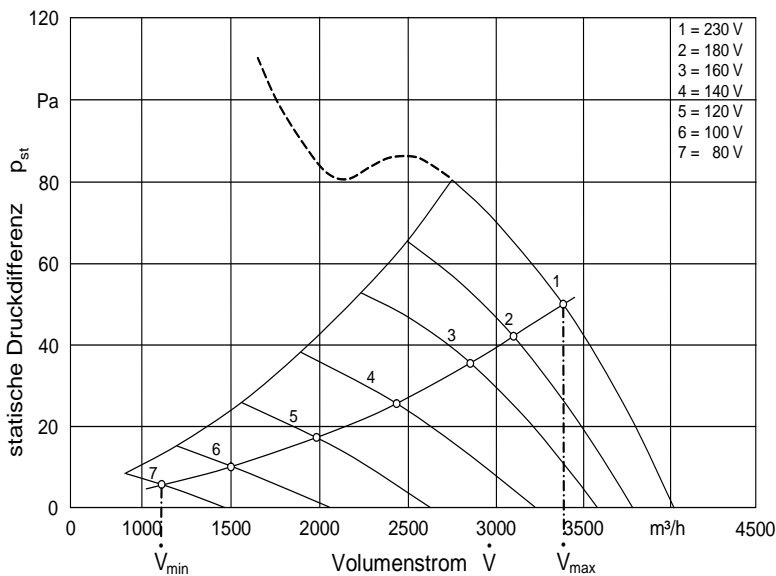


Abbildung 3: Druck-Volumenstrom-Kennlinien eines Axialventilators in Verbindung mit der Widerstandskennlinie des Stalles

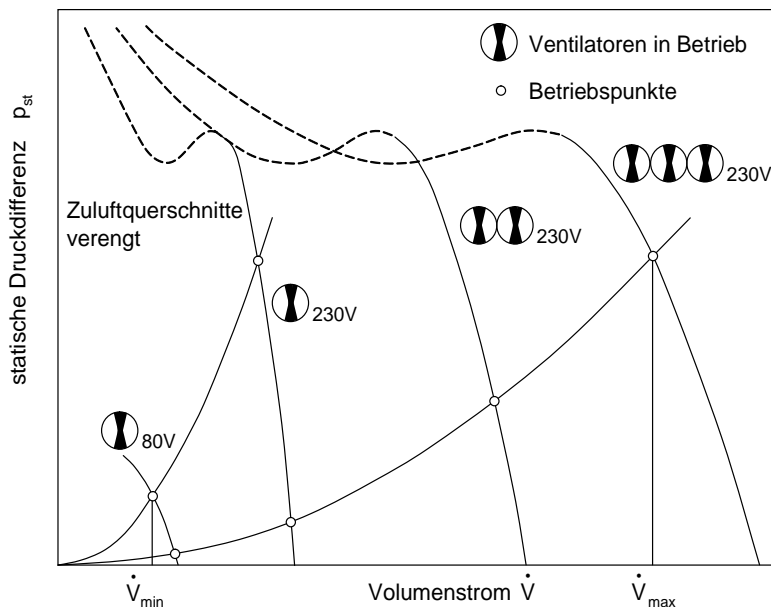


Abbildung 4: Druck-Volumenstrom-Kennlinien und Widerstandskennlinien (aus II)

Mit Betriebspunkten bei Änderung der Anzahl eingeschalteter gleichgroßer Ventilatoren (Gruppenschaltung), Änderung der Spannung (Drehzahländerung) und Änderung der Zuluftquerschnitte (Drosselregelung) z.B. im Winter (Prinzipschaltung);

(V_{max} bei Betrieb von drei Ventilatoren mit Nennspannung, V_{min} bei Betrieb eines Ventilators mit Mindestspannung und Zuluftquerschnitte verengt).

Wird die vorgegebene Temperaturspanne nicht alleine durch die Belüftung mit einer durch die Außentemperatur geprägten Luftmenge erreicht, muss durch Heizungs- oder Kühlsysteme den Vorgaben Rechnung getragen werden.

Erfahrungen

Als Prüfinstitut sei eine kritische Bewertung der Stallbelüftung gestattet, zumal durch ständige Messungen ein fundierter Erfahrungsschatz angehäuft ist. Hier fällt sofort auf, dass die DIN 18910, Teil 1 bei den meisten Anwendungen nur bekannt ist im Zusammenhang mit den im Anhang befindlichen Tabellen, mit dem Vorschlag von Luftraten bezogen auf Tierarten und Haltungsformen. Eine komplette Auslegung, wie sie die Norm verlangt, ist auch auf Nachfrage nur schwer zu erhalten. Wer mit offenen Augen Stallanlagen von außen begutachtet, wird auch oft fündig hinsichtlich ersichtlicher Bauschäden usw.

Die Forderung der Norm auf zugfreie Gestaltung der Stallabteile, d.h. Luftgeschwindigkeiten im Tierbereich von 0,2 m/s nicht zu überschreiten, bei extremen Sommerbedingungen auch 0,6 m/s, wird aufgrund wirtschaftlicher Gesichtspunkte oft nicht eingehalten.

Die Einbindung von Sondersystemen wie Wärmerückgewinnungsanlagen und Abluftreinigungsanlagen wird sehr oft nicht konsequent zwischen den Lieferanten der Einzelgewerke abgestimmt. Bei den Abluftreinigungsanlagen wird von Seiten der DLG die Meinung vertreten, dass die Lieferanten der Abluftreinigungssysteme auch die Lüftungssysteme mitverantworten sollten. Die Abluftreinigungsanlage ist eine verfahrenstechnische, physikalisch, chemisch, biologisch arbeitende Anlage, die nur funktioniert, wenn die Strömungsverhältnisse optimal vorliegen und die Volumenströme exakt bekannt sind. Aus diesen Randkriterien ergibt sich selbstredend, dass der Abluftvolumenstrom nicht nur als ein fiktiver Wert, der irgendwo als %-Zahl angegeben wird, sondern als absoluter Wert in m³/h vorliegen muss.

Diese Forderung resultiert nicht zuletzt aus der Erfahrung, dass der Betreiber einer Stall-

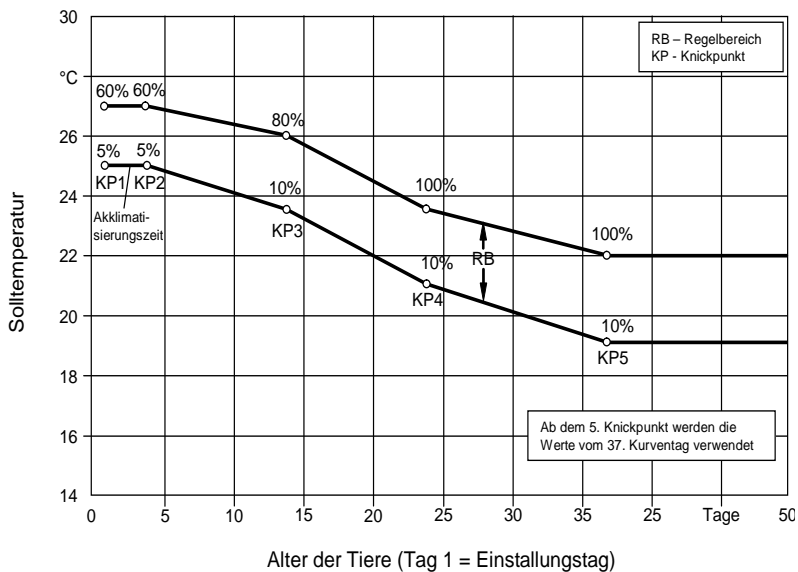


Abbildung 5: Temperaturkurve für ein Schweinevormast-Stallabteil;

anlage mit Lüftung derzeit aus einem Klimacomputer maximal den Wert entnehmen kann, mit welcher %-Zahl seine Lüftungsanlage läuft. Das heißt, er muss davon ausgehen, dass bei einer Angabe z.B. von 50% seine Lüftungsanlage derzeit aufgrund der Temperaturverhältnisse im Stall und außerhalb des Stalles bei einem Mastschwein von 70 kg nach DIN 18910 je Tier ca. 45 m³/h Luft zugeführt bekommt. In der Praxis wird ein Klimacomputer allerdings häufig wie folgt eingestellt:

Bei Einrichtung des Stalles wird der eingebaute Ventilator mit Vollast eingefahren. Dieser Vollastwert, der nicht mit einem aus dem Stall entsprechenden, absoluten Wert hinterlegt ist, wird hinsichtlich der Regelmöglichkeiten des Ventilators als 100 % gesetzt. Der jeweilige Regelpunkt entspricht dann linear dem entsprechenden %-Anteil dieser 100%. Hier fallen mehrere Punkte auf.

Erstens wird der maximale absolute Lüftungsleistungswert nicht direkt den Wert treffen, der der Kennlinie des Ventilators abgenommen wurde und im Angebot steht. Es wird sich hier eine der Stallanlage und deren Widerstandskennlinie entsprechende, maximal geförderte Luftmenge einstellen. Diese Luftmenge ist oft viel geringer als die, die theoretisch auf dem Papier steht. Hier ist eine entsprechende Kalibrierung vorzunehmen. Diese Kalibrierung kann z.B. auf der Basis einer Abnahmemessung nach DIN EN 12599 „Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen“ /6/ erfolgen. In diesem Zusammenhang würde auch die Widerstandskennlinie des Stallgebäudes ermittelt werden. Planungsvorgaben mit

30 Pa für einen gängigen Stall entsprechen nicht immer der Realität, zumal zudem das Problem der Verschmutzung oft nicht berücksichtigt ist.

Zweitens ist an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass durch die Unzulänglichkeiten bei der Anwendung der DIN 18910 zukünftig mehr auf die gesetzlichen Randbedingungen zu achten ist, wie z.B. die Einhaltung des Ammoniak-Wertes (NH₃) von 20 ppm im Bereich der Tiere. Im schlimmsten Falle bedeutet dies, dass bei dauerhaften Werten > 20 ppm NH₃ der Stall nach dem Gesetz nicht mehr betrieben werden darf.

Literatur

- DIN 18910-1, 2004-11: Wärmeschutz geschlossener Ställe, Wärmedämmung und Lüftung, Teil 1: Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsbelüftete Ställe. Beuth Verlag, Berlin
- AEL-Heft 17, 2004: Berechnungs- und Planungsunterlagen für das Klima in geschlossenen Ställen. Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e.V., Frankfurt
- NIETHAMMER, F., 1993: Was ist beim Kauf und beim Einsatz von Stallventilatoren, Lüftungsanlagen und Zubehör zu beachten? Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V., Frankfurt
- NIETHAMMER, F., 1993: Gebrauchswertprüfung von Stallventilatoren sowie von Zuluft- und Ablufteinheiten mit eingebauten Ventilatoren. Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. Frankfurt
- DLG-PRÜFRAHMEN FÜR ABLUFTREINIGUNGSSYSTEME FÜR TIERHALTUNGSANLAGEN. DLG-Testzentrum Technik und Betriebsmittel, Groß-Umstadt, Version XX, 2008
- DIN EN 12599, 2000-8: Lüftung von Gebäuden, Prüf- und Messverfahren für die Übergabe eingebauter raumlufttechnischer Anlagen. Beuth Verlag, Berlin
- TIERSCHUTZ NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG: Zweite Verordnung zu Änderung der Tierschutzhaltungsverordnung; 1. August 2006, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2006, Teil I Nr. 37
- VORSCHRIFTEN FÜR SICHERHEIT UND GESUNDHEITSSCHUTZ, (Stand Jan. 2000). Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft, Karlsruhe
- AEL ARBEITSBLATT, 8/1999: Rechenschemen für Lüftungsanlagen in Ställen Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e.V., Frankfurt
- VDI-WÄRMEATLAS: Berechnungsblätter für den Wärmeübergang. VDI-Verlag, Düsseldorf
- DLG-PRÜFBERICHT 4962, 2001: Luft/Luft-Wärmetauscher. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft, Frankfurt

Die DLG-Prüfung in der Landwirtschaft - Aufgaben, Umsetzung und internationale Kooperationsmöglichkeiten

Sven Häuser^{1*}

Zusammenfassung

Die DLG prüft als neutrale und unabhängige Institution seit über 50 Jahren landtechnische Produkte.

Ziel ist, die Herstellung qualitativ hochwertiger Produkte zu fördern und deren Nutzen für die Landwirtschaft sichtbar zu machen. Durch diese umfangreichen Aktivitäten hat das DLG-Testzentrum einen Beitrag zur Entwicklung tier- und praxisgerechter Stalleinrichtungen geleistet und sieht sich auch zukünftig dieser Aufgabe verpflichtet.

Summary

The DLG-Test in practice – challenge, implementation and international cooperation

The German Agricultural Society (DLG e.V.) is an independent test centre and has been testing agricultural products since 50 years. The aim is to support the creation of high quality products in this sector and to communicate their advantages to farmers. The DLG test centre contributes through this service to the development of animal friendly and practicable housing systems – which is still the aim for the future.

1 Aufgabe

Das übergeordnete Ziel der DLG-Prüfung von Landmaschinen, Stalleinrichtungen und Betriebsmitteln ist die Entwicklung qualitativ hochwertiger sowie tier- und praxisgerechter Produkte, die für den täglichen Einsatz auf dem landwirtschaftlichen Betrieb geeignet sind. Durch kompetente und neutrale Prüfungen werden den Nutzern wertvolle Hinweise für deren persönliche Kaufentscheidung gegeben. Nach außen hin sichtbar durch ein entsprechendes Prüfzeichen und über Detailinformationen im online zugänglichen Prüfbericht werden die Prüfungsergebnisse transparent dargestellt.

Gleichzeitig zieht der Hersteller seinen Nutzen aus der Begutachtung seiner Produkte durch einen unabhängigen Dritten, was in der Regel immer zu einer gewissen Produktoptimierung führt.

Das DLG-Prüfverfahren basiert bis heute auf dem Prinzip der Freiwilligkeit. Hersteller melden ihre Produkte zur Prüfung an und tragen auch die Prüfungskosten. Teilweise werden diese jedoch durch einen Zuschuss des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) gefördert.

2 Umsetzung

2.1 Modulares Prüfprinzip

Das DLG-Prüfverfahren bietet für den Hersteller diverse Möglichkeiten, sein Produkt in verschiedenen Entwicklungsstufen neutral und unabhängig testen zu lassen. So findet bereits in der Funktionsentwicklung eine Beratung durch die DPLF (Deutsche Prüfstelle für Land- und Forsttechnik) hinsichtlich einzuhaltender Normen und Vorschriften statt.

Ein Entwicklungsmodell bzw. ein Prototyp kann dann im Rahmen eines vertraulichen F&E-Tests (Forschungs- und Entwicklungstest) seine Praxistauglichkeit vornehmlich auf Prüfständen unter Beweis stellen und somit weiter optimiert werden.

Normengerecht durchgeführte Sicherheits- & Zertifizierungstests, z.B. nach Anhang IV der Maschinenrichtlinie, ermöglichen gesetzlich geforderte Baumusterprüfungen an Vorserien, bevor bei in Serie hergestellten Produkten dann der eigentliche Gebrauchswert über einen DLG-Fokustest (Test von Einzelkriterien) oder einen umfangreichen DLG-Signumtest festgestellt wird. Letzterer ist immer eine Kombination aus Labor- und Praxistest, bei dem alle relevanten und durch eine neutrale Prüfungskommission festgelegten Kriterien abgeprüft werden.

Da das ganze Prüfsystem modular aufgebaut ist (siehe *Abbildung 1*) können einzelne Tests idealerweise miteinander kombiniert werden.



Abbildung 1: modular aufgebautes DLG-Prüfsystem

¹ DLG e.V., Fachzentrum Landwirtschaft, Eschborner Landstraße 122, D-60489 FRANKFURT/MAIN

* Ansprechpartner: Dipl.Ing.agr. Sven Häuser, e-mail: s.haeuser@dlg.de

2.2 Prüfungsrichtlinien und -durchführung

Die Prüfungen finden in der Regel auf dem Gelände des DLG-Testzentrums, in landwirtschaftlichen Einsatzbetrieben sowie bei mit der Durchführung beauftragten Dritten statt.

Spezialuntersuchungen können an Hochschul- und Forschungsinstituten, Lehr- und Versuchsanstalten, Prüflaboratorien sowie Werkstoff- und Materialprüfanstalten im In- und Ausland vergeben werden.

Wichtig hierbei ist die nachgewiesene Qualifikation der Institution - z.B. über eine entsprechende Akkreditierung - für die geforderte Messung.

Für den DLG-SignumTest wird durch die neutrale Prüfungskommission ein Prüfrahmen verabschiedet, der die Prüf- und Beurteilungsgrundlage für eine Produktgruppe bildet. Die Prüfungskommission setzt sich aus Vertretern der Praxis, der Wissenschaft, der Beratung und der Industrie zusammen.

Die Prüfungen erfolgen nach Verfahren, die eine möglichst objektive Beurteilung aufgrund weitestgehend reproduzierbarer Werte gestatten. Die Verfahren werden laufend dem Stand der Technik sowie den wissenschaftlichen und landwirtschaftlichen Erkenntnissen und Erfordernissen angepasst.

Die Prüfung beinhaltet sowohl mehrmonatige praktische Untersuchungen auf landwirtschaftlichen Betrieben wie auch Prüfstandsuntersuchungen im DLG-Testzentrum. Eigens für bestimmte Anforderungen entwickelte Messtechniken ermöglichen die zielgerichtete Erfassung qualitätsbestimmender Merkmale.

Typische Prüfkriterien sind Betriebs- und Arbeitssicherheit, Montagefreundlichkeit, Handhabung und Bedienung, Haltbarkeit sowie Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeiten. Dauerlauf- oder Klimaversuche auf Prüfständen helfen hierbei, einen künstlichen Verschleiß zu generieren und somit einen Einblick in die Langlebigkeit von Materialien zu erhalten.

Für die Beurteilung der tierbezogenen Kriterien dienen die klassischen Elemente aus den Funktionskreisen als Grundlage. Das Fortbewegungsverhalten kann z.B. über die Rutschfestigkeit und die Trittsicherheit von Stallfußböden beeinflusst werden. Eigens hierfür entwickelte Messmethoden, die auch im Rahmen von Diplom- oder Doktorarbeiten in Zusammenarbeit mit Universitäten erarbeitet werden, ermöglichen eine objektivierbare Erfassung von Parametern. Andere Verhaltensweisen wie das Liege- oder Fressverhalten werden über Direkt- bzw. Videobeobachtungen erfasst und anschließend protokolliert.

Speziell angepasste Bonitierungs-schemata helfen, systembedingte Verletzungen zu identifizieren.

Schlussendlich werden alle Ergebnisse zum Produkt in einem Testbericht übersichtlich zusammengefasst und bewertet.

2.3 Kommunikation der Testergebnisse

Neben einem erfolgreich bestandenen Test ist es zudem wichtig, Testergebnisse auch entsprechend zu kommunizieren. Hierbei leistet den Herstellern neben einem werbewirksamen Prüfzeichen auch das Internet wertvolle Dienste. Wurden in Zeiten gedruckter DLG-Prüfberichte und deren Vertrieb „nur“ ca. 10.000 Stück pro Jahr verkauft, so werden mittlerweile ca. 750.000 Testberichte pro Jahr kostenlos über www.dlg-test.de heruntergeladen.

Hinzu kommt die Möglichkeit, die Berichte auch in andere Sprachen zu übersetzen und somit auch auf einfachem Wege international zu vertreiben.

3 Internationale Kooperationsmöglichkeiten

Das DLG-Testzentrum ist innerhalb des ENTAM-Netzwerkes (European Network for Testing of Agricultural Machines) als Kompetenzzentrum für die Prüfungen von Traktoren, Mähdreschern, Tierhaltungstechnik, Elektronik sowie Forst-/Kommunal- und Gartentechnik tätig. Die Zusammenarbeit in diesem internationalen Verbund ermöglicht Kooperationen innerhalb Europas, die Zulassungsvoraussetzungen für Hersteller durch gegenseitige Anerkennung von Prüfverfahren zu vereinfachen. Als Beispiel sei hier die Schweiz genannt, die in deren Prüf- und Zulassungsverfahren DLG-geprüfte Stalleinrichtungen berücksichtigt. Darüber hinaus wurde eigens für das Förderprogramm für besonders tierfreundliche Stallhaltungssysteme mit dem „BTS-Rindvieh“ ein eigener Test entwickelt. Produkte, die diesen Test bestehen, können in der Schweiz finanziell gefördert werden, was für Landwirte und Hersteller einen zusätzlichen Anreiz schafft.

Aber auch in Irland wurde 2007 ein Förderprogramm verabschiedet, nach dem z.B. Bodenbeläge in der Rinderhaltung nur nach bestandem DLG-Signum Test förderfähig sind.

Der noch andauernde Harmonisierungsprozess bei der Prüfung von Abluftreinigungssystemen für Tierhaltungsanlagen zeigt allerdings auch, dass es oft ein langer Weg sein kann, bis eine gegenseitige Anerkennung von Prüfverfahren erreicht ist.

4 Ausblick

Im Zuge der immer wieder aufkommenden Forderung nach einer Pflichtprüfung für serienmäßig hergestellte Stalleinrichtungen sind sicherlich noch viele Fragen zur Organisation, Durchführung und Finanzierung zu klären. Diese Fragen gilt es vor der Implementierung zu beantworten, ebenso wie die Fragen der Wettbewerbsverzerrung bei uneinheitlichen Regelungen innerhalb Europas.

Durch die umfangreichen Aktivitäten leistet das DLG-Testzentrum seit Jahren einen Beitrag zur Entwicklung tier- und praxisgerechter Stalleinrichtungen und sieht sich auch zukünftig dieser Aufgabe verpflichtet.

Österreichische Schweineprüfanstalt (ÖSPA) Erkenntnisse für die österreichische Schweineproduktion

Christian Draxl^{1*}

Zusammenfassung

Die mit der Unterstützung der ÖSPA selektierten österreichischen Zuchttiere sind optimal auf die Bedürfnisse des österreichischen Marktes abgestimmt: Sauen mit hoher Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer, die in Kombination mit stressstabilen Pietrainebern Mastschweine mit guter Mastleistung, optimalem Magerfleisch-

anteil und ausgezeichneter Fleischqualität liefern. Durch die gute Zusammenarbeit zwischen Zucht- und Produktionsstufe kommt einerseits der Zuchtfortschritt rasch der gesamten Schweineproduktion zu Gute, andererseits wird durch die Rückmeldung von Leistungsdaten aus der Produktion in die Zucht der Zuchtfortschritt weiter verstärkt.

Die Hauptaufgaben der ÖSPA liegen in der Stationsprüfung und Zuchtwertschätzung für die österreichischen Schweinezuchtverbände sowie im Versuchswesen für Wissenschaft, Schweineproduktion und Fleischwirtschaft.

Die Rechtsform der ÖSPA ist die GmbH, als Gesellschafter fungieren die Landwirtschaftskammern Bgld, NÖ, OÖ und Stmk. Die Landwirtschaftskammern sind durch die Tierzuchtgesetze der einzelnen Bundesländer mit der Umsetzung des Tierzuchtrechtes betraut, dazu gehört auch die Durchführung der Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung. Bis vor etwa 10 Jahren wurden Stationsprüfung und Zuchtwertschätzung beim Schwein dezentral in den einzelnen Bundesländern Ktn, NÖ, OÖ und Stmk durchgeführt. Die Schweinezüchter aus dem Burgenland konnten die NÖ-Prüfstation nutzen, die aus Salzburg, Tirol und Vorarlberg die Station in OÖ.

Diese dezentrale Lösung hatte zwei gravierende Nachteile:

1. Die Ergebnisse der einzelnen Prüfanstalten waren nicht direkt miteinander vergleichbar. Damit wurde das ohnehin kleine Schweinezuchtland Österreich nochmals in vier Zuchtpopulationen unterteilt und somit die Selektionsmöglichkeiten stark eingeschränkt.
2. Das System war sehr teuer, da die Grundstrukturen mehrfach und dabei für z.T. recht kleine Einheiten vorhanden sein mussten.

Deshalb – und mit dem generellen Ziel, die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Schweinezucht und -produktion zu verbessern – entschlossen sich die Verantwortlichen in Politik, Interessensvertretung und Zucht eine gemeinsame zentrale Lösung zu schaffen. Dazu wurde die Österreichische Schweineprüfanstalt Gesellschaft mbH (kurz ÖSPA) ins Leben gerufen, die im Auftrag der Landwirtschaftskammern und mit Unterstützung der Öffentlichen Hand den Standort Streitdorf in NÖ zu einer zentralen Prüfanstalt für ganz Österreich ausbaute und betreibt. Ein wichtiger Bestandteil davon ist eine zentrale Lösung der Datenverarbeitung. Damit verfügen nun alle Zuchtverbände Österreichs über denselben Stand an Daten und Informationen, die Ergebnisse und Zuchtwerte sind österreichweit vergleichbar und damit die Selektionsmöglichkeiten stark ausgeweitet.

Vom Erfolg dieser Zucht- und Selektionsarbeit profitiert dann die gesamte österreichische Schweineproduktion.

Spezialisierte Zuchtbetriebe

Die in der Schweineproduktion in Österreich tätigen Betriebe betreiben im Regelfall die Zucht nicht selbst, sondern kaufen Zuchtsauen und Eber bzw. Sperma aus spezialisierten Betrieben zu. Auf Grund der hohen Fruchtbarkeit des Schweines – Sauen in der Produktionsstufe haben im Durchschnitt über 6 Würfe und rd. 70 geborene Nachkommen – beträgt der Anteil der spezialisierten Herdebuchzucht an der Schweineproduktion lediglich 5-6 % bzw. rd. 250 Betriebe in Österreich. Dies reicht aus, um trotz strenger Selektion in der Zuchtstufe die Produktionsstufe mit Zuchttieren zu versorgen. Für diese Betriebe führt die ÖSPA Leistungsprüfung und Zuchtwertschätzung durch. Man kann davon ausgehen, dass nahezu 100 % der in der Ferkelproduktion eingesetzten Eber von österreichischen Herdebuchzuchtbetrieben stammen bzw. in Österreich leistungsgeprüft wurden. Etwa 50 % der Sauen in der Ferkelproduktion werden direkt aus der Herdebuchzucht zugekauft, 30 – 40 % der Sauen werden von den Ferkelerzeugern selbst gezüchtet, die Basis dafür bilden wiederum zum Großteil Sauen und Eber aus österreichischen Herdebuchzuchtbetrieben. Etwa 10 bis 20 % der Sauen in der Ferkelproduktion stammen von (ausländischen) Zuchtunternehmen oder haben eine undefinierbare Herkunft. Der Anteil österreichischer Genetik beträgt bei den in Österreich produzierten Mastschweinen somit rund 90 %. Dies zeigt die immense Bedeutung der Herdebuchzucht für die Österreichische Schweineproduktion. Jede Entwicklung in der Zuchtstufe wirkt sich umfassend in der gesamten Produktionsstufe aus.

Ziele der Zucht

Ziel von Zucht- und Leistungsprüfung ist es, Schweine zu züchten die einen maximalen wirtschaftlichen Erfolg unter den gegebenen Marktbedingungen erlauben und die Qualitätsanforderungen von Verarbeitern und

¹ Österreichische Schweineprüfanstalt GesmbH, Unter den Linden 10, A-2004 STREITDORF

* Ansprechpartner: Dipl.Ing. Christian Draxl, e-mail: christian.draxl,@smpa.at

Konsumenten in optimaler Weise zufrieden stellen. Dies erfordert in der Ferkelproduktion eine optimale Produktivität der Muttersauen, das heißt möglichst viele Qualitätsferkel pro Sau und Jahr zu erzeugen. Dabei kommt es auf die Fruchtbarkeit und die Aufzuchtleistung der Sau an sowie auf eine optimale Nutzungsdauer. In der Schweinemast ist es erforderlich, durch hohe Tageszunahmen und eine gute Futtermittelverwertung die Produktionskosten möglichst niedrig zu halten. Weiters sind ein hoher Magerfleischanteil, einheitliche Schlachtkörper und gute Fleischqualität notwendig um einen optimalen Produktpreis zu erzielen und die Kundenzufriedenheit zu gewährleisten.

Bei den Anforderungen an den Schlachtkörper gibt es in Österreich eine klare Vorgabe des Marktes. Mastschweine mit hohem Magerfleischanteil und geringer Verfettung werden deutlich besser bezahlt als fette Schlachtkörper. Eine gute Schlachtkörperqualität ist somit ein entscheidender Faktor für eine wirtschaftliche Schweineproduktion.

Um den Zuchtzielen laufend näher zu kommen bedarf es folgender Maßnahmen :

- Zucht- und Kreuzungsprogramm
- Leistungsprüfung
- Zuchtwertschätzung
- Selektion
- Weitergabe des Zuchtfortschrittes an die Produktion

Zucht- und Kreuzungsprogramm

Da es keine Universalrasse gibt, die die Anforderungen unseres Marktes in optimaler Weise erfüllen kann, wird in Österreich ein Drei- bzw. Zwei-Rassen Kreuzungsprogramm durchgeführt. In der Schweineproduktion werden auf der Sauenseite fruchtbare Rassen, sogenannte Mutterassen eingesetzt; entweder in Reinzucht (Edelschwein in der Stmk) oder als F1-Kreuzung (Edelschwein x Landrasse in Ktn, NÖ, OÖ bzw. z.T. Landrasse x Duroc in NÖ). Auf der Vaterseite werden beinahe ausschließlich Eber der Fleischrasse Pietrain verwendet, um die für das Mastschwein geforderte Fleischfülle zu gewährleisten.

Leistungsprüfung

Der Leistungsprüfung kommt eine entscheidende Bedeutung in der Weiterentwicklung der Schweineproduktion zu. Im Wesentlichen gibt es zwei wichtige Merkmalsbereiche der Leistung, die Mast- und Schlachtleistung sowie die Fruchtbarkeit.

Mast- und Schlachtleistung

Stationsprüfung an der ÖSPA

Die Stationsprüfung wird in Form der Verwandtenprüfung durchgeführt. Aus den Prüfergebnissen eng verwandter Tiere wird dabei auf das Leistungsvermögen der Zuchttiere geschlossen. Die Vorteile der Stationsprüfung liegen in den vergleichbaren Umweltverhältnissen (Fütterung, Haltung, Klimatisierung) für alle Prüftiere sowie in der speziellen

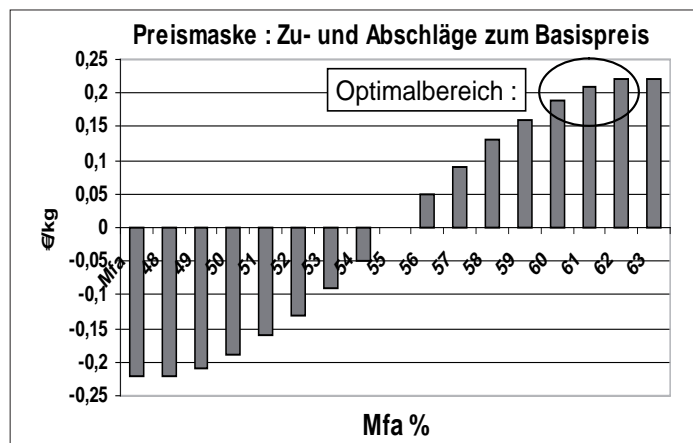


Abbildung 1: Preismaske Ö-Börse: Zu- und Abschläge auf den Basispreis in €/kg Schlachtgewicht in Abhängigkeit vom Magerfleischanteil (Mfa) des Mastschweines.



Abbildung 2: Computerfütterungsmaschine

Ausstattung. Merkmale wie Futtermittelverwertung, Fleischfülle und Fleischqualität können praktisch nur in einer speziell dafür eingerichteten Station mit ausreichender Genauigkeit erfasst werden (Abbildungen 2 - 4).

Die Nachteile der Stationsprüfung liegen in den hohen Kosten, der beschränkten Prüfkapazität (maximal 4.000 Prüfungen pro Jahr) sowie in der schwierigen tiergesundheitlichen Situation.

Feldprüfung in Zucht- und Produktionsbetrieben

Parallel zur Stationsprüfung wird auf den Zuchtbetrieben eine Eigenleistungsprüfung der Zuchttiere durchgeführt. Dabei werden im Wesentlichen die Tageszunahmen und die Rückenspeckdicke erfasst. Die Vorteile der

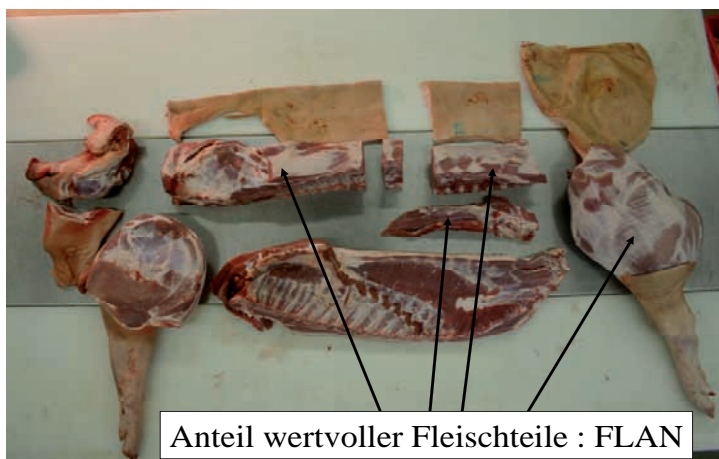


Abbildung 3: Schlachtkörperzerlegung



Abbildung 4: Ermittlung der Fleischqualität



Abbildung 5: Feldprüfung auf Zunahmen

Feldprüfung liegen in der nicht begrenzten Prüfkapazität (jedes Tier wird geprüft, das sind rd. 45.000 Tiere pro Jahr), der Merkmalserhebung am Tier selbst (nicht nur an verwandten Tieren) und den geringeren Kosten. Die Nachteile der Feldprüfung liegen im eingeschränkten Merkmalspektrum (Futterverwertung, Fleischfülle und Fleischqualität können nicht erfasst werden) sowie in der starken Beeinflussung durch nicht

genetische Faktoren (z.B. Betriebseinfluss). Optimal für die Mast- und Schlachtleistungsprüfung ist somit die Kombination aus Stations- und Feldprüfung (Abbildung 5).

Leistungsprüfung für Fruchtbarkeit

Eine Stationsprüfung auf Fruchtbarkeitsmerkmale ist aus Kostengründen nicht möglich, die Leistungsprüfung in diesem Bereich ist daher ausschließlich als Feldprüfung in Zucht- und Produktionsbetrieben organisiert. Fruchtbarkeitsleistungen haben eine geringe Erbllichkeit und werden in hohem Ausmaß von nicht genetischen Faktoren („Management“) beeinflusst. Deshalb kommt es besonders auf eine breit gestreute Erfassung der Daten an. Auf den Herdebuchzuchtbetrieben werden daher standardmäßig von allen Würfen die Fruchtbarkeitsleistungen erfasst, es handelt sich um etwa 20.000 Würfdaten jährlich. Ergänzt werden diese Daten seit kurzem durch Leistungsdaten aus der Produktionsstufe. Im Rahmen der Ferkelerzeugergemeinschaften (Ferkelringe) wird ein großer Anteil der biologischen Leistungen ihrer Mitgliedsbetriebe mit Hilfe spezieller Softwareprogramme (Sauenplanern) elektronisch verwaltet. Diese Programme sind einerseits hilfreich für die Organisation der Arbeitsabläufe am Betrieb, andererseits können damit Betriebszweigsauswertungen sowie Schwachstellenanalysen durchgeführt werden. Wenn die Sauen am Produktionsbetrieb aus der Herdebuchzucht stammen und ihre Abstammung korrekt erfasst ist, können die Leistungsdaten aus der Ferkelproduktion als Informationsquelle für die Züchtung verwendet werden. Derzeit trifft das auf etwa 100.000 Würfe jährlich zu. Damit steht der Österreichischen Herdebuchzucht für ihre Selektionsarbeit eine Informationsfülle zur Verfügung, die sonst nur große internationale Zuchtunternehmen vorweisen können. Dies ist ein Erfolg des hohen Organisationsgrads und der guten vertikalen Integration in der österreichischen Schweineproduktion.

Zuchtwertschätzung

Mit Hilfe der Zuchtwertschätzung mit dem BLUP-Tiermodell wird aus Leistungsdaten und Verwandtschaftsinformationen der genetische Wert der Zuchttiere ermittelt, das sind die Leistungsunterschiede, die bei den Nachkommen der Tiere wirksam werden.

Dabei wird sowohl die Eigenleistung eines Tieres als auch die Leistung aller Verwandten, gewichtet nach dem Verwandtschaftsgrad, berücksichtigt. Bei der Rasse Pietrain wird auch ein genetischer Marker für den Stressstatus in der Zuchtwertschätzung verwendet. Nicht genetische Einflussfaktoren wie Saison oder Betrieb werden rechnerisch ausgeschaltet. Die Zuchtwerte sind eine entscheidende Informationsquelle bei der Selektion der Tiere (Abbildung 6).

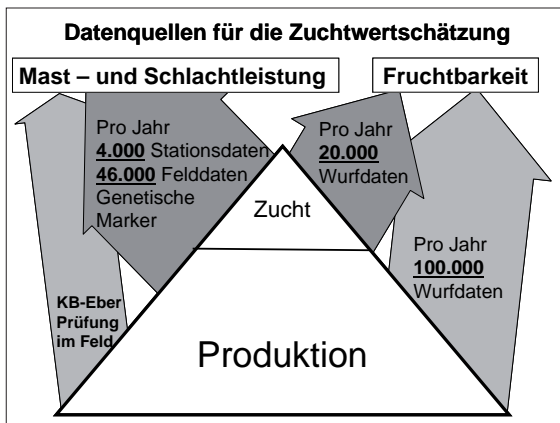


Abbildung 6: Für die Zuchtwertschätzung werden Daten aus Zucht und Produktion herangezogen

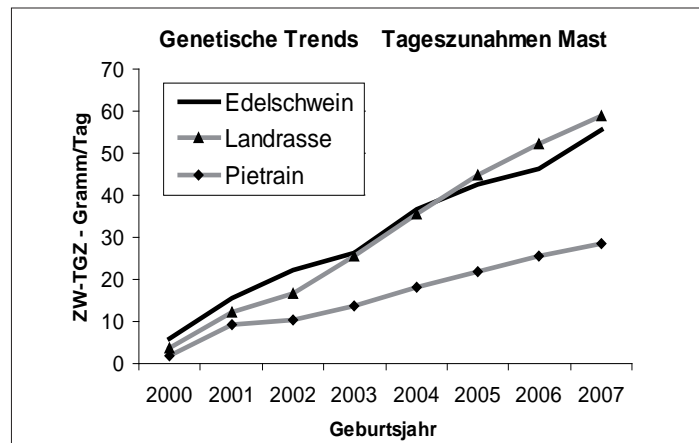


Abbildung 7: Zuchtfortschritt bei den Mastzunahmen

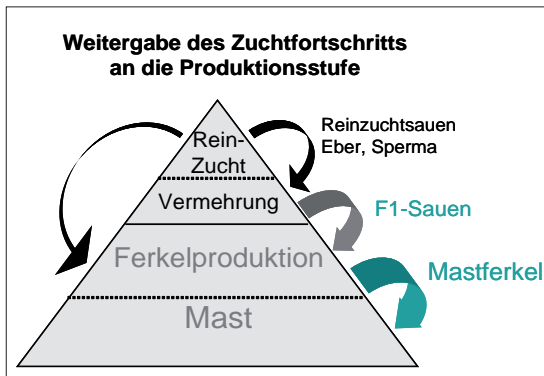


Abbildung 8: Der Zuchtfortschritt wird über den Verkauf von Zuchtsauen und -ebnern sowie über den Einsatz der künstlichen Besamung an die Produktionsstufe weitergegeben.

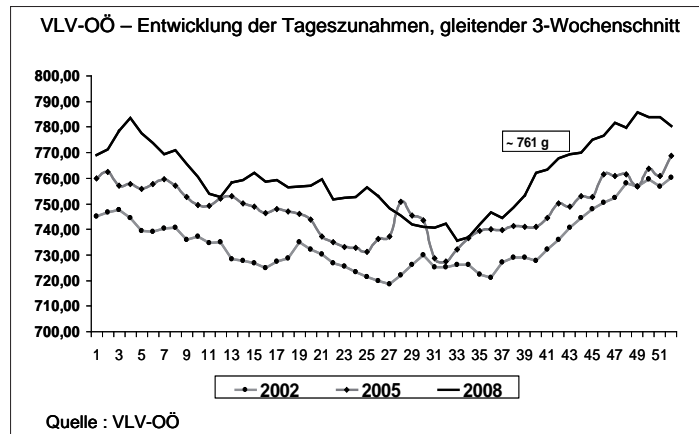


Abbildung 9: Leistungsverbesserung bei den Mastzunahmen in der Produktionsstufe

Selektion

Nur Tiere mit positiver Leistungsveranlagung bzw. guten Zuchtwerten werden für die Erzeugung der nächsten Generationen herangezogen. Dadurch entwickeln sich die Zuchtpopulationen im Sinne des Zuchtzieles weiter. Das Ausmaß dieser Weiterentwicklung – der Zuchtfortschritt – lässt sich Jahr für Jahr an Hand der genetischen Trends dokumentieren (Abbildung 7).

Weitergabe des Zuchtfortschrittes an die Produktion

Der Aufwand für die Leistungsprüfung und Züchtung lohnt sich nur, wenn die Schweineproduktion als Ganzes und auch die Verarbeiter und Konsumenten davon profitieren. Dies ist in Österreich in hohem Ausmaß der Fall, da – wie schon oben gezeigt – der Großteil der bei uns produzierten Mastschweine Eltern aus der Herdebuchzucht hat (Abbildung 8).

Das zeigt sich auch am Beispiel der Entwicklung der Tageszunahmen in den Betrieben der OÖ-Erzeugergemeinschaft VLV (Abbildung 9). Die erzielten Fortschritte in der Produktionsstufe stimmen gut mit den genetischen Trends in der Zuchtstufe überein.

Versuchswesen

Neben der Leistungsprüfung für die Herdebuchzucht, die etwa 90-95 % der Kapazität bindet, hat sich an der ÖSPA ein Versuchswesen etabliert. Dabei werden einerseits laufend Fütterungsversuche als Dienstleistung für die Universität für Bodenkultur durchgeführt, andererseits Versuche im Auftrag der Schweineproduktion umgesetzt. Dabei soll die hervorragende Infrastruktur der ÖSPA genutzt werden, um mit möglichst geringem Zusatzaufwand wichtige Fragestellungen für die Praxis aufzuarbeiten.

So wurden z.B. kanadische Duroc-Endstufeneber im Vergleich zu Pietrain-Endstufenebern geprüft. Die Tageszunahmen und Futterverwertung von Mastschweinen in verschiedenen Gewichtsabschnitten wurden zwecks Optimierung von Futterkurven getestet; dabei wurden Schweine auch über den üblichen Gewichtsbereich hinaus gemästet, um Informationen über das optimale Mastendgewicht bei unterschiedlichen Marktverhältnissen (betreffend Ferkelpreis und Futterpreis) zu erhalten. Aktuell läuft gerade ein Ebermastversuch, ein Thema das uns in nächster Zeit vermehrt beschäftigen wird.

Bericht

Bautagung Raumberg-Gumpenstein 2009

Herausgeber:

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

Druck, Verlag und © 2009

ISBN 13: 978-3-902559-30-2

ISSN: 1818-7722