Conference:
Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming

Herausgeber/Editor:
Institut für Landtechnik der TU München-Weihenstephan

1999

VDI-MEG
KTBL
AEL

Tagung: Bau, Technik und Umwelt 1999
in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung



Tagung Bau, Technik und Umwelt

Conference

Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming

Conference:
Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming

Herausgeber/Editor:
Institut für Landtechnik der TU München-Weihenstephan

1999
VDI-MEG
KTBL
AEL

Tagung: Bau, Technik und Umwelt 1999
in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung

Die 4. Internationale Tagung
„Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung"
fand am 9. und 10. März 1999 an der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan statt.

Für die Unterstützung der Tagung durch

die Deutsche Forschungsgemeinschaft und
die Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e.V. (AEL)

sei herzlich gedankt.

Für den Inhalt der Beiträge sind die Autoren verantwortlich.

© 1999 by Landtechnik Weihenstephan, Vöttinger Str. 36, D-85350 Freising.

ISBN 3-9805559-5-X

Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Datenträger und Übersetzung nur mit Genehmigung der Landtechnik Weihenstephan.

Dieser Tagungsband wurde von Georg Fröhlich und Manfred Schurig zusammengestellt.

Herstellung: LV Druck im Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster

Vorwort

Die landwirtschaftliche Tierhaltung prägt mit 60 % Einkommensanteil die europäische Landwirtschaft. Wettbewerbsfähigkeit, Umweltverträglichkeit und Verbraucherakzeptanz werden entscheidend von neuen Techniken und Haltungsformen geprägt. Elektronik und Automatisierung ermöglichen es, daß vorrangig die Bedürfnisse des Tieres Produktionsrhythmus und Haltungsbedingungen bestimmen, ohne die Wirtschaftlichkeit der Tierhaltung zu beeinträchtigen.

Die 4. Internationale Tagung soll neue wissenschaftliche Erkenntnisse vorstellen, den technischen Fortschritt aufzeigen und damit dem Informationsaustausch von Forschung, Industrie und Beratung dienen.

Erstmals findet diese Tagung in Bayern statt, dessen bäuerlich geprägte Struktur von der Tierhaltung bestimmt wird. Das „Grüne Zentrum Weihenstephan" mit der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau sowie dem Institut und der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik der Technischen Universität München bieten den Teilnehmern Gelegenheit, ein modernes Forschungszentrum kennenzulernen, aber auch die Atmosphäre von Freising, einer alten Bischofsstadt, in der sich Tradition und Fortschritt vortrefflich mischen.

Preface

The raising of livestock provides about 60% of the income in European agriculture. New technologies and raising methods ensure competitive, environmentally sound practices and consumer acceptance. Electronic devices and automatization allow for a production rhythm and raising conditions that are determined by the respective animals´ needs without interfering with the operational efficiency of livestock raising.

The 4th International Meeting is meant to present new scientific findings, chronicle technological progress and present a forum for researchers, industries and consulting.

The meeting will take place for the first time in Bavaria, whose primarily agricultural structure is characterized by livestock raising. The „Green Center Weihenstephan" with its university departments for agriculture and horticulture as well as the Institute and Bavarian State Center for agricultural technology of the University of Technology Munich would like to provide all participants with the opportunity of visiting a state-of-the-art research center, and, at the same time, enjoying the atmosphere of Freising, an old bishop´s seat, where tradition and progress meet.

Programmausschuß/Programm Committee

Vorsitz/Chairman:
Prof. Dr. Dr. h.c. (AE) H. Schön, TUM-Weihenstephan
Stellvertreter/Second Chairman und Ausschußvorsitzender zur Prämierung der Poster:
Prof. Dr. H. J. Heege, Univ. Kiel

Prof. Dr. H. Auernhammer, TUM-Weihenstephan
Prof. Dr. F.-J. Bockisch, FAL Völkenrode
Dr. R. Brunsch, ATB Bornim
Prof. Dr. T. Jungbluth, Univ Hohenheim
Prof. Dr. O. Kaufmann, HU Berlin
Dipl.-Ing. H. Kämper, AEL Frankfurt
Dr. J.-P. Ratschow, VDI-MEG Münster
Prof. Dr. Dr. H.-H. Sambraus, TUM-Weihenstephan
Prof. Dr. H. Seufert, Univ. Gießen
Prof. Dr. H. Van den Weghe, Univ. Vechta

Inhaltsverzeichnis

Allgemein/Richtlinien

			Seite
Leuschner, Peter	Regelungs- und Steuerungstechnik der Nutztierhaltung mit Hilfe der Computertechnik		1
Mannebeck, B.; Nordbeck, F.; Klement, G.	Warum ist ein einheitliches Bussystem für die Hofinnenwirtschaft nötig?	Why do we need a common bussystem for animal husbandry?	7

Klimatechnik

Hornauer, Norbert; Haidn, Bernhard; Schön, Hans	Der Außenklima-Kistenstall für Mastschweine mit und ohne Stroh-ausgewählte Aspekte und Kriterien im Vergleich	Outside climate kennel-housing for fattening pigs bedded or unbedded - selectet aspects in comparison	15
Büscher, Wolfgang	Produktentwicklungen im Bereich der Heiz- und Lüftungstechnik für Schweineställe	Product-developments of heating and ventilation systems for pig houses	21
Cielejewski, H.; Ratschow, Jens-Peter	Effizienz verschiedener Regelsysteme bei Stalllüftungen	Efficiency of different control-systems for ventilation plants in pig fattening houses	27

Umwelt

Takátsy, Tibor; Csukás, Béla	PC Simulierung des energetischen Zusammenhanges zwischen Tier und Umwelt	PC Simulation of energetic correlation between animal and environment	33
Brunsch, Reiner; Hörnig, Günter; Weber,G.	Emissionsminderung in Tierställen durch Luftionisation	Reduction of emissions in animal houses by air ionization	39

			Seite
Mottram, Toby; Whay, Helen; Hobbs, Philip; Richards, Peter; Short, Lynn; Hartung, Jörg	Automatisierte Beprobung der Ausatemluft von freilaufenden Milchkühen zur Bestimmung der Emission luftverunreinigender Gase	Automatic cow breath sampling: an experiment to measure emissions of polluting compounds in the breath of unrestrained dairy cows	45
Neser, Stefan; Gronauer, Andreas; Schön, Hans	Vergleich der Emissivität von Mastschweinehaltungen mit Oberflur- und Unterflurabsaugung	Comparison of the emission potential of odour and ammonia of above ground ventilation versus under ground ventilation in housing systems for fattening pigs	51

Umwelt/Rinder

Amon, Barbara; Amon, Thomas; Boxberger, Josef	Emissionen von NH_3, N_2O und CH_4 aus der Festmistverfahrenskette Milchviehanbindehaltung Stall - Lagerung - Ausbringung	Emissions of NH_3, N_2O und CH_4 from milking cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading)	57
Brose, Gregor; Hartung, Eberhard; Jungbluth, Thomas	Einflüsse auf und Messung von Emissionen von Ammoniak und klimarelevanten Gasen aus einem frei belüfteten Milchviehstall	Influences on and measurements of ammonia and greenhouse gas emissions from a naturally ventilated dairy house	63
Seipelt, Frank; Roß, Antje; Steffens, G.; Van den Weghe, Hermann	Quantifizierung gasförmiger Emissionen aus frei gelüfteten Milchviehställen mittels Tracergaseinsatz nach der Abklingmethode	Monitoring of gaseous emissions from naturally ventilated dairy houses using the tracer gas technique by the rate-of-decay method	69

Umwelt Schwein

	Van den Weghe, Hermann; Driemer, Jörg	Nitrifikations- und Denitrifikationsprozesse in Airliftreaktoren zur Minimierung der Ammoniakemissionen in Mastschweineställen mit dem WOLBRINK®-Spülrinnensystem		75
	Gallmann, Eva; Hartung, Eberhard; Jungbluth, Thomas	Langzeituntersuchungen zur Bestimmung der Emissionen klima- und umweltrelevanter Gase sowie Geruch aus der Schweinemast	Long-term investigations for determination of ammonia, greenhouse gas and odour emissions from fattening pig facilities	81
	Stegbauer, Barbara; Neser, Stefan; Gronauer, Andreas; Schön, Hans	Vergleich der Emissionen klima- und umweltrelevanter Gase aus verschiedenen Mastschweinehaltungssystemen - Konventioneller Vollspaltenstall und zwei Außenklimastallvarianten	Comparison of the emission rates of greenhouse and pollutant gases of two naturally ventilated and one mechanically ventilated housing system for fattening pigs	87

Bau

	Damm, Theo	Sanierung von Liegeboxenlaufställen - vom herkömmlichen, geschlossenen Gebäude zur neuzeitlichen, geöffneten Stallanlage mit Außenklima	Redevelopment of cubicle houses	93
	Rittel, Leonhard	Planungsgrundsätze und Einspareffekte beim Bau von Milchviehställen - dargestellt an Beispielen aus der Praxis	Principles of planning and saving effects of cost of dairy housings	99
	Gartung, Jürgen	Kosteneinsparungen durch neue Baumaterialien, rationelle Bauweisen und Herstellungsverfahren an Beispielen von Neubauten für Schweine	Reduction of costs making use of new buildingmaterials, rational design and production methods - new buildings for pigs	105

			Seite
Umwelt/Geruch			
Schauberger, Günther; Piringer, Martin	Vergleich von Richtlinien zur Berechnung von Schutzabständen im Hinblick auf Geruchsemissionen aus der Nutztierhaltung mit d. Gauß'schen Ausbreitungsmodell	Comparison of guide lines calculating the separation distance due to odour emission of livestock husbandry with model calculations using a gauss model	111
Maier, Barbara; Rieß, Gisbert; Zeisig, Hans-D.; Gronauer, And.; Schön, Hans	Entwicklung eines Systems zur Erfassung des emissiven Gesamteindrucks von landwirtschaftlichen Betrieben	Development of a system to record the total emissive impression of farms	117
Rieß, Gisbert; Maier, Barbara; Neser, Stefan; Zeisig, Hans-D.; Gronauer, Andr. Schön, Hans	Bewertung von Geruchsemisionen verschiedener Tierhaltungssysteme mittels Multisensorarray am Beispiel von Mastschweinehaltungen mit Ober-und Unterflurabsaugung	Valuation of odor emissions with a multisensorarray of different housing systems for fattening pigs - above ground ventilation versus under ground ventilation	123
Brehme, G.; Krause, Karl-Heinz; Van den Weghe, H.	Ansätze zur Beschreibung des Emissionsverhaltens von Offenställen	A first idea to describe the emission behaviour of stables with natural ventilation	129
Rinder			
Reimann, Werner; Freiberger, Franz	Trittfestigkeit und Wirtschaftlichkeit von verschiedenen planbefestigten Laufflächen in Milchviehställen	Skid resistance and economic efficiency of various floor coverings of loose housing systems in dairy	135
Kramer, Alois; Haidn, Bernh.; Schön, Hans	Energieströme beim liegenden Rind - Einflüsse der Liegeflächen	Thermal flow of lying cattle – influence of the lying areas	141
Melken			
Grimm, Hartmut; Gommel, Angelika	Zur Veränderung von Zitzengummis im Verlauf ihrer Alterung	Some changes of teatcup liners during ageing	147

			Seite
Schätzl, Dieter; Worstorff, Hermann	Zum Einfluß abgestufter Shorehärte und Schaftstärke von Silicon-Zitzengummis auf ausgewählte Melkeigenschaften und Prüfkriterien	Shore hardness and barrel wall size of silicone liners as related to selected milkability- and test criteria	153
Ordolff, Dieter	Verringerung der Verschleppungsfehler bei der Gewinnung von Milchproben in automatischen Melksystemen	Reduction of carry over of milk in sampling procedures in automatic milking systems	159
Kötting, Christiane; Seufert, Herm.; Wolter, Wilfried	Vergleich verschiedener melktechnischer Systeme unter besonderer Berücksichtigung der Eutergesundheit	Comparison of different milking systems in consideration of udder health	165
Sonck, Bart		Quality system for the maintenance of milking machine installations	171

Automatische Melksysteme

Wendl, Georg; Schön, Hans; Harms, Jan; Purucker, Stefan; Pirkelmann, Heinrich	Tier- und Melkverhalten bei automatischen Melksystemen - Ergebnisse von Einsatzuntersuchungen mit Einboxenanlagen	Animal and milking behaviour on automatic milking systems - results of field investigations with single box systems	179
Stockinger, Christian; Schön, Hans; Rittel, Leonhard; Wendl, Georg	Planung und Bewertung automatischer Melksysteme (Einboxenanlagen)	Planing and evaluation of automatic milking systems (single box systems)	185
Osthues, Uwe	AMS- das Automatische Melk System	Automatic milking system	191
Stumpenhausen, Jörn	Neuere Entwicklungen für das Automatische Melksystem der Fa. Lemmer-Fullwood	New developments for the automatic milking system of Fullwood	195

			Seite
Rinderhaltung			
Bockisch, Franz-Josef; Reusch, Sabine; Sternemann, Karin	Beurteilung von Milchkühen in Ein- und Mehrflächen-aufställen als Verbesserungs-grundlage für die Gestaltung von Lauf- und Liegeflächen	Evaluation of dairy cows in loose housing systems with deep litter and/or different surface of walking areas as basis to improve the design of walking and lying areas	201
Fischer, Bernd; Engelhard, Thomas; Haacker, Wolfgang	Auswirkungen unterschied-licher Fütterungsverfahren auf die Versorgungslage und die Leistung von Milchkühen sowie Möglichkeiten der Verfahrensgestaltung im Milchviehbetrieb	Effects of different feeding systems on energy intake, milk yield and management of dairy cows	207
Roß, Antje; Winckler, Christoph; Steffens, Günter; Van den Weghe, Hermann	Top-Boden vs. Spaltenboden im Liegeboxenlaufstall für Milchkühe - Vergleichende Verhaltensbeobachtungen	Effects of floor type (TOP™ vs. slatted floor) on selected behavioural elements in dairy cows	213
Georg, Heiko; Hoch, C.; Meyer, S; Oberdellmann, P.; Van Kogelenberg, J.; Prins, A.; Bockisch, F.-J.	Untersuchung und Beurteilung eines Vorrückfreßgitters anhand von Tierverhalten, Tierleistung und Freßplatzgestaltung	Investigation and evaluation of a moving feed rack regarding animal welfare, performance and trough design	219
Kälber			
Schuch, Sonja; Wendl, Georg; Schön, Hans	Untersuchungen zur Ver-ringerung des gegenseitigen Besaugens bei der Kälberauf-zucht mit Tränkeautomaten	Investigations ro reduce multiple suckling of calves reared with milk dispensers	225
Weber, Roland	Der Einfluß eines verschließ-baren Tränkestandes auf das Besaugen von Artgenossen bei Kälbern in Gruppenhaltung	The effect of a gated feeding stall on the cross-suckling of calves housed in group pens	231

			Seite
Deininger, Andreas; Käck, Markus	Vergleichende Untersuchungen zu Verabreichung von Kraftfutter an Kälber mittels Kraftfutterautomaten oder am Trog	Investigations on suckler calf rearing with different concentrate feeding techniques	237
Richter, Thomas; Dobler, Boris	Automatische Messung der Zungentemperatur bei Kälbern zur Gesundheitsüberwachung und Krankheitsfrüherkennung	Automatic measurement of tongue-temperature for health-monitoring and earlydisease-control in calves	243
Kamann, Bernd; Klindtworth, Klaudia; Wendl, Georg; Kraetzl, Wolf-Dieter; Schön, Hans; Hartung, Jörg	Automatische Gesundheitsüberwachung mit Hilfe von injizierbaren Temperaturtranspondern in der Kälberaufzucht	Automatic health monitoring with injectable temperature transponders in calf rearing	249
Brehme, Ulrich; Brunsch, Reiner; Scherping, Eike; Detlef, Werner	Sensorgestützte Datenerfassung bei Rindern zur Weiternutzung im Herdenmanagement	Sensors for measurements in cattle to improve the management	255
Hauser, Rudolf; Schaub, Jasmin; Friedli, Katharina	Sensor zum Erfassen der Liegezeiten bei Kühen	Sensor for recording the duration and frequency of cows' resting behaviour	261

Schwein/Ethologie

Ratschow, Jens-Peter	Einfluss verschiedener Haltungsverfahren für Mastschweine auf die Tiergerechtheit, Umwelteinflüsse und arbeits- und betriebswirtschaftliche Bewertung	Influence of different kinds of fattening pig housings according to well-being, environment and economics	267

			Seite
Bartussek, Helmut; Hausleitner, Anton; Zaludik, Katharina	Schrägbodenbuchten in der Schweinemast: Die funktionssichere und kostengünstige Tierschutzalternative zum Vollspaltenboden	Sloped floor systems for fattening pigs: the functional, economic and animalfriendly alternative to fully slatted floor pens	273
Kress, Betina Monika; Roß, A.; Van den Weghe, H.; Steffens, G.	Stroh als Beschäftigungsmaterial in der einstreulosen Schweinemast unter besonderer Berücksichtigung des Tierverhaltens	Straw as a material for occupying fattening pigs in a fully slatted floor system taking animal behaviour into special consideration	279
Stubbe, Angela; Beck, Jürgen; Jungbluth, Thomas; Troxler, Josef	Beschäftigungstechnik für Mastschweine in intensiven Haltungssystemen im Vergleich	Comparison of occupational techniques for pigs in intensive housing systems	285
Küchenhoff, Renate; Meyer, Eckhardt; Hörügel, Klaus	Fütterungsverfahren in der Gruppenhaltung tragender Sauen	Feeding systems of pregnant sows in group housing	291

Schwein/Bewertung

Arkenau, Engel F.; Kolweyh, Urte; Van den Weghe, Hermann	Vergleich zwischen einer Bewegungsbucht und dem konventionellen Kastenstand im Abferkelstall hinsichtlich des Sauenverhaltens, der Produktionsleistung und des Arbeitszeitbedarfes	Comparison between a farrowing pen and a conventional farrowing crate concerning the behaviour of sows, productivity and working hours	297
Bünger, Beate	Grouphousing of pregnant sows - results of a workshop on ethological evaluation of different housing systems	Gruppenhaltung für tragende Sauen - Ergebnisse eines IGN-Seminars zur ethologischen Bewertung verschiedener Haltungssysteme	303

			Seite
Bremermann, Nina; Kaufmann, Otto	Vergleichende Bewertung konventioneller und alternativer Verfahren der Schweinehaltung unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit	Comparative evaluation of conentionel and alternative systems of keeping pigs under special consideration of animal health	309
Schaal, Andreas; Schwarz, Hans-Peter; Seufert, Hermann; Beyer, Sabine; Gottwald, Birgit	Entwicklung eines integrierten Bewertungskonzeptes für schweinehaltende Betriebe unter Berücksichtigung der Ökonomie (Arbeitswirtschaft / Betriebswirtschaft) und der Tiergerechtheit	Application of methods for test construction to develope a concept of evaluation for pig farming	315
Hesse, Dirk; Schwarz, Peter; Henning, Martina; Berk, Andreas	Bewertung der Fütterungstechnik „Brei-Nuckel" insbesondere aus Sicht der Tiere	Assessment of the new feedingsystem „dry-wet-feedingnipple" especially from the point of view of the animals	323
Rudovsky, Annerose; Nitzer, Heidrun; Büscher, Wolfgang; von Borell, Eberhard	Einfluß der Stalltemperatur im Abferkelstall auf Tierertrag, Futteraufnahme, Energieaufwand und Verhalten von Sauen und Ferkeln	Influence of ambient temperature in farrowing units on animal yield, feed intake, energy input and behaviour of sows and piglets	329
Haidn, Bernhard; de Baey-Ernsten, Heinrich	Integration bestehender Haltungskonzepte für Zuchtsauen in Außenklimaställen	Integration of existing concepts of housing systems for sows in stables with outside climate	335

Schwein/Fütterung

Westerkamp, Magnus	Basispatente für Verfahren und den Aufbau von Flüssigfütterungsanlagen	Main patents for liquid feeding system	341
Wesseler, Bernhard	Hochdruckfütterungsanlage	High-pressure feeding-system	347

			Seite
Amon, Thomas; Wöckinger, Michael; Boxberger, Josef; Vogl, Gerhard	Multiphasen-Restlosfütterung für Schweine („Spotmix"): Funktion und Dosiergenauigkeit	Multiphase residueless feeding system for pigs („spotmix"): operation and accuracy	353
Ellersiek, Hans-Heinrich	Serviceansprüche für Fütterungsanlagen	Demand of service for automatic feeding systems	359

Ferkel

Franke, Werner; Loebsin, Christiane; Söhnholz, Ulrich	Untersuchungsergebnisse und Anwendungsempfehlungen zur Haltung von Absetzferkeln in Außenklimaställen	Research results and advice on the practical application of keeping weaner pigs in naturally ventilated housing systems	363
Hoy, Steffen; Ziron, Martin	Eine neue tiergerechte Lösung für das Ferkelnest - das Warmwasserbett	A new system for piglet's nest area corresponding to the species - the warm water bed	369
Lehmann, Bernd	Vergleich unterschiedlicher Fütterungssysteme für die Ferkelaufzucht	Comparison of different types of feeding systems for weaners	375

Pferd/Huhn

Pirkelmann, Heinrich	Bauliche und technische Verfahren für die Einzel- und Gruppenhaltung von Pferden	Stables and techniques for individual and group keeping of horses	381
Beyer, Sabine; Seufert, Hermann	Konstruktion und Überprüfung eines Bewertungskonzeptes für pferdehaltende Betriebe unter dem Aspekt der Tiergerechtheit	Construction and verification of a concept used for assessing horse keeping farms from the point of view of animal welfare	389

			Seite
Hörnig, Günter; Brunsch, Reiner; Graf, Victor	Verbesserung der Stallluftqualität und Minderung der Emissionen durch stoffliche Maßnahmen in Geflügelställen	Improving the inside air quality and reducing the emission by material measures in poultry houses	395
Najati, Saeid; Van den Weghe, Hermann	Einfluß der Kot/Einstreu – Belüftung in Hähnchenmastställen auf das Emissionsverhalten, die Mast- und Schlachtleistung und die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konventionellen Bodenhaltungssystemen	Influence of litter ventilation in broiler houses on emission, growth, carcass performance and economy in comparison with conventional floor littered systems	401

Posterbeiträge

Aland, Andres; Veermäe Imbi; Poikkalainen, Väino; Praks, Jaan		Eating and resting behaviour of dairy cows in two differebt housing systems	407
Amon, Thomas; Ofner, Elfriede; Boxberger, Josef	Die Wiederholbarkeit und Erhebungsgenauigkeit von Beurteilungen der Tiergerechtheit von Milchviehställen mit dem TGI 35L 1995/96	Repeatability and accuracy of assessing animal welfare in housing systems for milking cows by the ANI 35L 1995/96	411
Barótfi, István		Technical possibilities of creating the local climate-parameters in poultry-farming	415
Breitenbaumer, Othmar; Bartussek, Helmut	Vergleich des Liegeverhaltens von Milchkühen und des Arbeitszeitbedarfes im Tretmiststall und Liegeboxenlaufstall	Comparison of the resting behaviour of dairy cows and the time for cleaning and littering the resting area in sloped floor housing and cubicle housing	419

			Seite
Depta, Georg; Schattner, Silvia; Neser, Stefan; Gronauer, Andreas	FTIR-Spektroskopie für die Erfassung von Spurengas-Emissionsraten aus landwirtschaftlichen Quellen: Neue Ergebnisse beim Emmissionsvergleich von Gülle-Ausbringtechniken	FTIR spectroscopy for measuring trace gas emission rates from agricultural sources: new results comparing emissions from slurry application techniques	423
Hassan, Elhussein; Van den Weghe, Hermann		The effect of internal parameter on the airborne dust concentration and temperature distribution in broiler houses	227
Epinatjeff, Peter; Beck, Jürgen; Jungbluth, T.; Scheuble, A.	Zuluftkonditionierung landwirtschaftlicher Stallanlagen mit Erdreichwärmetauscher	Air-conditioning with earth-heat exchanger in pig houses	431
Georg, Heiko; Oberdellmann, Peter; Schulze-Lammers, Peter; Bockisch, F.-J.	Bewegungsanalyse von Freßvorgängen bei Milchkühen mit Hilfe der Online-Motografie	Analysis of movement of dairy cows during feeding by means of Online-Motographie	435
Graf, Viktor; Kaufmann, Otto	Charakterisierung der Arbeitsumwelt für die Freilandhaltung von Schweinen im Vergleich zu konventioneller Stallhaltung	Charakterization of the environmental conditions for employees and pigs in out door and traditional systems	439
Hoffmann, A.; Ross, A.; Steffens, G.; Arnold, H.; Van den Weghe, H.	Quantifizierung gasförmiger Emissionen aus quer gelüfteten Außenklimaställen für Mastschweine mit Hilfe der Tracergas-Technik	Measuring emission rates from naturally-ventilated pig houses by tracergas technique	443
Kaiser, Steffen; Van den Weghe, Hermann	Ammoniak- und Lachgasemissionen eines Zweiraumkompost- und eines Vollspaltenbodenstalles für Mastschweine	Ammonia and nitrous oxide emissions of a half-bedding deep litter and a slatted floor housing system for fattening pigs	447
Kiiman, Heli		Milking routine has an effect on cow's udder health and milk quality	451

			Seite
Kizil, Unal; Simsek, Ercan; Arici, Ismet		Comparison of different natural ventilation models for free-stall dairy barns	455
Klindtworth, Michael; Wendl, Georg; Pirkelmann, Heinrich; Reimann, W.; Klindtworth, K.	Die elektronische Tierkennzeichnung im europäischen Großversuch – Vorstellung des Projektes IDEA	Electronic animal identification in an european large scale trial - a presentation of the IDEA - project	459
Mayer, Claus; Hauser, Rudolf	Stallklimatische und ethologische Untersuchungen zur Tiergerechtheit unterschiedlicher Haltungssysteme für die Schweinemast	Atmospheric dust concentrations in different housing systems for fattening pigs	463
Petrovic, V. Dragan; Milan, Tosic; Topisirovic, R. Goran		On the statistical prediction of water requirements in the milk-cows bars	467
Radev, Dimitar; Stoyanov, Ivailo		Evaluation of a computerized method of management of the feeding of dairy cow	471
Radivojevic, Dusan; Tosic, Milan; Topisirowic, Goran		Fertilizing Effects of Aerobically Composted Dairy Solid Manure	475
Seufert, Hermann; Klement, Steffen	Untersuchungen zum Einsatz von rekuperativen Wärmetauschern zur Stabilisierung des Stallklimas	Investigations on the use of recuperative heat exchangers for stabilazation of the stable air condition	479
Sottnik, J.; Fl'ak, P.		New systems of microclimate creation in reconstructed stables	483

			Seite
Swierstra, Durk; Braam, C. René	Rillen-Boden-System zur Minderung der Ammoniakemission und zur Erhöhung der Bodengriffigkeit in einem Laufstall	Grooved floor system to reduce ammonia emission and to prevent slipperiness in loose houses for cows	487
Schießl, Katrin; Eckel, H.; Döhler, H.; Schwab, M.	Energiebilanzen zur Bewertung von Flüssigmistbehandlungs- und verwertungsverfahren in der Schweinemast		491
Toth, Laszlo; Horvath, Gabor; Bak, Janos; Erenyi, Albert	Einsatz und Entwicklungstendenzen von Futtermischwagen	Application of mixers, developing tedencies	495
Staack, M.; Trei, G.; Hörning, B.; Fölsch, D.W.	Ergebnisse des Modellvorhabens „Artgerechte Geflügelhaltung in Hessen"	Results of the pilot study „appropriate poultry husbandry" in Hessen	501
Gartung, Jürgen; Uminski, Kerstin; Hagemann, Jens	Investitionsausgaben beim Bau von größeren Zuchtschweineställen	Investment expenditure in the building of larger pig production units	505
Vervaeke,Verle; Sonck,Bart		Promotion of standardisation and certification of Concrete Products in agriculture	509
Vojnovic, M; Brdarevska, Maria		Approach to design of Floors in livestock farm buildings	513
Shanwu,Zhou; Hachem, Zaied; Van den Weghe,Hermann	Einfluß der Sauerstoffkonzentration in der Zuluft auf die Reaktionsgeschwindigkeit und das Emissionsverhalten bei Kompostierung tierischer Exkremente	Influence of oxygen concentration in air supply on the reactiorate and behaviour of emission in the composting of animal manure	519

Referenten und Diskussionsleiter 523

Chronik 531

Regelungs- und Steuerungstechnik der Nutztierhaltung mit Hilfe der Computertechnik

PETER LEUSCHNER[1]

Die Zeiten in der Landwirtschaft ändern sich. Das Leben ist intensiver und schneller geworden. Wir durchleben eine der bedeutendsten Umwandlungen der letzten Jahrhunderte in der Landwirtschaft. Aber welche Gestalt das Neue annehmen wird, läßt sich noch nicht erkennen. Es wird jedoch deutlich, daß es sich bei der Überwindung einer so tiefreichenden neuen Situation wie der heutigen um einen langen Prozeß handelt.

In Zeiten des Umbruchs ist eine zielgerichtete tierische Veredelungsproduktion Voraussetzung zum Überleben.

Ziele der tierischen Veredelung sind die Sollwerte, die in Abbildung 1 dargestellt sind.

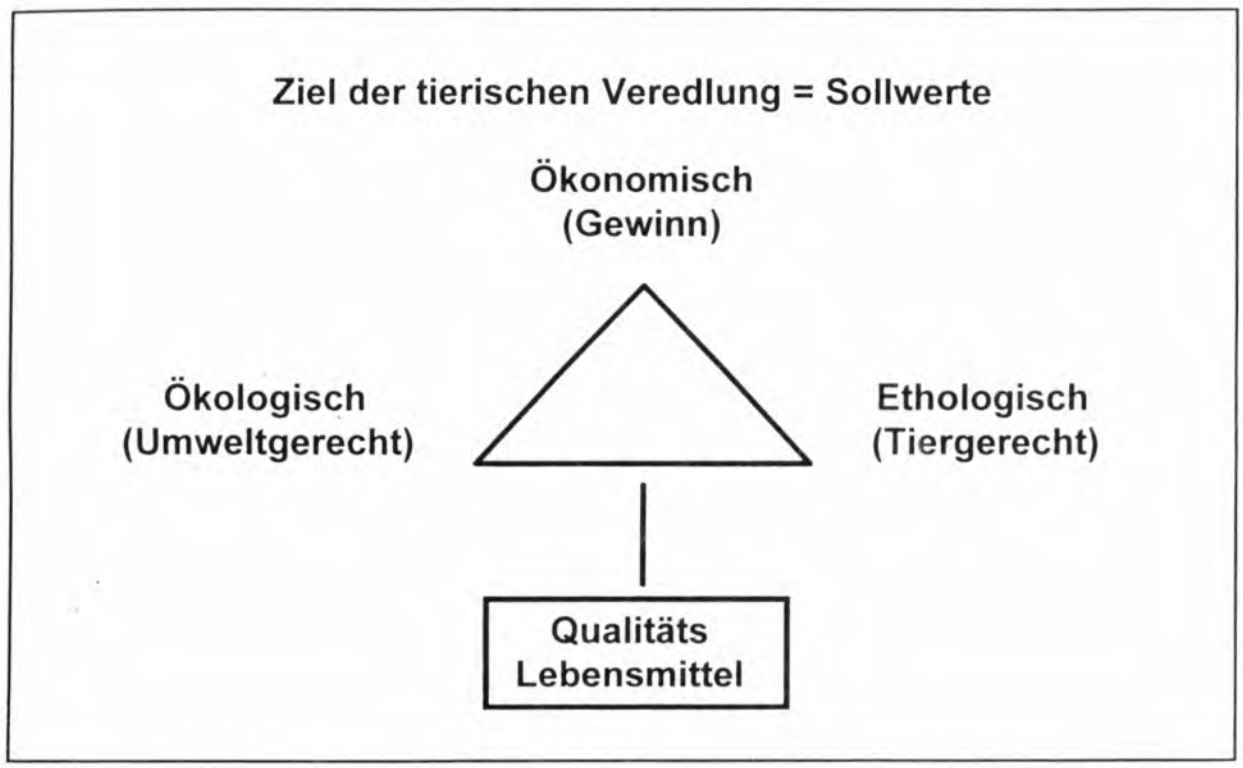


Abb. 1: Ziele der tierischen Veredelung

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist eine ökonomische Produktion mit einem ausreichenden Gewinn die Basis jeden produktiven Handelns. Bei der Haltung von Tieren ist es aber ebenso wesentlich dem Tier artgerechte Haltungsmethoden zu gewährleisten und die Umwelt minimal zu belasten. Das Gesamtziel der Nutztierhaltung ist die Produktion eines hochwertigen Qualitätslebensmittelproduktes. Um diesen Zielen gerecht zu werden, soll in diesem Beitrag die Möglichkeiten der Regelungs- und Steuerungstechnik der Nutztierhaltung mit Hilfe der Computertechnik untersucht werden.

[1] Hölscher + Leuschner GmbH, Siemensstraße 15, D-48488 Emsbüren

Geeignete Regelprozeßsysteme nach modernsten technischen Konzeptionen sind wesentliche Voraussetzung für eine optimale Tierhaltung.

Neben den verschiedenen Möglichkeiten der technischen Regelsysteme soll hier eine Integration des Lebewesens als tierische Systemmöglichkeiten als ein sogenanntes biologisches kybernetisches Regelsystem untersucht werden.

Das Verhalten der Lebewesen unterscheidet sich erheblich von einfachen mechanischen Systemen. Die Betrachtung der Lebewesen fordert eine höhere Komplexität des Denkens. Ein Tier steht ständig im Systemzusammenhang zu seiner Umwelt. Das Tier wird von der Umwelt durch das Klima, dem Betreuer und über die Nahrung beeinflußt. Das Tier zeigt sich der Umwelt über physikalische Parameter (psychologisch) über das Verhalten (ethologisch) und über den Energieaustausch (energetisch).

Will man ein Lebewesen verstehen und die Struktur, die Regelung und die Organisation des Lebewesens bearbeiten, so bietet sich der Ansatz einer kybernetischen Betrachtung an.
In einem Stall wird üblicherweise das Klima, und die Futterzuteilung über technische Steuer- und Regelkreise auf optimale Werte gehalten. Zusätzlich erfolgen Eingriffe durch den Betreuer. Will man das Tier in den Regelkreis integrieren, so sind zusätzlich zu den physikalischen Werten der thermodynamischen Umwelt und der vorgegebenen Futterkurven Meßgrößen zu verwerten, die direkt vom Tier abgegeben werden. Eine Sollwertermittlung erfolgt über den sogenannten biologischen Regelkreis.

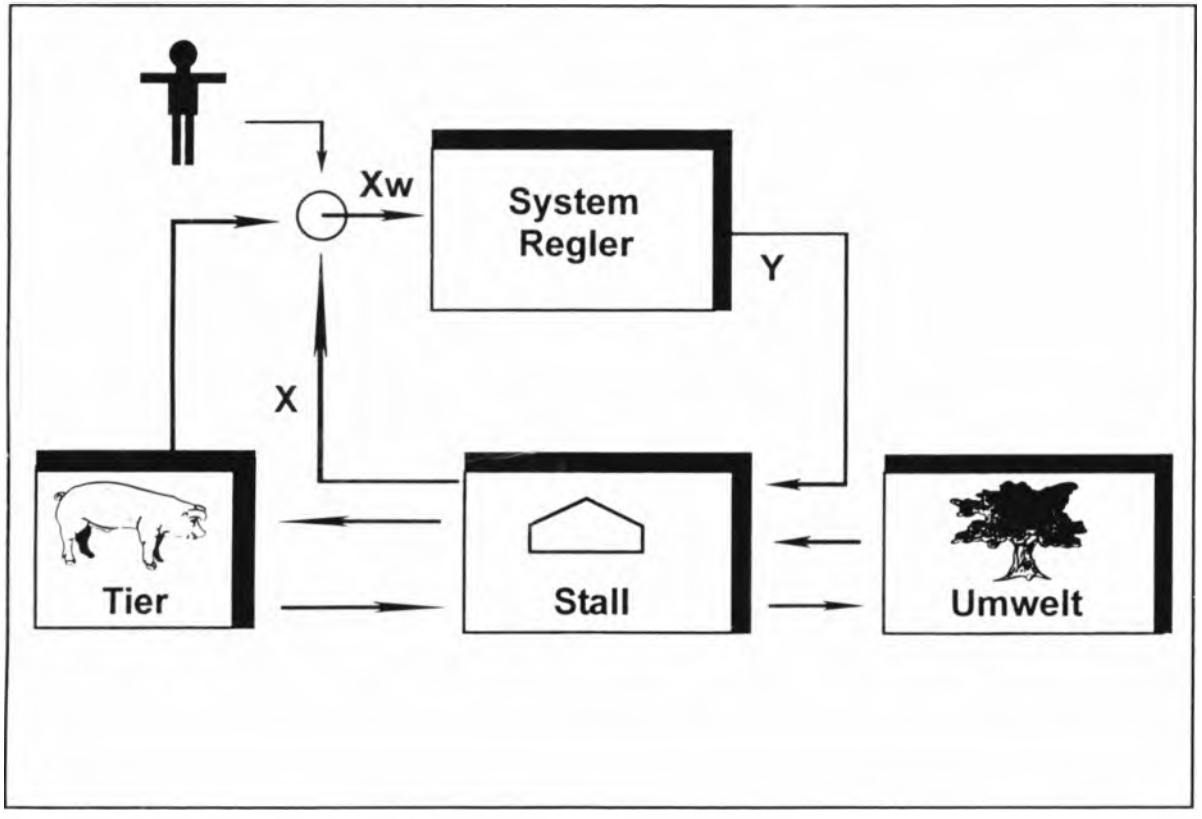


Abb. 2: Kybernetisches Stallmodell

Abbildung 2 zeigt eine Vermaschung der technischen Regelkreise vom Stall mit den Möglichkeiten einer tierischen Integration als sogenanntes kybernetisches Stallmodell. Beim Regeln durch Meßgrößen vom Tier werden ständig physikalische Werte direkt vom Tier ermittelt, die als Maßstab für Umwelteinflüsse gewertet werden können und z. B. dem Stallklimaprozessor zugeführt werden. Es sind dazu rückführende Größen erforderlich, die ständig im Systemprozeß verarbeitet werden. Aus der komplexen Wirkung aller Faktoren sind die durch die Tiere beeinflußten Anteile zu eliminieren und in Abhängigkeit zur Produktionsleistung zu setzen. Hierzu müssen meßtechnisch erfaßbare Kriterien des Wohlbefindens herausgefunden werden, so daß ein Indikator des Wohlbefindens des Tieres definiert wird, bei dem höchste Leistung unter Berücksichtigung eines optimalen Gesundheitszustandes erzielt wird. Ferner ist festzustellen, welche Daten und Einflüsse untereinander kompensiert werden können, um jeweils eine ökonomische regelungstechnische Maßnahme auszuführen zu können.

Die Möglichkeit der Erfassung tierphysiologischer Meßdaten, die dem Tier direkt oder indirekt entnommen werden, um den derzeitigen Behaglichkeitswert des Tieres zu optimieren und entsprechende Maßnahmen zur Beeinflussung der Sollwerte oder der Stellglieder vorzunehmen sind in der heutigen Praxis der Tierhaltung wenig genutzt worden.

Neben der preiswerten Realisierung der technischen und konstruktiven Voraussetzungen bedarf es umfangreicher empirischer Untersuchungen über die Auswirkungen der einzelnen Komponenten mit quantifizierten Definitionen der Sollwerte unter Berücksichtigung der komplexen Wirkung, um eine wirtschaftliche und gewinnbringende Produktion zu erreichen. Zwei verschiedene Ansätze sollen hier für die Schweinemast betrachtet werden:
a) der ernergetische Ansatz
b) das Einbeziehen des tierischen Verhaltens.

Bei der Schweinemast wird die aufgenommene Nahrung in Energie umgewandelt. Die umsetzbare Energie teilt sich auf in Energie zur Wärmeproduktion und Energie zur Mastleistung (Fleischproduktion). Ein Ziel der Schweinemast ist ein Minimum der umsetzbaren Energie in Wärme umzuwandeln.

Das Ziel der Klimaanlage ist die Wärmeabfuhr vom Tier durch Lüftung, Befeuchtung oder Heizung so zu gestalten, daß das Tier die minimale Wärmeleistung abgibt und sich dabei höchste Zunahme und Futterverwertung ergeben. Will man diese Ziele durch die regelungstechnischen Möglichkeiten beeinflussen, muß man einen Wert zur optimalen Tierhaltung beim Schwein ständig ermitteln und als Sollwert dem Regelprozeß vorgeben.

Die sensible Entwärmung ist bis auf den konvektiven respiratorischen Anteil nur über die Tieroberfläche möglich. Unterstellt man, daß das Tier bei jeder normalen Umweltsituation annähernd die gleiche Hautoberflächentemperatur einhält (homiothermes Lebewesen), so kann das Tier diese Erwärmung nicht selbst beeinflussen. Sie wird somit ausschließlich über dem Umweltzustand bestimmt. Ist sie für den derzeitigen tierischen Thermoregulationsprozeß zu hoch, erfolgt die Steuerung über geringere Atemfrequenz bis zum minimalen möglichen. Ist sie zu niedrig, steigt die Atemhäufigkeit (hecheln).
Hieraus läßt sich schließen, daß der Grad der respirativen Entwärmung ein Maß der optimalen Tierentwärmung beim Schwein sein kann.

Will man praktische Maßnahmen aus dieser Erkenntnis ziehen, so müßte man versuchen, den Wert der jeweiligen respirativen Entwärmung zu ermitteln und ihn in den technischen Regelprozeß der Klimagestaltung zu integrieren.

Eine weitere Sollwertermittlung über den kybernetischen Regelkreis ist das Steuern durch das Verhalten des Tieres. Das Verhalten eines Tieres kann als Maßstab des Wohlbefindens gewertet werden und als sehr früh und empfindlich wirkender Indikator für Einflußfaktoren aus der Umwelt angesehen werden. Unterstellt man, daß zwischen der Leistungsbereitschaft eines Tieres und seinem Verhalten eine Beziehung besteht, so sind die Verhaltensweisen und deren Änderungen zu untersuchen. Für die technische Anwendung sind physikalisch meßbare Veränderungen abzuleiten und über Programme den technischen Regelkreisen zuzuführen.

Kann man sogenannte Gleichungen der Verhaltensweisen aufstellen, so sind quantitaive Aussagen über Einflußgrößen möglich, die eine wichtige Hilfe für die Wahl des geeigneten Sollwertes darstellen. Außerdem wird die artgerechte Haltung bei gleichzeitiger Leistungssteigerung unterstützt.

Wenn hier versucht wird, Verhaltensweisen von Tieren durch kybernetische Modellbetrachtungen darzustellen, so keinesfalls mit der Absicht, etwa Lebewesen konsequent durch aus der Technik bekannte Simulationsmethoden gleichsetzen zu wollen. Es soll lediglich das analytische Verständnis von Lebensvorgängen gefördert werden, um Erkenntnisse für eine bessere Nutztierhaltung zu erhalten. Man kann aus kybernetischer Sicht gewisse Verhaltensabläufe im Tier in der Weise verstehen, daß man das Verhalten als Input / Qutput-Relation definiert und hierfür die bekannten Relationsgleichungen der Systemtheorie in Ansatz bringt.

Die Darstellung der Verhaltensmuster von Tieren in der Art der kybernetischen Regelkreise ist immer nur eine annähernde und vorläufige Beschreibung der Wirklichkeit die jeweils so lange Gültigkeit besitzt, bis ein atypisches Verhalten die Änderung der Abläufe bewirkt.

Das folgende Beispiel ist die Verkettung von biokybernetischen Regelkreisen beim Tier mit technischen Steuerungsprozessen bei der Flüssigfütterung von Mastschweinen.

Das Wachstum von Haustieren kann als Rückkopplungsmodell kybernetisch beschrieben werden. Ebenso ist es möglich, die Futteraufnahme von Mastschweinen als praktisches Beispiel eines kybernetischen Denkmodelles zu betrachten.

Das Freßverhalten der Tiere kann in drei Abschnitte unterteilt werden (siehe Abbildung 3):

a) Anlaufphase
   während dieser Zeit entsteht eine Anfangshemmung der Tiere. Die Tiere müssen sich am Trog verteilen und das Futter wird zu Anfang hemmend aufgenommen, da Unruhe herrscht und die Futteraufnahme durch das Verhalten gestört wird.
b) Exponentielle Futteraufnahme:
   In dieser Phase fressen die Tiere immer schneller und steigern die Futteraufnahme mit der Zeit nach einer exponentiellen Funktion.

c) Sättigungsphase
Nach einer gewissen Zeit ist der wesentliche Hunger gestillt. Die Tiere fressen langsamer einige verlassen bereits den Trog. Das Ende der Sättigungsphase wird durch den leeren Trog begrenzt.

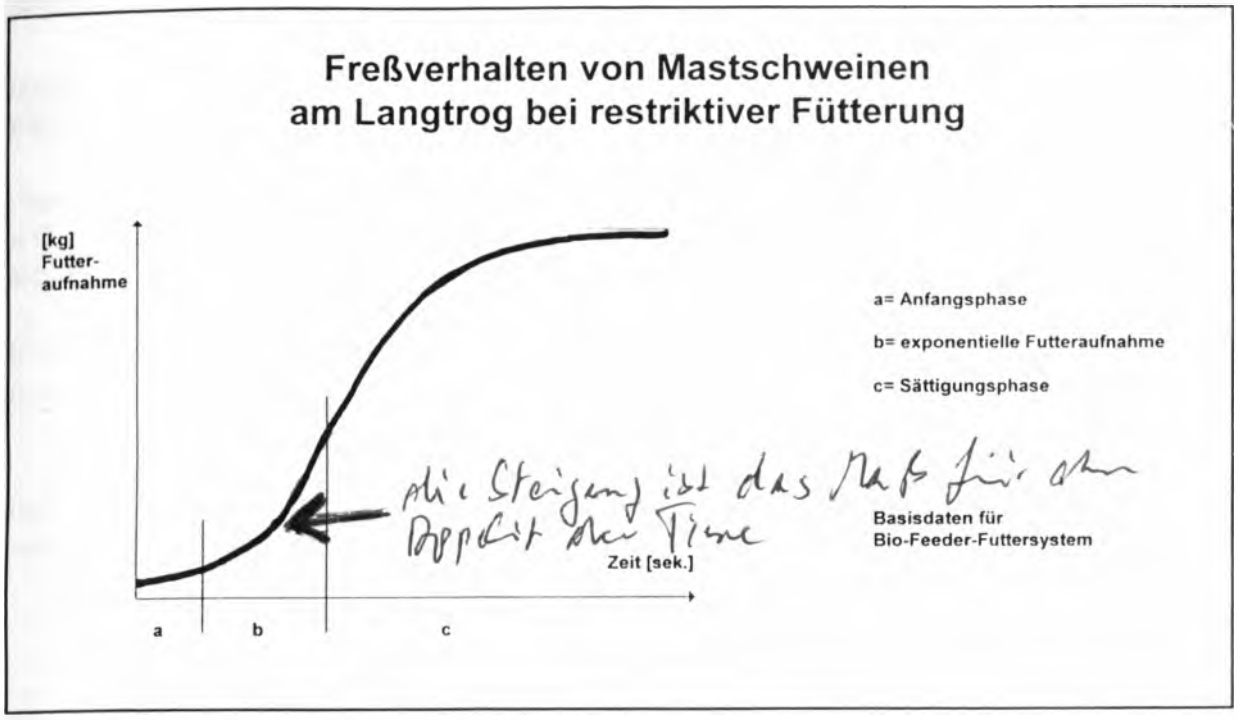


Abb. 3: Freßverhalten von Mastschweinen

Die unterschiedlichen Freßphasen a, b, c und der Zeitpunkt des Erreichen des leeren Troges kann verallgemeinert als Freßverhalten der Tiere gedeutet werden.

Das Tier wird durch die Auswertung dieser Faktoren direkt am Fütterungsprozeß beteiligt. Durch die Realisierung dieser Methode ist eine direkte Integration des Lebewesens in den Regelkreis, den man als biologisch kybernetischen Regelkreis bezeichnen kann, gelungen. Der hier untersuchte Lösungsweg wählt als Parameter einer optimalen Fütterung das Verhalten des Tieres, um so durch das Lebewesen selbst Aussagen und Steuerungsmöglichkeiten für den Fütterungsprozeß zu erhalten.

Das Ziel der tierischen Veredelung, hier die Schweinemast, ist eine optimale Erzeugung von Fleisch. Das Wohlbefinden und die Gesundheit des zu mästenden Tieres kann als Voraussetzung für die gewünschte tierische Leistung genommen werden. Da diese Faktoren ebenso wie die physiologischen Veränderungen bei jeder Mahlzeit nicht direkt meßbar sind, wird hier das Freßverhalten der Schweine als indirekter Indikator für das richtige Füttern (Verhalten) angesetzt und in der Praxis durch das Fütterungssystem BIO-FEEDER realisiert.

Hierdurch wird eine optimale Betreuung der Schweinemast erreicht, da ein ständiges überwachen der Futteraufnahme bei jeder Fütterung möglich ist.

Durch die hier vorgestellte Fütterungsverfahren nach dem Freßverhalten (BIO-FEEDER) werden Fütterungsprozesse automatisiert und dem Betreuer das Freßverhalten bei jeder

Mahlzeit dargestellt (grün = gut gefressen, rot = schlecht gefressen). Gleichzeitig wird durch ein Programm eine Abweichungsanalyse vorgenommen und die Futterkurve wird optimal nach dem Freßverhalten der Tiere für die nächste Mahlzeit angepaßt. Wie die praktischen Untersuchungen gezeigt haben, ist das Freßverhalten der Schweine von Mahlzeit zu Mahlzeit sehr unterschiedlich und unterliegt verschiedenen Einflußfaktoren. Durch die BIO-FEEDER Anlage regeln die Schweine ihren Futterbedarf selbstätig über die Freßgeschwindigkeit.
Die genaue mathematische Beschreibung der zugehörigen Sigmoidkurve bereitet große Schwierigkeit. Die anzusetzenden Differentialgleichungen sind nicht mit einfachen mathematischen Mitteln lösbar.
Mit Hilfe eines entwickelten Spezialprogrammes werden Einflußfaktoren auf das Freßverhalten der Schweine analysiert und in Relation zur Freßgeschwindigkeit gesetzt. Die Bewertung erfolgt nicht nach analytisch mathematischen Gesetzmäßigkeiten sondern nach der sogenannten Fuzzy-Logic.
Die Erkenntnisse aus diesen Untersuchungen geben Aufschluß über tierisches Verhalten und werden bereits als Basisdaten für eine erfolgreiche Fütterung bei Standardprogrammen verwandt.

Die Ergebnisse zeigen, daß durch den Einsatz der Integration des Lebewesens in den Fütterungsprozeß erhebliche Verbesserungen der Produktion erreicht wurden. Die Schweine, die mit dem BIO-FEEDER-Verfahren gefüttert wurden:

- haben mehr Futter aufgenommen
- die Endgewichte waren bei gleicher Mastzeit höher
- die Tageszunahmen waren höher
- die Futterverwertung war besser
- die Schlachtqualität war unterschiedlich im Durchschnitt etwas besser
- die prozentualen Ausschlachtungsergebnisse waren besser bis gleich.

Die gegenseitige Abhängigkeit der biologischen Systeme mit den technischen Systemen sind nicht abschließend untersucht. Für die Zukunft ergeben sich noch viele Möglichkeiten zur Verbesserung. Die bisher erzielten höheren Gewinne in der Schweinemast mit Hilfe der Freßzeit gesteuerten Fütterungsanlagen (BIO-FEEDER) geben aber Anlaß zur weiteren Untersuchungen dieser Fütterungsmethoden.

Wie hier dargestellt wird, ist durch verändern, verstehen und gestalten die Sachkompetenz in eine Prozeßkompetenz bzw. Systemkompetenz gewandelt worden.

Ein Stall ist ein instabiles System mit einer situativen Sensibilität, genau wie das menschliche Gehirn und ist immer instabil. Gestalten von Veränderungsprozessen bedürfen immer dynamischer Betrachtungen die exakt mathematisch, analytisch zu erfassen sind. Die sich dadurch ergebenen Grauzonen im Management können in der Regelungstechnik durch die sogenannte Fuzzy-Logic bearbeitet werden.
Bei der Bearbeitung dieser komplexen Situation ist mit intelligenten Systemen durch den Einsatz von Computer eine Nutztierhaltung denkbar, die sich an den Ist-Gegebenheiten orientiert und mit zugelassenen Grenzbereichen Freiheitsgrade erreicht, die neue Lösungsansätze ermöglichen. Es ergibt sich eine hochgradige Ordnung ohne Kenntnis der Ergebnisse die heute mit Einsatz der Chaostheorien Gestaltungen von Veränderungsprozessen auch in der tierischen Veredelung ermöglichen.

Warum ist ein einheitliches Bussystem für die Hofinnenwirtschaft nötig ?

Why do we need a common bussystem for animal husbandry ?

MANNEBECK, B., NORDBECK, F., UND G. KLEMENT[1]

[1] B. Mannebeck Landtechnik GmbH, Industriestr. 7, 48465 Schüttorf

1. Einleitung

Bis heute zeichnet sich der Einsatz von Elektronik in der Sauenhaltung vornehmlich durch Insellösungen aus. Dies bedeutet, daß für jede Aufgabenstellung eine eigene Prozeßsteuerung eingesetzt wird, die einzelnen Steuerungen aber nicht miteinander in Verbindung treten können, obwohl dies in vielen Fällen sinnvoll wäre. Beispiele dafür sind Futterautomaten die exakte Futtermengen aus dem Silo abrufen können, Silos die von der Mahl- und Mischanlage automatisch wieder befüllt werden oder die Anpassung von Futterkurven an die Daten aus dem Klimacomputer. Solche sehr komplexen Anforderungen können nicht von einer einfachen Vernetzung geleistet werden, sondern erfordern den Einsatz von Datenbussystemen. Die Vorteile eines Datenbussystems bestehen im wesentlichen in der Flexibilität hinsichtlich seiner Erweiterung und Ausbaufähigkeit. Ohne Bussystem ist die zu steuernde Maschine über eine Vielzahl von Kabeln mit dem Prozeßrechner verbunden. Soll die zu steuernde Maschine in ihrer Funktion geändert werden, z.B. weitere Sensoren auswerten oder Aktoren ansteuern, so müßten nicht nur weitere Ein- und Ausgänge an dem Prozeßrechner geschaffen, sondern auch weitere Steuerleitungen vom Prozeßrechner zu der steuernden Maschine verlegt werden (Abb. 1).
Die Informationen werden in Paketen versendet, die aus einem Header sowie den eigentlichen Daten bestehen. Der Header enthält die Adresse des Datenpakets, sowie Informationen über deren Aufbau und Länge.

2. Beispiel für ein bestehendes Bussystem

Ein Beispiel für ein funktionierendes Bussystem ist der Milan BioBus. In diesem System sind verschiedene elektronisch gesteuerte Fütterungen für tragende und leere Sauen, ferkelführende Sauen und Absatzferkel verbunden. Außerdem sind Schnittstellen zu einem Stalldrucker, einer Tierwaage einem Rauschedetektor und zu einem Managementprogramm vorhanden. Herzstück ist ein mobiles Terminal zum Erfassen und Auslesen von Daten. Dieses Terminal dient als Ein- und Ausgabegerät für alle Informationen die für das System nötig sind. Es beinhaltet auch ein Transponderlesegerät um Einzeltiere elektronisch zu identifizieren und Daten zuordnen zu können. Die Datenübergabe vom Terminal auf den Bus und umgekehrt erfolgt in der Parkstation induktiv und kontaktlos. Zunächst werden dort die Jungsauen erfaßt und dem System bekanntgemacht. Der von dem Transponder vorgegebenen Identifikationsnummer wird eine Betriebstiernummer zugeordnet, die i. d. R. drei- oder

vierstellig und damit für den Betrieb leichter zu handhaben ist. Die wichtigsten Fütterungssysteme auf dem Milan BioBus sollen hier kurz vorgestellt werden. Die **Abruffütterung** und die **Breinuckelfütterung** zur Gruppenhaltung tragender Sauen sind heute Standardverfahren. Diese Verfahren erlauben eine auf das Einzeltier bezogene Konditionsfütterung je nach Betriebsgröße mit festen oder rotierenden Gruppen im Wartestall. Für unterschiedlich alte oder konditionierte Tiere sind verschiedene Futterkurven angelegt und tierindividuelle Zu- oder Abschläge möglich. Die **elektronische Einzeltierfütterung** greift über den Bus auf die selbe Futterkurve zu wie die Abruffütterung. Diese Fütterung dient im Abferkelstall, aber auch im Deckstall der optimalen Einzeltierversorgung. Aus Abferkeldatum und Ferkelzahl sowie Grundfutterkurve und Leistungsfutter wird eine tierspezifische Futterkurve errechnet. Über den Bus werden ständig alle Daten ausgetauscht und aktuell gehalten. Dadurch wird auch die Mehrfacheingabe von Daten überflüssig, da alle Komponenten auf eine Dateneingabe zugreifen können. So kann eine hochtragende Sau nach dem Umstallen vom Warte- in den Abferkelstall nach der selben Futterkurve weiter gefüttert werden. Sie muß dazu nur mit dem Handterminal im einen Stall ab- und im anderen angemeldet werden. Die **Intervall-Rundtrogfütterung** erlaubt ein rationiertes Anfüttern der Ferkel nach dem Absetzen von der Sau. Jedes Tier erhält einen eigenen Freßplatz und wird bis zu zehnmal täglich mit kleinen Portionen rationiert gefüttert. Dadurch wird die Umstellung erleichtert und Absetzcoli und Ödemkrankheit weitgehend vermieden. Wenn die Futterumstellung nach ca. 14 Tagen abgeschlosen ist und die Ferkel so groß sind, daß nicht mehr jedem Tier ein eigener Freßplatz zur Verfügung steht, wird von rationierter Fütterung auf Sensorfütterung umgestellt. Sobald der Trog ganz leer ist wird wieder eine kleine Futtermenge nachgelegt. Dadurch können die Tiere nacheinander fressen, benötigen nicht jedes einen eigenen Freßplatz und erreichen durch ad libitum Fütterung bessere Zunahmen.

3. Datentausch mit anderen Programmen

Der Milan BioBus bietet auch die Möglichkeit des Datentauschs mit anderen Programmen. Von besonderer Bedeutung ist die Kopplung zu PC-Sauenplaner Programmen. Dazu werden die anfallenden Daten direkt im Stall mit dem Handterminal erfaßt. So können im Deckstall z.B. Saunummer, Deckdatum, Ebernummer und Ebername, Anzahl der Besamungen, Zahl der Umrausche und Kommentare zur Besamung eingegeben werden. Im Abferkelstall sind dies Abferkeldatum, Zahl der lebend geborenen Ferkel, Zahl der totgeborenen Ferkel, männliche Ferkel, mumifizierte Ferkel, versetzte Ferkel, Anzahl von Anomalien, Art und Umfang von Verlusten und einiges mehr.

Da sich die Anwendungen auf dem Milan BioBus und die PC Managementsoftware bereits auf Betriebssystemebene unterscheidet, ist eine umfangreiche Aufarbeitung der Daten zum Tausch notwendig. Bei der Kopplung aus dem Bus in den PC werden die Daten zunächst übersetzt und als ASCII-File auf dem PC abgelegt. Das Sauenplanerprogramm greift auf diese Datei zu und liest die Daten ein. Bei Daten die aus dem PC auf den Bus laufen, z. B. Kommentare die auf dem PC angelegt werden, läuft der Austausch genau umgekehrt. Im Gegensatz zum Bus, wo die Daten ständig getauscht und aktualisiert werden, läuft die Kopplung nur einmal täglich, in der Regel vor dem nächsten Futterneustart. Dadurch wird gewährleistet, daß für die neue Futterperiode die neuesten Daten zur Verfügung stehen.

4. Voraussetzungen für ein Bussystem

Ein Prozeßrechner, der die zu steuernden Maschinen zentral verwaltet, ist für eine bestimmte Anzahl von Maschinen ausgelegt. Übersteigt die Anzahl der zu steuernden Maschinen die maximal zu steuernden Maschinen eines zentralgesteuerten Prozeßrechners, so werden weitere Prozeßrechner benötigt. Sind die Funktionen der Maschinen auf gemeinsame Daten angewiesen (Expertensystem), so ist eine Vernetzung (Datenbus) der einzelnen zentralgesteuerten Prozeßrechner erforderlich.

Werden die zu steuernden Maschinen mit einer eigenen Intelligenz und einem Datenbus ausgestattet, so entfällt die Vielzahl von Kabeln vom Prozeßrechner zur zu steuernden Maschine. Die zentralgesteuerten Maschinen werden nun zu dezentralgesteuerten Maschinen. Die Prozeßrechner sind nicht nur über ein Datenbussystem untereinander vernetzt, sondern auch die Ansteuerung der zu steuernden Maschinen geschieht hierbei über ein Datenbussystem. Wir erhalten somit eine Vielzahl von Datenbussystemen, die in verschiedenen Ebenen angeordnet sind. Siehe Bild 2.

Sollen Maschinen verschiedener Hersteller in einem Betrieb genutzt werden, so muß entweder ein gemeinsamer Datenbus genutzt werden oder ein Server, der unterschiedliche Datenbussysteme unterstützt. Siehe Bild 3.

Für den Datenaustausch ist eine gemeinsame Schnittstelle erforderlich. An einer gemeinsamen Schnittstelle wird zur Zeit in verschiedenen Ländern auf nationaler und internationaler Ebene gearbeitet. Sowohl im Rinder- als auch im Schweinebereich hat man sich für den Datenaustausch nach ADIS / ADED ISO11787 entschieden. Im Rinderbereich ist der Datenaustausch nach ADIS / ADED bereits ISOfiziert.

Im Schweinebereich wird zur Zeit noch an einem ISO-Standard gearbeitet, wobei ein gutes Konzept auf holländischer nationaler Ebene vorliegt.

Für ein gemeinsames Datenbussystem könnte auf vorhandene Bussysteme (BioBus, MiNet, Profibus, Interbus, Lonbus, Ethernet, Arcnet, etc.) aus der Industrie zurückgegriffen werden.

Abb. 1 Zentralgesteuerter Prozeßrechner für Abruffütterungen

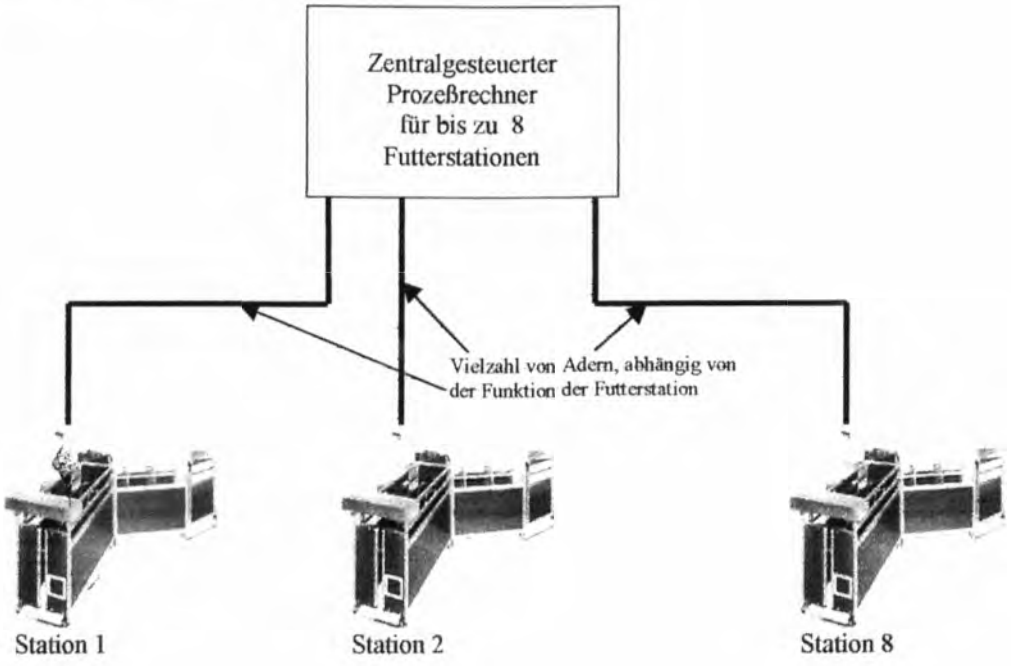


Abb. 2 Dezentralgesteuertes Fütterungsstem mit BioBus und MINet

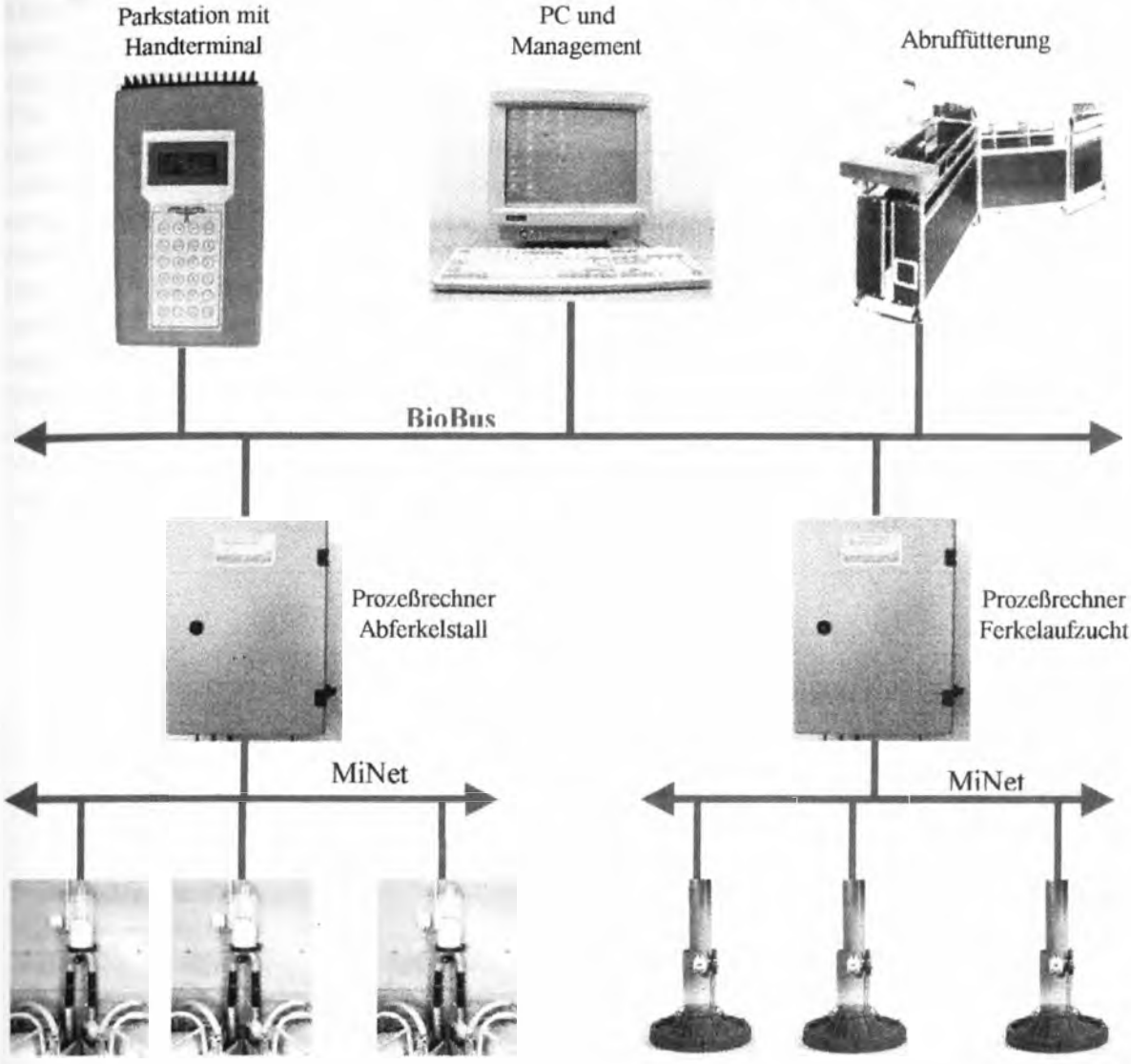


Abb. 3 Datenaustausch mit einheitlichem Bussystem oder mit einem Serversystem

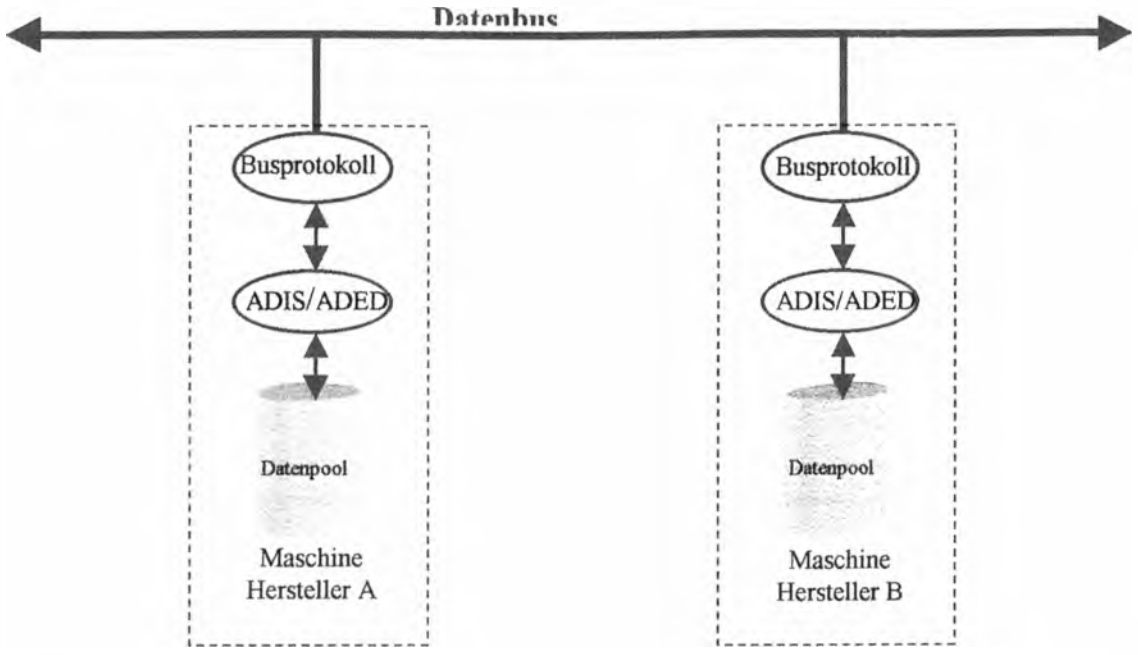
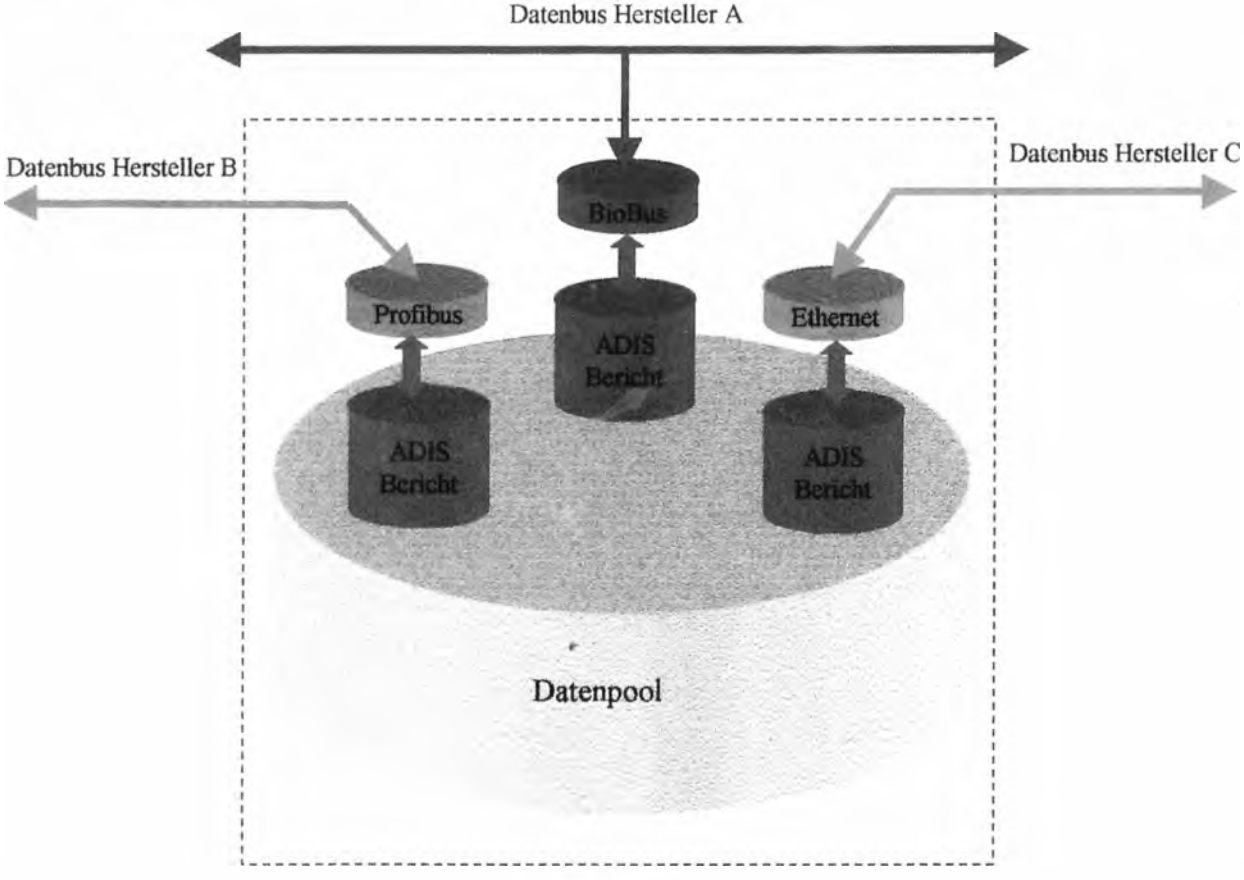


Abb. 4 Server unterstützt unterschiedliche Datenbussysteme



5. Vorteile eines Bussystems mit einheitlichem Datenaustausch

Bussysteme mit einheitlichem Datenaustausch vereinen eine Vielzahl von Vorteilen.
Durch den Wegfall vieler Kabelverbindungen wird der Installationsbedarf im Vergleich zu herkömmlichen Systemen erheblich reduziert. Neben reduzierten Investitionskosten hat dies eine geringere Störanfälligkeit des Systems zur Folge.
Die verbundenen Systeme arbeiten weiter selbständig, der Ausfall eines Teilbereiches hat nicht den Zusammenbruch des kompletten Systems zur Folge. Durch den Datenaustausch der verschiedenen Teilsysteme untereinander wird eine Vereinfachung der Datenerfassung erreicht. Sowohl Datenerfassung als auch Management werden erheblich rationalisiert.
Herstellerübergreifende Bussysteme ermöglichen es dem Anwender, Geräte verschiedener Hersteller miteinander zu verbinden und machen ihn bei Betriebserweiterungen von bestimmten Anbietern unabhängig. Im Gegenzug dazu ist es dem Anbieter möglich, auch an solche Anwender Geräte zu liefern, die bereits Fremdfabrikate betreiben.
Betriebsübergreifende Bussysteme erlauben einen systematischen Qualitätsnachweis durch Auswertung einheitlicher Daten verschiedener Betriebe und eine erleichterte Nachvollziehbarkeit von Herkünften. Im Anwenderbetrieb werden für das Management bedeutsame Daten, wie z.B. Futteraufnahmen, Kosten u.ä. konzentriert archiviert und zugreifbar.

6. Summary

The advantage of a bus system is its flexibility with regard to extensions. Without a bus system the controled machine is connected with the process control via a number of cables. Whenever the controled machine has to be changed in its function, there is not only the need for a few more i-o-ports, furthermore a number of additional cables has to be installed from the process control to the connected machines.
The connected systems are staying independend. In case of damage of one system, the other systems keep on working.
The communication between the connected systems eases data input and management. The common bus system allows it to connect machines from different suppliers.
The user does not depend on one company and the system manufacturer is able to sell systems to users of competition systems.

Der Außenklima-Kistenstall für Mastschweine mit und ohne Stroh – Ausgewählte Aspekte und Kriterien im Vergleich

Outside climate kennel-housing for fattening pigs bedded or unbedded – Selectet aspects in comparison

HORNAUER, NORBERT[1], HAIDN, BERNHARD[1], SCHÖN, HANS[1]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Vöttinger Straße 36, D - 85354 Freising-Weihenstephan

1 Einleitung

Der Zwang die Produktionskosten zu senken, die Haltungsbedingungen zu verbessern und die Emissionen zu mindern führt zu neuen Systemen in der Mastschweinehaltung. Ein solches ist der Außenklima-Kistenstall, nicht wärmeisoliert, frei belüftet, mit den Funktionsbereichen Ruhen in einer Kiste als Kleinklimazone, Fressen, Koten. Zwei Ausführungen werden unter praktischen Bedingungen mit einem konventionellen Warmstall verglichen.

2 Material und Methode

Systemvergleiche auf mehreren Betrieben sind schwer möglich. Mit Unterstützung des BMELF wurde 1997 auf einem Praxisbetrieb ein Außenklimastall mit Ruhekisten und Teilspaltenboden auf Flüssigmistbasis für 600 Mastschweine errichtet. Auf diesem Betrieb mit insgesamt 1 000 Mastschweineplätzen können in drei getrennten Hauptversuchseinheiten mit je 64 Tieren ein konventioneller Warmstall mit Spaltenboden, abgekürzt WSpalten, ein Außenklimastall mit Ruhekisten und Spaltenboden (AKSpalten) und ein Außenklimastall mit Ruhekisten und eingestreutem Kotplatz (AKStroh) direkt verglichen werden. Diese Dreiteilung geht auf die systembedingten Anforderungen bestmöglich ein und minimiert den Betriebsleitereinfluß. Die Untersuchungen zur Bauausführung, dem Stallklima, dem Tierverhalten, den Kosten und Leistungen liefern daher praxisnahe und vergleichbare Ergebnisse.

2.1 Versuchsstall

Der Versuchsstall steht nördlich von München auf einer Einöde in 490 m über NN. Die Stallhülle (Abbildung 1) besteht aus einer freitragenden Halle mit 12,50 m Achsmaß, neun Binderfeldern zu 5,5 m und einer Traufhöhe von 3,50 m. Die Giebelwände sind geschlossen. Die Seitenwände weisen an der Basis einen Schlitz (8 cm) zur Kistenbelüftung auf. Ab Kistenoberkante bis zur Traufe erlaubt die Schlitzwand (5 cm Brett, 2,5 cm Schlitz) eine freie Lüftung, die mit einer Wickelfolie variiert werden kann. Der nach Osten offene First (Sheddach mit Spaceboard) kann im Winter über eine Winde mit einem Brett verschlossen werden. Die dampfdiffusionsoffene Unterspannbahn unter den Koppelpfetten bildet einen hinterlüfteten Dachkasten. Die Buchten (Breite 2,50 m) sind zweireihig, firstparallel mit einem mittigen

Treibgang angeordnet. Wandseitig stehen als Kleinklimazone isolierte Ruhekisten (l 2,5 b 2,5 h 0,9 m), die zur Stallmitte mit einfachen Folienstreifen abgeschlossen sind. Die Kistendeckel sind zur Tierkontrolle über vier Motoren und Seilzüge für jedes Stallviertel gemeinsam anzuheben. Eine Bucht bietet in der Vormast (bis 35 kg) 32 Tieren, in der Haupt- und Endmast 16 Tieren Platz. In der Kiste stehen dann noch 0,4 m², in der Bucht 1 m² je Tier zur Verfügung. Gefüttert wird über Rohrbreiautomaten (in den Buchtenwänden). Der Freß- und Kotbereich ist mit Spaltenboden ausgelegt, die Güllekanäle werden im Wechselstauverfahren entleert.

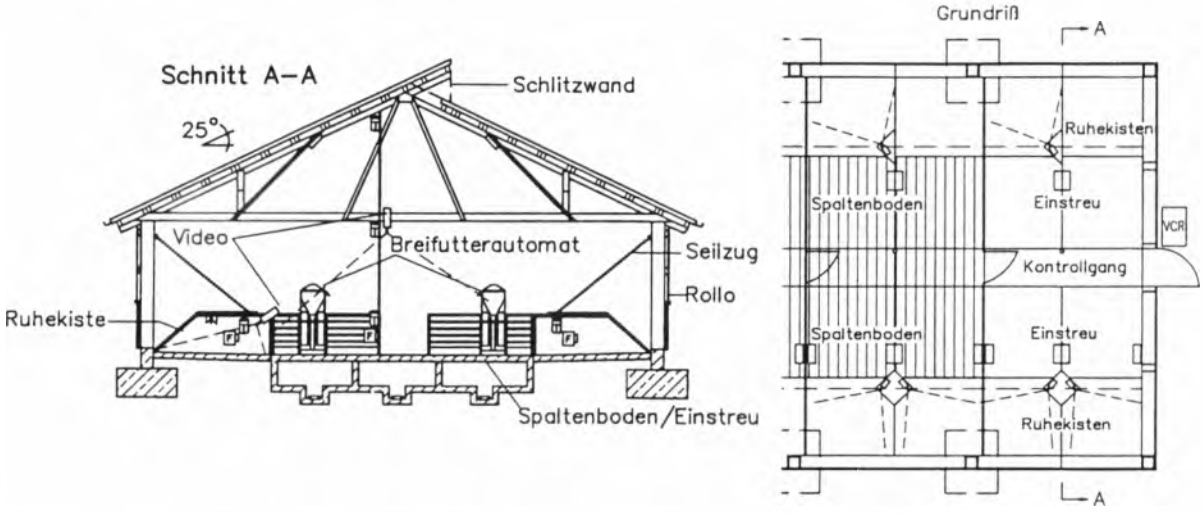


Abb. 1: Schnitt und Grundriss des Außenklimastalls mit Ruhekisten und Teilspaltenboden bzw. eingestreutem Kotbereich; Meßstellen von Stallklima und Tierverhalten.
Cut and groundplan of the outside climate housing with kennels and slatted floor resp. bedded dunging area; Points of measurement for microclimate and animal behaviour

In den jeweils durch eine Folienwand abgetrennten Binderfeldern 8 und 9 befinden sich zwei Hauptversuchsabteile (Abbildung 1). Das Abteil AKSpalten ist baugleich mit den restlichen sieben Binderfeldern. Im Abteil AKStroh sind die Betonspalten mit zementgebundenen Holzfaserplatten abgedeckt, die zur schnelleren Jaucheableitung alle 15 cm eine Bohrung (10 mm) aufweisen. In diesen Bereich werden täglich 100 Gramm Stroh je Tier eingestreut und alle zwei Tage entmistet. Die Einstreu bindet Flüssigkeiten und dient zusätzlich als Spielmaterial.

2.2 Stallklimaerfassung

Die wichtigsten Kenngrößen des Stallklimas, Temperatur und relative Luftfeuchte, werden in den drei Hauptversuchsabteilen (WSpalten, AKSpalten, AKStroh) und im unbeeinflußten Bereich des Außenklimastalles (ebenfalls AKSpalten) über zwei Jahre kontinuierlich gemessen (strahlungsgeschützte PT100, Rotronic, Einkanaldataloggern für Temperatur und Feuchte (Tinytalk und Tinytag)). Die obere Meßbereichsgrenze der Geräte für die relative Luftfeuchte von 98 bzw. 95 % ist für diese Erfassungen im Gebäudeinneren ausreichend. Werte über 100 % sind einer absoluten Sättigung gleichzusetzen. Im Stall befinden sich jeweils ein Temperatursensor in 0,50 m (Tier), in 1,7 m (Mensch), und in 6 m (Dach), sowie ein Feuchtesensor in 1,7 m Höhe. In den Ruhekisten sind an der Buchtenwand in Tierhöhe autarke Datalogger vor den Schweinen gesichert aber meßtechnisch unbeeinflußt, installiert. Zusätzlich sind wettergeschützte Außensensoren am Lufteintritt in die Versuchseinheiten und 5 m westlich

des Außenklimastalles angebracht. Vier weitere Temperatursensoren erfassen die Ein- und Austrittstemperaturen in der Dachhinterlüftung. Die kontinuierlichen Sensorwerte werden viertelstündlich als Mittelwerte im Meßrechner abgelegt bzw. die Momentanwerte in den Dataloggern gespeichert. Zur weiteren Einordnung der Stallklimaverhältnisse können auch die Daten der 150 m östlich des Stalles positionierten Wetterstation herangezogen werden (Temperatur, Feuchte, Globalstrahlung, Windrichtung und –stärke). Über das Jahr wird an ausgewählten Tagen die Beleuchtungsstärke in den einzelnen Funktionsbereichen in Tierhöhe gemessen. Die Schadgaskonzentrationen und –Emissionen in diesen Systemen werden ebenfalls ermittelt.[1)]

2.3 Tierverhalten

Das Tierverhalten wird mit acht lichtempfindlichen elektronischen Kameras, einem Achtkanal-Multiplexer und einem Langzeitvideorecorder zu Mastbeginn, beim Umstallen (Gruppenteilung) sowie in der Haupt- und Endmast über mehrere Tage aufgezeichnet. In jeder Versuchseinheit sind drei verschiedene Belegdichten anzutreffen. Das Verhalten kann in drei unterschiedlich belegten Kisten mit je einer Kamera und Minimalbeleuchtung sowie das Verhalten im Freß- und Kotbereich in allen Hauptversuchsbuchten festgehalten werden. Ausgewertet wird der Aufenthaltsort, die Auslastung der Funktionsbereiche, die Körper- und Rüsselposition beim Liegen in der Kiste sowie das erkennbare Verhalten und dessen Anteile. Besonderes Augenmerk gilt dabei den Zusammenhängen von Belegdichte, Witterung, Lüftungsmanagement und Extremsituationen.

2.4 Investitionen, Kosten und Leistungen

An Hand der Belege und den ausführlichen Arbeitszeitprotokollen des Bauherrn können die Investitionen den einzelnen Gebäudeelementen zugeordnet werden. Die Arbeitsstunde aller am Bau beteiligten Hilfs- und Fachkräfte fließt dabei mit durchschnittlich 25 DM ein.

Die Ferkel der Kreuzung PI x DL werden als geschlossene Partie von einem Systemferkelaufzuchtbetrieb bezogen. Die Vermarktung erfolgt gewichtsabhängig hauptsächlich an den Erzeugerring. Das Landeskuratorium für Tierische Veredelung in Bayern e. V. erfasst die Betriebsmittel und kontrolliert die Leistungen. Zusätzlich werden alle 192 Tiere in den Hauptversuchseinheiten mit einer elektronischen Ohrmarke versehen. Einzeltierwiegungen im zwei- und vierwöchigen Rhythmus halten den Wachstumsverlauf fest und ermöglichen Bezüge zu Belegdichte, Klima, Tierverhalten, Parasitosen und Krankheiten der Atemwege. Die Schlachthofauswertungen sind den jeweiligen Tieren und Haltungssystemen zuordenbar.

3 Ergebnisse

Die Untersuchungen dauern noch an. Nachfolgend sollen erste Ergebnisse aus diesem direkten Systemvergleich dargestellt werden.

[1)] STEGBAUER, NESER, GRONAUER, SCHÖN (1999): Vergleich der Emissionen klima- und umweltrelevanter Gase aus verschiedenen Mastschweinehaltungssystemen, Internationale Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 9. und 10. März 1999, Freising-Weihenstepahn, Tagungsband

3.1 Stallklima und Tierverhalten

Die in Tabelle 1 dargestellten Temperaturen belegen, daß den Tieren die überwiegende Zeit eine warme Kleinklimazone zur Verfügung steht, der Stall Temperaturschwankungen abmildern kann und abgesehen von wenigen Extremwerten die Abweichungen in der isolierten Ruhekiste gering sind. Die Stalltemperaturen im eingestreuten Außenklimastall liegen wegen des höheren Außenflächenanteils rund ein Kelvin niedriger. Die durchschnittliche relative Luftfeuchte beträgt im System AKSpalten im Stall 72 %, in der Kiste 59 % und in der Variante AKStroh 63 % bzw. 55 %.

Tab.: 1 Temperaturen in den unterschiedlichen Stallsystemen von Nov. 1997 bis Sept. 1998
Temperature in different housing systems from Nov. 1997 until Sept. 1998

27 000 Datensätze	Außen	AKSpalten		AKStroh		WSpalten
Temperatur		Stall	Kiste	Stall	Kiste	
Durchschnitt [°C]	9,1	13,2	22,7	12,4	21,9	20,1
Minimal [°C]	-13,3	-6,3	8,0	-5,6	8,4	14,2
Maximal [°C]	35,3	34,6	35,3	34,5	34,9	31,1
Standardabweichung	8,4	7,0	5,2	7,4	5,3	2,7

In der kalten Jahreszeit ist die Mastschweinehaltung im Außenklimastall unproblematisch, da die Tiere hauptsächlich in der warmen Ruhekiste verweilen. Verhaltens- und Leistungsabweichungen sind daher unbegründet. Besonderes Augenmerk verdienen hingegen Extremsituationen im Sommer, wie sie in Abbildung 2 und 3 dargestellt sind. Die niedrige Kistenfeuchte gleichen die Tiere selbst aus, legen ihren Rüssel durch den Vorhang bzw. an den Lüftungsschlitz und atmen feuchtere Stalluft. Die Stall- und Kistenpemperaturen folgen der Außentemperatur zeitlich versetzt. Bei hohen Temperaturen halten sich die Tiere häufiger außerhalb der Kiste auf. Um die hohe Belastung bei Hitzeperioden für die Tiere zu mildern, muß auf maximale, ungehinderte Querlüftung geachtet werden. Dies wird durch Tag und Nacht vollständig geöffnete Schlitzwände und etwa 30 cm angehobene Kistendeckel erreicht. Geschieht dies zu langsam oder zu verhalten, sinkt die Attraktivität der Ruhekiste, die Schweine tauschen die Funktionsbereiche Liegen und Koten und bereiten sich eine Ersatzsuhle auf planbefestigtem Untergrund. Dieser Funktionstausch war jedoch nur im System mit Spaltenboden für etwa drei Wochen anzutreffen. Eine Verbesserung konnte durch eine Schweinedusche erzielt werden.

3.2 Investitionen, Kosten und Leistungen

Einschließlich der Arbeit wurden je Endmastplatz 732 DM investiert (inkl. MwSt, ohne Versuchseinbauten). Mit einem Anteil von 18 bzw. 19 % nimmt die Aufstallung und die Fütterung vor der Gründung (13 %), vor den Außenwänden und dem Dach (je 11 %) den größten Anteil ein. Der Güllebehälter (530 m³) beanspruchte 5 %, die Lüftungstechnik 3 %. Auch unter Beibehaltung der sehr soliden Ausführung ergeben sich insbesondere bei der Gründung und der Dachausführung noch Einsparmöglichkeiten.

Die Futteraufnahme liegt bei 2,97 kg/kg, die Futterkosten bewegen sich knapp unter 90 DM/Tier. Dank des niedrigen Energiebedarfs belaufen sich die sonstigen variablen Betriebs-

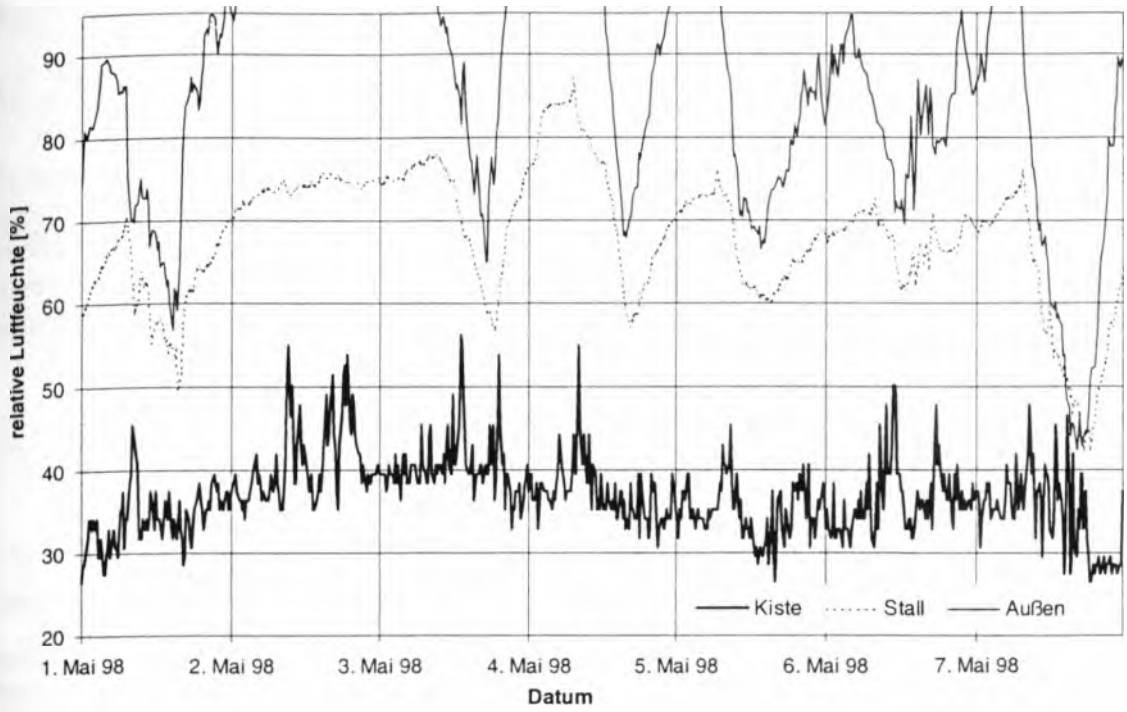


Abb.: 2 Verlauf der relativen Luftfeuchte in der Kiste, im Stall, Außen; Extremsituation 1998
Run of humidity inside kennel, inside house and outside; extrem situation 1998.

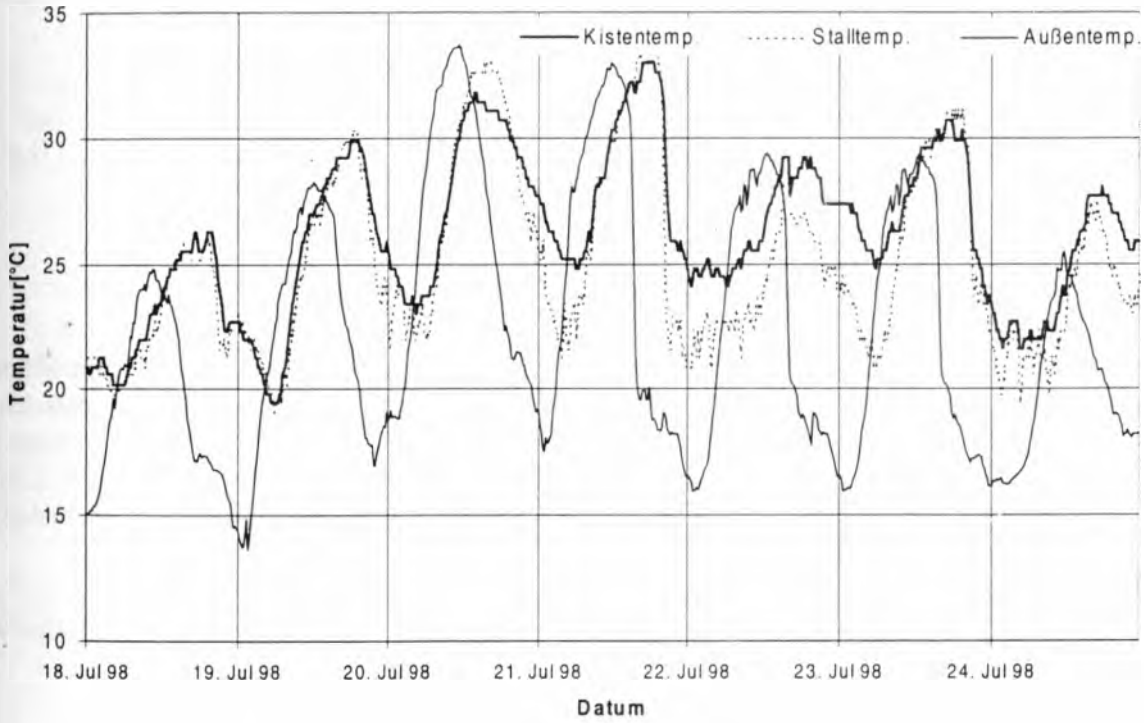


Abb. 3: Verlauf der Temperatur in der Kiste, im Stall, Außen; Extremsituation 1998
Run of temperature inside kennel, inside house and outside; extrem situation 1998.

kosten im Außenklimastall je Tier auf 7,80 DM und liegen deutlich unter denen des Warmstalles von 15,- DM.

Die tierischen Leistungen der ersten beiden Durchgänge sind in Tabelle 2 zusammengefaßt. Bei den täglichen Zunahmen, der Ausschlachtung, der Leitfähigkeit und der Fleischdicke traten keine nennernswerten Unterschiede zwischen den Systemen auf. Signifikant bessere Ergebnisse liefert bislang der Außenklimastall mit Einstreu (AKStroh) bezügl. der Parameter Magerfleischanteil, Speckdicke, Preisgruppe, Bauchbewertung und Erlös. Im konventionellen Warmstall (WSpalten) blieben die Tiere länger im Stall, wurden schwerer, insgesamt schlechter beurteilt und gaben zu etwas mehr Beanstandungen Anlaß. Dies ist auf Unterschiede im Management zurückzuführen.

Tab. 2: Mast- und Schlachtleistungsdaten im Systemvergleich
Animal performance in the housing systems in comparison

	Tierzahl				Leistung			
Stallsystem	AKSpalten	AKSpalten	AKStroh	WSpalten	AKSpalten	AKSpalten	AKStroh	WSpalten
Parameter	Hauptversuchseinheiten				Hauptversuchseinheiten			
tägliche Zunahmen [g/d]	566	103	98	88	725 ^{a}	723 ^{a}	736 ^{a}	724 ^{a}
Ausschlachtung [%]	566	103	98	88	79,5 ^{a}	79,4 ^{a}	79,4 ^{a}	78,6 ^{a}
Magerfleischanteil [%]	561	103	98	87	57,3 ^{a}	58,0 ^{a}	58,7 ^{b}	57,6 ^{a}
Speckdicke [mm]	561	103	98	87	16,2 ^{a}	15,6 ^{a}	14,7 ^{b}	15,9 ^{a}
Fleischdicke [mm]	561	103	98	87	65,7 ^{a}	67,0 ^{a}	66,9 ^{a}	66,0 ^{a}
Leitfähigkeit	268	64	57	56	6,2 ^{a}	6,2 ^{a}	6,2 ^{a}	6,0 ^{a}
Reflexionswert	268	64	57	0	51,8 ^{a}	48,6 ^{a}	50,3 ^{a}	./.
Handelsklasse [E = 1, U = 2, ...]	562	103	98	87	1,24 ^{a}	1,17 ^{a}	1,09 ^{a}	1,21 ^{a}
Preisgruppen	562	103	98	87	3,74 ^{a}	3,32 ^{a}	2,94 ^{b}	3,55 ^{a}
Bauchbewertung	561	103	98	87	5,03 ^{a}	5,35 ^{a}	5,76 ^{b}	5,24 ^{a}
Erlös [DM/Tier]	566	103	98	88	217,8 ^{a}	219,0 ^{ab}	226,0 ^{b}	217,0 ^{a}
Lebendgewicht [kg]	566	103	98	88	112,6 ^{a}	113,5 ^{b}	115,09 ^{c}	118,03 ^{d}
Schlachtgewicht [kg]	566	103	98	88	89,56 ^{a}	90,13 ^{ab}	91,39 ^{bc}	97,76 ^{c}
Stalltage [d]	566	103	98	88	118,5 ^{a}	121,0 ^{a}	120,7 ^{a}	126,1 ^{b}
Leber/Lungen beanstandet [%]	566	103	98	88	6,9	10,7	10,2	12,5

Einfaktorielle Varianzanalyse, $p \leq 0,05$; Werte mit unterschiedlichen Indices unterscheiden sich signifikant voneinander

4 Fazit

Dieser Außenklimastall zeichnete sich im ersten Betriebsjahr im Vergleich zu herkömmlichen Haltungsverfahren durch geringere Investitionen, niedrigere Betriebskosten und überdurchschnittliche tierische Leistungen aus. Die isolierten Kisten bieten einen ausreichend temperierten Ruheplatz. Heiße Sommersituationen bedürfen neben einem hervorragenden Lüftungsmanagement zusätzlicher Kühlmöglichkeiten. In der tierischen Leistung traten bislang keine systembedingten Unterschiede auf.

5 Summary

Outside climate housing is a new and very reasonable possibility for fatten pigs. Insulated kennels cover the lying-zone. To manage animal behaviour in hot summer conditions maximum free air-flow is necessary. Management can lead bedded systems to higher animal performance.

Produktentwicklungen im Bereich der Heiz- und Lüftungstechnik für Schweineställe

Product-developments of heating and ventilation systems for pig houses

BÜSCHER, WOLFGANG

Institut für Agrartechnik und Landeskultur der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 06108 Halle

1 Einleitung

Die Entwicklung von Komponenten und Verfahren der Heiz- und Lüftungstechnik sollte sich vorrangig an den Anforderungen der Tiere orientieren. Hinsichtlich des Wärmebedarfs und der Luftqualität gibt die Schweinehaltungsverordnung [5] einzuhaltene Grenzwerte vor. Baurechtliche Rahmenbedingungen (z.B. die DIN 18910 [3]) sind wärmetechnisch ebenfalls zu berücksichtigen, um eine gewünschte Raumtemperatur zu erreichen.

Von den Landwirten werden an die Heiz- und Lüftungstechnik vorrangig ökonomische Forderungen gestellt. Bau- und Betriebskosten sind zu minimieren, wobei den Energiekosten immer größere Aufmerksamkeit geschenkt wird. Mit zunehmender Spezialisierung gewinnen Aspekte der Luftqualität auch für den Tierhalter an Bedeutung. Die große Zahl von Stallstaub-Allergien sensibilisiert praktische Landwirte, da diese Berufskrankheit die Gesundheit nachhaltig beeinträchtigt.

Die Anforderungen der herstellenden und montierenden Industrie sind schwierig zu fassen. Modularität, Langlebigkeit, Bedienerfreundlichkeit und die Übernahme von Industriestandards sind Forderungen, die allgemein an die Komponenten gestellt werden. Die Kompatibillität der vernetzten Komponenten untereinander setzt die Standardisierung der BUS-Kommunikation voraus. Die Gebäudeleittechnik in der Industrie dient als Vorlage für die Vernetzung der Lüftungsanlagen-Bauteile.

2 Entwicklungbeispiele

Die Vielzahl der Einzelentwicklungen zwingt zu eine Eingrenzung auf folgende Bearbeitungsschwerpunkte:

- Warm-Wasser-Heizungssysteme
- Zuluft
- Abluft
- Anlagensteuerung
- Verfahren der freien Lüftung

In den eigenen, laufenden Untersuchungen werden vorrangig Fragen des Energiekonsums, der Raumluftqualität und der Quellemissionen bearbeitet).

2.1 Warm-Wasser-Heizungsverfahren

Mit zunehmender zeitlicher Auslastung der Heiztechnik und größer werdenden Tierbeständen gewinnen die Zonenheizungsverfahren auf Warm-Wasser-Basis an ökonomischer Vorzüglichkeit. Auch die Nutzungsmöglichkeit von Abwärme, z. B. von Blockheizkraftwerken (BHKW), ist bei steigenden Energiepreisen und den Netz-Einspeisungsvergütungen für die Landwirtschaft ein wichtiges Argument für die Warm-Wasser-Heiztechniken.

Fußbodenheizungen bieten eine Strukturierung des Aufenthaltsbereichs der Tiere mit geschlossenen Liegezonen. Die Verschmutzungsgefahr ist gering, wenn die beheizten Zonen nicht am Buchtenrand und nicht im Tränkebereich angeordnet sind. Eigene Untersuchungen in der Ferkelaufzucht belegen, daß die Raumtemperaturen wesentlich gesenkt werden können, wenn im Liegebereich ausreichend Wärme angeboten wird. Hierdurch konnten die Wärmeverluste durch die Lüftung vermindert und eine Verbesserung der Luftqualität erreicht werden.

Voraussetzung für ein homogenes Wachstum der Tiergruppe ist eine ausreichende Bemessung der Liegefläche und eine homogene Wärmeverteilung in der Bucht wie auch im Abteil. Um das Wärmeangebot bedarfsgerecht zu steuern, können Temperaturkurven abgefahren werden. Wichtigster Indikator für die Temperatursteuerung ist jedoch das Liegeverhalten der Tiere.

Für die einphasige Aufzucht sind Niedertemperatur-Strahlungsheizungen auf Warm-Wasser-Basis in der Erprobungsphase. Dabei werden die wasserdurchströmten Aluminium-Strahlungsprofile in die Abdeckung des Ferkelnestes integriert. Zur Reinigung und im Sommer werden die Abdeckungen nach oben geschwenkt. Für eine maximale Energieabgabe durch Strahlung sind die Profile schwarz eingefärbt. Erste Messungen belegen, daß die Wärmeverteilung im Bodenbereich sehr homogen ist und der Energiekonsum vergleichbar mit Kontaktheizungen ist. Es ist beabsichtigt, mit dem Hersteller Trennwandheizungen zu entwickeln, auf denen die üblichen Stegplatten- Trennwände aufgesetzt werden können.

2.2 Zuluft

In den Typenställen der neuen Bundesländer lassen sich Frischluftelemente in die standardisierten Fensteröffnungen nutzen. Voraussetzung für den Einsatz dieser Einzelelemente ist ein eigener Stellantrieb jedes Elementes und eine wind- und temperaturabhängige Ansteuerung des Öffnungswinkels. Die Eindringtiefe des Luftstrahls kann hierdurch exakt eingestellt werden. Durch eine getrennte Ansteuerung ist gewährleistet, daß auf der windzugewandten Gebäudeseite der Strömungsquerschnitt in Abhängigkeit vom Staudruck auf das Gebäude einstellbar ist.

Für besonders zugluftempfindliche Tiere oder bei sehr niedrigen Stalldecken steht eine Vielzahl von Lochplatten für den Einsatz von Rieselkanälen zur Verfügung. Sie unterscheiden sich durch die Anzahl und den Durchmesser der Löcher. Die Prüfstandmessungen der DLG konnten in den eigenen Untersuchungen bestätigt werden. Bei sachgerechter Dimensionierung ist der Luftaustritt gleichmäßig und langsam (Abbildung 1). Ein Mindestabstand von einem Meter zwischen Stallwand und Rieselkanal hat sich bewährt, damit sich die einströmende Zuluft nicht an der Wand einschnürt und beschleunigt.

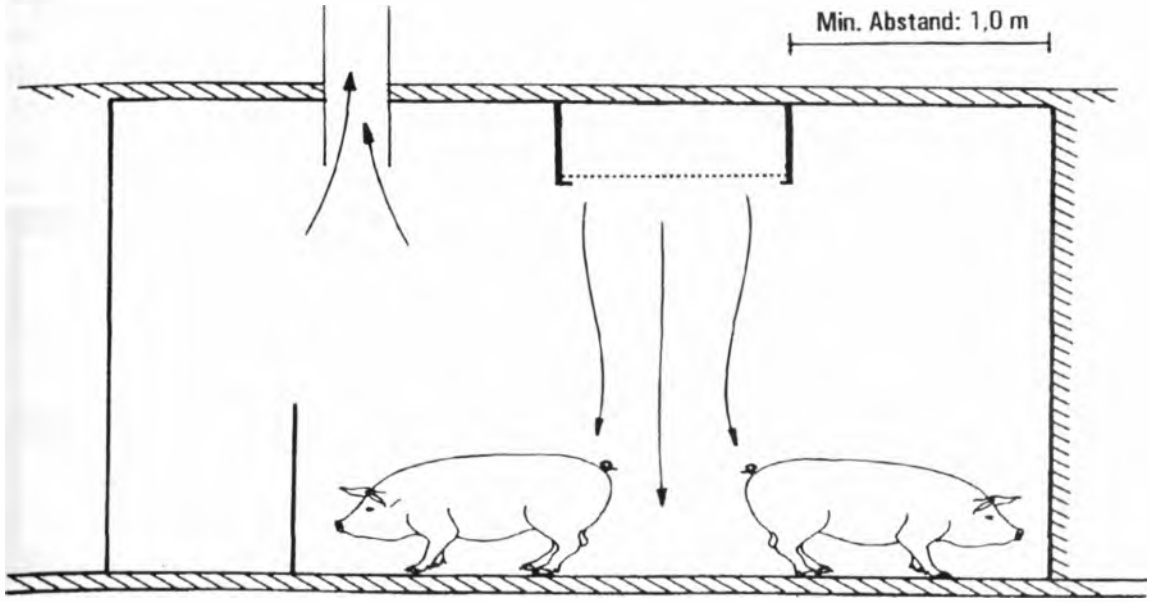


Abb. 1: Funktionsprinzip der Rieselkanallüftung und Kanalanordnung
Air distribution by perforated channels, principle and channel position

2.3 Abluft

Besondere Einsparungsmöglichkeiten bestehen seit der Entwicklung der EC-Ventilatoren. Die neue Gleichstrom-Antriebstechnik verleiht diesem Ventilatortyp eine nahezu lineare Leistungsaufnahme in Abhängigkeit zur Drehzahl. Großes Einsparungspotential zeigte sich im abgeregelten Bereich des Ventilators. Durch veränderte Antriebstechnik ist die Drehzahl wesentlich stabiler, was die Unempfindlichkeit des Ventilators gegenüber windinduzierten Druckschwankungen erhöht. Die Ventilatoren lassen sich sowohl über den 0 - 10 Volt Gleichstromausgang wie auch über eine BUS-Vernetzung ansprechen [2]. Dadurch sinkt der Verdrahtungsaufwand; allerdings sind die nutzbaren ökonomischen Effekte gering.

2.4 Anlagensteuerung

Unabhängig von der installierten Verfahrenstechnik werden zukünftig die Anlagen von Prozeßcomputern gesteuert. Es handelt sich bei diesen "Klimacomputern" um P-I-D-Regler, die die Signale der Sensoren digital, mit Prozessoren verrechnen können. Dabei steht die Abkürzung P-I-D für die Berechnungsmethoden "Proportional-Integral-Differential".

Damit der Prozeßrechner zur Anlage paßt, müssen die verwendeten Komponenten elektrotechnisch aufeinander abgestimmt sein [2]. Elekrotechnisch lassen sich die verschiedenen Steuergeräte mit Hilfe der Anzahl und Kategorie der Ein- und Ausgänge beschreiben. Es müssen zukünftig vier Kategorien von Ausgängen bei Regelgeräten unterschieden werden:

- *Relais* sind lediglich für die Ein/Aus-Steuerung von Aktoren (z. B. Heizung ein/aus);
- *Gleichstromausgänge* (*0-10 Volt oder 0-24 Volt*) sind in der Regel für einen linearisierten Aktoreneinsatz vorgesehen (z. B. Stellmotoren für 0 - 90° Winkelstellung);

- *Wechselstromausgänge* sind für die Ansteuerung der Ventilatoren üblich (230 Volt und 400 Volt-Anlagen);
- *LON-BUS-Anschlüsse* sind für die Vernetzung der Geräte vorgesehen. Dabei geht es um wechselseitigen Datenaustausch zwischen Steuergeräten und auch dem PC.

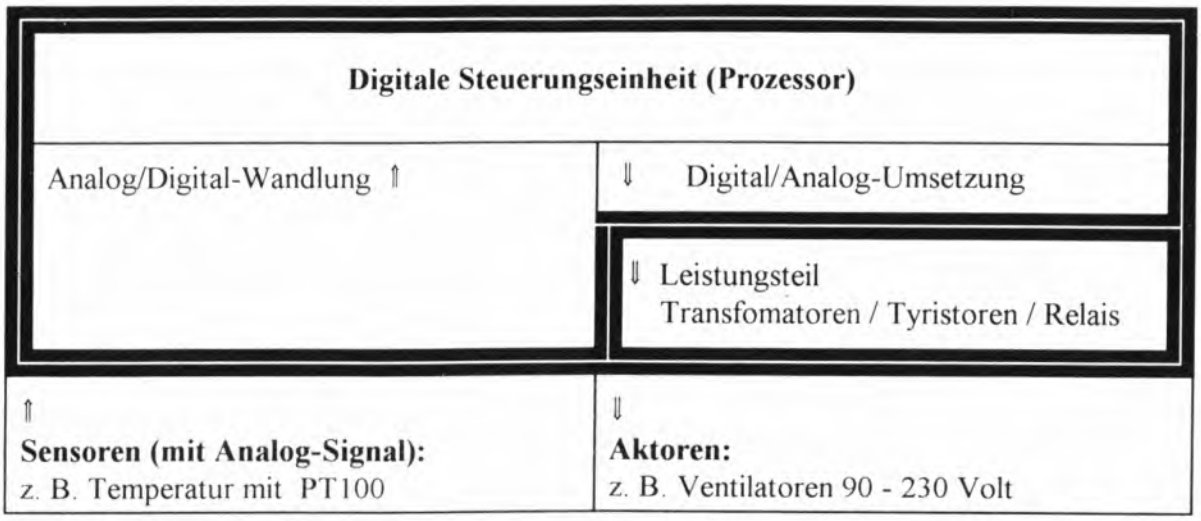


Abb 2: Funktionselemente digitaler Steuergeräte in Tierställen
Functional elements of digital controllers for animal houses

Elektrotechnisch befindet sich die Regelungstechnik für Lüftungsanlagen derzeit in einer Übergangsphase. Analog-Digital-Wandlungen (und umgekehrt) sind im Steuergerät notwendig siehe Abbildung 2). Zukünftig werden Anlagekomponenten mit kybernetischen Aufgaben über eigene Prozessoren verfügen und digital miteinander kommunizieren. Eine Standardisierung der Kommunikationsgrundlage ist daher notwendig. In einer Arbeitsgruppe deutscher Hersteller hat man sich 1997 auf den LON-BUS als Kommunikationsplattform für den wechselseitigen Datenfluß von Anlagenkomponenten geeinigt [1].

Große Anstrengungen werden unternommen, um die Einarbeitung und den Umgang mit digitalen Steuergeräten zur Lüftungsanlagen zu erleichtern. Symboltastaturen haben sich nicht bewährt, Textdisplays mit Hintergrundbeleuchtung scheinen sich durchzusetzen. Für die Einarbeitung werden Lehrgänge angeboten. Obwohl nahezu alle Prozeßrechner über die Möglichkeit der Gerätevernetzungen mit einem zentralen PC verfügen, wird diese Technik nur sehr zögernd nachgefragt. Auch hierfür bietet die LON-BUS-Technologie die Kommunikatonsgrundlage.

2.5 Verfahren der freien Lüftung

Über die Verfahren der freien Lüftung wird oft sehr unspezifisch diskutiert. So ist die freie Lüftung nicht zwangsläufig mit Außenklimabedingungen verbunden. Im Gegensatz zur Zwangslüftung verfügen frei belüftete Ställe lediglich nicht über Ventilatoren. Der Luftwechsel basiert in diesen Ställen auf thermischem Auftrieb und auf Windinduktionen (Tabelle. 1).

Ausgehend von Rinderställen haben sich Querlüftungen ebenfalls in Geflügelställen bewährt.

Auch für die Schweinehaltung werden Querlüftungen adaptiert, um einen kontrollierten Luftwechsel zu erreichen. Die Wickellüftung ist eine wichtige Weiterentwicklung für Schweineställe mit Querlüftung. Das Funktionsprinzip zeigt Abbildung 3. Die Jalousie läßt sich zum Anwärmen des Stalles weitgehend schließen. Sie kann je nach Ausführung von oben nach unten bzw. von unten nach oben geführt werden, um die Zuluftöffnung zu vergrößern. Wichtig für eine sichere Funktion der Querlüftung ist die Ausrichtung des Stalles am Standort (Längsachse des Stalles quer zur Hauptwindrichtung).

Tab. 1: Freie Lüftung *(Luftwechsel ohne die Nutzung von Ventilatoren);* Verfahren und Mechanismen für den Luftwechsel
Natural ventilation (air exchange without fans); systems and principles

	Luftwechsel ist abhängig von:	
Lüftungsverfahren	Wind	Thermik
Trauf-First-Lüftung	X	XX
Schachtlüftung	-	XXX
Querlüftung (z. B. Louisianaställe)	XXX	-
Kombinationen z. B. Spaceboard mit Firsthaube (Breite > 15 m)	XX	X
Offenfrontstall (keine Luftführung)	XXX	-

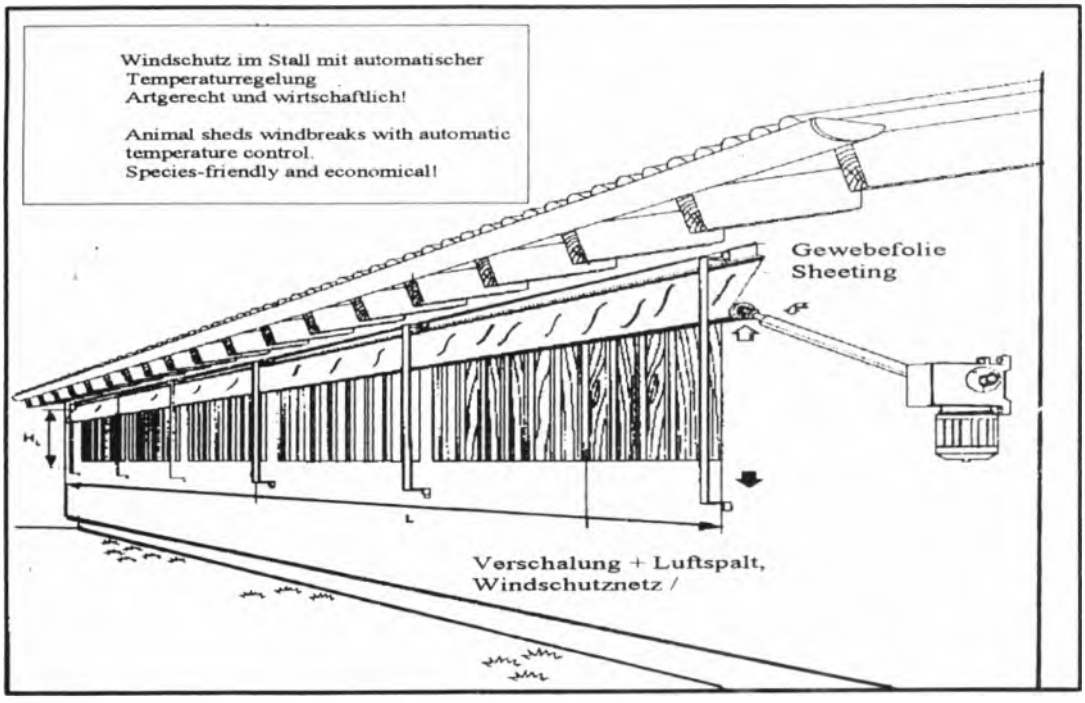


Abb. 3: Funktionsprinzip der Wickellüftung [4]
Principle of roller ventilation

3 Ausblick

Neu- und Weiterentwicklungen im Bereich der Heiz- und Lüftungstechnik werden auch in Zukunft für einen ständigen Informations- und Schulungsbedarf für Wissenschaft, Beratung und Anwender sorgen. Strukturelle Veränderungen und veränderte Marktanforderungen beschleunigen die Entwicklungsgeschwindigkeit. Besonders Gewicht hat bei steigenden Energiepreisen der sparsame Umgang mit Heiz- und Elektroenergie. Es bestehen große Einsparungsmöglichkeiten, die zukünftig besser genutzt werden sollten.

Summary

In Germany different important technikes are developed to create better indoor air quality, reduce energy consumption and reach higher economic efficiency in forced ventilated pig houses. The new technologies are located in the following ares: heating, air distribution, fans, controllers and free ventilation. An important development is a new fan generation, which reduces the electricity consumption about 20 to 40 %. The air distribution by perforated channels is the most used air inlet system. Special perforated materials for different volume rates ($m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$) are available. The LON-BUS is accepted as standard for communication between different micro controllers and the PC. Natural ventilation is more and more adapted for special requirements of pig production.

Literatur:

[1] BÜSCHER, W.: Aktuelle Entwicklungen an Prozeßrechnern zur Steuerung des Stallklimas. Tagungsband 11 der 19. GIL-Tagung, S. 14 - 17, ISBN 3-932987-00-4, 1998

[2] BÜSCHER, W.: Entwicklungsstand von Prozeßrechnern zur Stallklimasteuerung. Landtechnik, 53/1998, H. 5; S. 322 - 323

[3] DIN 18 910 Wärmeschutz geschlossener Stallanlagen. Wärmedämmung und Lüftung, Planungs- und Berechnungsverfahren. Beuth Verlag, Berlin, 1992

[4] LOCK: Firmeninformationen der Firma Lock A75.20, 1998

[5] Verordnung zum Schutz von Schweinen bei Stallhaltung (Schweinehaltungsverordnung) 1994, Bundesgesetzblatt I, S. 312

Effizenz verschiedener Regelsysteme bei Stalllüftungen

Efficiency of different control-systems for ventilation plants in pig fattening houses

CIELEJEWSKI, HORST, RATSCHOW, JENS-PETER

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Schorlemerstraße 26, 48143 Münster

Versuchsaufbau und -methoden

Der Versuch wurde in einem Schweinemaststall mit drei Abteilen zu je 120 Mastplätzen durchgeführt. Die Abteile waren mit Vollspaltenboden, Flüssigfütterung mit Quertrogaufstallung und mittigem Futter- und Kontrollgang ausgestattet.

Die Zuluft für jedes Abteil wurde über zwei Rieselkanäle aus dem Erschließungsgang vor den Abteilen angesaugt, die Abluft über einen Ventilator abgesaugt. Die Heizung wurde über ein Warmwasser-System mit Deltarohren in den Abteilen realisiert. In allen Abteilen wurde das gleiche Tiermaterial, aber zeitversetzt über ca. 14 Tagen, aufgestallt und mit dem gleichen Futter versorgt. Diese Nebenbedingungen wurden bei allen Abteilen so weit wie möglich gleich gehalten.

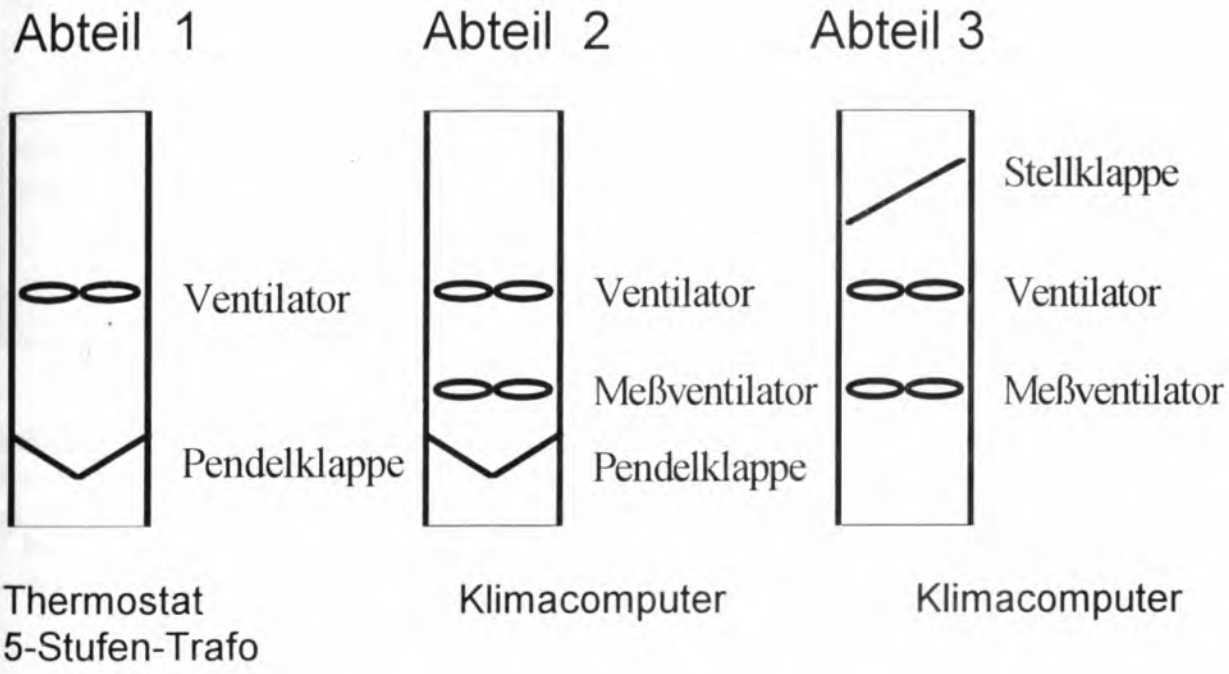


Abb.1: Unterschiedliche technische Ausstattung der Lüftungsregelung
Different equipment for the ventilation control systems

Unterschiede bestanden in der Steuerung der Ventilatoren. Im Abteil 3 wurde ein Klimacomputer eingesetzt. Ein Meßventilator erfasste die IST-Menge der Abluft. Die aktuelle Luftmenge wird nach einstellbaren Vorgaben vom Klimacomputer berechnet und der Ventilator entsprechend stufenlos angesteuert. Durch den Messventilator wird diese Luftmenge kontrolliert und bei Abweichungen vom Sollwert nachgeregelt. Zusätzlich ist eine Regelklappe im Abluftschacht installiert. Per Stellmotor wird die Klappe vom Klimacomputer gesteuert, um den Querschnitt des Abluftschachtes zu verengen bzw. erweitern, um insbesondere bei geringen Luftraten das Regelverhalten des Lüfters feiner zu steuern und den Windeinfluss zu vermindern. Ohne diese Regelklappe kann es vorkommen, dass bei hohen Windgeschwindigkeiten mehr Luft aus einem Abteil gesaugt werden könnte als die Luftwechselrate momentan erfordert. Dies hat den Effekt, dass im Winter zuviel kalte Luft in den Stall gelangt und die Tiere erkranken, zumindest aber diese große Zuluftmenge aufgeheizt werden müsste. In solchen Fällen schließt die Stellklappe den Kanalquerschnitt so weit, dass die notwendige Luftwechselrate nicht überschritten wird. Die Einstellmöglichkeiten des Landwirts orientieren sich nach dem Lebensalter/Lebendgewicht der Tiere und der gewünschten Stalltemperatur. Für jeden Zustand wird eine Minimum- und Maximalluftrate als Prozentwert der maximalen Ventilatorenkapazität eingegeben. Zusätzlich wird eine automatische Korrektur über die jeweilige Außentemperatur ermöglicht. Bei besonders niedrigen Außentemperaturen darf die eingestellte Minimalluftrate unterschritten werden, bei hohen Außentemperaturen die eingestellte Maximalluftrate überschritten werden.

Abteil 2 ist ohne die stellmotorbetriebene Regelklappe im Abluftschacht ausgerüstet. Ansonsten wurde das Abteil 2 wie Abteil 3 betrieben.

Im Abteil 1 dient der Klimacomputer nur zur Registrierung der Klimadaten. Die Regelung des Stallventilators erfolgte über einen 5-Stufen-Trafo und Thermostat.

Zur Erfassung der aufgewendeten Heizenergie wurde ein Wärmemengenzähler (Wassermenge, Temperaturdifferenz) für jedes Abteil eingesetzt. Der Elekrizitätsverbrauch der Lüftung wurde über Stromzähler erfasst. Aus den Aufzeichnungen des Landwirtes wurden Daten zur Mastleistung der Schweine ermittelt.

Ergebnisse und Diskussion

In Tabelle 1 sind für den ersten Versuch die wichtigsten Ergebnisse über fünf Mastdurchgänge zusammengestellt. Für die Parameter zur tierischen Leistung zeigt sich, dass in allen Ställen vergleichbare Leistungen erzielt wurden. Die Einzelergebnisse der Mastdurchgänge liegen in der Regel eng beieinander. Die tendenziell höheren Verluste im Abteil mit Klimacomputer und Messventilator sind im wesentlichen bedingt durch einen Krankheitseinbruch im zweiten Mastdurchgang; höherer Medikamenteneinsatz lag im wesentlichen im vierten Mastdurchgang vor.

Tab. 1: Kriterien zur tierischen Leistung über fünf Mastdurchgänge (120 MS/ Abteil)
Criteria for production results of about five repetitions (120 pigs/compartment)

	tägl. Zunahme [g/d]			Magerfleisch [%]			Verluste [%]		
	Abteil			Abteil			Abteil		
Durchgang	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	746	763	695	55,5	58,0	58,1	2,5	0	1,68
2	779	798	809	57,3	58,2	57,8	0,83	1,67	5,0
3	707	750	718	58,7	58,0	58,0	2,5	2,5	3,3
4	776	738	715	57,9	58,0	58,4	5,83	3,36	5,83
5	752	762	764	57,4	57,8	57,6	1,65	1,67	2,50

Tab. 2: Mastleistungen bei unterschiedlicher Lüftungsregelung (120 MS / Abteil, ∅ von fünf Mastdurchgängen)
Production results with different ventilation control systems (120 pigs/compartment, average of five repetitions)

		5-Stufen-Trafo	Klimacomputer stufenlose Regelung nach Messventilator	Klimacomuputer stufenlose Regelung nach Messventilator, Abluftklappe mit Stellmotor
tägliche Zunahme	[g]	754	762	738
Magerfleisch	[%]	57,2	58,0	57,9
Verluste	[%]	2,80	1,80	3,60
Futterverwertung	[1 :]	2,90	2,80	2,90
Medikamente	[DM/Tier]	1,08	1,11	2,26

Die Durchschnittswerte über fünf Mastdurchgänge zeigen keine deutlichen und eindeutigen Unterschiede zwischen den einzelnen Lüftungsverfahren. Die aufwendigere Klimacomputerregelung hat auf die tierschen Leistungen keine gravierenden Auswirkungen gehabt.

Tab. 3: Energieverbrauch bei unterschiedlicher Lüftungsregelung (120 MS / Abteil, ∅ von fünf Mastdurchgängen)
Energy consumption in systems with different ventilation control (120 pigs/compartment, average of five repetitions)

		5-Stufen-Trafo	Klimacomputer stufenlose Regelung nach Messventilator	Klimacomuputer stufenlose Regelung nach Messventilator, Abluftklappe mit Stellmotor
Investition	**[DM/Platz]**	7,00	18,00	20,00
Wärmemenge	**[Mwh]**	20,10	26,90	32,00
Elektroenergie	**[kWh]**	2.538	3.178	3304
Energiekosten *	**[DM/Platz]**	3,30	4,32	4,95

* Strom: 25 Pf/ kWh Gas: 6,7 Pf/ kWh

Für den Energieverbrauch für Heizung und Lüftung zeigen sich in Tabelle 3 dagegen deutliche Unterschiede zwischen den Abteilen. Die einfache thermostatische Steuerung über einen Fünf-Stufen-Trafo hatte den geringsten Energieverbrauch sowohl für Heizung als auch für Elektrizität zur Lüftung. Je mehr Steuerungs- und Regeltechnik eingesetzt wurde, desto mehr Energie wurde benötigt. Der Heizenergiebedarf stieg um ca. 60 %, der Elektroenergiebedarf um ca. 30 % an.

Die Ursache liegt hier nicht darin, dass die bessere Regeltechnik per se verschwenderisch mit Energie umgeht, sondern darin, dass der Landwirt hier ganz bewusst eingegriffen hat, indem er die möglichen Luftraten für die Abteile 2 und 3 höher eingestellt hat, als sie sich bei der thermostatischen Stufenregelung ergeben. Er erhoffte sich davon ein besseres Stallklima mit weniger Problemen während der Mast der Schweine. Subjektiv ist dieser Effekt auch eingetreten. Die Luftqualität erschien geruchlich angenehmer, eine Phase mit kalten Ostwinden konnte von der Computerregelung besser ausgeregelt werden. Für diese kurze Phase war der Energieverbrauch auch günstiger. Aber über die gesamte Versuchsdauer führten die höheren zulässigen Lüftungsraten zu einem deutlich höheren Energieverbrauch. Das vermeintlich bessere Stallklima hatte aber keine Effekte auf die tierischen Leistungen.

Die Energiekosten je Mastschwein für Gas und Strom steigen von 3,30 DM auf 4,32 DM bzw. 4, 95 DM.

Diese Mehrkosten von 1 DM bzw. 1,65 DM für den Energieverbrauch, die höheren Kosten durch die größeren Investitionen von 0,50 DM bis 0,60 DM und die höheren Medikamentkosten von bis zu ca. 1,15 DM erhöhen die Produktionskosten für jedes Mastschwein um 1,50 DM bis 3,40 DM. Dem steht kein Nutzen aus besseren Leistungen gegenüber.

Zusammenfassung

Die tierischen Leistungen haben haben keinen eindeutigen Bezug zur Lüftungsstrategie. Andere Einflüsse, wie z.B. Krankheitseinbrüche, sind von größere Bedeutung für Leistungsunterschiede zwischen Abteilen und zwischen einzelnen Mastdurchgängen, zumindest solange sich das Stallklima an den Beratungsempfehlungen orientiert. Eine bewußt hohe Luftwechselrate hat in dieser Versuchsanstellung zu deutlich höheren Energieverbräuchen geführt. Auch beim Einsatz vom Klimacomputern ist es wichtig, die voreingestellten Standardwerte zu überprüfen und Luftwechselraten einzustellen, die einerseits Luftqualität, andererseits aber auch Energieverbrauch für Heizung und Lüftung berücksichtigen.

Summary

In a pig fattening house there were made measurements about three different ventilation control systems:

- a transformer and thermostat in five steps
- a ventilation computer with measurement ventilator
- a ventilation computer with measurement ventilator and automatic shutter

In each compartment, there were made measurements about the fattening results and the energy consumption (heating, electricity) for five repetitions.
The fattening results differed only in a small range between the three ventilation control systems. The energy consumption increased (up to 60 % for heating, 30 % for electricity) in the compartments with ventilation computer control, because the farmer had chosen a higher ventilation rate in these compartments in order to get air of higher quality, less concentration of odour and ammonia.
In this investigation the increment of energy consumption, medicine consumption and investment increased the cost between 1,50 DM/pig and 3,40 DM/pig. It is very important to choose suitable ventilation rates even for the ventilation computer.

PC Simulierung des energetischen Zusammenhanges zwischen Tier und Umwelt

PC Simulation of Energetic Correlation between Animal and Environment

TAKÁTSY, TIBOR[1], CSUKÁS, BÉLA[2]

1. Einleitung

Heutzutage entwickelt sich die landwirtschaftliche Produktion aus ökologischen und ökonomischen Gründen in Richtung Präzisionswirtschaft. Das Wesen der Präzisionswirtschaft besteht darin, daß die aufgrund elektronischer Verarbeitung von exakten Meßergebnissen getroffenen Entscheidungen durch kontrollierte Eingriffe verwiklicht werden (Takátsy-Pósa 1997). Hinderlich bei der Verbreitung dieser Methode in der Tierzucht ist die Tatsache, daß wir die Selbstregelungsvorgänge der in die Produktion einbezogenen biologischen Systeme nicht genügend kennen und so nur schwer über richtige Eingriffe entscheiden können. Dieses Hindernis kann auch nur dann mit Hilfe aufgrund von Messungen der wichtigsten Parameter gewonnenen Informationen überbrückt werden, wenn es gelingt, bestimmte logische Verbindungen zwischen den Inputparametern (Trinkwasser, Futter, Klimawirkungen u.a.) und den Outputparametern (Produktion, Defekation, Wärme- und Feuchtigkeitsabgabe, u.a.) zu finden. Die Lebensvorgänge der Tiere werden auch stark durch ihre Umwelt beeinflußt. Eine Außerachtlassung dessen würde die Ausarbeitung einer sinnvollen Haltungs- und Fütterungstechnologie unmöglich machen.

Erhöhte Qualitätsforderungen, eine wirtschaftliche Produktion und die Senkung der Umweltbelastung machen gelichermaßen eine rasche Einführung der Präzisionsmethoden in die Tierhaltung erforderlich. Zum Glück wiedersprechen sich diese 3 Forderungen nicht: z.B. erhöht ein gut ausgewähltes Futter gelichzeitig auch die Qualität des Produktes, senkt die Menge und den Schadstoffgehalt der Fäkalien sowie den Energieverbrauch, so ist es wirtschaftlich und gleichzeitig umweltfreundlich.

2. Vorgeschichte

Allgemein bekannt ist die Wechselwirkung zwischen Tier und Umwelt. In den 60-er und 70-er Jahren wurden viele Forscher durch die Publikation von Kleibert (1961) dazu angeregt, zu versuchen, die Wärmepriduktion der Tiere in empirischen Relationen anzugeben. Die wichtigsten - im allg. Für die spezielle Rasse angegebenen - Variablen dieser Relationen sind die Masse der Tiere sowie eine, die Wirkung der Klimafaktoren vereinigende effektive

[1] Pannon Agrarwissenschaftliche Universität Fakultät für Tierzucht 7401 Kaposvár Pf. 16. Ungarn
[2] Pannon Agrarwissenschaftliche Universität Forschungsinstitut für Technisches Chemie 8200 Veszprém Ungarn

Temperatur (Tetter et al. 1973,1976). Erschwert wird der Vergleich diesbezüglicher Arbeiten gerade durch die Abweichungen im verwendeten Typ der regressiven Gleichungen und durch die abweichenden Auslegungen der effektiven Temperatur. 1984 versuchten wir, aufgrund der physikalischen Relationen und durch die Verallgemeinerung der die Wärmeproduktion der Tiere kennzeichnenden empirischen Relationen die Wärmeübertragung zwischen Tier und Umwelt in einem mathematischen Modell zusammenzufassen (Takátsy 1985). Das so gewonnene, aus 38 Gleichungen mit 6 Freiheitsgraden bestehende Differenzial-gleichungssystem erwies sich wegen der Umstädlichket der numerischen Lösung sowie der vielen Rassenparameter-Konstanten für die reglungstechnische Nutzung als ungeeignet.

Infolge der rapiden Entwicklung der elektronik und Rechentechnik ging man auch in der Forschung weltweit zur Computer-Modellierung über. Eine der Hauptströmungen der Modellierung ging in Richtung der Berechnung von mathematischen Modellen (Ehlermark-Sällvik 1996). Deren Ungenauigkeit ist zum Teil durch den angewandten empirischen Relationen, zum Teil durch Vernachlässigungen bei den physikalischen Relationen bestimmt.

Die andere Gruppe der Modelle steht in enger Beziehung mit der Computer-Prozeβregelung und basiert mehr oder weniger auf Selbstentwicklung. So können auch hoch hicht genau ausgearbeitete oder im gegebenen Fall auf qualitative Parameter basierende logische Relationen bei der Modellierung verwendet werden. So ist es auch von Vorteil, daβ sich infolge des Selbstkontrolls Rolle der Rassenparameter bedeutend vermindert.

3. Angewandete Methode

Die die Realität in abstrakter Weise abbildenden matemathischen Modelle wurden im Laufe der Zeit immer komplizierter. In vielen Fällen waren die matematischen Modelle - gerade wegen der sich in der Abstraktion verbergenden Verallgemeinerung - wesentlicher komplizierter als die Realität selbst. Da dieses jedoch nur mit numerischen Methoden zu lösen war, bedeutete das eine zweitrangige Annäherung an die Relaität, mit allen Fehlern einer zweifachen Transformation. Das machte ein Überdenken des ganzen Systems notwendig.

Ein Weg der Entwicklung war die völlige Abstraktion änlich den matematischen Modellen. In diesem Falle - z.B. bei neuralen Netzen (Korthals et al. 1994) - stimmen nur die Ausgangsbedingungen und das Ergebnis mit den Erfahrungsfakten überein, der natürliche Vorgang und die Logik des Modelles können abweichend sein. Genau darin verbringt sich eine der Schwierigkeiten der Methode des „schwarzen Box". Wird das modell zu kompliziert, (z.b. durch Einführung eines neuen Parameters) kann die Umstrukturierung des gesamten Modells aufgrund der abweichenden Logik notwendig werden.

Das Wesen der von uns gewählten Methode besteht darin, daβ wir die Elemente und Verbindungen der zu steuernden Realität direkt im Computerprogramm abbilden. Die wichtigste Basis dieses Modells ist das Prinzip des Verbleibens. Hinten den die Welt erbauenden Elementen und Vorgängen ist immer auf einem bestimmten Niveau das Verbleiben. Bei dessen Modellierung sollten die Programmelemente direkt diesen Bauelementen entsprechen, so werden von diesen die gesamten Daten, Bedingungen und Ergebnisse getragen. Der Vorteil dieser Methode besteht darin, daβ sich die Modelle automatisch aufbauen und zu berechnen sind, das komplizierte System jedoch nur in der Zahl der Elemente von einfachen abweicht.

Die strukturelle Modellierung basiert darauf, daß sich die Realität auch aus einfachen Elementen und einfachen Vorgängen aufbaut. Diese elementaren Vorgänge werden mit qualitativen oder quantitativen empirischen Formeln aufgeschrieben, während die wichtigsten Charakteristika von der die gemeinsame Struktur bildenden Gerüststrukturen der Modelle getragen werden. So werden bei der Lösung der Aufgaben der Prozeßingenieure

1. der Zustand des untersuchten Systems gesucht und die bei den sich abspielenden Vorgängen in genügendem Maße zu beschreibenden passiven bzw. aktiven Bauelemente;
2. diese Elemente direkt auf die Elemente des Ausführungsprogramms auf solche Weise übertragen, daß die gesamten Inputdaten und -bedingungen, bzw. die Outputergebnisse und Schlußfolgerungen von diesen getragen werden.

Diese ermöglichen

1. die Nutzung der für die Lösung einzelner Aufgabenklassen angefertigten, Strukturelemente prozessierenden allgemeinen Rahmenprogramme;
2. die Ausarbeitung der auf die natürliche Kommunikation zwischen den verschidenen Aufgabeklassen basierenden, auf eiheitlichen Prinzipien beruhenden Software.

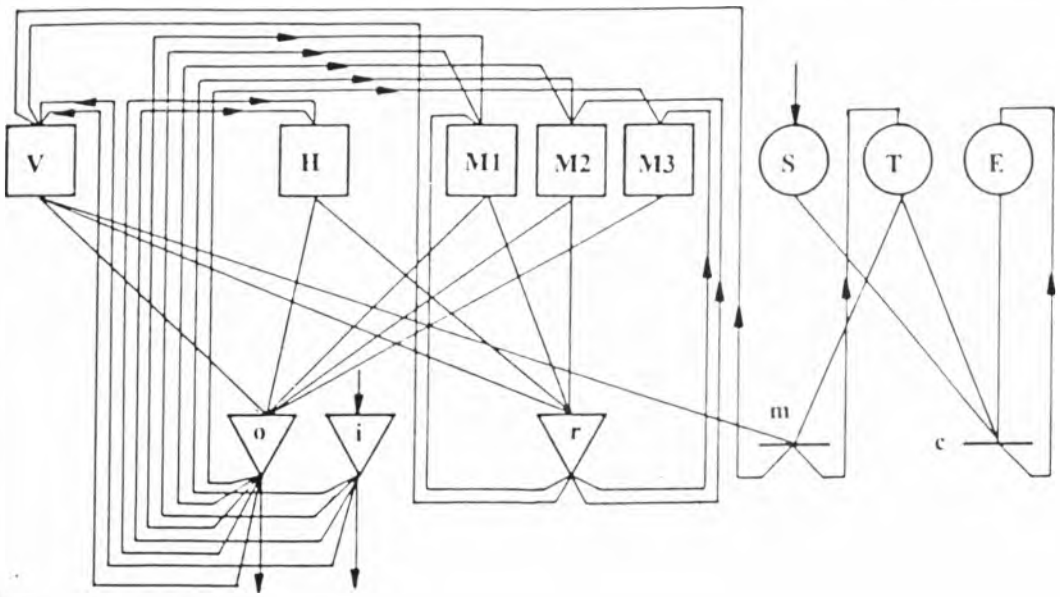


Abb. 1. Graph eines Programteiles
Graph of a program part

Bei dem in der Abbildung 1 vorgestellten strukturellen Modellteil entsprechen die passive Elemente des Verbleibes einem Quadrat, seine aktiven Elemente einem Dreieck. Die aus den Quadraten in die Dreiecke führenden Graflinien sind Ablesungen, die aus den Dreiecken in die Quadrate führenden Graflinien die sich aus den durch elementare Vorgänge verwirklichten Veränderungen multipliziert mit entsprechenden stöchiometrischen Koeffizienten berechneten Maßteigerungen bzw. Maßsenkungen.

Die passiven Elemente des an den Materialfluß angeschlossenen Informationflusses symbolisierten wir mit Kreisen, seine aktiven Elemente durch Kreuzlienien. Dieser Vorgang kann in den materiellen Vorgängen bedeutende Veränderungen zustande bringen mit neben

deren Material- und Energiefluß unbedeutendem Material- und Energiefluß. Die aus den Kreisen in die Kreuzlinien führenden Kanten kenzeichnen die abgelesenen Kennzeichen, die aus den Linien in die Kreise führenden Linien die durch die mit Kreuzlinien bezeichneten Regel vorgeschlagenen Überschriften.

4. Anwendung in der Tierhaltung

Das in der Abbildung 2 gezeigte System kann in drei, vom energetischen Gesichtspunkt aus gut zu unterscheidende räumliche Teile, in Tiere, Stall und äußere Umwelt aufgeteilt werden. Die sich in den einzelnen Raumteilen befindlichen Materialmengen haben wir mit besonderen passiven Elementen modelliert. Einzelne Materialsorten mußten den stöchiometrischen Forderungen entsprechend gegebenenfalls in mehrere Komponenten zerlegt werden. Das Futter z.B. bei erster Betrachtung in verdauliche und unverdauliche Anteile, dann den verdaulichen Teil Proteine, Kohlenhydrate und Fette. Die Einteilung kann - paralell zu den physiologischen Forschungsergebnissen bezüglich der Verdauung - noch weitergeführt werden, z.B. innerhalb der Rohproteine in Aminosäuren. Diesse Einteilung auf minimalem Niveau machte die abweichende Nutzung der angegebenen Materialien notwendig.

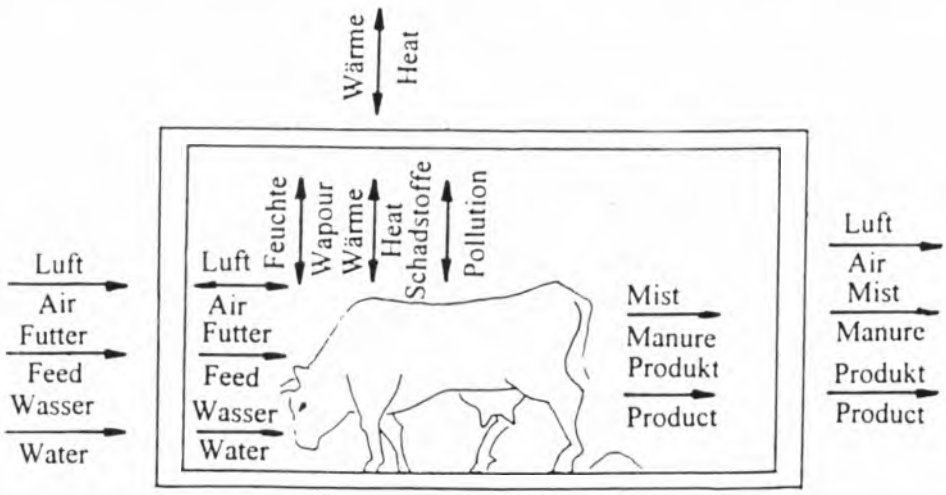


Abb. 2. Die Hauptstrome von Material und Energie
Main streams of matter and of energie

Die durch Dreiecke gekennzeichneten elementaren Vorgänge haben wir mit kinetischen stöchiometrischen Relationen in die Modelle eingebaut.

Den Elementen des Informationsvorgangs entsprechen die technisch verwirklichten bzw. biologichen Regler. Der Typ der technischen Regler entspricht der praktischen Ausführung, während wir die die Körpertemperatur fixierene biologische Regelung mit speziellen Begrenzungen verwirklicht haben.

Vor der Verwendung des strukturellen Modells versprechen wir uns folgende Vorteile:

1. Durch den gut überschaubaren Aufbau und die einfache Präzisierungsmöglichkeit ist das modell in der Lage, mit den neuesten Ergebnissen der Forschung Schritt zu halten.

2. Aufgrund des Modells sind im Praxissystem die im Interesse des gesteckten Ziels notwendigen Veränderungen sowolhl vom Gesichtspunkt des Material- und Energieumlaufs, als auch von der Steuerung her leicht zu bestimmen.
3. Die in dieser Form durchgeführte Simulation schafft die erforderlichen Verbindungen zwischen Material (Futter) und Energieumlauf sowie zwischen dem Produkt.
4. Alle mit dem System verbundenen Untersuchungen werden der strengen Kontrolle des Verbleibens unterworfen, so is hicht zu befürchten, daβ die Simulation den Kontakt zur Realität veliert.

5. Literatur

EHLERMARK, A.G. UND K.G. SÄLLVIK (1996): A Model of Heat and Moisture Dissipation from Cattle Based on Thermal Properties. In: Transactions of the ASAE, 39.1. S. 187-194

KORTHALS, R.L. - G.L. HAHN UND J.A. NIENABER (1994): Evaluation of Neural Networks az a Tool for Management of Swine Environments. In: Transactions of the ASAE, 37.4. S. 1259-1299

KLIEBER, M. (1961): The Fire of Life. New York, Whiley.

TAKÁTSY, T. (1985): Komplexe Untersuchung des energetischen Systems von Nutztieren und ihrer Umwelt. Forschungsbericht, TCP.5.4.1.9.

TAKÁTSY, T. UND A. PÓSA (1997): Precision farming. CIGR-MAE. Proceedings. Keszthely, 1997.10.16-17. S. 29-31.

TETTER, N.C. - J.A. DE SHAZER UND T.L. THOMPSON (1973): Operational Characteristics of Meat Animals Part I - III. In: Transactions of the ASAE, 16. S.157-159, 740-742, 1165-1167

TETTER, N.C. - J.A. DE SHAZER UND T.L. THOMPSON (1976): Operational Characteristics of Meat Animals Part IV Turkeys, Large White and Bronze. In: Transactions of the ASAE, 19.4. S.794-797

6. Summary

The effect of the environment on animal production was simulated with a structural model. The advantage of this model based on the law of energy convservation and indestructibility of matter, is that the parts of the program correspond to the facts, so store all data, conditions and results. The relations are clearly arranged. The model built up by the programme itself and the structure of the model store the essential characteristics. A complex system differs from a simple one only in the number of the parts, so it is easy to improve or modify the structure.

Emissionsminderung in Tierställen durch Luftionisation

Reduction of emissions in animal houses by air ionization

BRUNSCH, REINER, HÖRNIG, GÜNTER, WEBER, GOTTFRIED

Institut für Agrartechnik Bornim e. V. (ATB), Max-Eyth-Allee 100,
D-14469 Potsdam

1 Einleitung

Die Wirkung von Ionen auf Lebewesen (Mensch, Tier, Mikroorganismen) wird seit Jahrzehnten weltweit analysiert. Zum Schadstoffabbau und zur Hygienisierung von Lagerräumen und Aufenthaltsbereichen von Menschen (Hotels, Kindertagesstätten) werden Ionengeneratoren eingesetzt. Die Übertragbarkeit der Erfahrungen aus der Humanklimatisierung auf Verhältnisse in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung wird in Grundlagenuntersuchungen am ATB geprüft.

Nach ersten Messungen zur Ionisation der Abluft aus einem Schweinestall entschieden sich die Autoren für Arbeiten unter definierten Bedingungen im kleintechnischen Maßstab.

2 Internationale Erfahrungen mit der Ionisation in Tierställen

Ein umfassender Überblick über Arbeiten der vergangenen Jahrzehnte wird von FINKENSIEP (1993) gegeben. Dabei stehen Ergebnisse zur Staub- und Keimreduzierung im Mittelpunkt.

Staubreduzierung ist auch Ziel der Untersuchungen von MITCHELL (1996, 1997), GUSTAFSSON (1994), TANAKA und ZHANG (1997).

Messungen unter praxisnahen Bedingungen ergaben einen gesicherten Einfluss der relativen Luftfeuchtigkeit auf die Ionenkonzentration (HERBUT et al., 1997; DEMENTJEV, 1989). Die Möglichkeit des Abbaus von Geruchsstoffen (GUSTAFSSON, 1992) und Ammoniak (KSENZ, 1988) wurde vereinzelt nachgewiesen. Direkte Einflüsse auf die Leistung der Nutztiere sind selten beobachtet worden (HERBUT et al., 1997). Eine Übersicht zu früheren Untersuchungen wird von CHARRY (1984) gegeben.

3 Versuchsstand zur Luftionisation und Messmethoden

Für systematische Arbeiten unter definierbaren Bedingungen wurde ein spezieller Versuchsstand errichtet. Er besteht aus einem zylindrischen Reaktionsraum mit Ansaugrohr, frequenzgesteuertem Ventilator und Luftableitungsrohr. Der Reaktionsraum besteht aus PU-Hartschaum-Rohrsegmenten, die mit einer PE-Folie abgedichtet wurden, um das Ansaugen von Beiluft zu reduzieren. Zwei Ionengeneratoren vom Typ IMG-E-6 werden direkt in den

Reaktionsraum aufgestellt. Ein weiterer Ionengenerator kann über ein Bypass-System hinzugeschaltet werden. Die Leistungsaufnahme der Generatoren beträgt für ein Modul IMG-E-6 (bestückt mit 6 Röhren) 42 Watt.

Im Zentrum der Kreisfläche des Reaktionskanals sind je eine Messstelle am Lufteintritt (unbehandelte Luft) und vor dem Luftaustritt (ionisierte Luft) angebracht, von denen die Probeluft zum Gasanalysegerät geleitet wird. Die Gasanalytik wird mit einem Multigasmonitor Typ 1302 durchgeführt. Für begleitende Messungen der Ionenkonzentration steht ein Ionimeter des Typs T-100 zur Verfügung. Dieses Gerät kann in verschiedenen Messbereichen sowohl negative als auch positive Ionen erfassen. Mit Hilfe eines hochauflösenden und empfindlichen Hitzdrahtanemometers wurden "Eichkurven" der Luftgeschwindigkeit bei verschiedenen Frequenzen des Ventilators ermittelt. Sie stehen im direkten Verhältnis zur Reaktionszeit (definiert als Zeitdifferenz zwischen Passage der Ionisationsröhren und Erreichen der 2. Gasmessstelle). Die vorzustellenden Ergebnisse beziehen sich auf Ammoniakkonzentrationen. Für jede Messserie werden Hintergrundkonzentration der Ionen, relative Feuchte und Lufttemperatur erfasst.

4 Ergebnisse

4.1 Natürliche Ionenkonzentrationen

Die natürlich, atmosphärische Ionenkonzentration unterliegt erheblichen Schwankungen. Wetterlage, Jahres- und Tageszeit haben einen Einfluss auf die Anzahl der Ionen und das Verhältnis von positiven zu negativen Ionen. In Räumen bewirken die Baustoffe der umgrenzenden Flächen, aber auch die Ausstattungsgegenstände, eine Veränderung der atmosphärischen Ionenkonzentration.

In der Umgebungsluft des Institutsgebäudes wurden zwischen 300 und 400 positive sowie zwischen 400 und 500 negative Ionen/cm³ gemessen.

4.2 Ionenkonzentration bei variablen Luftgeschwindigkeiten

Die Überprüfung der Funktionstüchtigkeit der Ionengeneratoren und des Ionmeters erfolgte bei variablen Luftgeschwindigkeiten. Die Leistung eines Generatorenmoduls Typ IMG-E-6 wurde in normal belasteter Raumluft ermittelt. Die gemessenen Ionenkonzentrationen im Reaktionsraum bei verschiedenen Luftgeschwindigkeiten sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Entfernung zwischen Ionengenerator und Messpunkt betrug 8,5 m. Als Hintergrundkonzentration konnten 150 negative und 40 positive Ionen festgestellt werden. Die mittleren Ionenkonzentrationen steigen mit zunehmender Luftgeschwindigkeit nichtlinear an.

Tab. 1: Ionenkonzentration im Reaktionskanal in Abhängigkeit von der Luftgeschwindigkeit (ein Modul, Raumluft t = 20 °C, rF = 46 %)

Table 1: Concentrations of Ions in the Test Channel related by wind speed (one modul, normal room air, t = 20 °C, rH = 46 %)

Luftgeschwindigkeit	**mittl. Ionenkonzentration (Ionen/cm³)**	
m/s	**positive**	**negative**
0,5	5.500	7.00
0,8	13.000	15.000
1,0	22.500	19.000
1,5	29.000	23.000
1,7	33.500	27.500
2,0	39.000	32.000
2,3	46.500	37.500
2,5	49.000	41.000
3,0	51.000	42.500

4.3 Ammoniakreduzierende Wirkung der Ionisation

Die vorgestellten Ergebnisse wurden unter Verwendung der beiden Module Typ IMG-E-6 und einer Luftgeschwindigkeit von 0,06 m/s ermittelt. Diese Luftgeschwindigkeit entspricht einer Reaktionszeit von ca. 140 Sekunden. Ausgangsmedium für die ammoniakreiche Luft war harnstoffangereicherte Schweinegülle.

Im Mittel zweier Versuchsreihen wurde eine Ammoniakreduzierung um 12,5 % erzielt. Die statistischen Maßzahlen der Versuchsreihen sind in Tabelle 2 dargestellt. Die größeren Standardabweichungen in Versuch A sind durch Aufrühren der Gülle zu Versuchsmitte zu erklären. Im Versuch B wurde zwischenzeitlich nicht aufgerührt. Der Einfluss von NH_3-Schwankungen der Ausgangskonzentration bei konstanter Ionisationsleistung wurden mit den Daten des Versuchs B ausgewertet. In Abbildung 1 ist die tendenziell stärkere Reduzierung (bezogen auf den Absolutwert) bei höherer Ausgangskonzentration des Ammoniaks zu erkennen.

Tab. 2: Statistische Messzahlen der Ammoniakkonzentrationsmessungen (mg/m³)

Table 2: Statistical Parameters of Ammonia Concentrations (mg/m³)

Messzahl	Versuch A		Versuch B	
	vor	nach	vor	nach
	Ionisierung		Ionisierung	
Mittelwert	25,5	22,7	25,1	22,3
Standardabw.	12,0	11,9	2,9	2,4
Min	5,5	4,8	17,3	16,7
Max	41,9	40,3	29,5	24,9

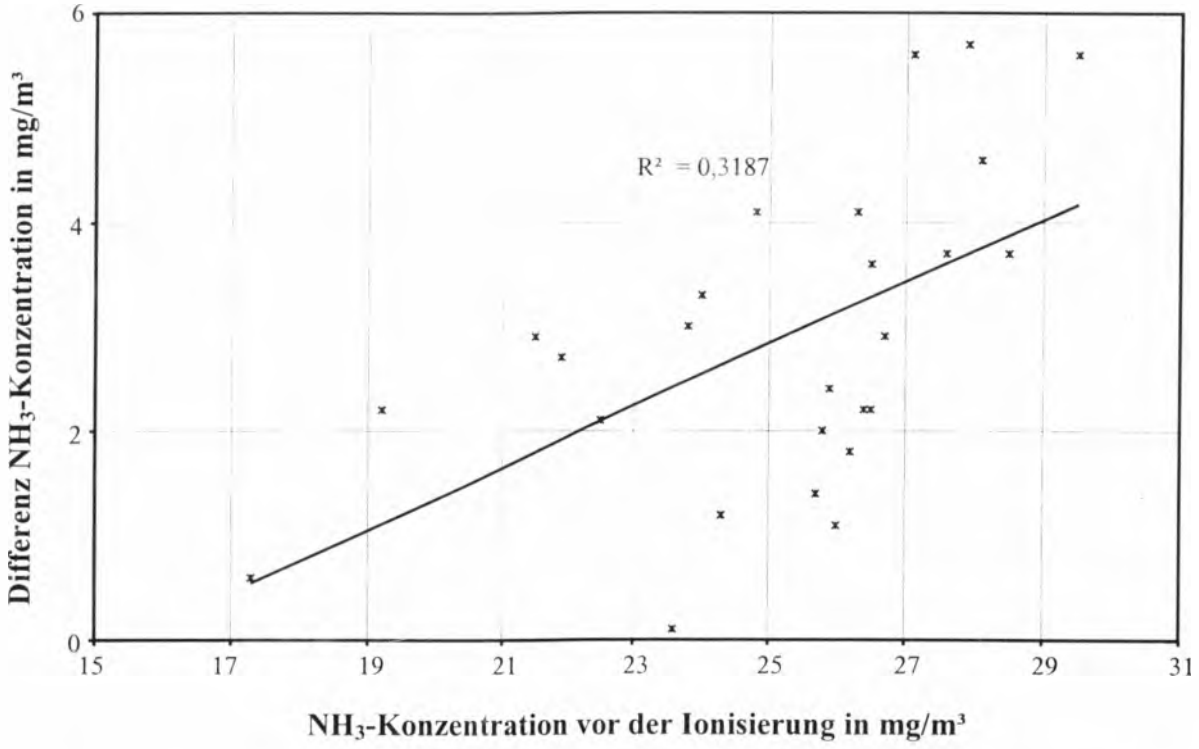


Abb. 1: Differenz der Ammoniakkonzentration vor und nach Ionisierung in Abhängigkeit der Ausgangskonzentration

Fig. 1: Difference of Ammonia Concentration before and after Ionization depending on the Concentration level before Ionization

5 Diskussion

Erste Untersuchungsergebnisse zum Einfluss einer gezielten Luftionisation unter definierten Bedingungen auf die Ammoniakkonzentration in der Luft deuten eine reduzierende Wirkung der Ionisierung an. Einflussfaktoren auf den Wirkungsgrad müssen noch systematisch untersucht werden. Welche Substanzen aus dem Ammoniak entstehen, ist unklar. Spezielle Analysen müssen diese Fragen beantworten.

Kontrollmessungen des Ozongehalts haben deutlich erhöhte Werte gegenüber unbehandelter Luft ergeben. Obwohl moderne Ionengeneratoren so gebaut sein sollen, dass sie wenig Ozon erzeugen, muss die Ozonbildung begleitend erfasst werden.

Verglichen mit anderen Luftbehandlungseinrichtungen (Biofilter, Biowäscher) benötigen Ionengeneratoren vergleichsweise wenig zusätzliche Energie.

Beim derzeitigen Kenntnisstand kann die Installation von Ionengeneratoren zur Reduzierung der Ammoniakkonzentration in Tierställen noch nicht empfohlen werden. Für eine komplexe Bewertung dieses Luftbehandlungsverfahrens sind weitere Messgrößen (z. B. Staubkonzentration) in die Untersuchungen einzubeziehen und die Wirkung auf andere Gase zu analysieren.

6 Literatur

CHARRY, J. M. (1984): Biological effects of small air ions: A review of findings and methods. Environ. Res., 34, 351-389

DEMENTJEV, E. P. (1989): Degree of ionization of the air in large pig houses and its hygienic significance. Veterinarija, Moscow, 7, 22-23

FINKENSIEP, A. (1993): Untersuchungen zum Einfluß künstlich erzeugter negativer Kleinionen auf den Staub- und Keimgehalt der Luft in einem Klimastall mit Tauben und auf das Wachstumsverhalten ausgewählter Mikroorganismen der Stalluft als Oberflächenkulturen im Labor. Dissertation: Tierärztliche Hochschule Hannover

GUSTAFSSON, G. (1992): Technische Maßnahmen zur Minderung von Geruchs- und Schadstoffemissionen aus Tierproduktionsanlagen. KTBL-Arbeitspapier, 174, 80-91

GUSTAFSSON, G. (1994): Efficiency of different dust reducing methods in pig houses. CIGR World Congress, proceedings, vol 1, pp. 551-558

HERBUT, E.; NIZIOL, B.; PIETRAS, M.; SOSNOWSKA, E. (1997): Effect of humidity and artificial air ionization on negative ion concentration and performance of broiler chickens. Roczniki Naukowe Zootechniki, 24, 2, 181-188

KSENZ, N. V. (1988): Improving the microclimate in animal houses by using electrical ionization. Vestnik Selskokhozyaistvennoi Nauki, Moscow, No. 3, 117-120

MITCHELL, B. W. (1996): Effectiveness of negative air ionization for reduction of poultry house dust AgEng-Conference, Madrid, paper 96B-050

MITCHELL, B. W. (1997): Effect of air flow on ion distribution for potential dust reduction application. Journal of Agricultural Safety and Health, 3:2, 81-89

TANAKA, A.; ZHANG, Y. (1997): Dust settling using a negative ionization system in a confinement swine building. Proceedings of the 5th International Symposium "Livestock Environment", Bloomington, Minnesota, Vol. 1; pp 528-535

7 Summary

Air ionization in farm animal houses has an influence on in-door air quality. The paper presents results about the effect of ionization to the ammonia concentration in a measurement channel. An averaged decrease of about 12 % could be realized. More detailed analyses are necessary to improve the knowledge about the reactions of various components of stable air.

Automatisierte Beprobung der Ausatemluft von freilaufenden Milchkühen zur Bestimmung der Emission luftverunreinigender Gase

Automatic cow breath sampling: An experiment to measure emissions of polluting compounds in the breath of unrestrained dairy cows

MOTTRAM, TOBY[1], WHAY, HELEN[2], HOBBS, PHILIP[3], RICHARDS, PETER[1], SHORT, LYNN[1], HARTUNG, JÖRG[4]

[1]Silsoe Research Institute, Wrest Park, Silsoe. Bedford MK45 4HS. UK
[2]University of Edinburgh, Department of Veterinary Clinical Studies, Easter Bush, Roslin, UK
[3]Institute for Grassland and Environmental Research, North Wyke, Okchampton, Devon, UK
[4]Institut für Tierhygiene und Tierschutz, Tierärztliche Hochschule Hannover, Bünteweg 17 P, 30559 Hannover, Deutschland

1 Einleitung

Methoden zur Erfassung der Methanabgabe von Wiederkäuern wurden zuerst von BLAXTER et al. (1955) beschrieben. Später wurden die kalorimetrischen Methoden verbessert und sind heute in verschiedenen Bereichen im Einsatz (z.B. MCLEAN u. JOBIN, 1998). Allerdings blieben Versuche, die Menge des produzierten Methans direkt mit der Zusammensetzung der Futterration zu korrelieren, aufgrund stark schwankender Befunde bislang nur mäßig erfolgreich (KIRCHGESSNER et al., 1995). Dies lag möglicherweise auch an der Schwierigkeit, einheitliche und repräsentative Ausatemluftproben bei den Tieren ziehen zu können. In neuerer Zeit nahmen DOBBELAAR et al. (1996) Luftproben direkt aus der Ausatemluft von Kühen, um auf diesem Wege frühzeitig die Ketose diagnostizieren zu können. Ziel der hier vorgelegten Arbeit ist es, eine neu entwickelte Methode vorzustellen, mit der Luftproben aus der Ausatemluft von Kühen automatisch gewonnen werden können, wobei sichergestellt wird, daß nur Ausatemluft in die Analysenvorrichtung gelangen kann. Es werden die Probenahmeapparatur beschrieben und erste Befunde zur Methanmessung mitgeteilt.

2 Material und Methode

Eine automatisch arbeitende Kraftfutterabrufstation (FULLWOOD FARMFEED MK2) wurde so verändert, daß die Kühe ihre Futterportion erst nach der Entnahme einer Atemluftprobe erhielten. Über dem Futtertrog wurde eine schalenförmige Öffnung angebracht, die groß genug war, um die Nase und Maul einer Kuh aufzunehmen. Ein flexibler Dichtring um die Öffnung verhindert das Eindringen von Fremdluft verhindern. Auf der Rückseite der Schale sind in Höhe der beiden Nasenöffnungen zwei konische Rohre eingearbeitet. Das rechte Rohr führt zu einem Strömungsmesser, das linke Rohr zum Verteiler, von dem die Luftproben in Probenahmesäcke (NALOFAN, HOECHST, THIN FILMS) geleitet werden. Diese flexiblen Plastiksäcke befinden sich in festen Behältern, die evakuiert werden können. Ein Gasanalysator (MIRAN SAPPHIRE 5, FOXBORO INSTRUMENTS), mit einem Gesamtvolumen von 2,5 l wurde mit Hilfe eines T-Stückes und eines Ventiles direkt an die Sammeleinheit angeschlos-

sen. Das Ventil erlaubt, das Gerät, die Säcke und die Zuführungsrohre automatisch mit Reinluft zu spülen. Der Analysator ist in einem mobilen Laborwagen neben dem Stall untergebracht. Außer Methan (CH_4) kann er auch Kohlendioxid (CO_2), Dimethylsulphid (DMS) und weitere Gase messen. Die Abbildung 1 zeigt ein Schema der Versuchsanordnung.

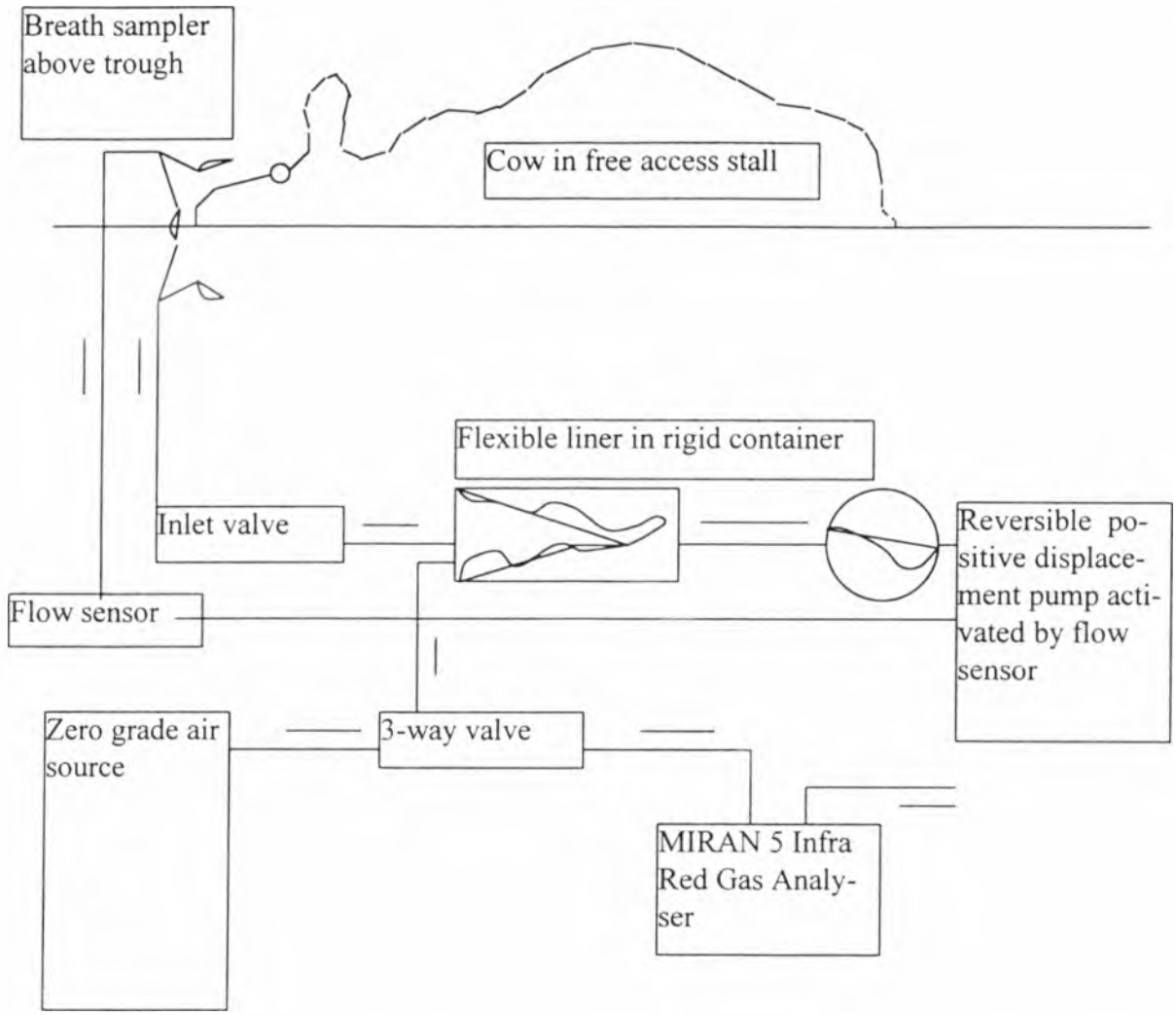


Abb. 1: Vereinfachte schematische Darstellung des automatischen Probenahmesystems. Zwischen den Besuchen wird mit Hilfe des 3-Wege-Ventils der Analysator mit Reinluft gespült. Die Umschaltung erfolgt automatisch, wenn eine Probe für die Analyse fertig ist.

Fig. 1: Simplified schematic diagram of the system to collect samples of cow breath automatically. Between visits the three way valve allowed cleaned humified air to pass through the analyser. It was switched over automatically when a cow sample was ready to be analysed.

Jede Kuh wird vom Futterautomaten identifiziert. Sie erhält die ihr zugedachte Futterration jedoch erst, nachdem Sie das Maul in die abgedichtete Schale gesteckt und so eine Probennahme ausgelöst hat. Das Futter wird dabei so lange zurückgehalten, bis die Kuh wenigstens einen vollen Atemzug ausgeführt hat. Der Luftbewegungssensor am linken Rohrkanal stellt

den Fluß der Ausatemluft fest und aktiviert die Pumpe, die eine Probe aus der Ausatemluft über den rechten Kanal in den Probennahmebeutel saugt. Die notwendige Trainingsmethode, mit der die Kühe für die Versuchsanordnung konditioniert wurden, ist bei WHAY und MOTTRAM (1998) beschrieben. Die Kühe lernen, das Geräusch der Ansaugpumpe mit der Futterbelohnung in Verbindung zu bringen. Die Pumpe läuft für etwa 0,5 Sekunden (s) pro Atemzug. Die Laufzeiten der Pumpe werden addiert und das Futter erst nach einer addierten Laufzeit von 1,8 s freigegeben. In diesen Versuchen betrug das Probenvolumen max. 2 l. Dieses Volumen wurde bei einer Gesamtlaufzeit von 18 s, entsprechend 10 Futterbelohnungen erreicht. Nach Erreichen des benötigten Probennahmevolumens wird der Rest der Futterration freigegeben. Im Anschluß an die Probenahme wird mit Hilfe des Ventils der zum Analysator führende Reinluftstrom abgeschaltet und durch den Probenluftstrom ersetzt. Für einen Analysen- und Aufzeichnungszyklus werden etwa 20 s benötigt. Die Probe verbleibt für 60 s im Analysator, bevor sie mit einem Reingasstrom ausgewaschen wird. Die Kühe hatten Zugang zu dem Futterautomaten zwischen 7.00 h und 19.00 h täglich über 19 Tage.

3 Ergebnisse

Die Befunde der CO_2 -Messungen in der Ausatemluft der Kühe sind in Tabelle 1 zusammengefaßt, wobei die Tiernummer, höchster und niedrigster Wert, Mittelwert, Standardabweichung und Anzahl der Besuche am Futterautomaten aufgelistet sind. Die mittlere Kohlendioxidkonzentration in der Ausatemluft aller 11 Kühe lag etwas über 2 Vol%. In Tabelle 2 ist die Abgabe von Methan der 11 Kühe in ppm über 19 Tage angegeben.

Tab. 1 Kohlendioxidkonzentration (ppm) in der Ausatemluft von 11 Kühen, gesammelt mit dem Automatischen Atemluftsammler

Tab. 1: Concentration of carbon dioxide (ppm) in the exhaled air of 11 cows

Kuh Nr.	Maximum	Minimum	Mittelwert	Standard-abweichung	Anzahl der Besuche
42	26738	6799	18847	4063	20
673	41105	4877	20605	6407	85
679	45014	6214	22924	6983	76
696	34046	3133	19491	6366	33
748	31080	8189	15719	4252	65
830	29795	8341	19939	4544	77
860	30181	16033	23837	3966	25
865	38473	8055	23152	6341	68
868	26939	8191	17740	5046	39
94	30859	4707	19692	4901	46
947	32103	7458	19450	5236	74
	Gesamtmittelwert		20127	5282	55

Tab. 2 Abgabe von Methan pro Kuh über 19 Tage in ppm
Tab. 2 Output in ppm of methane per cow over 19 days in parts per million

Kuh Nr.	mittlere Methan-konzentration	mittlere Methan-konzentration bezogen auf 5,2 % CO_2
42	1511	4171
673	2158	5446
679	2178	4941
696	1826	4874
748	1185	3920
830	1784	4654
860	2180	4756
865	2036	4573
868	1305	3828
946	1662	4390
947	1612	4311
Gesamtmittelwert	1767	4533
Standardabweichung		475

4 Diskussion

Das vorgestellte neue System liefert detaillierte Informationen über die Zusammensetzung der Ausatemluft von Milchkühen. Bislang ist die Menge des direkt von Kühen ausgehenden Methans nur als Teil von Gesamteinschätzungen aus Fäkalien, Urin und Ruktus erfaßt worden. Die vorliegende Arbeit zeigt, daß es erhebliche Schwankungen zwischen einzelnen Kühen bezüglich der Methanabgabe über die Ausatemluft gibt, auch wenn sie mit dem gleichen Futter versorgt werden. Bezieht man die Methandaten auf die Kohlendioxidbasis, dann werden einige der zwischen den Kühen bestehenden Variationen geringer.

Die Methankonzentrationen in der Ausatemluft zeigen, daß Methan offensichtlich in erheblicher Menge vom Magen in den Nasenrachenraum gelangt. Dabei handelt es sich nicht um Gas aus einem Ruktus, sonst hätten wir entweder sehr hohe oder sehr niedrige Konzentrationen antreffen müssen. Die mit dem automatischen Sammler durchgeführten Punktmessungen in ppm können in tägliche Gesamtabgaben umgerechnet werden. Es ist bekannt, daß eine 600 kg-Kuh etwa 201 000 Liter Luft am Tag veratmet (PURCHASE, 1968, HALES u. FINDLAY, 1968). Aus dem Gesamtmittelwert von 1767 ppm ergibt sich dann eine Methanabgabe von 355 l/Tag, normalisiert auf 5,2 % Kohlendioxid (4533 ppm) beträgt die Abgabe 1092 l/Tag. Der erste Wert liegt nahe bei Angaben von KIRCHGESSNER et al. (1995). Die Befunde deuten an, daß die bei der Fütterung in der Ausatemluft gemessenen Konzentrationen an Methan benutzt werden können, um die tägliche Gesamtemission einer Kuh genauer beschreiben zu können.

In gleicher Weise wird es mit der Methodik möglich sein, auch DMS verläßlich zu messen. ELLIOTT-MARTIN et al. (1997) berichteten über die DMS-Konzentrationen in der Ausatemluft von Kühen in Höhe von 80-100 ppm. Über erste Befunde dazu wird berichtet.

5 Zusammenfassung

Methan ist eines der wichtigsten umweltrelevanten Gase, das bei der landwirtschaftlichen Rinderhaltung freigesetzt wird. Die genaue Messung der Methanabgabe direkt vom Tier ist für die Einschätzung und Kontrolle der verschiedenen Quellen von erheblicher Bedeutung. Es wird ein automatisches Probenahmesystem beschrieben, mit dem repräsentative Luftproben direkt aus der Ausatemluft von Kühen genommen und einem Gasanalysator zugeführt werden können. Dazu schieben die Tiere ihr Maul in einen speziellen Futterautomaten und lösen die Probenahme (jeweils 2 l) in der Ausatemphase aus. Von 11 trainierten Kühen wurden auf diese Weise bis zu 8 mal am Tag über 19 Tage Proben gewonnen. Die Befunde zeigen, daß die direkt vom Tier ohne Ruktus ausgeatmeten Methanmengen 1092 l/Tag und Tier betragen können. Die Methode scheint geeignet zu sein, einen nützlichen Beitrag zur genauen Bestimmung von mit der Ausatemluft abgegebenen Gasen bei Rindern leisten zu können. Dies kann bei der Bilanzierung umweltrelevanter Gase wie Methan oder auch Dimethylsulfid eingesetzt werden.

6 Literatur

BLAXTER, K.L., N.M. Graham und J.A.F. Rook (1955): Journal of Agricultural Science, 45, 10.

DOBBELAAR, P., T.T. MOTTRAM, C. NYABADZA, P.J. HOBBS, R.J. ELLIOTT-MARTIN und Y.H. SCHUKKEN (1996): Detection of ketosis in dairy cows by analysis of exhaled breath. Veterinary Quarterly, 18, 151-152

ELLIOTT-MARTIN, R.J., MOTTRAM, T.T., GARDNER, J.W., HOBBS, P.J. UND BARTLETT, P.N. (1997): Preliminary investigation of breath sampling as a monitor of health in dairy cattle. Journal of Agricultural Engineering Research 67, 267-275

KIRCHGESSNER, M., W. WINISCH und H.L. MÜLLER (1995): Nutritional Factors for the Quantification of Methane Production. In: Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction: Proceedings of th Eighth International Symposium on Ruminant Physiology, Verlag Berlin

MCLEAN, J.A. und G. JOBIN (1989): Animal and Human Calorimetry, Cambridge University Press, Cambridge

PURCHASE, I.F.H. (1968): Some Respiratory Parameters in Horses and Cattle. The Veterinary Record, 77, 30, 859-860

WHAY, R. und T.T. MOTTRAM (1998): Research Note Applied Animal Behaviour Science (in preparation)

7 Summary

Methane emissions from enteric fermentation in the rumen of dairy cows are a major component of polluting emissions from agriculture. Methods of measuring breath emissions from dairy cows in field conditions are essential if research is to be conducted into practical feeding

systems to reduce pollution. A system was built to collect samples of cows' breath automatically when they voluntarily visited a feeder. 11 cows were trained to use a novel sampler/feeder and their breath emissions were monitored up to 8 times per day over a period of 19 days. The cows gave samples of 2 litres of breath each time they came for concentrate feed. The data show that the exhaled methane emission can reach 1092 l/day and cow. The method of measuring cow breath emissions seems to be useful to study emissions of compounds implicated in air pollution and global climate change.

8 Danksagung

Die Untersuchungen wurden dankenswerter Weise vom Landwirtschaftsministerium in London (MAFF, UK) gefördert.

Vergleich der Emissivität von Mastschweinehaltungen mit Oberflur- und Unterflurabsaugung

Comparison of the emission potential of odour and ammonia of above ground ventilation versus under ground ventilation in housing systems for fattening pigs

NESER, STEFAN[1]; GRONAUER, ANDREAS[1]; SCHÖN, HANS[1]

[1] Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Vöttingerstr. 36, 85354 Freising

1 Einleitung und Problemstellung

Die Kenntnis um den Umfang von Schadgas- und Geruchsemissionen aus der Tierhaltung ist für die Abschätzung der möglichen Beeinträchtigung der Umwelt von hoher Bedeutung. Technische Entwicklungen in den Haltungs- und Lüftungssystemen haben meist auch Einfluß auf die Emissivität einer Anlage. Das Verfahren der Unterflurabsaugung in Mastschweineställen hat in diesem Zusammenhang zu kontroversen Diskussionen geführt, da durch die Luftführung über der emissionsaktiven Flüssigmistoberfläche eine Erhöhung der Ammoniak- und Geruchsemission erwartet wurde. In Untersuchungen der Universität Hohenheim wurde nachgewiesen, daß die NH_3-Emission bei Unterflurabsaugung nicht ansteigt (HARTUNG, 1994). Die Frage nach der Geruchsemission bleibt jedoch bisher offen. Gerade die Geruchsemission hat aber in den Genehmigungsverfahren von Stallungen große Bedeutung, so daß eine Klärung dieser Zusammenhänge nötig ist.

2 Material und Methode

2.1 Versuchsbetrieb

Auf dem Versuchsbetrieb befinden sich in einer Gebäudehülle zwei Abteile à 200 Mastplätze. Die ursprüngliche Lüftungstechnik ist die Unterflurabsaugung über einen Längskanal unter dem Mittelgang, die Luftzuführung erfolgt über 5 Deckenzentralverteiler entlang der Längsachse des jeweiligen Stallabteils.
Die Fütterung erfolgt auf der Basis der Breifütterung, die Entmistung nach dem Stau-Schwemmverfahren.
Um ein Abteil auf Oberflurabsaugung umzurüsten wurde der Absaugpunkt über das Spaltenbodenniveau verlegt.
Die folgende Skizze verdeutlicht den Versuchsaufbau:

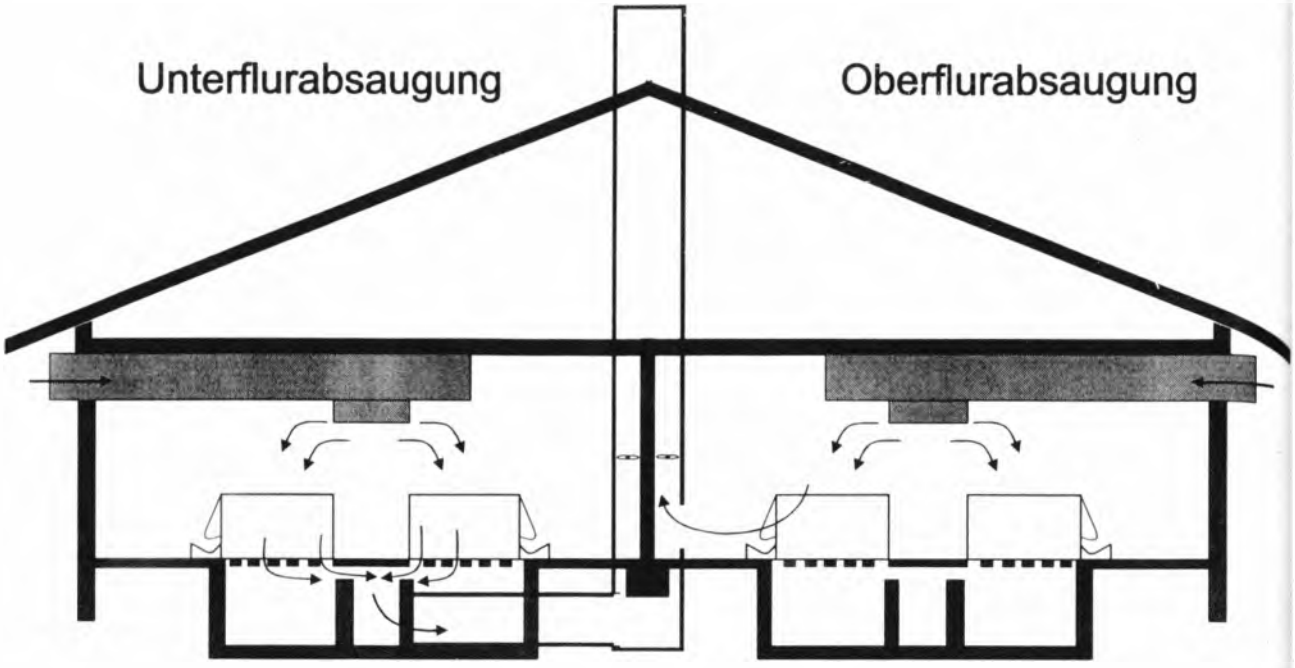


Abb. 1: Schematische Übersicht über den Versuchsaufbau in den Versuchsställen
Fig. 1: Schematic survey of the experimental housing systems

2.2 Meßtechnik

2.2.1 Volumenstrom

Mit saugseitig angebrachten Meßimpellern wird der Volumenstrom aus dem Stall gemessen. Die Kalibration der Meßimpeller erfolgt vor Ort in eingebautem Zustand. Das Meßsignal [s^{-1}] wird mit einem Datalogger kontinuierlich aufgezeichnet.

2.2.2 Gaskonzentrationsmessung

Die Gaskonzentrationen werden kontinuierlich mit einem photoakustischen Infrarotspektrometer gemessen. Das Gerät mißt die NH_3- Konzentration und führt geräteintern eine Wasserkompensation durch. Vor der Meßkammer befinden sich zwei optische Filter für NH_3 (Wellenzahlzentrum: 962 cm^{-1}) und H_2O, die nebeneinander angeordnet sind. Vor den optischen Filtern ist der Chopper (Zerhacker) angebracht, der die in die Meßkammer gelangende IR-Strahlung in gleichmäßige Strahlungsimpulse teilt. Die entstehenden Druckimpulse werden den zwei verschiedenen Gasen zugeordnet. Die Druckimpulse werden von in der Meßkammerwand integrierten Meßmikrophonen aufgenommen und in elektrische Signale umgewandelt, die proportional zur Konzentration sind.

Das Schlauchmaterial besteht aus Tetrafluorethylen-Perflourprpylen (FEP), da bei FEP nicht mit Adsorption von NH_3 an den Schlauchinnenwänden zu rechnen ist (ROM, 1994).

Meßstellenumschaltung

Um mehrere Meßstellen in enger zeitlicher Abfolge mit einem Meßgerät abgreifen zu können, wird eine einfache zeitgesteuerte Meßstellenumschaltung verwendet. Für jeweils 10 Minuten wird Probenluft einer Meßstelle zum Meßgerät geleitet.

2.2.3 Olfaktometrie

Die Proben für die olfaktometrischen Messungen werden direkt aus dem Fortluftstrom entnommen und in Beutel (Tedlar) abgefüllt. Die olfaktometrische Bewertung erfolgt mit einem Probandenkollektiv an einem Olfaktometer nach Mannebeck anhand der VDI-Richtlinie 3881, Blatt 1-4 (1989).

2.2.4 Randparameter

Neben den Gaskonzentrationen und den Abluftvolumenströmen werden verschiedene weitere Parameter aufgezeichnet, die für die Interpretation der Ergebnisse von Bedeutung sind. Diskontinuierlich werden die Tiergewichte und die Güllekanalfüllstände erfaßt.

In Tab. 1 werden die Meßstellen und die erhobenen Meßgrößen zusammengefaßt.

Tab. 1: Meßgrößen, Meßgeräte, Meßorte und Meßintervalle:

Tab. 1: Measured values, measurement devices and place of the measurement

Meßgröße	**Meßort/-intervall→** **↓ Meßgerät**		**Unterflur-entlüftung**	**Oberflur-entlüftung**	**Hinter-grund**
NH_3-Konzentration	PAS	[ppmv]	2 x 600 sh^{-1}	2 x 600 sh^{-1}	2 x 600 sh^{-1}
Temperatur	Pt100	[°C]	kont.	kont.	kont.
Volumenstrom	Meßimpeller	[m^3s^{-1}]	kont.	kont.	kont.
Geruchskonzentration	Olfaktometrie	[GE]	diskont.	diskont.	diskont.
	Multisensorarray		2 x 600 sh^{-1}	2 x 600 sh^{-1}	2 x 600 sh^{-1}
Gülleeigenschaften					
Nt-Gehalt	Beprobung und Laboruntersuchung	[%]	diskont.	diskont.	diskont.
pH					
TM		[%]			
Güllestand	Peilstab	[m]	diskont.	diskont.	diskont.

3 Erste Ergebnisse

Der Versuch wurde als Vergleichsversuch angelegt. Um eventuelle Unterschiede zwischen den Versuchsabteilen erkennen zu können, wurden in einer ersten Phase (I) beide Abteile als unterflurentlüftete Abteile beprobt, in einer zweiten Phase (II) wurde ein Abteil zum oberflurentlüfteten Abteil umgebaut, um so beide Verfahren zeitgleich gegenüberstellen zu können.

3.1 Ammoniak

Die Ammoniakkonzentrationen [ppmv] in den einzelnen Stallabteilen liegen vor dem Umbau auf Oberflurabsaugung im Mittel bei 27,5 bzw. 24,8 ppmv, nach dem Umbau liegt Stall I mit dem Verfahren der Unterflurabsaugung bei 28,3 ppmv; das oberflur entlüftete Abteil (Stall II, Phase II) weist eine deutlich geringere NH_3-Konzentration in Höhe von 20,0 ppmv auf (Abb. 2).

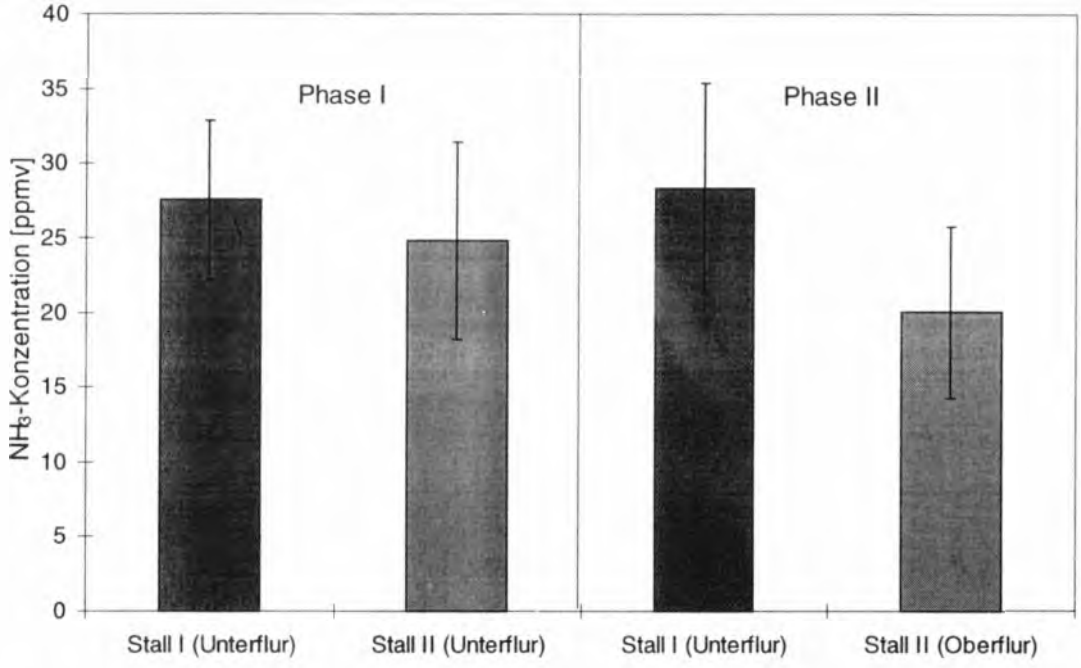


Abb. 2: NH_3-Konzentration in der Fortluft oberflur und unterflurentlüfteter Mastschweineställe

Fig. 2: Ammonia concentration in the exhausted air of piggery with above ground and under ground ventilation

Bereits vor dem Umbau zeigten sich trotz gleicher Bauweise der Versuchsabteile nicht nur im Bezug auf die NH_3-Konzentration (Abb.2), sondern in deutlichem Umfang auch hinsichtlich der NH_3-Emission (Abb. 3) Unterschiede. Vor dem Umbau lagen die NH_3-Emissionsraten bei 73,8 resp. 53,3 [g/h], nach dem Umbau lag aufgrund der geringeren Aussentemperaturen die Emissionsrate bei 61,6 im unterflur entlüfteten und bei 45,1 [g/h] im oberflur entlüfteten Abteil. Durch den Umbau und den Einsatz der anderen Lüftungstechnik konnten in diesem ersten Versuchsdurchgang unter Winterbedingungen mit geringen Lüftungsraten keine Unterschiede in der Ammoniakemission abgesichert werden.

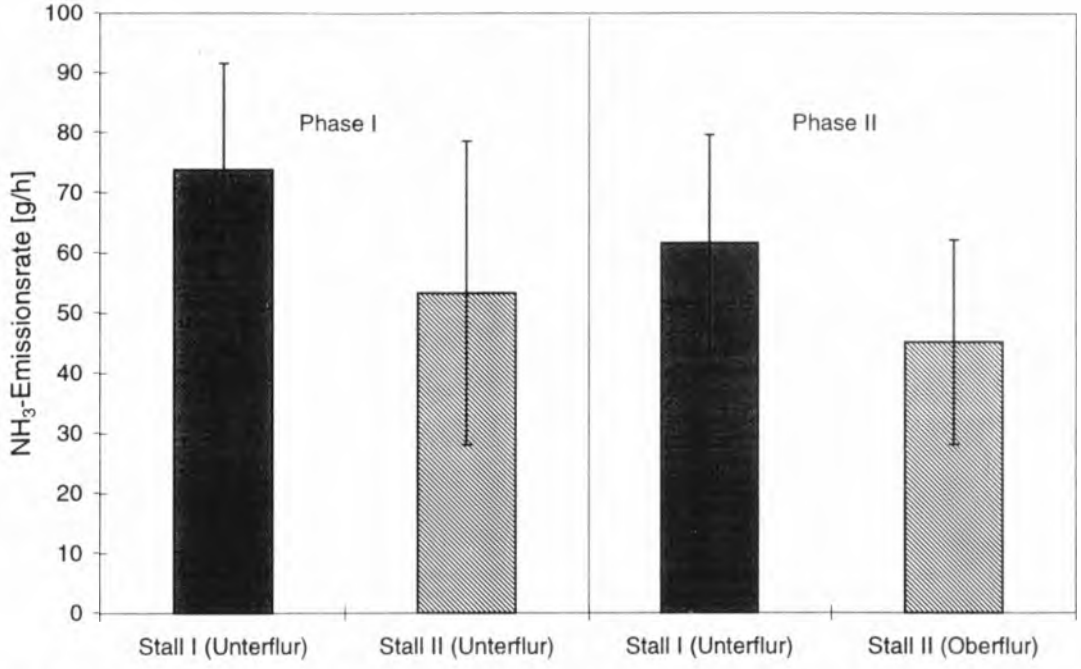


Abb. 3: NH_3-Emissionsrate aus oberflur und unterflurentlüfteter Mastschweineställe
Fig. 3: Ammonia emission rate from piggeries with above ground and under ground ventilation

3.2 Geruch

Die Geruchskonzentration in der Fortluft aus den beiden Abteilen liegt vor dem Umbau (d.h. Unterflurabsaugung) bei 342 bzw. 331 GE, nach dem Umbau bei 328 GE im unterflur entlüfteten System und bei 238 GE im oberflur entlüfteten Abteil.

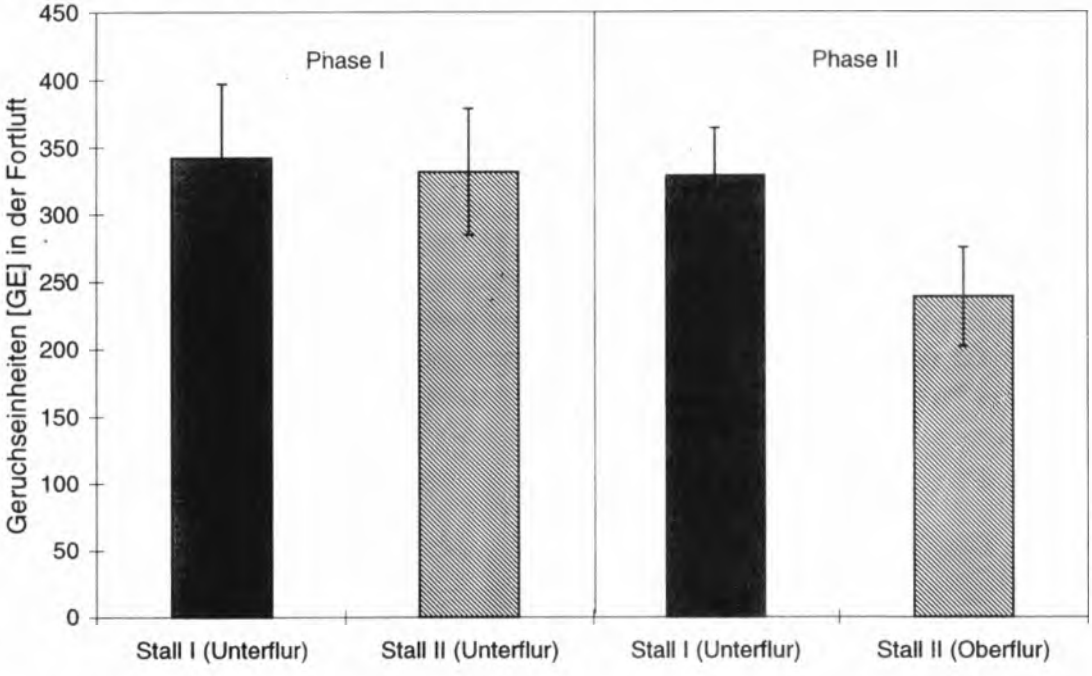


Abb. 4: Geruchskonzentration in der Fortluft oberflur und unterflurentlüfteter Mastschweineställe
Fig. 4: Odour concentration in the exhausted air of piggery with above ground and under ground ventilation

4 Literatur

Hartung, E., Keck, M. und Büscher, W. (1994): Ammoniakfreisetzung bei der Ober- und Unterflurabsaugung. Forschungsbericht für Elektrizitäzsanwendung in der Landwirtschaft (AEL).

VDI 3881 Blatt 1-4 , Ausgabe:(1986) ff, Olfaktometrie in VDI-Handbuch Reinhaltun der Luft, Beuth-Verlag, Berlin

Rom, H.B. (1994): Nitrogen Flow and Ammonia Emission in Fattening Pig Units. Gasanalytik in der Nutztierhaltung und Landwirtschaft, Berlin 22-23. November 1994.

Breum, N.O., Takai, H. und Rom, H.B. (1990): Upward vs. Downward Ventilation Air Flow in a Swine House. In: Transactions of the ASAE 33 (5), 1693-1699.

5 Summary

The question of ammonia emission and odour emission from livestock buildings is very important concerning the building permit for a farm building. Especially piggeries often have big problems because of the high stocking density. The ventilation system can affect the emission potential of a farm building. Under ground ventilation systems may have advantages concerning the indoor air quality, but the effect on ammonia and odour emission has to be discussed. Hartung (1994) found, that there is no effect for the ammonia emission compared to above ground ventilation. The effect on the odour emission has not been investigated.

In this experiment two compartments for 200 pigs each are compared (fig. 1). In a first stage the compartments are compared under the same ventilation conditions (under ground ventilation), in a second stage in one of the comparments the ventilation system changed to above ground ventilation. The differences under winter conditions with low ventilation capacity concerning ammonia concentration (fig. 2), ammonia emission (fig. 3) and odour concentration have not been significant. The experiment will be repeated under summer conditions with a higher ventilation capacity.

Emissionen von NH_3, N_2O und CH_4 aus der Festmistverfahrenskette Milchviehanbindehaltung Stall – Lagerung – Ausbringung

Emissions of NH_3, N_2O und CH_4 from milking cows housed in a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading)

AMON, BARBARA, AMON, THOMAS, BOXBERGER, JOSEF

Institut f. Land-, Umwelt- u. Energietechnik, Universität für Bodenkultur, Wien, email: kiesslin@mail.boku.ac.at

1 Einleitung

Zur Verbesserung der Gesamtumweltverträglichkeit der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung müssen sowohl die Emissionen der gesamten Verfahrenskette vom Stall über die Lagerung bis hin zur Ausbringung bekannt sein, als auch die Komponenten NH_3, N_2O und CH_4 gleichzeitig berücksichtigt werden. Eine einseitige Konzentration auf eine Emissionsquelle oder eine Gaskomponente kann zur Erhöhung der Emissionen anderer Bereiche oder Gaskomponenten führen und verbessert damit die Umweltwirkung nicht notwendigerweise (GRONAUER ET AL. 1995).

Am ILUET wurde ein großer mobiler Emissionsmeßraum entwickelt, der in allen Verfahrensbereichen der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung zur Bestimmung der Emissionsraten eingesetzt werden kann. Er ermöglicht Emissionsmessungen unter natürlichen Bedingungen, deren Ergebnisse direkt auf die Praxis übertragen werden können. Die Gaskonzentrationen wurden mittels eines hochauflösenden FTIR-Spektrometers gemessen (AMON ET AL. 1996).

Eingestreute Haltungssysteme gewinnen zunehmend an Bedeutung. Der Kenntnisstand zu Emissionen von NH_3, N_2O und CH_4 aus Verfahrensketten eingestreuter Haltungssysteme vom Stall über die Festmistlagerung bis hin zu dessen Ausbringung ist gering. Bei der Festmistlagerung können zwei Verfahren unterschieden werden: die aerobe Kompostierung und die anaerobe Stapelmistlagerung. Für einen Vergleich der Umweltrelevanz beider Verfahren müssen umwelt- und klimarelevante Emissionen berücksichtigt werden. Auch die flüssigen Emissionen im Sickerwasser sollen in einer Gesamtbilanz nicht fehlen.

2 Material und Methode

Zur Erfassung der Emissionen der gesamten Verfahrenskette wurden Messungen an einem Anbindestall für Milchkühe, während der Lagerung und Kompostierung von Rinderfestmist und nach dessen Ausbringung durchgeführt. Die Messungen wurden mehrmals im Jahresverlauf wiederholt, um den Einfluß der Jahreszeit auf den Umfang der Emissionen erfassen zu

können. Die Emissionsraten wurden kontinuierlich, in zehnminütigem Abstand mit einem hochauflösenden FTIR-Spektrometer gemessen.

2.1 Anbindestall für Milchkühe

Die Emissionsratenbestimmung erfolgte im zentralen Abluftschacht eines zwangsbelüfteten Anbindestalls für 12 Milchkühe der BAL Gumpenstein. Der Stall verfügt über eine Flüssigentmistung. Zum Vergleich der Emissionen aus Flüssigmist- und Festmistsystem wurde er während jeder Meßperiode in ein Festmistsystem umgewandelt: auf die Gülleroste hinter den Kühen wurden Holzplatten gelegt und 2 kg Stroh pro Kuh und Tag eingestreut. Die Entmistung erfolgte zweimal täglich. Futteraufnahme, Futterzusammensetzung, Gewicht und Milchleistung der Kühe sowie Temperatur und relative Luftfeuchte im Stall wurden ebenfalls erfaßt. Jede Meßperiode dauerte etwa zwei Wochen und wurde im Frühjahr, Sommer, Herbst und Winter durchgeführt.

2.2 Festmistlagerung, -kompostierung und -ausbringung

Festmist kann entweder ohne Behandlung anaerob gelagert werden oder durch mehrmaliges Umsetzen aerob kompostiert werden. Beide Verfahren wurden einmal unter sommerlichen und einmal unter winterlichen Bedingungen miteinander verglichen. Die Versuchsdauer betrug jeweils rund 80 Tage. Etwa 7 t Festmist wurden auf befestigtem Untergrund zu Dreiecksmieten aufgesetzt. Eine Miete verblieb ohne weitere Behandlung (Stapelmistvariante), die andere wurde im Laufe der Lagerung siebenmal umgesetzt (Kompostvariante). Das austretende Sickerwasser konnte gesammelt und auf seine Inhaltsstoffe untersucht werden. Die Temperatur in den Festmistmieten wurde an jeweils sechs Meßstellen kontinuierlich aufgezeichnet.

Zum Erfassen der Emissionsraten wurde der nach dem open-dynamic-chamber-Prinzip betriebene große mobile Emissionsmeßraum abwechselnd über der Kompost- und über der Stapelmistvariante aufgebaut. Der Umbau von einer Variante auf die andere erfolgte dreimal wöchentlich.

Nach Abschluß der Lagerung wurde der Meßraum auf einer Grünlandfläche aufgebaut und der Festmist darin ausgebracht. Die Ausbringmenge entsprach 20 t/ha. Die Ausbringung nach dem Sommerversuch erfolgte im September 1996 unter kühlen Bedingungen (rund 10°C). Der Festmist aus dem Winterversuch wurde im Juni 1997 unter warmen Witterungsverhältnissen (rund 20°C) ausgebracht.

3 Ergebnisse

3.1 Anbindestall für Milchkühe

Bei den mittleren Methan-, Ammoniak- und Lachgasemissionen aus dem Anbindestall für Milchkühe ergab sich kein statistisch abzusichernder Unterschied zwischen Flüssigmist- und Festmistsystem (Abb. 1). Aus den Daten zu Futteraufnahme, Futterzusammensetzung und

Milchleistung konnten die verdauungsbedingten Methanemissionen berechnet werden (KIRCHGESSNER ET AL. 1991). Ihr Anteil an den in Summe aus dem Stall gemessenen Emissionen lag im Mittel bei 80 %. Somit waren die Methanemissionen aus dem Anbindestall zum überwiegenden Teil verdauungsbedingt. Methanemissionen aus den Exkrementen waren für den Stallbereich von untergeordneter Bedeutung.

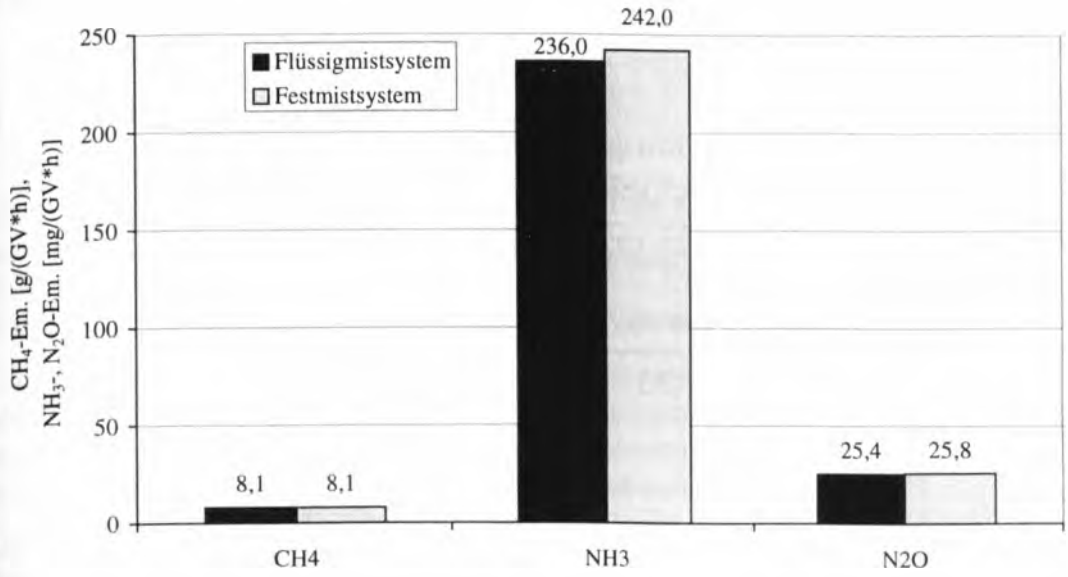


Abb. 1: CH_4-, NH_3- und N_2O-Emissionen aus einem Anbindestall für Milchkühe
Fig.1: Emissions of CH_4, NH_3 and N_2O from a tying stall for milking cows

Die Ammoniakemissionen bewegten sich verglichen mit mittleren Emissionswerten aus der Literatur (z.B. ISERMANN 1994) auf niedrigem Niveau. Bislang wurden Ammoniakemissionen meist aus Laufställen für Milchkühe gemessen, die im Vergleich zum Anbindestall eine größere emissionsaktive Oberfläche haben.

Der Anteil der N_2O-N-Verluste an den Gesamt-N-Verlusten betrug 5–10 %. Eine Reduktion dieser Emissionen aus dem Stallbereich ist mit einfachen Maßnahmen nicht möglich. Emissionsreduzierende Maßnahmen für N_2O und CH_4 können am wirkungsvollsten während der Lagerung der Exkremente eingesetzt werden.

3.2 Festmistlagerung, -kompostierung und -ausbringung

Die Ammoniakemissionen aus dem Kompost waren sowohl im Sommer- als auch im Winterversuch höher als die aus dem Stapelmist (Tab. 1). Die im Vergleich zum Sommerkompost niedrigeren Emissionen des Winterkompostes sind durch starke Schneefälle zu Beginn der Kompostierung und dem damit verbundenen Vernässen des Kompostes zu erklären. Die Sauerstoffversorgung und Strukturstabilität der Miete waren eingeschränkt. Der Kompostierungsprozeß verlief nicht optimal. In Summe waren die N-Verluste mit maximal 11 % des Ges-N-

Gehaltes jedoch auch beim Sommerkompost gering. Sie könnten durch Zugabe von Stroh oder anderen Strukturmaterialien zu Beginn der Kompostierung noch weiter vermindert werden.

Bei der Stapelmistvariante emittierte ein Großteil der Gesamtammoniakemissionen nicht während der Lagerung sondern erst nach der Ausbringung. Besonders deutlich wird dies beim Winter-Stapelmist, der im Juni unter warmen Bedingungen ausgebracht wurde. Die Ergebnisse decken sich sowohl quantitativ als auch qualitativ mit den von MENZI ET AL. (1997) ermittelten Emissionsdaten.

Tab. 1: Ammoniakemissionen von Kompost und Stapelmist
Table 1: Ammonia emissions from composted and anaerobically stored FYM

	NH_3-Verluste [g NH_3/t FM]			
	Lagerung	Umsetzen	Ausbringung	*Summe*
Kompost (Sommer)	643,3	27,2	---	*670,5*
Stapelmist (Sommer)	162,7	---	85,3	*248,0*
Kompost (Winter)	302,6	---	---	*302,6*
Stapelmist (Winter)	46,2	---	197,3	*243,5*

Die klimarelevanten Emissionen von Kompost und Stapelmist sind in CO_2-Äquivalenten angegeben (Tab. 2). Im Sommerdurchgang emittierte der Stapelmist rund 4,5mal mehr klimarelevante Gase als der Kompost. Aufgrund der eingeschränkten Sauerstoffversorgung des Winter-Kompostes kam es zu anaeroben Bedingungen in der Miete und in Folge zu klimarelevanten Emissionen, die ähnlich hoch wie die des Winter-Stapelmistes waren. In Gebieten, in denen mit starken Schneefällen zu rechnen ist, sollte deshalb der Kompost durch eine Überdachung geschützt werden.

Tab. 2: Klimarelevante Emissionen von Kompost und Stapelmist
Table 2: Greenhouse gas emissions from composted and anaerobically stored FYM

	Klimarelevante Emissionen [kg CO_2-Äquiv./t FM]		
	N_2O-Emissionen	CH_4-Emissionen	*Summe*
Kompost (Sommer)	8,87	4,96	*13,83*
Stapelmist (Sommer)	13,65	47,85	*61,49*
Kompost (Winter)	12,27	24,21	*36,48*
Stapelmist (Winter)	20,64	18,41	*39,05*

Bei den Methanemissionen aus dem Stapelmist war die Temperatur im Festmisthaufen der Haupteinflußfaktor. Beim Winterdurchgang erwärmte sich der Haufen erst gegen Ende der Lagerung mit Zunahme der Außentemperaturen. Parallel mit dieser Erwärmung stiegen auch die Methanemissionen an und hätten bei Fortführung der Versuche ein höheres Niveau erreicht. Im Gegensatz zu den NH_3-Emissionen waren die Methanemissionen aus dem Stapelmist weder beim Sommer- noch beim Winterdurchgang am Ende der Versuche zum Erliegen gekommen.

4 Schlußfolgerungen

Die Ammoniakemissionen aus dem Anbindestall für Milchkühe waren sowohl im Festmist- als auch im Flüssigmistsystem gering. Zusätzliche Maßnahmen zur weiteren Verringerung dieser Emissionen aus dem Stallbereich sind nicht erforderlich. Allerdings ist generell auf Sauberkeit im Stall und auf das regelmäßige Reinigen verschmutzter Flächen zu achten.

Die Methanemissionen aus dem Stallbereich waren zu rund 80% auf die Verdauung der Milchkühe zurückzuführen. Methanemissionen aus den Exkrementen waren im Stall von untergeordneter Bedeutung. Maßnahmen zur Vermeidung von Methanemissionen aus Exkrementen können am wirkungsvollsten während der Lagerung greifen.

Die Kompostierung war mit höheren Ammoniakemissionen verbunden als die Stapelmistlagerung. Mit 11% vom Gesamtstickstoffgehalt blieben jedoch auch hier die Gesamt-N-Verluste auf niedrigem Niveau.

Stickstoffverluste im Sickerwasser treten vornehmlich in den ersten drei Wochen der Lagerung auf. Um einen unkontrollierten Eintrag in die Umwelt zu vermeiden, sollte Festmist zumindest zu Beginn der Lagerung auf befestigten Flächen aufgesetzt werden, die eine geregelte Sammlung der Sickerwässer erlauben.

Die aerobe Festmistkompostierung kann klimarelevante Emissionen während der Festmistlagerung sehr wirksam senken. Grundvoraussetzung hierfür ist ein guter Kompostierungsprozeß mit ausreichender Sauerstoffversorgung in der Miete. Dies kann erreicht werden durch Zugabe von Strukturmaterial und regelmäßiges Umsetzen des Haufwerkes mit Umsetzgeräten, die eine intensive Durchmischung des Festmistes gewährleisten. Der Energieverbrauch für die Umsetzvorgänge und die damit verbundenen CO_2-Emissionen mit einem Anteil von rund 0,1% an den klimarelevanten Gasen aus dem anaeroben Stapelmist unbedeutend gering.

5 Literatur

AMON, B., AMON, TH., BOXBERGER, J., PÖLLINGER, A., ZAUSSINGER, A. (1996): Entwicklung einer Meßeinrichtung zur Erfassung umweltrelevanter Gasemissionen. *Die Bodenkultur 47*, 4, S. 247-253.

GRONAUER, A. ET AL. (1995): Anforderungen und Lösungsansätze zur Bestimmung von Emissionsraten ökosystem- und klimarelevanter Gase aus der Landbewirtschaftung. In: Beiträge zur 2. Internationalen Tagung „Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung", S. 91–98.

ENQUÊTE-KOMMISSION SCHUTZ DER ERDATMOSPHÄRE DES 12. DEUTSCHEN BUNDESTAGES, Hrsg. (1995): Mehr Zukunft für die Erde: Nachhaltige Energiepolitik für dauerhaften Klimaschutz (Bonn), Deutscher Bundestag, Economica Verlag. Schlußbericht der Enquête.

ISERMANN, K. (1994): Ammoniak-Emission der Landwirtschaft, ihre Auswirkungen auf die Umwelt und ursachenorientierte Lösungsansätze sowie Lösungsaussichten zur hinreichenden Minderung. In *Studienprogramm Landwirtschaft*, Enquête-Kommission Schutz der Erdatmosphäre des Deutschen Bundestages, Hrsg. Economica Verlag GmbH, Bonn, Kap. E, S. 1-250. Band 1. Landwirtschaft. Teilband I.

KIRCHGESSNER, M., WINDISCH, W., MÜLLER, H.L., KREUZER, M. (1991): Release of methane and of carbon dioxide by dairy cattle. *Agribiological Research 44*, S. 91-102.

MENZI, H., KATZ, P., FRICK, R., FAHRNI, M., KELLER, M. (1997): Ammonia emissions following the application of solid manure to grassland. In *Gaseous Nitrogen Emissions from Grasslands* (Oxon UK), Jarvis, S.C., Pain, B.F., Hrsg., CAB International, S. 265-274.

6 SUMMARY

Emissions of NH_3, N_2O and CH_4 from a farmyard manure tying stall (housing, manure storage, manure spreading) were measured in Austria. The measurements were repeated several times in course of the year to calculate mean emissions. Gas concentrations were analysed by a high resolution FTIR spectrometer. For the establishment of emission rates from diffuse sources a large open-dynamic-chamber was developed. It enables the quantification of emission rates in the field, under real conditions. In the tying stall nearly no differences were found between a slurry based and a straw based system. About 80 % of the methane emissions were caused by ruminal fermentation. Ammonia emissions (240 mg NH_3 $LU^{-1}h^{-1}$) were below average values given in the literature, mainly due to the small emitting surfaces in a tying stall. N_2O emissions amounted to 25 mg N_2O $LU^{-1}h^{-1}$. During the storage period emissions from anaerobic storage and aerobic composting of FYM were compared. After storage the FYM was spreaded and the emissions during and after spreading were also measured. The compost emitted more NH_3 (671 and 303 g NH_3 $(t\ FM)^{-1}$) than the anaerobically stored FYM (248 and 244 g NH_3 $(t\ FM)^{-1}$). A major part of the total NH_3 emissions from the anaerobically stored FYM emitted not during storage, but after spreading. The anaerobically stored FYM emitted more greenhouse gases (61.5 and 39.1 kg CO_2-equiv. $(t\ FM)^{-1}$) than the composted FYM (13.8 and 36.5 kg CO_2-equiv. $(t\ FM)^{-1}$). The greenhouse gas emissions from the winter compost were due to heavy snowfalls that wetted the FYM and suppressed a sufficient oxygen supply. Composting of FYM can substantially reduce greenhouse gas emissions from manure management. The NH_3 emissions could be further reduced by adding additional straw.

Das Projekt wurde vom Österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft gefördert. Der Endbericht ist auf Anfrage bei den Autoren erhältlich.

Einflüsse auf und Messung von Emissionen von Ammoniak und klimarelevanten Gasen aus einem frei belüfteten Milchviehstall

Influences on and measurements of ammonia and greenhouse gas emissions from a naturally ventilated dairy house

BROSE, GREGOR, EBERHARD HARTUNG UND THOMAS JUNGBLUTH

Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart.

1 Einleitung

Die Rinder- und Milchviehhaltung emittiert neben Ammoniak (NH_3) und Gerüchen auch klimarelevante Gase (CH_4 und CO_2) in die Umwelt. Über deren Emissionshöhen liegen bisher nur wenige Zahlenwerte vor, die auf Schätzungen oder auf kurzzeitigen oder diskontinuierlichen Messungen basieren. Bei der in der Milchviehhaltung dominierende Schwerkraftlüftung wird das Stallklima wesentlich durch Wind und Wetter beeinflußt. Ein starker Wind- und Wettereinfluß ist auch auf die Höhe der Schadgasemission zu erwarten. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Emissionen aus einem Milchviehstall meßtechnisch und kontinuierlich über ein Jahr hinweg zu erfassen und die Einflüsse stall- und betriebsbezogener Randbedingungen sowie tages- und jahreszeitliche Einflüsse zu analysieren.

2 Material und Methode

Die Emissionsmessungen wurden in einem Liegeboxenlaufstall für ca. 55 Milchkühe und ca. 20 Färsen durchgeführt. Im Sommer wurde Grünfutter, im Winter wurde Heu gefüttert, jeweils ergänzt durch eine leistungsangepaßte Kraftfuttermenge. Im Laufbereich war Spaltenboden verlegt. Die anfallenden Exkremente gelangten nach dem Treibmistprinzip in das außen liegende Flüssigmistlager. Die bis zu 12 cm breiten Zuluftöffnungen der Schwerkraftlüftung (Schachtlüftung) befanden sich traufseitig, wobei 3 Meter lange Luftleitplatten das tiefere Eindringen der Zuluft in den Stall bewirken. Als Abluftöffnungen dienten vier je 1 m² und drei je 0,2 m² große Abluftschächte in der Stallmittelachse (s. Grundriß in Abbildung 1).

Die Gaskonzentrationen wurden in jedem der 7 Abluftschächte, auf beiden Zuluftseiten des Stalles als Hintergrundkonzentration sowie im Tierbereich und unter dem Spaltenboden gemessen. Eine Membranpumpe beförderte die Luftproben durch Teflonschläuche von den jeweiligen Meßstellen zu den Analysegeräten. Zur Bestimmung der Gaskonzentrationen von NH_3, CH_4 und CO_2 wurden kontinuierlich arbeitende, für jedes Gas spezifische IR-Spektrometer eingesetzt:

- NH_3: Binos 4b NDIR-Gasanalysator der Firma Rosemount; 0 - 100 ppm NH_3
- CO_2: UNOR 610 NDIR-Gasanalysator der Firma Maihak; 0 - 10000 ppm CO_2
- CH_4: UNOR 610 NDIR-Gasanalysator der Firma Maihak; 0 - 300 ppm CH_4

Eine Untersuchung der Querempfindlichkeiten der Meßgeräte auf die jeweils anderen Gase ergab in den zu messenden Konzentrationsbereichen vernachlässigbare Werte.

Wichtig für die Emissionsmessung ist neben der Bestimmung der Gaskonzentrationen eine genaue Kenntnis des Abluftvolumenstroms. Aus diesem Grund wurden in jeden der sieben Abluftschächte ein angepaßter Meßventilator zur Bestimmung des Volumenstroms eingebaut. In Kalibrierversuchen vor und nach dem Untersuchungszeitraum mit Hilfe eines aufgesetzten kalibrierten Meßventilators zeigte sich ein linearer Zusammenhang zwischen der Signalspannung der Meßventilatoren und dem Abluftvolumenstrom. Die Meßorte für die Gaskonzentrationen, den Volumenstrom sowie die Temperatur und die Luftfeuchte sind Abbildung 1 zu entnehmen. Die Windverhältnisse wurden an einer Wetterstation in 200 m Entfernung (Sommer) bzw. direkt auf dem Stalldach (Winter) gemessen.

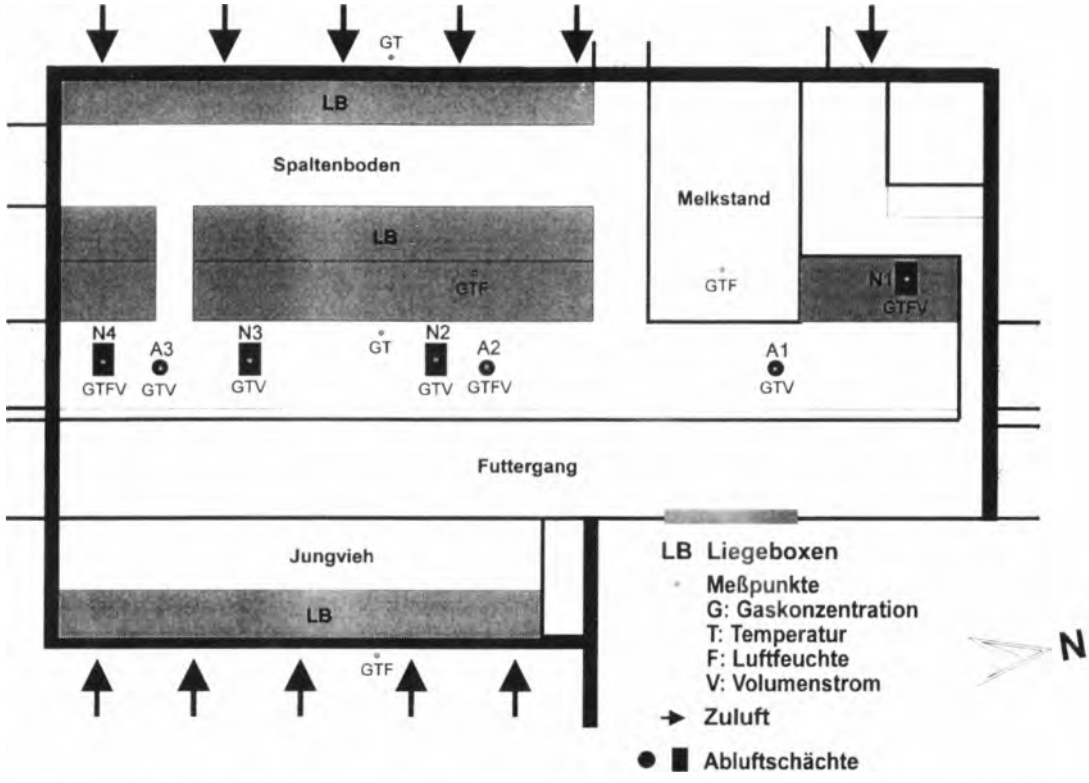


Abb. 1: Skizze des untersuchten Milchviehstalls; sketch of the studied dairy house

Ein zuverlässiges Datenerfassungsprogramm übernahm auch die Umschaltung der Meßstellen zur Gasanalyse (Hartung, 1995). Innerhalb von 20 Minuten wurden so alle zwölf Meßstellen nacheinander für jeweils 100 s beprobt, so daß für jede Meßstelle Konzentrationswerte im Abstand von 20 Minuten und damit quasi kontinuierlich vorlagen. Volumenströme, Temperaturen, Luftfeuchte sowie Windgeschwindigkeit und Windrichtung wurden als 20-Minuten-Mittelwert abgespeichert. Die Emissionen wurden als Produkt von Volumenstrom und der Konzentrationsdifferenz der Abluft und Zuluft berechnet.

3 Ergebnisse

3.1 Einflüsse auf das Lüftungssystem

In Ställen mit Schwerkraftlüftung ist die Lüftung in starkem Maße von Windeinflüssen und der Temperaturdifferenz zwischen Stallinnen- und -außenluft abhängig. In Abbildung 2 sind die Verläufe des Abluftvolumenstroms, der Windgeschwindigkeit und der Temperaturdifferenz zwischen innen und außen für zwei beispielhafte Untersuchungstage dargestellt. Dabei

zeigt die Windgeschwindigkeit den stärksten positiven Einfluß auf den Abluftvolumenstrom. Bei Windstille beträgt der Abluftvolumenstrom ca. 11000 bis 13000 m³/h, bei hohen Windgeschwindkeiten kann er auf über 30000 m³/h zunehmen. Der relativ schwache, positive Einfluß der Temperaturdifferenz auf den Volumenstrom ist nur bei niedrigen Windgeschwindigkeiten <1,5 m/s festzustellen.

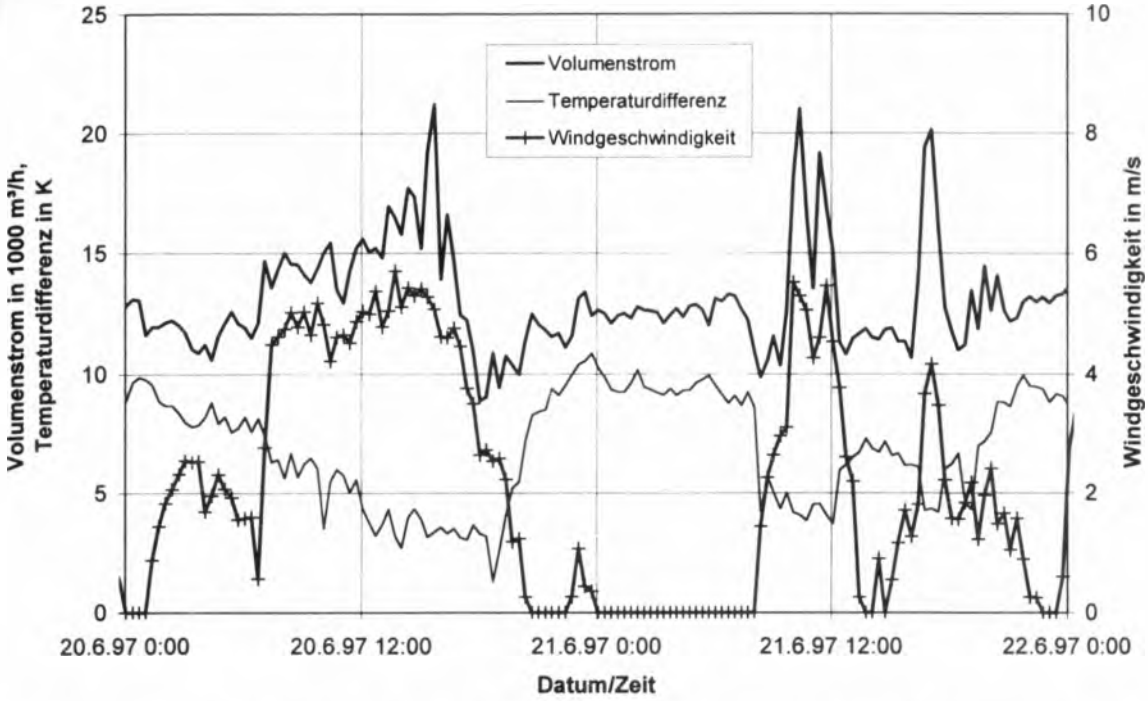


Abb. 2: Tageszeitlicher Verlauf des Volumenstroms, der Temperaturdifferenz innen/außen und der Windgeschwindigkeit; course of the day of air flow rate, temperature difference in-/outside and wind velocity

Desweiteren wurde ein deutlicher Einfluß der Windrichtung auf die Höhe der Volumenströme durch die einzelnen Abluftschächte festgestellt. Bei südlicher Anströmung des Stalls (vgl. Abbildung 1) weist der nördliche Abluftschacht N1 einen vielfach höheren Volumenstrom als die Schächte N2 bis N4 auf, bei westlicher Windrichtung werden deutlich höhere Volumenströme durch die Schächte N2 bis N4 gefördert. Entsprechend der windrichtungsabhängigen Verteilung der Volumenströme durch die verschiedenen Kamine stellen sich im Stall auch ganz unterschiedliche Luftströmungen ein.

Während der Messungen zeigte sich, daß unter bestimmten Bedingungen auch durch die Zuluftöffnungen ein Teil der Emissionen aus dem Stall entwich. Diese Leckströme konnten durch eine erhöhte CO_2-Konzentrationen in den Zuluftöffnungen nachgewiesen werden (Abbildung 3). Die Leckströme traten insbesondere bei einer hohen Windgeschwindigkeit bzw. bei einer niedrigen Temperaturdifferenz zwischen innen und außen (z.B. tagsüber an heißen Sommertagen) auf. Eine Abschätzung des Leckvolumenstroms und damit der Leckemissionen ist jedoch nur schwer möglich. Aus diesem Grund wurden die Emissionsdaten, die in Zeiten gemessen wurden, in denen Leckströme festgestellt werden konnten, nicht zur Auswertung herangezogen.

3.2 Einflüsse auf die Emissionen

Die kontinuierliche Erfassung von Konzentrationen und Volumenstrom ermöglichte die Aufzeichnung des tageszeitlichen Verlaufs der NH_3-, CH_4-und CO_2-Emissionen aus dem untersuchten Milchviehstall. Begleitende Untersuchungen im Labor und in Respirationskammern haben gezeigt, daß NH_3 aus den Exkrementen emittiert wird. Dagegen wird CH_4 fast ausschließlich als Fermentationsprodukt im Pansen und CO_2 überwiegend durch die Tieratmung gebildet.

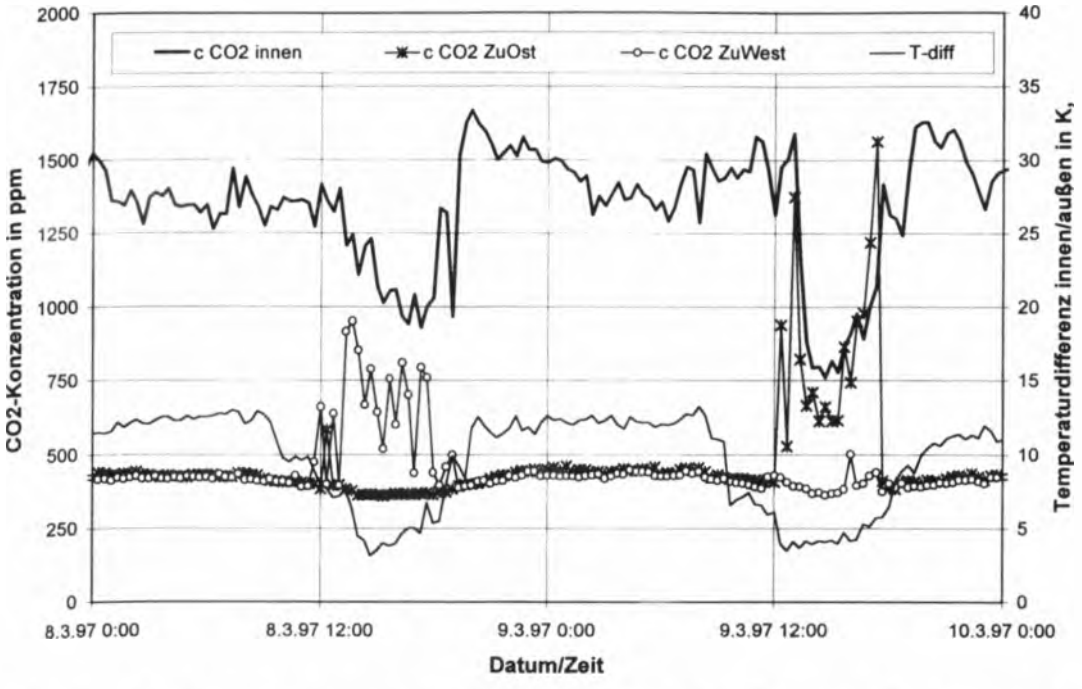


Abb. 3: Erhöhte CO_2-Konzentrationen in den Zuluftöffnungen bei Auftreten von Leckströmen; higher CO_2-concentrations in the incoming air openings during leak flows

In Abbildung 4 sind die mittleren Tagesverläufe der CH_4-und CO_2-Emissionen von 8 Tagen im Dezember 1997 dargestellt. Die Tage waren windarm (mittlere Windgeschwindigkeit: 1 m/s) und kalt (mittlere Außentemperatur: -2 °C). Konnten Leckströme durch die Zuluft oder durch offene Tore festgestellt werden, wurden die Emissionsdaten nicht zur Auswertung herangezogen. Entsprechend ist die Datenanzahl für die Mittelwertsbildung zu verschiedenen Tageszeiten reduziert.

Die CH_4-und CO_2-Emissionen zeigen einen synchronen Tagesverlauf. Zu den Hauptfütterungszeiten morgens um 7:00 Uhr und abends um 18:30 Uhr jeweils nach dem Melken zeigen sich charakteristische Emissionszunahmen. Eine weitere Fütterung zwischen 13:00 und 15:00 Uhr ist infolge eines uneinheitlichen Fütterungsbeginns nicht so deutlich zu erkennen. An einem einzelnen Tag kann der Anstieg der Emissionen während der Fütterung bis zu 50% betragen, aufgrund zeitlicher Verschiebungen der Fütterungszeit von Tag zu Tag fällt der Emissionsanstieg bei einer Mittelung über 8 Tage jedoch niedriger aus. In den frühen Morgenstunden treten infolge der geringsten Aktivität der Tiere die niedrigsten Emissionen auf. Abbildung 5 zeigt die mittleren Tagesverläufe der CO_2-Emissionen in vier verschiedenen Monaten (gemittelt aus 8 Tagen im April, 22 Tagen im Juni, 8 Tagen im Dezember, 16 Tagen im Januar). Zu allen Jahreszeiten ist eine Zunahme zu den Fütterungszeiten deutlich erkennbar. Die Höhe der CO_2-Emissionen ist in den verschiedenen Monaten vergleichbar, nur im

Juni werden insbesondere tagsüber geringere CO_2-Emissionen gemessen. Dies ist wahrscheinlich auf Leckströme zurückzuführen, die gerade in den Sommermonaten wegen der geringen Temperaturdifferenz auftreten können. Für die CH_4-Emissionen ergibt sich ein entsprechender Zusammenhang.

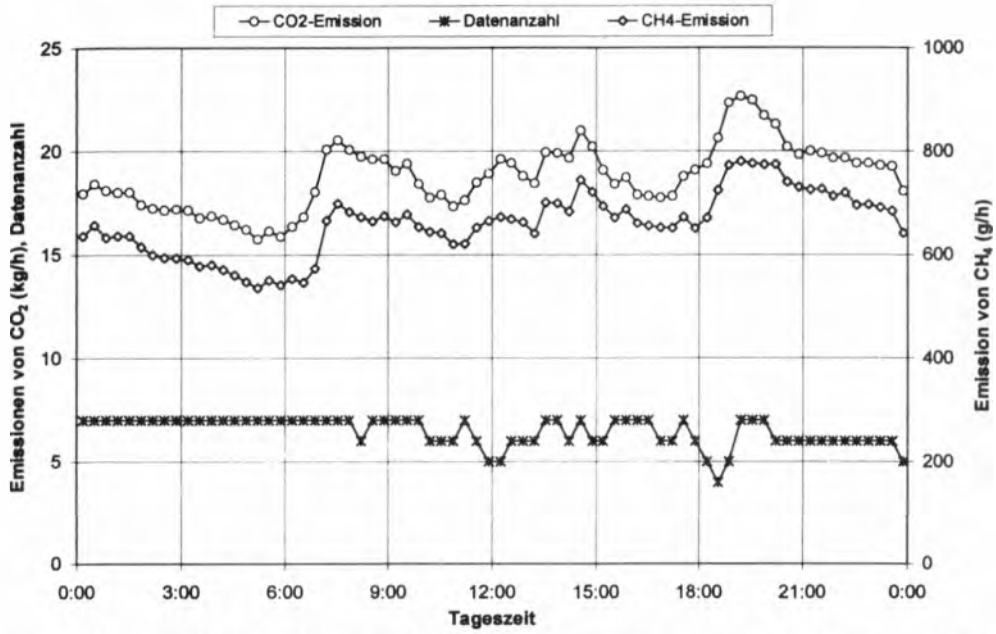


Abb. 4: Tagesverlauf der CH_4-und CO_2-Emissionen gemittelt über 8 Tage im Dezember; course of the day of CH_4-und CO_2-emissions averaged over 8 days in december

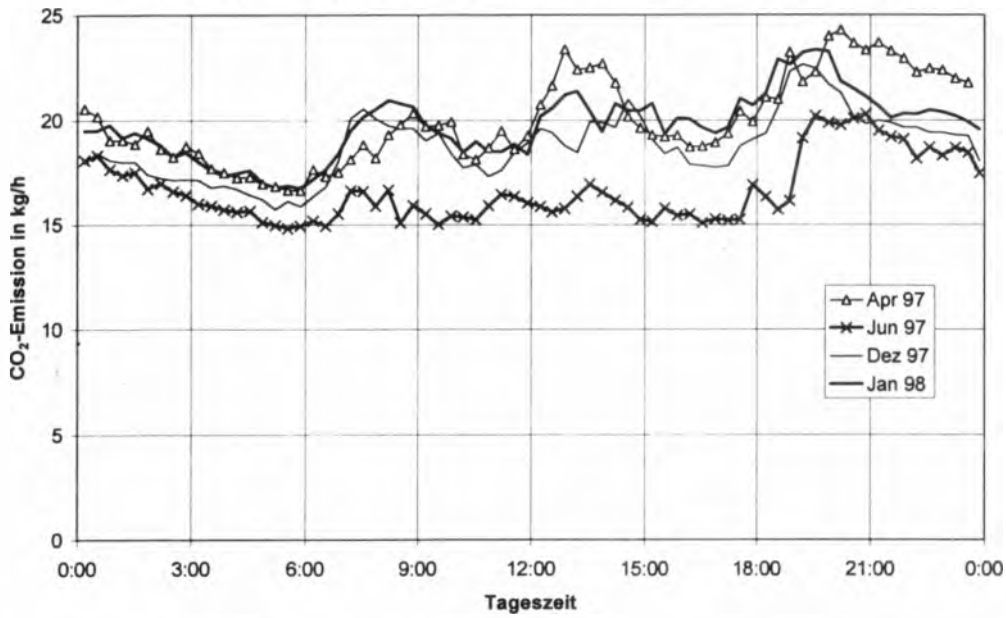


Abb. 5: Mitterer Tagesverlauf der CO_2-Emissionen zu verschiedenen Jahreszeiten; averaged course of the day of the CO_2-emissions in different seasons

Den Verlauf der NH_3-Emissionen über zwei Tage im April zeigt Abbildung 6. Zu erkennen ist, daß die NH_3-Emissionen in den Abendstunden zunehmen. Gleichzeitig kann auch eine rapide Abnahme der Ammoniakkonzentration unter dem Spaltenboden festgestellt werden, die sich im Laufe des Tages allmählich eingestellt hat. Dies ist ein Hinweis dafür, daß in den

Abendstunden ein erhöhter Luftaustausch durch die Spalten einsetzt, der zur vermehrten Freisetzung von Ammoniak aus dem Flüssigmistkanal und damit zu einer Erhöhung der NH_3-Emissionen führt. Als Ursache für den erhöhten Luftaustausch durch die Spalten kann die abends kälter werdende Zuluft angesehen werden, die aufgrund ihrer geringeren Dichte durch die Spalten in den Flüssigmistkanal gelangt (Monteny, 1997).

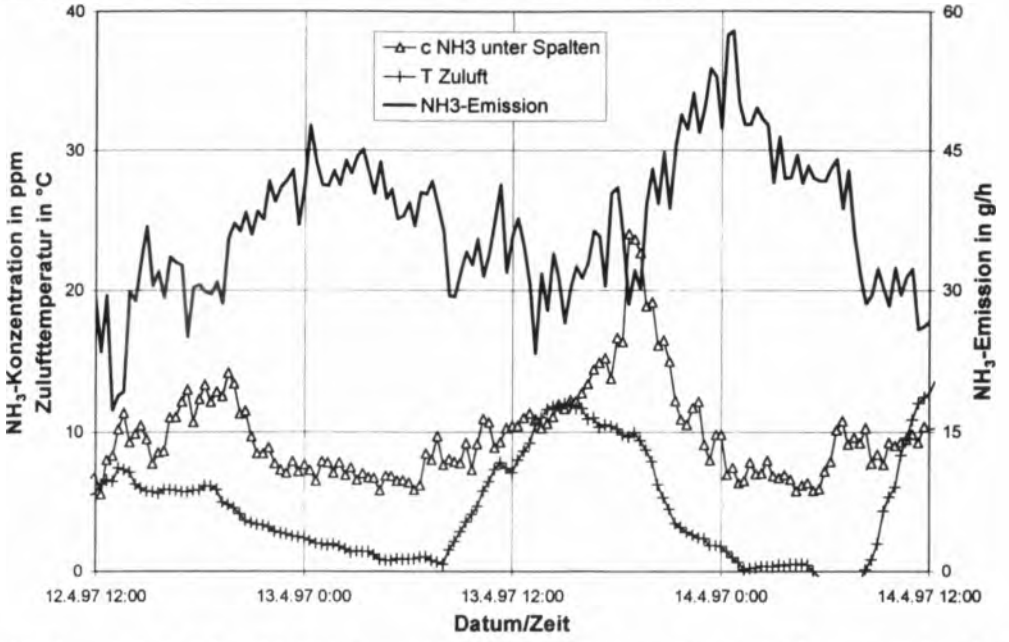


Abb. 6: Zeitlicher Verlauf von Ammoniakemission, Ammoniakkonzentration im Flüssigmistkanal und Zulufttemperatur an zwei Tagen, course of the day of ammonia emission, ammonia concentration under the slatted floor and the temperature of the incoming air on two days

4 Summary

Influences on and measurements of ammonia and greenhouse gas emissions from a naturally ventilated dairy house were determined continuously. The results showed, that the air flow rate of the exhaust air and the air flow pattern inside were strongly influenced by wind speed and wind direction. At high wind speed or low temperature differences between inside and outside air temperature, the real emission level will be underestimated, because exhaust air might leak through air inlets. The emissions of CO_2 and CH_4 showed a typical and synchronous diurnal course with peaks during feeding-time. The level of the NH_3-emissions mainly depends on the indoor air flow pattern and air velocities. At night-time the NH_3-emission increases, when colder incoming air leads to a higher air under the slatted floor.

5 Literatur

HARTUNG, E. (1995): Entwicklung einer Meßmethode und Grundlagenuntersuchung zur Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist. Dissertation, MEG Schrift 275, Hohenheim, 1995.

MONTENY, G.J. UND E.J.J. LAMAKER (1997): Factors influencing Air Velocity in and Ammonia Volatilization from a Slurry Pit in Cubicle Houses for Dairy Cows, Proceedings of the International Symposium: Ammonia and Odour Control from Animal Production Facilities, 6.-10. Okt. 1997, Vinkeloord, Niederlande, ISBN: 90-9011059-3

Quantifizierung gasförmiger Emissionen aus frei gelüfteten Milchviehställen mittels Tracergaseinsatz nach der Abklingmethode*

Monitoring of gaseous emissions from naturally ventilated dairy houses using the tracer gas technique by the rate-of-decay method

SEIPELT, FRANK[1]; ROß ANTJE[1]; STEFFENS, GÜNTER[1];
VAN DEN WEGHE, HERMAN[2]

[1] Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt, LUFA, Oldenburg
[2] Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft, Weser-Ems, der Georg-August-Universität Göttingen, Vechta

1 Einleitung

Die Beurteilung des Emissionspotentials von Stallgebäuden erfordert die Kenntnis der Konzentration der entsprechenden Gase in der Abluft des Stalles und der Luftwechselrate des Gebäudes im zeitlichen Verlauf. Die Erfassung dieser Parameter ist für zwangsbelüftete Ställe mit der gängigen Meßtechnik erfolgreich durchführbar. Wesentlich komplexer gestaltet sich diese Problematik bei der freien Lüftung. Die Abluftführung ist hier nicht wie bei der Zwangslüftung auf ein oder mehrere Ventilatoren räumlich beschränkt, sondern erstreckt sich über weit ausgedehnte Gebäudeöffnungen. Die Tracergastechnik stellt einen Ansatz zur Bestimmung von Luftvolumenströmen durch frei gelüftete Stallgebäude dar. Dabei dient das Tracergas als Indikator zur Charakterisierung und Quantifizierung der Zu- und Abluftströme eines Gebäudes. In dem vorliegenden Beitrag wird eine Meßkonfiguration vorgestellt, die die Erfassung von Gaskonzentrationen und Luftvolumenströmen in Milchviehställen mit Trauf-First-Lüftung ermöglicht. Als Tracergas wird Schwefelhexafluorid (SF_6) eingesetzt, das nach der Konzentrationsabklingmethode in den Ställen angewendet wird. Aus den Ergebnissen der Konzentrations- und Volumenstrommessungen werden Emissionsmassenströme der Gase Ammoniak und Methan bestimmt.

2 Material und Methoden

Die Messungen wurden in vier verschiedenen Milchviehhaltungssystemen durchgeführt, die sich im Entmistungssystem unterscheiden und alle über eine Trauf-First-Lüftung verfügen. Die vier Versuchställe lassen sich folgendermaßen charakterisieren:

* Gefördert durch die Europäische Union und das Land Niedersachsen im Rahmen des Ziel 5b-Strukturfonds

Betrieb I: Liegeboxenlaufstall mit Spaltenboden und De Boer ©Topboden mit Autodungschieber

Betrieb II: Liegeboxenlaufstall mit planbefestigtem Gußasphaltboden, Schieber und hydraulischer Druckentmistung (Maulwurfsentmistung)

Betrieb III: Tretmiststall

Betrieb IV: Liegeboxenlaufstall mit Spaltenboden

Während der Gaskonzentrations- und Tracergasmessungen wurden Temperatur und relative Luftfeuchte innerhalb und außerhalb der Versuchsställe aufgezeichnet. Windrichtung und -geschwindigkeit wurden in 1 m Höhe über dem First der Ställe erfaßt.

2.1 Luftsammelsystem

Zur Bestimmung der Gaskonzentrationen in der Stalluft wurde in den Versuchsställen ein Luftsammelsystem im Abluftstrom der Ställe unterhalb der Firstöffnung installiert. Das Luftsammelsystem (modifiziert nach PFEIFFER et al., 1994) besteht aus einem PTFE-Schlauch mit einem Innendurchmesser von 6 mm, in den im regelmäßigen Abstand kritische Glaskapillaren mit einer garantierten Passagekapazität von 0,5 l/min eingesetzt sind. Der PTFE-Schlauch ist an eine Vakuumpumpe mit einer Förderkapazität von 30 l/min angeschlossen, die im Schlauch einen konstanten Unterdruck erzeugt, so daß durch jede Kapillare die gleiche Luftmenge angesaugt wird. Auf diese Weise wird kontinuierlich über die gesamte Öffnungsweite der Firstöffnung eine repräsentative Mischluftprobe gezogen. Die angesaugte Stalluft gelangt über die Vakuumpumpe in eine Sammelflasche, aus der ein Multigasmonitor (PAS/NDIR) in einem Intervall von 105 s Proben zur Bestimmung der Konzentrationen der Gase NH_3, N_2O, CO_2, CH_4 und H_2O (zum Abgleich von Querempfindlichkeiten) zieht.

2.2 Tracergasdosiersystem

Bei der Anwendung eines Tracergases kommt der gleichmäßigen Dosierung des Gases in das Gebäude entscheidende Bedeutung zu. Vorraussetzung für den erfolgreichen Tracergaseinsatz ist, daß sich das Tracergas mit der Zuluft im Stall verteilt, mit der Stalluft vermischt und das Gebäude im Abluftstrom durch die Firstöffnung verläßt. Um eine homogene Injektion des Tracergases in Ställen mit Trauf-First-Lüftung zu ermöglichen wurde im Zuluftstrom der Ställe oberhalb der Traufenöffnungen (am Ende der Luftleitschalung) ein PE-Schlauch installiert (Innendurchmesser 6 mm) in den ebenfalls kritische Kapillaren (0,5 l/min) eingesetzt sind. Der PE-Schlauch wird an den SF_6-Druckbehälter angeschlossen, der während der Emission des

Gases im Schlauch einen konstanten Überdruck erzeugt, so daß durch jede Kapillare die gleiche SF_6-Menge in den Stall dosiert wird. Dabei ist die absolute Menge des emittierten SF_6 nicht von Bedeutung.

In Abbildung 1 ist die beschriebene Meßkonfiguration schematisch dargestellt.

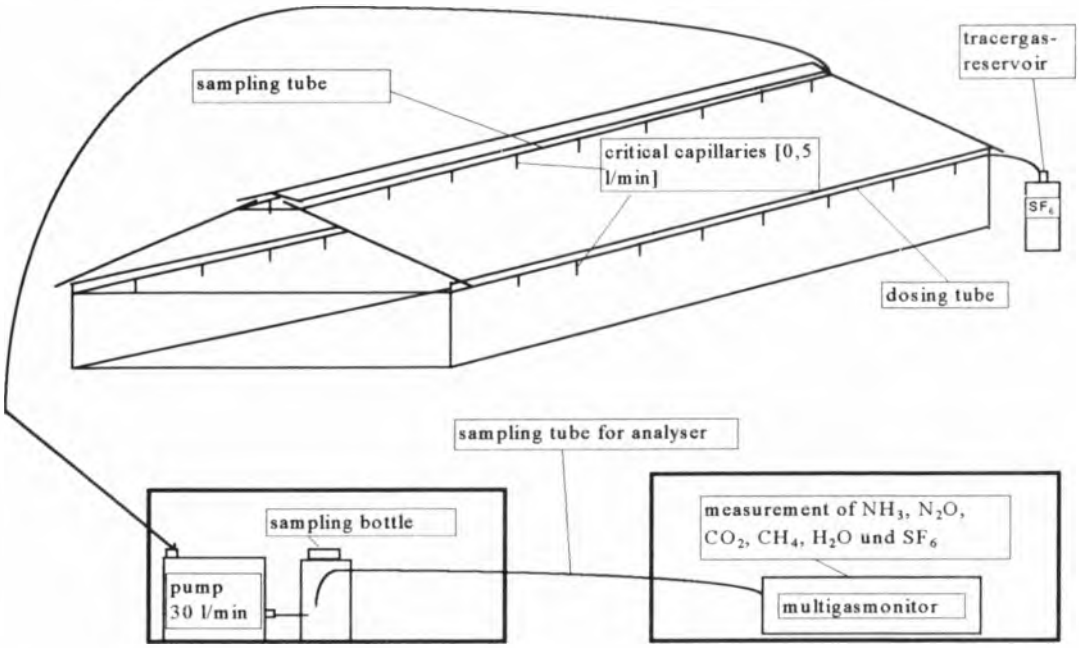


Abb.1: Schematische Darstellung der Meßkonfiguration zur Bestimmung von Gaskonzentrationen und Luftvolumenströmen mit der Tracergastechnik in einem Stall mit Trauf-First-Lüftung

Fig.1: Scheme of measuring technique configuration in a barn with eaves-ridge-ventilation

2.3 Tracergaseinsatz nach der Konzentrationsabklingmethode

Zur Dosierung des Tracergases wird am Druckminderer der SF_6-Flasche ein Betriebsdruck von 5 bar eingestellt. Die Ausströmung des Gases erfolgt mit einem Arbeitsdruck von 1 bar. Die Dosierdauer beträgt 3 min. Anschließend wird der Konzentrationsverlauf des Tracergases über die Luftsammelleitung im Abluftstrom registriert. Die Konzentrationsmessung erfolgt mit dem Multigasmonitor. Die SF_6-Konzentration erreicht einen peak und nimmt dann ab, bis sie einen Wert erreicht, ab dem sich die Konzentration nur noch sehr langsam ändert. Über den Maximum- und Minimumwert des Konzentrationsverlaufs wird die Luftwechselzahl nach folgender Formel berechnet:

$$N = \frac{\ln c_0 - \ln c_1}{T_{(t1-t0)}} \quad [h^{-1}]$$

N = Luftwechselzahl

c_0 = Konzentration zum Zeitpunkt 0 (Maximum-Wert [ppm])

c_1 = Konzentration zum Zeitpunkt 1 (Minimum-Wert [ppm])

$T_{(t1-t0)}$ = Meßzeit [h]

Die Luftwechselzahl gibt an, wie oft das Luftvolumen des Stalles pro Stunde ausgetauscht wird. Aus der Multiplikation der Luftwechselzahl mit dem Raumvolumen ergibt sich der Luftvolumenstrom in m³/h. In den vier Versuchsställen wurden in den Wintermonaten 1996/97 und 1997/98 im Durchschnitt jeweils 50 Einzelmessungen durchgeführt.

3 Ergebnisse

Durch eine schrittweise Regressionsanalyse wurde überprüft, welche Zusammenhänge zwischen der Luftwechselzahl als abhängige Variable und den verschiedenen Klimaparametern als unabhängige Variablen bestehen. Dabei zeigte sich, daß in allen vier Versuchsställen die Geschwindigkeit des auf die Ställe treffenden Windes den Haupteinflußfaktor auf den Luftaustausch darstellt. In Tabelle 1 ist das Ergebnis der Regressionsanalyse mit der Luftwechselzahl als abhängige Variable für die Versuchsbetriebe dargestellt.

Tab.1: Ergebnis der Regressionsanalysen für die Luftwechselzahl als abhängige Variable

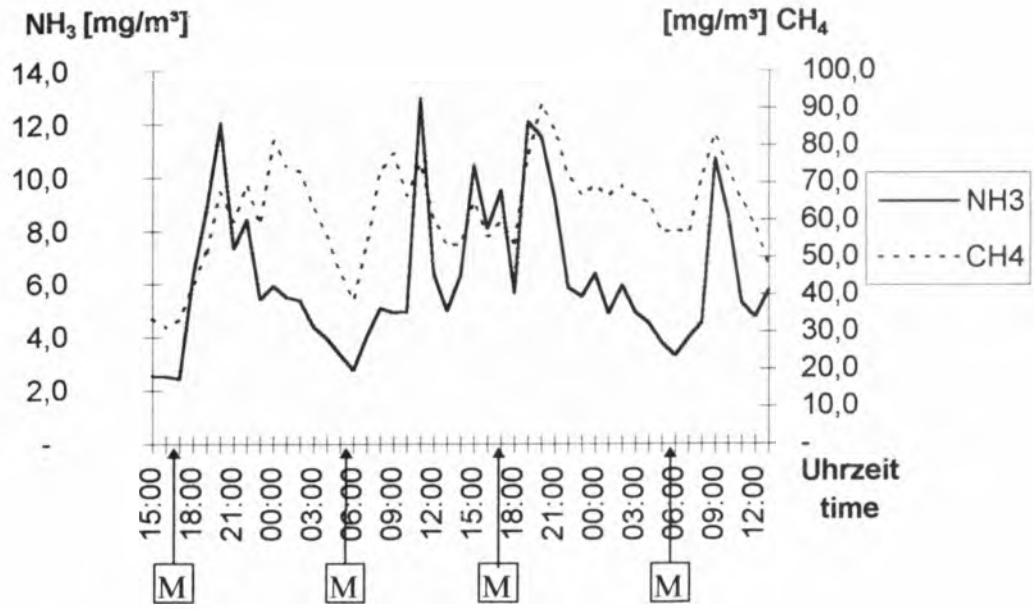
Table 1: Results of regression analysis with the ventilation rate as dependent parameter

unabhängige Variable v_w [1)]	Betrieb I	Betrieb II	Betrieb III	Betrieb IV
Regressionkoeffizient	3,68	0,98	1,75	2,65
Bestimmtheitsmaß R^2	0,84	0,59	0,71	0,73

1) Windgeschwindigkeit

Der Einfluß anderer Parameter wie Außentemperatur und Temperaturdifferenz zwischen Stall- und Außenluft wird mit zunehmender Windgeschwindigkeit von dieser komplett überlagert.

Die Regressionsanalysen mit den Konzentrationen von Ammoniak und Methan als abhängigen Variablen zeigen nur schwache Korrelationen zwischen den Gaskonzentrationen und den Klimaparametern. Als Ursache kann aufgeführt werden, daß der Tagesverlauf der Ammoniak- und Methankonzentration in den Versuchsställen vorwiegend von der Tieraktivität und den Arbeitsabläufen in den Ställen beeinflußt wird. Als Beispiel dafür zeigt Abbildung 2 den Tagesverlauf von Ammoniak- und Methankonzentration an zwei exemplarischen Meßtagen auf Betrieb I.



M = Melken (Milking)

Abb.2: Tagesverlauf der Ammoniak- und Methankonzentration auf Betrieb I vom 01.-03.04.98

Fig.2: Course of ammonia and methane concentration during two exemplary measuring days

Aus Abbildung 2 wird deutlich, daß mit den Melkzeiten ein Anstieg der Ammoniakkonzentrationen einhergeht. Die verstärkte Ausscheidung von Kot und Harn vor dem Melken und der dadurch bedingte Kontakt von frischem Kot und Harn auf den Laufgängen und der Oberfläche der auf Betrieb I in den Güllekellern gelagerten Gülle, steigert den Harnstoffabbau durch die Urease-Reaktion, so daß die Ammoniakfreisetzung spontan zunimmt. Da sich in den Versuchsbetrieben die Fütterung an das Melken anschließt, ist auch ein Anstieg der Methankonzentration aufgrund der Futteraufnahme und der angeregten Verdauungsprozesse zu beobachten. Zusammenfassend wurden für die Versuchsbetriebe die in Tabelle 2 dargestellten durchschnittlichen Emissionsmassenströme berechnet.

Tab.2: Durchschnittliche Ammoniak- und Methan-Emissionsmassenströme [g/GV*d]

Table 2: Average massflow of ammonia and methane [g/LU*d]

[g/GV*d][1)]	Betrieb I	Betrieb II	Betrieb III	Betrieb IV
NH_3	38,9	40,3	85,5	57,3
CH_4	389,5	267,2	782,0	347,9

1) GV = Großvieheinheit

4 Diskussion

Die berechneten Ammoniakemissionsmassenströme sind mit in der Literatur zu findenen Werten vergleichbar (z.B. GROOT KOERKAMP, UENK, 1997). Eine Ursache für die hohen Werte auf Betrieb III liegt darin, daß hier im Vergleich zu den anderen Ställen die höchsten Luftvolumenströme von bis zu 84.000 m³/h gemessen wurden. Ferner kann nicht eindeutig differenziert werden, zu welchen Teilen das freigesetzte Methan aus Fermentationsprozessen im Verdauungstrakt der Tiere bzw. aus anaeroben Abbauprozessen in dem stallintern gelagerten Dung stammt. Die Meßmethodik ermöglicht zwar durch die Anwendung der Konzentrationsabklingmethode nur „Momentaufnahmen" aus dem Luftaustauschgeschehen der Stallgebäude, aber sie stellt dennoch eine sichere Grundlage zur Beurteilung des Emissionspotentials von frei gelüfteten Stallgebäuden dar.

5 Literatur

GROOT KOERKAMP, P.W.G.; UENK, G.H., 1997: Climatic conditions and aerial pollutants in and emissions from commercial animal production systems in the Netherlands. Ammonia and odour control from animal production facilities. Proceedings of the International Symposium, Vinkeloord, The Netherlands, 6.-10. October, published by Voermanns, J.A.M. und Monteny, G.J., Rosmalen, The Netherlands, p.139-144

PFEIFFER, A.; ARENDS, F.; STEFFENS, G.; LANGHOLZ, H.J., 1994: Ammonia emissions originating from naturally ventilated dairy cow housing systems with different dung systems. Animal waste management. Proceedings of the Seventh Technical Consultation on the ESCORENA Network on Animal Waste Management, Bad Zwischenahn 17.-20. May 1994, p.39-45

6 Summary

Ventilation rates of naturally ventilated dairy houses can be calculated by tracer gas measurements by the rate-of-decay method. For the measurements specific air-sampling- and tracer-gas-dosing-systems are developed. Critical capillaries (0.5 l/min) guarantee a regular sampling of air and dosing of the tracer gas. The results show a significant correlation between wind speed and ventilation rate. The concentrations of ammonia and methane in dairy barns are basically influenced by the activity of the housed animals (milking, feeding). The measured average massflow of ammonia is 38,9 - 85,5 g/LU*d and the average massflow of methane is 267,2 - 782,0 g/LU*d.

Nitrifikations- und Denitrifikationsprozesse in Airliftreaktoren zur Minimierung der Ammoniakemissionen in Mastschweineställen mit dem WOLBRINK®-Spülrinnensystem

VAN DEN WEGHE, HERMANN[1], JÖRG DRIEMER[1]

[1]Georg-August-Universität Göttingen, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser/Ems (FOSVWE), Driverstraße 22, 49377 Vechta, e-mail: hweghe@fosvwe.uni-vechta.de

1 Einleitung

Der Einsatz des WOLBRINK®-Spülrinnensystems in einstreulosen Mastschweineställen führt zu einer Reduzierung der Ammoniakemissionen von etwa 50% im Vergleich zu konventionellen Vollspaltenbodenställen (GROEN LABEL). Durch eine gezielte Nitrifikation eines verdünnten und separierten Teilstroms soll eine ammoniumarme Spülflüssigkeit aus der Gülle gewonnen werden, um die Ammoniakemissionen weiter zu senken. Die Maximierung der Nitrifikationsrate soll die Reaktorkosten minimieren. Gleichzeitig soll die Lachgasproduktion möglichst vermieden werden. In einem mehrjährigen Technikumsexperiment sind die hierfür erforderlichen Prozeßparameter festgelegt worden. Die gezielte Nitrifizierung und Denitrifizierung von verdünnter Schweinegülle gilt nach BURTON (1992) als umweltverträgliche Strategie zur Reduzierung von Stickstoffüberschüssen mit regionaler Ausdehnung. HOEKSTRA ET AL. (1992) haben nachgewiesen, daß in Mastschweineställen, deren Mistkanäle mit aerob behandelter Gülle-Spülflüssigkeit regelmäßig gespült werden, die Ammoniakemissionen signifikant reduziert werden können. Chemisch-physikalische Behandlungen führen nach VAN GASTEL ET AL. (1995) nicht zum Ziel. Eine besonderer Problematik stellt die Bildung von Lachgas dar, die vorwiegend in anoxischen Zonen des Bioreaktors im Rahmen der Denitrifikation stattfinden kann.

2 Material und Methoden

Die kombinierte Nitrifikation und Denitrifikation von wasserverdünnter separierter Schweinegülle wurde mit einem Reaktorsystem durchgeführt, das im wesentlichen aus einem Airlift-Schlaufenreaktor (ASR) und einem Sedimenter besteht (Abbildung 1). Der aus Glas gefertigte Schlaufenreaktor hat ein Arbeitsvolumen von 6 Litern und ist mit einem Doppelmantel zur Temperierung ausgestattet. Der Reaktorkopf kann ein Schaumvolumen von ca. 1,5 Litern aufnehmen. Entstehender Schaum wird durch eine mit 1500 U/min rotierende und perforierte Silikonscheibe zerstört bzw. verdichtet, um die Analyse der Reaktorabluft im nachgeschalteten Multigasmonitor zu ermöglichen.

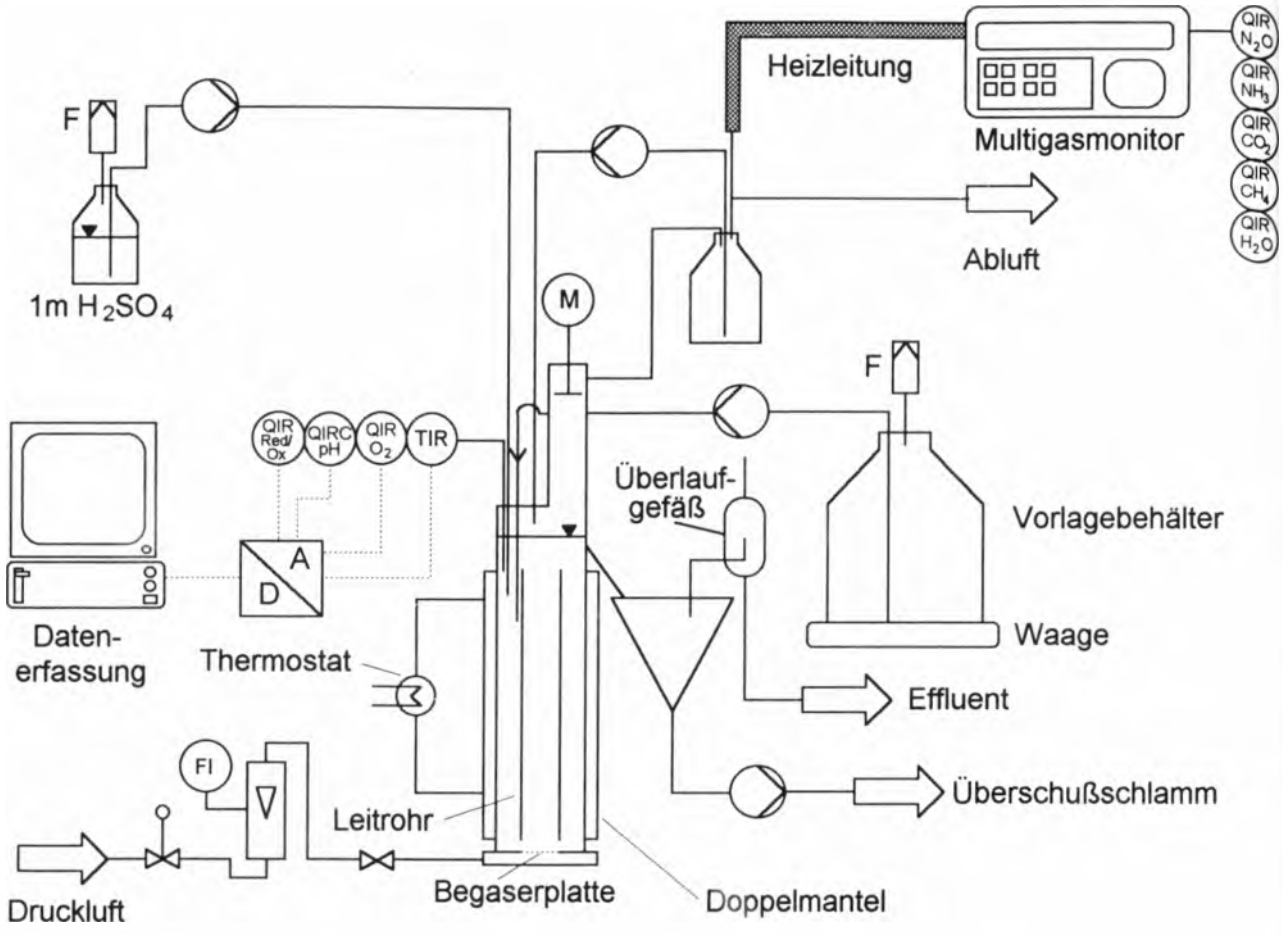


Abb. 1: Schematische Skizze des eingesetzten Airlift-Reaktorsystems
Fig. 1: Scheme of the Air-Lift-Reactorsystem

Der Verlauf der Stickstoffumwandlungen wird durch Messung des Gesamtstickstoffs sowie der mineralischen Komponenten Ammonium, Nitrit und Nitrat verfolgt. Die gasförmigen Stickstoffkomponenten NH_3 und N_2O sowie Kohlendioxid, Methan und Wasserdampf werden kontinuierlich rechnergestützt mit einem Multigasmonitor (NDIR) erfaßt. Änderungen der mikrobiellen Aktivität werden u.a. durch Messung von pH-Wert, Redoxpotential und Gelöstsauerstoffaktivität verfolgt. Ab einem pH-Wert von 8 wurde die Suspension mit 1-molarer Schwefelsäure gepuffert, um inhibierende Zustände für die nitrifizierenden Mikroorganismen zu vermeiden. Die reaktionsrelevanten Parameter der verwendeten Schweinegülle sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Reaktionsrelevante Substratparameter
Table 1: Substrate parameter relevant to the reaction

C-Konzentration	[Gew.-%]	0,59 - 0,70	Trockensubstanz	[Gew.-%]	1,9 - 2,1
N-Konzentration	[Gew.-%]	0,12 - 0,14	Nitrit N	[mg/l]	-
gesamter CSB	[g/l]	17 - 21	Nitrat N	[mg/l]	0,01 - 0,03
gelöster CSB	[mg/l]	2500 - 3300	Ammonium-N	[mg/l]	1120-1230

In Tabelle 2 sind die durchgeführten Versuche mit den jeweiligen Soll-Einstellungen für die untersuchten Prozeßparameter aufgeführt.

Tab. 2: Soll-Einstellungen der Prozeßparameter
Table 2: Targets of process parameter

Temperatur	8 °C		20 °C		28 °C	
Verweilzeit [d]	4	8	4	8	4	8
Gasdurchsatz [l/h]						
30	—	—	x	x	x	x
60	—	x	x	x	x	x

3 Ergebnisse

Die Einstellungen bei einer Temperatur von 8 °C führten bis auf die angegebene Ausnahme zu überwiegend anoxischen Bedingungen im Reaktorsystem und wurden nicht weiter verfolgt. In den folgenden Tabellen sind die Konzentrationen von Ammonium-, Nitrit-, Nitrat-N im Reaktor und Lachgas in der Reaktorabluft aufgeführt, so wie sie sich bei Einstellung eines mittelfristigen Gleichgewichts, mindestens aber nach ca. 3 Verweilzeiten, im Reaktorsystem einstellen.

Tab. 3: Ammonium-N-Konzentration [mg/l] im Airlift-Reaktor nach drei Verweilzeiten
Table 3: Ammonia-N-concentration [mg/l] in the Air-Lift-Reactor with at least three reactions

Temperatur	8 °C		20 °C		28 °C	
Verweilzeit [d]	4	8	4	8	4	8
Gasdurchsatz [l/h]						
30	—	—	852	129,5	40,5	127
60	—	885	273	160	278	160

Tab. 4: Nitrit-N-Konzentration [mg/l], Reaktor nach mindestens drei Verweilzeiten
Table 4: Nitrite-N-concentration [mg/l] in the reactor with at least three reactions

Temperatur	8 °C		20 °C		28 °C	
Verweilzeit [d]	4	8	4	8	4	8
Gasdurchsatz [l/h]						
30	—	—	0	0	336	418
60	—	2,7	493	443	495	277,5

Tab. 5: Nitrat-N-Konzentration [mg/l] im Reaktor nach mindestens drei Verweilzeiten
Table 5: Nitrate-N-concentration [mg/l] in the reactor with at least three reactions

Temperatur	8 °C		20 °C		28 °C	
Verweilzeit [d]	4	8	4	8	4	8
Gasdurchsatz [l/h]						
30	—	—	0,3	500,2	29	96
60	—	0,6	34,5	28	55	944,5

Tab. 6: Lachgaskonzentration [mg/m^3] in der Reaktorabluft nach mindestens drei Verweilzeiten
Table 6: Nitrouse oxide concentration [mg/m^3] in reactor outlet air with at least three reactions

Temperatur	8 °C		20 °C		28 °C	
Verweilzeit [d]	4	8	4	8	4	8
Gasdurchsatz [l/h]						
30	—	—	35	160	1210	405
60	—	30	110	110	75	130

Die Ergebnisse aus den Tabellen 3 bis 6 lassen einen deutlichen Einfluß der Reaktionstemperatur sowohl auf die Nitrifizierung als auch auf die Lachgasemission aus dem Reaktor erkennen. So führt die Erhöhung der Temperatur von 20 °C auf 28 °C bei der geringeren Belüftungsrate 30 l/h zu einem deutlichen Anstieg der Lachgasemission, und zwar insbesondere bei der geringeren Verweilzeit von 4 Tagen. In Abbildung 2 ist der Konzentrationsverlauf für die geringere Belüftungsrate 30 l/h und ansonsten unterschiedlicher Verweilzeit und Temperatur aufgetragen. Die Ergebnisse aus Tabelle 6 lassen den Schluß zu, daß eine Erhöhung der Temperatur und eine Reduzierung der Verweilzeit kumulativ eine Erhöhung der Lachgasemission nach sich ziehen. Bei der Einstellung (28 °C / 4 Tage) in Abbildung 2 ist das Absinken der Lachgaskonzentration am 11. Versuchstag auf die zu dieser Zeit erhebliche Schaumentwicklung zurückzuführen.

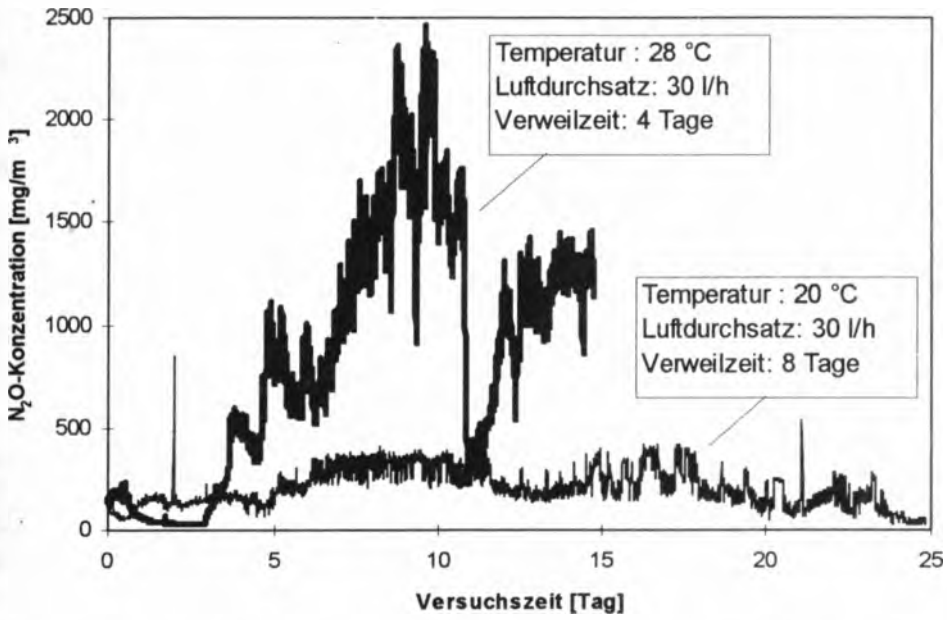


Abb. 2: Verlauf der Nitrit- und Nitrat-N-Konzentrationen bei einer Reaktortemperatur von 28°C, einer Belüftungsrate von 30l/h und einer Verweildauer von 4 Tagen
Fig. 2: Nitrite- and nitrate-N-concentrations at 28 °C reactor temperature, an aeration rate of 30 l/h and a reaction time of four daya

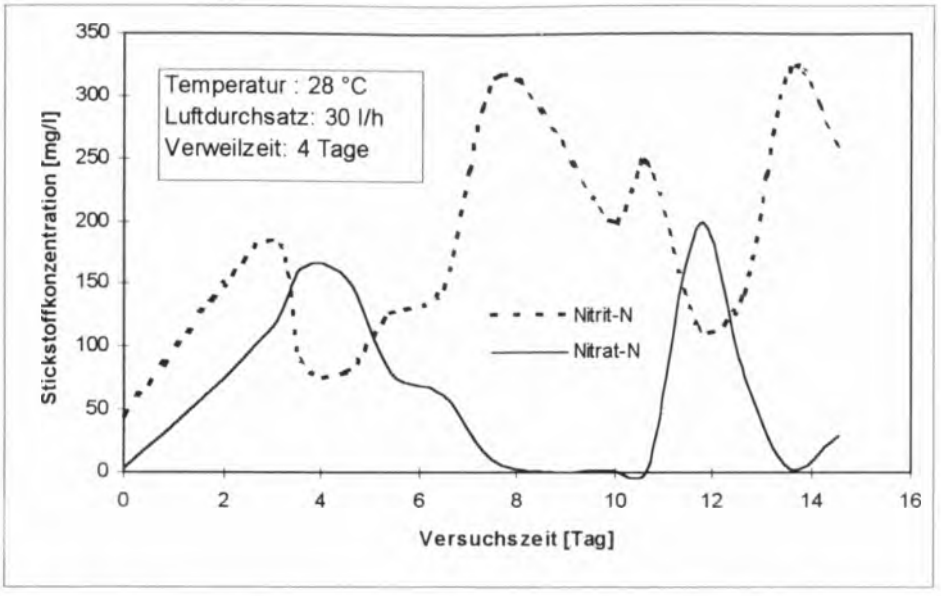


Abb. 3: Nitrit- und Nitrat-N-Konzentrationen bei einer Reaktortemperatur von 20°C, einer Belüftungsrate von 30 l/h und einer Verweildauer von 8 Tagen

Fig. 3: Nitrite- and nitrate-N-concentration at 20 °C reactor temperature, an aeration rate of 30 l/h and a reaction time of four days

4 Literatur

BURTON, C. H. (1992): A review of the strategies in the aerobic treatment of pig slurry: purpose, theory and method. J. agric. Engng. Res. 53, pp 249-272

HOEKSMA, P., N. VERDOES, J. OOSTHOEK AND J.A.M. VOERMANS (1995): Reduction of ammonia volatilization from pig houses using aerated slurry as recirculation liquid. Livestock Production Science 31, pp 121-132

GASTEL, J.P.B.F. VAN, N. VERDOES AND J.A.M. VOERMANS (1995): Processing pig slurry on farm scale to lower the ammonia emission and to reduce the volume of the slurry. In: C.C. ROSS (ED): Seventh International Symposium on Agricultural and Food Processing Waster, pp 599-607, Chicago, Illinois, USA.

5 Summary

An airlift loop reactor was used for treatment of pig manure aiming as simultaneous nitrification and denitrification. The airlift reactor is made of Duran glass and has a working volume of six liters. First results have shown that a dry matter content of more than 3 weight-percent causes undesirable sedimentation. Dilution of the slurry to a dry matter content of about 1,5% is useful with respect to the stability of the slurry.Temperature, reaction time and aeration rate are important parameter to minimize nitrouse oxide production. At the temperature of 20 °C and a reaction time of eight days combined with an aeration rate of 30 l/h nitrouse oxide production was on a very low level. A stable kinetic operation need a continously reactor processing.

Langzeituntersuchungen zur Bestimmung der Emissionen klima- und umweltrelevanter Gase sowie Geruch aus der Schweinemast

Long-term investigations for determination of ammonia, greenhouse gas and odour emissions from fattening pig facilities

GALLMANN, EVA , EBERHARD HARTUNG , THOMAS JUNGBLUTH

Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart

1 Einleitung und Zielsetzung

Die landwirtschaftliche Tierhaltung wird zunehmend als Hauptverursacher von Emissionen umwelt- und klimarelevanter Gase angesehen. Geruchsemissionen, vor allem auch aus der Schweinehaltung, werden hinsichtlich der von ihnen ausgehenden Belästigungen sowie genehmigungsrechtlicher Konsequenzen kontrovers diskutiert. In Folge sich verändernder ökonomischer, ökologischer und tierschutzrechtlicher Rahmenbedingungen gewinnen kostengünstige Stallbaulösungen und Alternativen zu konventionellen Haltungssystemen zunehmend an Bedeutung.

Bisherige Untersuchungen zu den Emissionen aus der Schweinemast konzentrierten sich vor allem auf die Quantifizierung der Ammoniakemissionen oder die Bestimmung der Geruchsemissionen im Rahmen von einzelnen Kurzzeitmessungen. Tages- und jahreszeitliche Effekte konnten somit weniger berücksichtigt werden. Zu den Emissionen klimarelevanter Gase bzw. zur Beurteilung der Emissionshöhe aus alternativen Haltungssystemen und frei belüfteten Ställen liegen kaum Ergebnisse vor.

Das übergeordnete Ziel der Untersuchungen ist daher, mit Hilfe von Langzeitmessungen eine fundierte Datenbasis für eine ökologische und ökonomische Bewertung unterschiedlicher Verfahren der Schweinemast zu erstellen. Im Mittelpunkt steht hierbei ein Vergleich von bekannten konventionellen Haltungsverfahren mit optimierten bzw. neueren alternativen Systemen.

Zu diesem Zweck wurde vom Institut für Agrartechnik ein Versuchsstall für Mastschweine konzipiert, der unter praxisnahen Bedingungen bewertende Parallelversuche zwischen verschiedenen Haltungssystemen erlaubt. Im folgenden sollen die Methodik und Versuchskonzeption vorgestellt sowie ein Überblick über die Voruntersuchungen und geplanten Hauptuntersuchungen gegeben werden.

2 Material und Methode

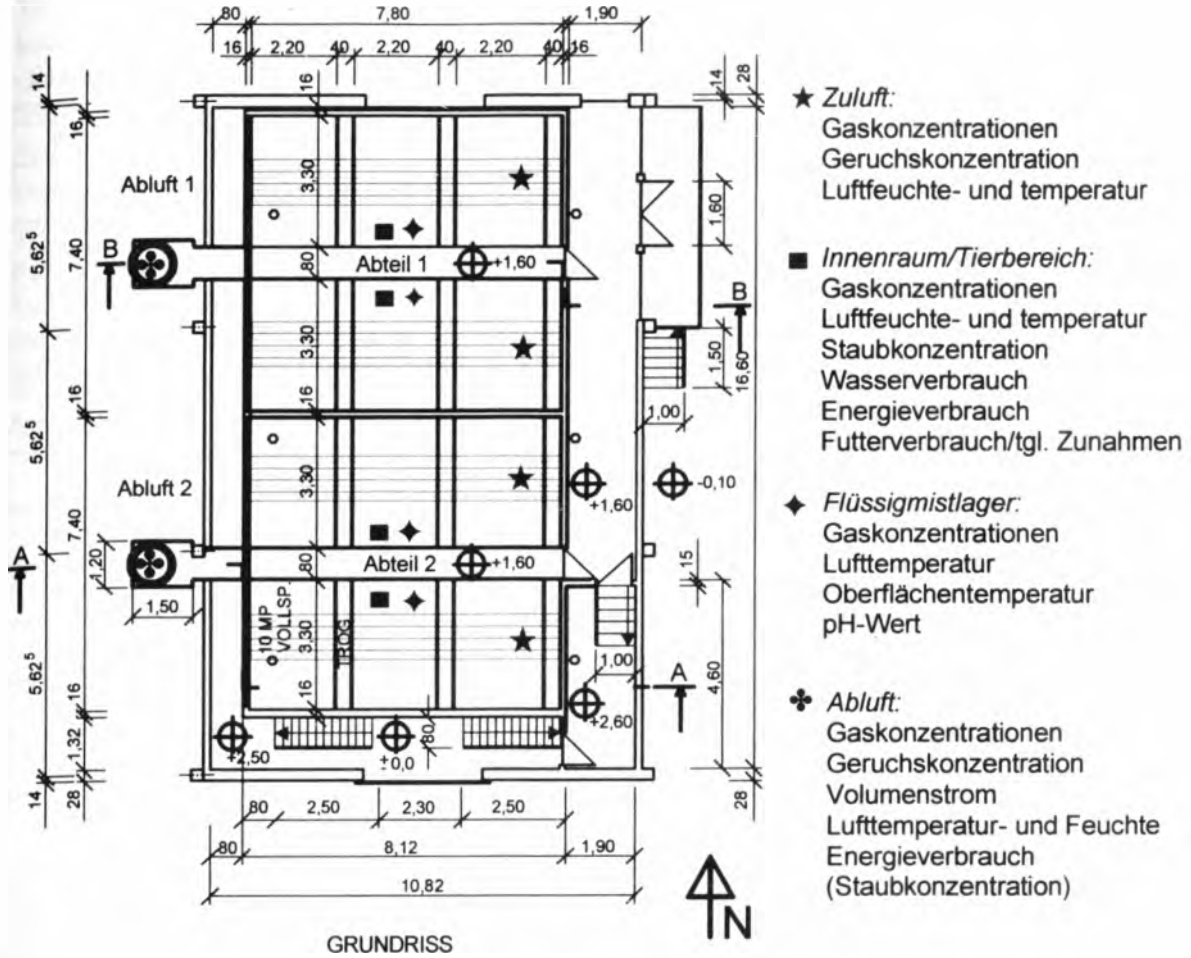
Der Versuchsstall für Mastschweine erlaubt auf Grund seines flexiblen und modularen Aufbaus die Realisierung unterschiedlicher Lüftungs- und Haltungssysteme. Für die zur Zeit laufenden Projekte und Voruntersuchungen sind zwei räumlich getrennte Abteile in je 6 Buchten für je 10 Mastplätze unterteilt. Während der Vorversuche wird in beiden Abteilen ein praxisübliches konventionelles Haltungssystem mit Betonvollspaltenboden bei rationierter, bedarfsgerechter Flüssigfütterung untersucht (Abbildung 1). Unter jeder Buchtenreihe befindet sich ein Flüssigmistlager mit einer ausreichenden Lagerkapazität für den während eines Mastdurchganges anfallenden Flüssigmist. Das Lüftungssystem ist derzeit als Unterflurabsaugung mit impulsarmer Zuluftführung durch Porenkanäle ausgeführt (BÜSCHER, 1995). Die Zuluft wird aus dem gemeinsamen Zentralgang entnommen. Die Abluft wird für jedes Abteil getrennt abgeführt.

Einen Überblick über die Anordnung der Meßstellen im Versuchsstall zur Quantifizierung der Emissionen der Gase Ammoniak (NH_3), Kohlendioxid (CO_2) und Methan (CH_4) sowie Geruch als auch zur Erfassung der Begleitparameter und Umgebungsbedingungen gibt Abbildung 1. In Tabelle 1 sind die Meßgrößen und verwendeten Meßgeräte zusammenfassend dargestellt. Ein bewährtes PC-gesteuertes Meßwerterfassungssystem erlaubt die on line Sicherung und Aufbereitung der Meßsignale der angeschlossenen Sensoren (Gaskonzentrationen, Temperatur, Feuchte, Volumenstrom, Energieverbrauch) (HARTUNG, 1995). Im folgenden wird nur auf die für die Emissionsmessung relevanten Meßgrößen Gaskonzentration, Geruchskonzentration und Volumenstrombestimmung sowie die Erfassung der Staubkonzentration näher eingegangen.

Für die Bilanzierung der Stoffströme von **NH_3, CO_2 und CH_4** wird die Hintergrundkonzentration der Gase in der Zuluft und die Gaskonzentration in der Abluft ermittelt. Um Aussagen über die Stalluftqualität treffen zu können bzw. den Einfluß des Flüssigmistlagers auf diese und die Höhe der Emissionen bestimmen zu können, sind Meßpunkte im Tierbereich und Flüssigmistlager in jeder Buchtenreihe angeordnet. Die Bestimmung der Gaskonzentrationen von NH_3, CO_2 und CH_4 an den jeweiligen Meßstellen erfolgt quasi-kontinuierlich. Mit Hilfe eines Meßstellenumschalters mit Magnetventilen wird jede Meßstelle im Abstand von 20 Minuten beprobt.

Die Probenluft wird durch temperierte Teflonschläuche zur Vermeidung von Kondenswasserbildung in den Schläuchen angesaugt und den Gasanalysegeräten, die nach dem Prinzip der Infrarotspektrometrie arbeiten, zugeführt. Jede Meßstelle wird für 180 Sekunden beprobt, wobei nach einer Einpegelzeit von 120 Sekunden die letzten 60 Sekunden als Erfassungszeit gelten. Bei einer Abtastrate von 0,5 Hz werden 30 Meßwerte aufgenommen, aus denen ein Mittelwert abgespeichert wird. Einmal wöchentlich werden die Gasanalysegeräte mit entsprechenden Prüfgasen kalibriert und die Nullpunktdrift korrigiert (KECK, 1997).

Zur Bestimmung der **Geruchskonzentration** in der Zuluft und Abluft werden zweimal wöchentlich Geruchsproben entnommen und am selben Tag im Labor olfaktometrisch untersucht. Die Analyse der Geruchsproben wird nach VDI 3881 an einem Olfaktometer TO7, System Mannebeck, durchgeführt. Das Olfaktameter erfüllt die im europäischen Normentwurf „Air quality – Determination of odour concentration Anforderungen by dynamic olfactometry" (CEN/TC264/WG2/N222/e) beschriebenen. Um zusätzlich den Tagesverlauf der Geruchsemission beschreiben zu können, werden in regelmäßigen Abständen 24-Stunden-Messungen durchgeführt (BROSE, 1998).



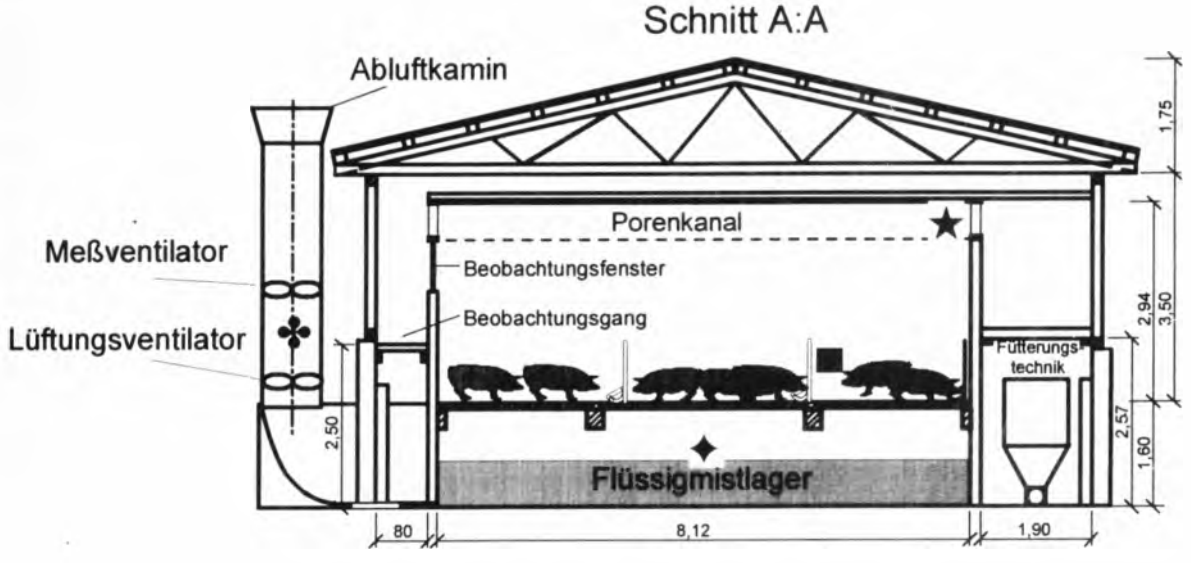


Abb.1: Grundriß und Schnitt des Versuchsstalles und Anordnung der Meßstellen / ground plan and cross section of the pig housing system with measuring points

Tab. 1: Meßgeräte / measuring devices

Meßgröße	Meßgerät/-prinzip	Meßbereich	Genauigkeit
NH_3	NDIR-Spektroskopie	0 – 100 ppm	± 1 ppm
CO_2	NDIR-Spektroskopie	0 – 10000 ppm	± 10 ppm
CH_4	NDIR-Spektroskopie	0 – 300 ppm	± 3 ppm
Geruch	Olfaktometer	1 bis ∞ GE/m³	---
Volumenstrom	Flügelradanemometer	500 – 10000 m³/h	± 100 m³/h
Staub	Laser-Photometer	0,001 - 100 mg/m³	± 0,001 mg/m³
Lufttemperatur	PT 100 (Widerstand)	-30 - +70 °C	± 1°C
Flüssigmisttemperatur	Ni-Cr-Ni-Thermoelement	-40 - +105 °C	± 1°C
Rel. Luftfeuchte	Kapazitiver Feuchtesensor	0 – 100 %	± 2 %
Stromverbrauch	Elektrischer Impulsgeber	kWh	± 0,1 kWh
Wasserverbrauch	Elektrischer Impulsgeber	l	± 0,1 l
pH-Wert	pH-Meter	0 – 14 pH	± 0,1 pH

Die Gas- und Geruchsemissionen werden durch Multiplikation der Konzentrationen mit dem Volumenstrom berechnet. Zur Ermittlung des **Volumenstromes** ist in jedem Abluftkamin ein Meßventilator (Flügelradanemometer) im Abstand von 1,7 m hinter dem Abluftventilator eingebaut. Der Meßventilator weist denselben Durchmesser wie der Abluftkamin auf und ermöglicht somit die Erfassung der Luftströmung über den gesamten Rohrquerschnitt. Die Meßventilatoren wurden am Institut für Agrartechnik an einem Ventilatorprüfstand nach DIN 24163 kalibriert. Abbildung 2 zeigt beispielhaft für einen Meßventilator die lineare Beziehung zwischen der Signalspannung des Meßventilators und dem Volumenstrom.

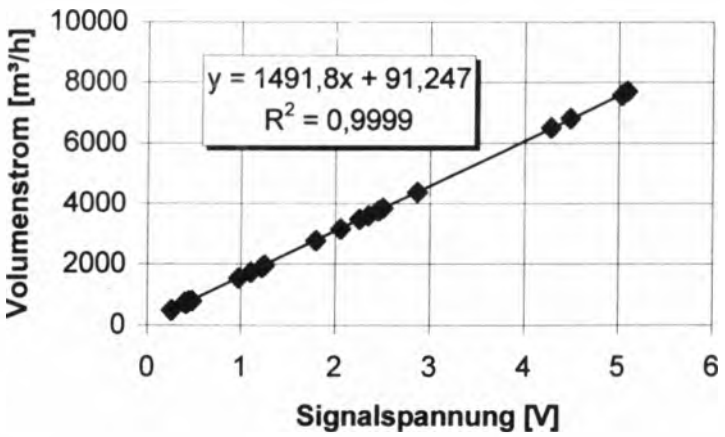


Abb. 2: Kalibriergerade eines Meßventilators / calibration of a measuring fan

Die **Feinstaubkonzentration** in mg/m³ wird kontinuierlich in beiden Stallabteilen für die thoraxgängige und alveolengängige Größenfraktion mit einem Aerosolmonitor bestimmt. Das nach dem Prinzip der Laserphotometrie arbeitende Gerät wurde vor Ort durch Parallelmessung mit einem hochgenauen Partikelzähler auf den stallspezifischen Staub kalibriert. Begleitend werden Impaktoren eingesetzt, auf deren Filtern der Staub in verschiedenen Größenfraktionen abgeschieden und anschließend im Labor qualitativ untersucht wird. Einen beispielhaften Verlauf der Aerosolkonzentration der thoraxgängigen Größenfraktion < 10 µm während einer Messung von 4 h im belegten Abteil zeigt Abbildung 3. Die durchschnittliche Aerosolkonzentration betrug bei dieser Messung 1,02 mg/m³. Die erhöten Konzentrationen zwischen 13 und 14 Uhr können durch eine in dieser Zeit verstärkte Staubaufwirbelung durch die Aktivität von Personen und Tieren erklärt werden.

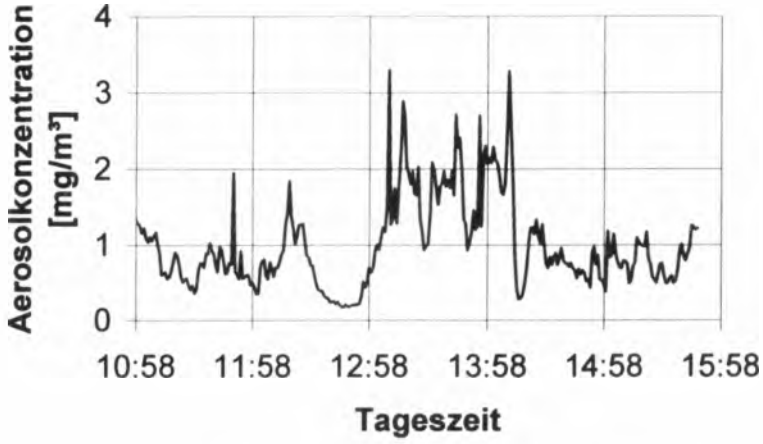


Abb. 3: Beispielhafter Verlauf der Aerosolkonzentration (Partikelgröße < 10 µm) / Example of the course of the dust concentration (particle size < 10 µm)

3 Voruntersuchungen

Im Rahmen der Voruntersuchungen werden über eine Mastperiode hinweg die Gas- und Geruchsemissionen aus den beiden Abteilen des zur Zeit als Vollspaltensystem ausgeführten Versuchstalles kontinuierlich erfaßt. Die Staubkonzentrationen und Umgebungsbedingungen sowie Begleitparameter werden aufgezeichnet. Zusätzlich wird der Elektroenergiebedarf zweier unterschiedlicher Abluftventilatoren unter Praxisbedingungen direkt miteinander verglichen. Die Ventilatoren mit einem Durchmesser von 63 cm liefern einen maximalen Volumenstrom von ca. 10.000 m³/h und verfügen über eine stufenlose Phasenanschnittsteuerung. Abteil 2 ist mit einem Energiesparventilator (ETAvent, Fa. Ziehl-Abegg) ausgerüstet, wogegen für Abteil 1 ein konventioneller Axialventilator verwendet wird. Folgende Gesichtspunkte stehen bei den Voruntersuchungen im Mittelpunkt:

- Überprüfung der Meßmethodik hinsichtlich Genauigkeit und Güte der Ergebnisse
- Ggf. Anpassung und Optimierung der Methodik und Versuchsanordnung
- Vergleich der parallel und unter gleichen Bedingungen betriebenen Stallabteile
- Gewinnung von Daten aus Vollspaltenställen für Mastschweine
- Untersuchung von Einflußfaktoren auf das Emissionsgeschehen
- Quantitative und qualitative Staubanalyse

Die Ergebnisse werden bis zur Tagung vorliegen.

4 Ausblick

Entsprechend der Zielsetzung des Forschungsprojektes wird ein zeitgleicher Vergleich der Umweltwirkung eines konventionellen mit einem alternativen Haltungssystem an einem Standort unter sonst gleichen praxisnahen Bedingungen angestrebt. Nach Abschluß der Voruntersuchungen wird ab Mai 1999 in einer ersten Phase das Abteil 1 des Versuchsstalles in ein alternatives Haltungssystem umgebaut. Die Wahl des Systems erfolgt u.a. unter dem Gesichtspunkt, eine mögliche Umbaulösung für Vollspaltenställe zu realisieren und gleichzeitig mehr Kenntnisse über natürliche Lüftungssysteme zu gewinnen. Im Rahmen einer Arbeitsgruppe wird das konventionelle mit dem alternativen Haltungssystem auch hinsichtlich der Tiergerechtheit und Ökonomie bewertend verglichen werden.

5 Literatur

BÜSCHER, W.: Ammoniakfreisetzung aus zwangsbelüfteten Stallanlagen mit Flüssigentmistung – Ansätze zu deren Reduzierung. Habilitationsschrift Hohenheim 1995.

BROSE, G., HARTUNG, E. UND T. JUNGBLUTH: Geruchs- und Spurengasemissionen eines Milchviehstalles. Landtechnik 53 (1998), Nr. 1, S. 32-33.

HARTUNG, E.: Entwicklung einer Meßmethode und Grundlagenuntersuchungen zur Ammoniakfreisetzung aus Flüssigmist. VDI-MEG-Schrift 275, Dissertation Hohenheim 1995.

KECK, M.: Beeinflussung von Raumluftqualität und Ammoniakemissionen aus der Schweinehaltung durch verfahrenstechnische Maßnahmen. VDI-MEG-Schrift 299, Dissertation Hohenheim 1997.

6 SUMMARY

Changing economical and ecological conditions in animal husbandry as well as animal welfare questions cause an increasing interest in cost-effective so called alternative housing systems respectively demand for an improvement of traditional housing systems. The nuisance of residents by odour released from pig housings gains in importance, too. The aim of the research is to improve the data basis for evaluating different pig housing systems relating to economical and ecological aspects. Therefore long-term investigations are carried out in an experimental facility for fattening pigs, which offers due to its flexible and changeable construction the opportunity to realise different ventilation and housing systems. The measuring method allows a continuous registration of the gas concentrations and emissions of ammonia, carbon dioxid, and methane as well of the climatic conditions, dust-concentration and energy requirement. Odour samples will be taken twice a week and determined with an olfactometer. Pre-experiments are done to compare two compartments of a traditional housing system (fully slatted floor, liquid feeding, forced ventilation) for 60 pigs each during a fattening period. For the main experiments, the traditional housing system will be compared with an alternative system during four fattening periods in respect to an ecological and economical evaluation.

Vergleich der Emissionen klima- und umweltrelevanter Gase aus verschiedenenen Mastschweinehaltungssystemen - Konventioneller Vollspaltenstall und zwei Außenklimastallvarianten

Comparison of the emission rates of greenhouse and pollutant gases of two naturally ventilated and one mechanically ventilated housing system for fattening pigs

STEGBAUER, BARBARA[1]; NESER, STEFAN[1]; GRONAUER, ANDREAS[1]; SCHÖN, HANS[1]

[1] Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Vöttingerstr. 36, 85354 Freising

1 Einleitung

Aufgrund stark variierender Angaben für NH_3-, CH_4- und N_2O-Emissionsraten verschiedener Tierarten und Haltungssysteme können keine genauen Emissionsabschätzungen für die Landwirtschaft und Verfahrensvergleiche angestellt werden. Die in der Literatur vorhandenen Emissionsraten für NH_3 in verschiedenen Mastschweinehaltungssystemen variieren stark. Abbildung 1 zeigt verschiedene NH_3-Emissionsraten aus der Literatur. Gründe dafür sind zum einen unterschiedliche Meßtechniken zur Gaskonzentrations- und Volumenstrombestimmung, zum anderen unterschiedliche Untersuchungszeiträume (Dauer, Jahreszeit) und Außenklimabedingungen.

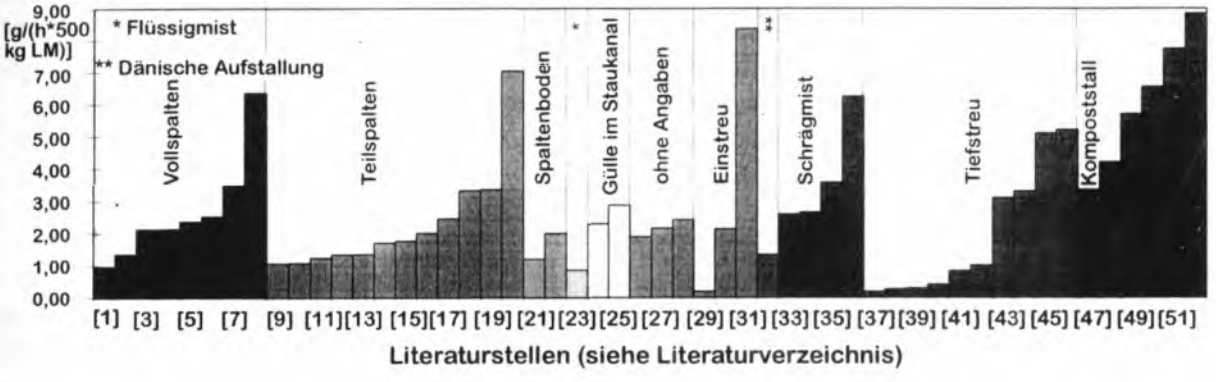


Abb. 1: NH_3-Emissionsraten aus verschiedenen Mastschweinehaltungssystemen [g/(h*500kg Lebendmasse (LM))]

Fig. 1: Ammonia emission rates from various housing systems for fattening pigs [g/h*500kg life weight (LM)

2 Versuchsbetrieb

Auf dem Versuchsbetrieb befinden sich drei verschiedene Mastschweinehaltungssysteme: ein konventioneller Warmstall mit 80% Spaltenanteil (WSt), ein Außenklima-Kistenstall mit

Teilspaltenboden (AKt) und ein Außenklimastall mit Einstreu (AKe). Diese Systeme sind in der folgenden Tabelle 2 gegenübergestellt. Abbildung 2 zeigt einen Überblick über den Versuchsaufbau.

Tab. 1. Verfahrenskenndaten der auf dem Versuchsbetrieb befindlichen Haltungssysteme
Tab. 1: Parameters of the housing systems on the experimental farm

Haltungssystem	Tiere je Versuchsabteil	Fütterung	Entmistung
WSt	52	Breifutterautomaten	Flüssigmist
AKt	64	Breifutterautomaten	Flüssigmist - Wechselstau
AKe	64	Breifutterautomaten	Festmist - Handentmistung

Im Versuchsabteil im *konventionellen Warmstall* ist eine Zwangsentlüftung mit Oberflurabsaugung und Porenkanalzuluft installiert. Vom übrigen Stall ist das Versuchsabteil mit 4 Buchten à 13 Tieren abgetrennt. Die Fütterung erfolgt über Breifutterautomaten. Die Buchtenfläche besteht zu 80 % aus Spaltenboden. Der Güllekanal ist ebenfalls vom übrigen Stall abgetrennt.

Im *Außenklimastall* sind zwei Abteile mit je vier Buchten à 16 Schweine voneinander abgetrennt und luftdicht gekapselt. Im hinteren Teil der Bucht befindet sich die planbefestigte, wärmeisolierte Ruhekiste mit 0,4 m² Liegefläche pro Schwein. Die übrige Buchtenfläche ist in einem Versuchsabteil (AKt) mit Spaltenboden ausgelegt, im anderen Versuchsabteil (AKe) planbefestigt und eingestreut. Die Einstreumenge beträgt 100-200g Stroh/Tier u. Tag und dient nur zur Bindung der Flüssigkeit in der Bucht sowie als Beschäftigungsmaterial. Gefüttert wird in beiden Abteilen über Breifutterautomaten, die sich im Bereich vor der Kiste befinden.

3 Meßtechnik

Zur Bestimmung der Emissionsraten aus den drei Versuchsabteilen werden kontinuierlich die Gaskonzentrationen von NH_3, CH_4, N_2O und Wasserdampf in der Zu- und Abluft der jeweiligen Versuchsabteile gemessen. Parallel dazu werden die Abluftvolumenströme [m³/h] aus den Versuchsabteilen gemessen. Die Emissionsrate ergibt sich als Produkt aus der Konzentration [g/m³] und dem dazugehörigen Volumenstrom [m³/h]. Die ermittelten Emissionsraten werden zur besseren Veranschaulichung und Vergleichbarkeit auf 500 kg Lebendmasse (LM) standardisiert. Zu diesem Zweck werden die Tiere in den Versuchsabteilen in 2-4-wöchigen Abständen gewogen. Der gesamte Versuchsaufbau ist schematisch in Abbildung 2 dargestellt.

3.1 Gaskonzentrationsmessung

Die Gaskonzentrationen werden kontinuierlich mit einem photoakustischen Infrarotspektrometer der Fa. Brüel & Kjær gemessen. Um Querempfindlichkeiten zu vermeiden, wird das

Gerät in regelmäßigen Abständen an der Gasmischstation der Landtechnik Weihenstephan kalibriert. Um die Qualität der Gaskonzentrationsmessung im Stall kontrollieren und bewerten zu können, werden in regelmäßigen Abständen Vergleichsmessungen mit dem an der Landtechnik Weihenstephan vorhandenen Fourier-Transformierten Infrarot-Spektrometer (FTIR) durchgeführt.

Zur Emissionsratenbestimmung der drei verschiedenen Versuchsabteile werden insgesamt 6 Meßstellen benötigt, jeweils in der Zu- und Abluft. Die Entfernungen von den Gasprobennahmestellen zum Gasanalysator betragen zwischen 70 - 100 m. Pro Meßstelle werden mindestens drei Proben nacheinander gemessen. Um die Zeit, die für die Beprobung aller Meßstellen benötigt wird, zu minimieren, so daß in einer Stunde alle Meßstellen einmal beprobt werden können, ist der Gasanalysator an ein speziell für diese Anwendung entwickeltes Meßstellenumschaltungssystem (MU) angeschlossen, das unter anderem auch zur kontinuierlichen Datenaufzeichnung und -speicherung geeignet ist. Über eine Vorhalte-Pumpe wird kontinuierlich von allen Meßstellen gleichzeitig Probennahmenluft angesaugt. Im Abstand von 9 min werden die einzelnen Meßstellen nacheinander dreimal hintereinander beprobt, indem über doppelt wirkende Magnetventile der jeweilige Gasweg zur Meßgaspumpe freigeschaltet wird. So wird nur das 2 m lange Schlauchstück zwischen den doppeltwirkenden Magnetventilen und dem Gasanalysator, der sich die zu messende Luft über ein T-Stück aus dem kontinuierlichen Gasfluß zieht, von Luft der verschieden Meßstellen nacheinander benutzt. Das Schlauchmaterial besteht aus FEP mit einem Durchmesser von 4 mm innen. Bei FEP ist nicht mit Adsorption von NH_3 an den Schlauchinnenwänden zu rechnen (ROM, 1994a).

3.2 Volumenstrommessung

3.2.1 Konventioneller Warmstall

Die Messung des Abluftvolumenstromes, der zur Bestimmung der Emissionsrate benötigt wird, wird über einen in den Abluftventilator integrierten Meßventilator gemessen. Von der Hall-Platine des Meßventilators wird ein Spannungssignal (0-4 V) abgegriffen, das in der MU mit der in regelmäßigen Abständen ermittelten Kalibrationsgerade in die entsprechende Luftrate [m^3/h] umgewandelt wird.

3.2.2 Außenklimastallvarianten

Da für die kontinuierliche Langzeitmessung von Abluftvolumenströmen aus freibelüfteten Ställen noch keine geeigneten Meßmethoden existieren (Tracergasmessungen mit SF_6 oder Krypton können nur für Kurzzeit-Messungen angewandt werden), wurde im Rahmen dieses Projektes dazu übergegangen, die Versuchsabteile zu kapseln. Um aber Lüftungsraten zu erreichen, die im Bereich derjenigen aus freibelüfteten Ställen liegen, werden die Abluftventilatoren in den Versuchsabteilen mit einer Temperaturregelung gesteuert, die sich an der Temperatur im nicht gekapselten, unbeeinflußten Versuchsstall orientiert. Die Temperaturen in den gekapselten Versuchsställen sollen so wenig wie möglich von der Temperatur im unbeeinflußten Stall abweichen. Zur Zwangsentlüftung der Versuchsabteile ist an deren Ostseite jeweils ein Abluftventilator und ein Meßventilator eingebaut, dessen Drehfrequenz ein Maß für die geförderte Luftmenge ist.

3.3 Randparameter

Neben den Gaskonzentrationen und den Abluftvolumenströmen werden verschiedene weitere Parameter aufgezeichnet, die für die Interpretation der Ergebnisse von Bedeutung sind. Diskontinuierlich werden die Tiergewichte, die Güllekanalfüllstände, die Gülle- bzw. Misttemperaturen, der pH-Wert der Gülle und die NH_4^+-Gehalte der Gülle erfaßt. Kontinuierlich werden die Temperaturen an den Luftein- und auslässen, sowie verschiedene Außenklimaparameter (Luftfeuchte, Globalstrahlung, Lufttemperatur, Windrichtung und Windgeschwindigkeit) gemessen.

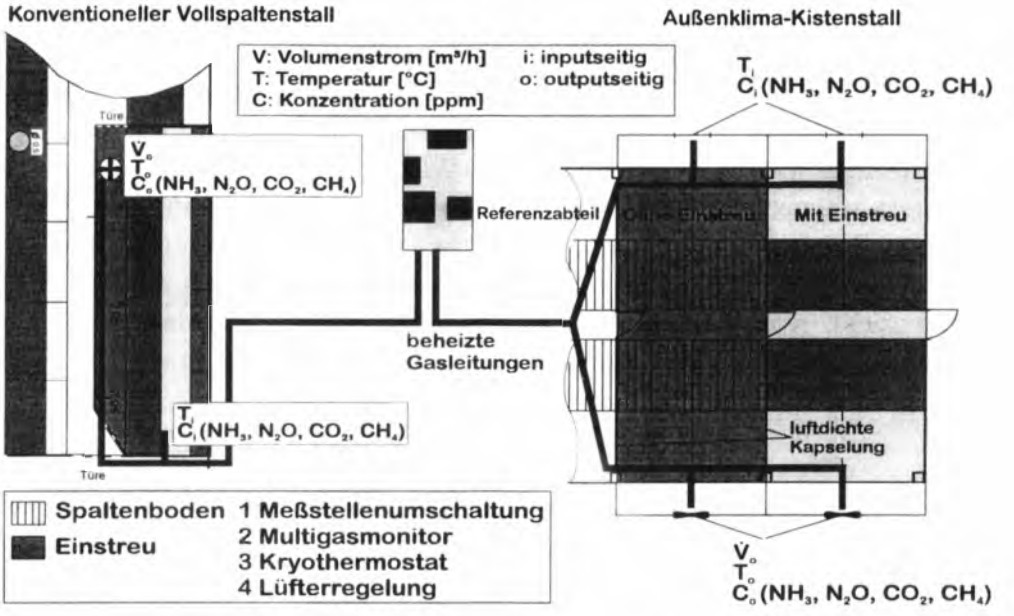


Abb. 2: Schematische Übersicht über den Versuchsaufbau in den Versuchsställen
Fig. 2: Schematic survey of the experimental housing systems

4 Erste Ergebnisse

4.1 Emissionsraten

4.1.1 Ammoniak

In der folgenden Abbildung 3 sind die NH_3-Konzentration und die dazugehörigen NH_3-Emissionsraten aus den untersuchten Mastschweinehaltungssystemen dargestellt. Der Untersuchungszeitraum umfaßt 21 Tage. Der untersuchte Mastabschnitt reicht von durchschnittlich 35kg bis 53kg Lebendmasse (LM). Deutlich zu erkennen sind die wesentlich höheren NH_3-Konzentrationen im konventionellen Warmstall, die auf einen (wegen der tiefen Außentemperaturen) geringen Abluftvolumenstrom zurückzuführen sind. Die Konzentrationsniveaus der beiden Außenklima-Varianten liegen ungefähr auf gleicher Höhe und mit 3-8 ppm um ein

vielfaches niedriger als im konventionellen Warmstall. Die mittleren Emissionsraten, Minimal- und Maximalwerte der drei Systeme sind in Tabelle 2 dargestellt.

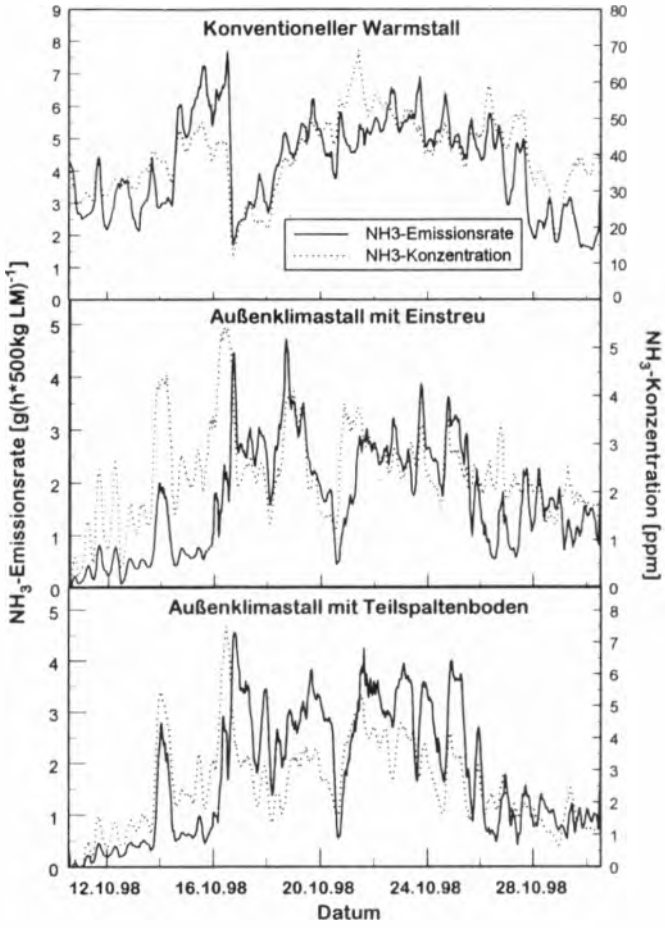


Abb. 3: NH_3-Konzentrationen und -Emissionsraten (unterschiedliche Achsenmaßstäbe) aus den untersuchten Mastschweinehaltungssystemen (Untersuchungszeitraum 21 Tage, Mastabschnitt 35-53 kg LM)

Fig. 3: Concentrations and emission rates of ammonia (different scales) in the different housing systems for fattening pigs (examining time 21 days, fattening period 35-53 kg life weight)

4.1.2 Lachgas und Methan

Für Lachgas können keine Emissionsraten angegeben werden, da sich die gemessenen Konzentrationen zu nah am atmosphärischen Hintergrund bewegen und daher nicht gesichert sind. Für Methan werden die Ergebnisse der Vergleichsmessung mit dem FTIR-Spektrometer abgewartet, die bis Redaktionsschluß noch nicht vorlagen.

4.2 Volumenströme

Die während der Messungen ermittelten Abluftvolumenströme in den gekapselten Versuchsabteilen sind ebenfalls in Tabelle 2 dargestellt. Deutlich zu erkennen ist, daß die auf

500kg LM bezogenen Volumenströme in den Außenklimastallvarianten um das 6-7-fache über denen im konventionellen Warmstall liegen. Damit erklären sich auch die 5-10-fach höheren NH_3-Konzentrationen im konventionellen Warmstall.

Tab. 2: NH_3-Emissionsraten mit Min- und Max.-Werten (in Klammern) und dazugehörige durchschnittliche Abluftvolumenströme

Tab. 2: Ammonia emission rates including minima and maxima (in brackets) and corresponding mean ventilation rates

Haltungssystem	NH_3-Emissionsrate [g(h*500kg LM)$^{-1}$]	Abluftvolumenströme [m^3(h*500kg LM)$^{-1}$]
WSt	4,2 (9,7 - 0)	163
AKt	1,8 (6,9 - 0)	1048
AKe	1,7 (6,4 - 0)	1101

5 Literatur

Die Literaturliste kann bei den Autoren angefordert werden. Sie enthält auch die in Abbildung 1 bezifferten Literaturstellen.

6 Summary

Emission rates in literature for fattening pigs differ enormously (figure 1). The reason for this are different measurement methods for gas concentration and ventilation rates. Further problems are different climatic and seasonal situations as well as the duration of the measurements. In this experiment three housing systems for fattening pigs are compared: two naturally ventilated systems, one with partly slatted floor (AKt), one with 100-200 g straw/pig and day (AKe) and one mechanically ventilated system with partly slatted floor (table 1). First results for ammonia are available. The emission rates during 21 days vary in all systems in a wide range (table 2). The gas concentrations for NH_3, CH_4, N_2O, CO_2 and H_2O are measured with a photoacoustic infrared spectrometer. The mean emission for ammonia is the highest in the mechanically ventilated system (4,2 g*(h*500kg LM)$^{-1}$). The mean emission rates in the two naturally ventilated systems are almost the same (AKt: 1,8 and AKe: 1,7 g*(h*500kg LM)$^{-1}$). For methane the results first have to be compared with the measurement of an FTIR-spectrometer also the results for N_2O. The ventilation rates in the mechanically ventilated system is 6 - 7 times lower than in the naturally ventilated systems (table 2).

Sanierung von Liegeboxenlaufställen - vom herkömmlichen, geschlossenen Gebäude zur neuzeitlichen, geöffneten Stallanlage mit Außenklima.

Redevelopement of Cubicle Houses

DAMM, THEO[1],

[1] Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, 48143 Münster

1 Einführung:

Neue Erkenntnisse und Entwicklungen in den Bereichen Haltung, Fütterung und Melken stellen die noch Ende der 80er Jahre geltenden Empfehlungen für bauliche und technische Einrichtungen in der Milchviehhaltung heute in Frage und zwingen zu neuen Konzepten, Bau- und Einrichtungsdetails, wie sie bei Neubauten der späten 90er Jahre inzwischen Anwendung finden.
Die hier vorgestellte Untersuchung von Betrieben der alten Bundesländer sowie der Niederlande soll aufzeigen, welche Konsequenzen der Betreiber eines Liegeboxenlaufstalles der mittleren bzw. älteren Generation (60er bis 80er Jahre) - für seine Herde einerseits und für seine eigene Arbeit andererseits - heute zu ziehen hat.
Die zu dieser Problematik durchgeführte Erhebung im Herbst 1997 in Westfalen-Lippe wurde nun durch eine gezielte Befragung Landwirtschaftlicher Institute und Beratungseinrichtungen auf Bundesebene und in den Niederlanden ergänzt und ausgewertet: Das Ergebnis entstand aus der Kooperation der Mitglieder des Ausschusses für Landw. Bauwesen im KTBL.
Die Sammlung von Erfahrungs-/Untersuchungsdaten galt vorrangig folgenden **drei Themenbereichen**:

1.1 Stallkonzepte

Die Milchviehherden bäuerlicher Betriebe sind - schon aus ökonomischen Gründen - in ständigem Wachstum begriffen. Da die meisten Liegeboxenlaufställe der älteren Generationen für 30 bis 60 Kühe geplant waren und gebaut wurden, geht es vorrangig um die Erweiterungen und den Ausbau dieser vorhandenen Gebäude nach den heutigen Planungskriterien.

1.2 Haltungsbereiche

Die Ergebnisse tierzüchterischer Arbeit lassen die Milchkühe ständig leistungsfähiger und größer werden. Die Abmessungen von Liegeboxen und Laufgängen, die Konstruktionen von Trennbügeln und der Aufbau von Boxenböden müssen die veränderten Anforderungen berücksichtigen.

1.3 Stallklima

Ältere Liegeboxenlaufställe stellen den Tieren einen sehr begrenzten Luftraum zur Verfügung und sind z.T. wärmegedämmt. Gebäudeform und Lüftungstechnik sehen bei heutigen Neubau-

ten anders aus - hier gilt es, diese Erfahrungen nun auch bei schwierigen Altgebäudeverhältnissen umzusetzen.

2 Stallerweiterungen und Verbesserungen des Stallkonzeptes für wachsende Milchviehherden

Folgende Erweiterungsstufen werden praktiziert:

- Belegung der Liegeboxen/Freßplätze bis maximal 120%
- Herausnahme des Jungviehs und/oder der trockenstehenden Kühe, Intensivnutzung der zur Verfügung Platzkapazität nur durch Leistungskühe.
- Zusätzliche Liegeboxen auf dem Futtertisch bis zur Grenze eines verantwortbaren reduzierten Tier-/Freßplatzbehältnisses (bis zu 2,5 : 1) bzw. die Verlegung des Futtertisches in den Außenbereich (mit oder ohne Dach). Im äußersten Fall ergibt dies eine Schlafhalle mit Außenfreßplatz am Giebel oder an der Seite des Stalles.
- Verlängerung der Stallhalle in der Futtertischachse.
- Stallverbreiterung durch Anschleppung bzw. Anbau eines weiteren Teilgebäudes.
- Stallerweiterung durch Anfügen von Gebäuden quer zur Hauptachse.
- Neuer Nebenstall als Freß-/Liegehalle. Der alte Melkstand kann erweitert werden oder es wird ein neuer zwischen den beiden Gebäuden angeordnet.
- Neuer Hauptstall. Die trockenstehenden Kühe, das Jungvieh und die Kälber sind im Altgebäude untergebracht. Der alte Melkstand ist abgängig.
- Neuer Gesamtstall.

2.1 Stallsanierung durch Umbauplanung

Die meisten landwirtschaftlichen Betriebe, die heute an Erweiterungen denken, haben ihre Kühe bisher im 2-reihigen (1+1) Liegeboxenlaufstall oder im 3-reihigen Stall mit einer Jungvieh- oder Boxenreihe auf der anderen Futtertischseite untergebracht.
Diese beiden Hauptstalltypen sind seit 20 - 30 Jahren erprobt und werden auch immer noch gebaut. Somit ist es notwendig, für diese beiden Haltungsformen Erweiterungsmöglichkeiten und Konzeptverbesserungen zu finden.
Die Umbauvarianten aus der Untersuchung in Westfalen-Lippe sind ausführlich beschrieben im Baubrief Landwirtschaft Nr. 39 "Milchviehhaltung" auf Seite 113 - 119. Die dort aufgeführten Planungsbeispiele wurden um die weiteren Umfrageergebnisse aus den anderen Bundesländern jeweils ergänzt. Aus Platzgründen können hier nur zwei Beispiele gezeigt werden. (Abbildung 1,2)

2.2 Sanierung der Haltungsbereiche im Detail

Ein wichtiger Schritt, den Komfortbereich für die Milchkühe im Boxenlaufstall den heutigen Anforderungen anzupassen, ist die Verbesserung der Liegebox in Abmessungen und Ausführung.
Wo die Boxenabmessungen den heutigen Anforderungen in etwa noch entsprechen, sollten freitragende Liegeboxenabtrennungen mit großem Freiraum im Kopfbereich eingesetzt werden. Reicht die Boxenlänge nach heutigen Vorstellungen nicht mehr (z. B. 2,20 bis 2,25 m) und ist

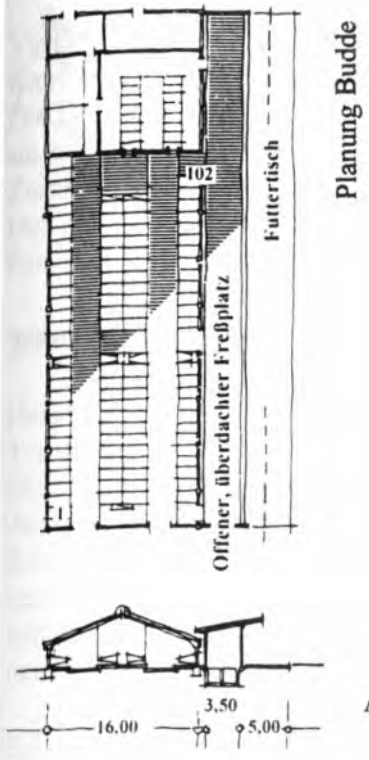


Abbildung 1

Erweiterung eines 2-reihigen Laufstalles
von 62 auf 102 Plätze
Seitlicher Anbau überdachter Futtertisch

Expansion from two to four cubicle rows
with outside feeding place under roof.

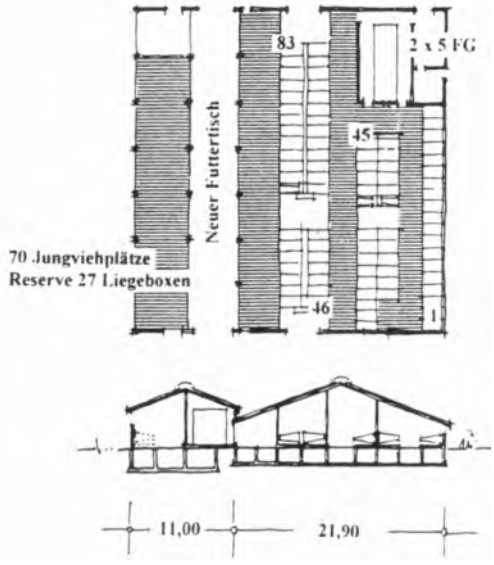


Abbildung 2

Erweiterung eines 3-reihigen Laufstalles
mit Jungviehreihe von 50 auf 83 Plätze
Seitlicher Anbau Freß-/Liegehalle

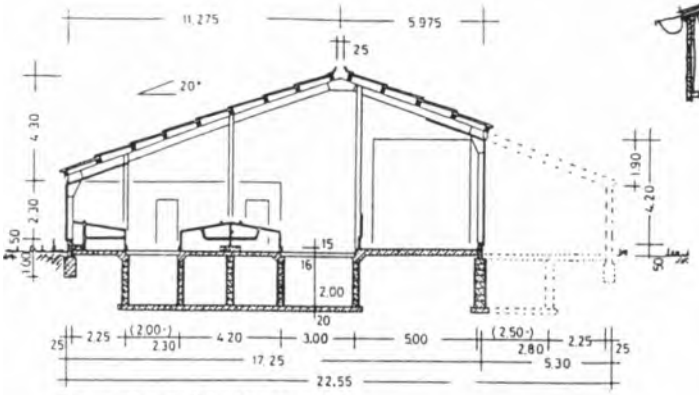
Expansion from three to five/six
cubicle rows by adding a second building.

eine Boxenverlängerung nicht möglich, dann hat sich der Einsatz von pilzartigen Boxen mit jeweils einer Stütze im Mittelbereich und freiem Vorder- und Hinterbereich bewährt, weil größere seitliche Bewegungsfreiheit die fehlende Länge bis zu einem gewissen Maße ausgleicht (Abbildung 3).
Die herkömmlichen starren Liegeboxen-Abtrennungen mit senkrechten Rohren im hintersten Bereich der Box sind in jedem Fall auszuwechseln, da diese die Bewegungsfreiheit einschränken und zu Verletzungen führen. Es gibt heute verschiedene tiergerechte Trennbügel.
Auch die Laufflächen müssen den veränderten Anforderungen durch die Tiere angepaßt werden: Man legt die Laufflächen heute breiter an, es dürfen keine Sackgassen entstehen, Laufhöfe bieten den Tieren zusätzliche Bewegungsflächen. Die Laufgangbreite zwischen Futtertisch und Liegebuchten sollte 3,00 m bis 3,50 m betragen, die Laufgangbreite zwischen den Liegebuchtenreihen 2,50 m, Übergänge sollten 0,90 m bis 1,80 m breit sein, bei Tränken und Körperpflegeeinrichtungen (Bürsten etc.) 2,50 m.

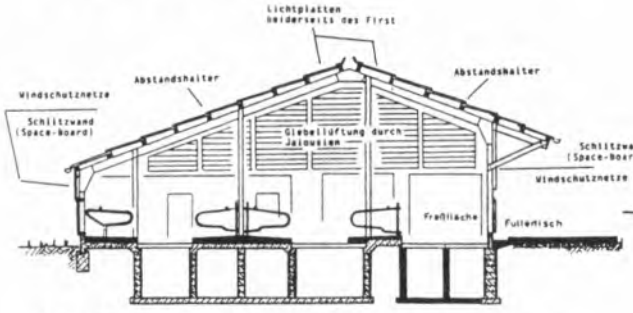
2.2.1 Liegeboxenverlängerung nach hinten

Die einfachste und erprobte Verlängerung einer Liegebox ist das Anfügen eines Holz- oder Betonbalkens in Boxenstufenhöhe mit Überdeckung der dabei entstehenden Fuge durch eine längere oder verschobene Liegematte. Diese Konstruktion wird von verschiedenen Landwirten auch bei Neubauten gewählt, um für den besseren Kotdurchfall die Spaltenbodenköpfe zu überdecken. Mit dieser Maßnahme können 10 bis 20 cm Verlängerung erreicht werden. Dieses

Abbildung 3

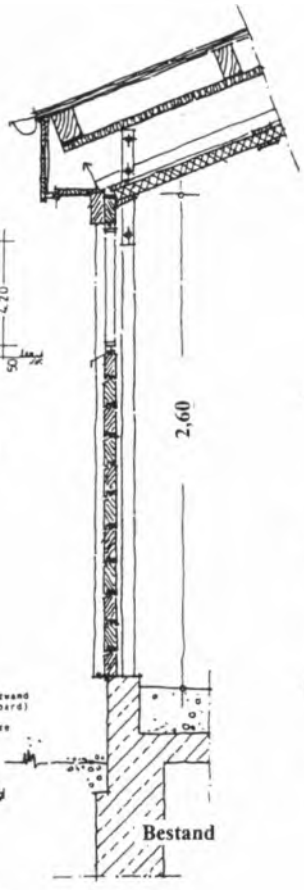


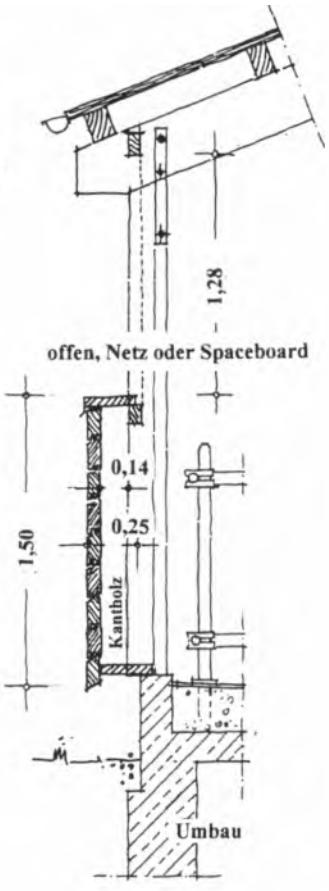
Vor dem Umbau



Nach dem Umbau

— Schnitt —





Planung Benninger

Abbildung 4

Umbau eines geschlossenen 3+0-reihigen Stalles zum vierreihigen Offenfrontstall

Changing the building construction from an old closed three-row stable to four rows with open feeding front.

Öffnung der Zuluftführung,
Versetzen der Außenwandverkleidung (Bohlen)
Erweiterung des Kopfraumes für die Tiere (25 cm)

Detail of changing the old, closed wall construction to more space for the cubicles and a new climate system.

Problem der Boxenverlängerung wird in den Niederlanden auch durch das Ansetzen einer Standverlängerung mit angeschraubter Winkelkonstruktion erreicht.
Für eine Boxenverlängerung im hinteren Bereich überhaupt gilt natürlich die Voraussetzung, daß die Laufgänge nicht weiter als zumutbar eingeschränkt werden. Dies ist nicht der Fall bei der Ausnutzung eines Futtertisches mit den gewohnten Breiten von 4,80 bis 5,00 m für eine neue Doppelboxenreihe mit einem alten Lauf-/Futtergang von 3,00 bis 3,50 m Breite. Schwieriger ist es bei Verlängerungen in reinen Schlafboxenreihen mit Gangbreiten unter 2,50 m.

2.2.2 Boxenverlängerung nach vorn

Bei den herkömmlichen bohlenverkleideten Liegeboxenlaufställen der 70er und 80er Jahre liegen die Bohlenwände häufig zwischen den Holz- oder Stahlbeton-Stützen.
Diese Stallgebäude bieten eine einfache Möglichkeit der Verbreiterung der Baukörper, mit anderen Worten: der Verlängerung des Kopfbereiches der Liegeboxen. Man nimmt die Bohlenwände aus den Stützen heraus und setzt sie außen wieder davor. Man erreicht dadurch eine

Verlängerung der Boxenlänge um ca. 12 bis 15 cm - wenn auf die Stützen von außen noch ein Kantholz aufgesetzt wird, ist eine Boxenverlängerung von insgesamt 20 bis 25 cm möglich. Die Bohlen setzt man dann im unteren Bereich wieder geschlossen davor, im oberen kann man sie offen lassen, mit Spaceboard- oder Netzverkleidung versehen. Damit ist gleichzeitig der Zuluftbereich an der Traufe verbessert (Abbildung 4).
Der nächste Schritt in dieser Richtung ist das Heraussetzen der gesamten Stallwand nach außen - bei Holzleichtbauten ein gangbarer Weg.

2.3 Verbesserung des Stallklimas: der Außenklimastall

Herkömmliche, ältere Liegeboxenlaufställe für Milchkühe haben in der Regel zu niedrige Traufen und Firste und somit insgesamt zu wenig Luftraum für die Tiere. Die meisten Gebäude wurden in Holzbauweise erstellt, teilweise mit Wärmedämmung im Dach - und sogar auch im Außenwandbereich. Die Zuluft wurde normalerweise über traufseitige Luftleitplatten in den Raum geführt, die Abluft über den offenen First. Beide Einrichtungen waren teilweise manuell verstellbar. Diese Bauausführung und -dimensionierung war auf die früher wesentlich geringerleistenden Tiere ausgelegt. Aus der Sicht der Klimaanforderungen für die Tiere sieht der neuzeitliche Liegeboxenlaufstall völlig anders aus.

2.3.1 Baukörper

Die Anhebung der Traufenhöhe von ehemals 2,50 m auf die heute geforderten 4 m ist normalerweise nicht möglich. Ebenfalls kann die Dachneigung nicht verändert werden, so daß auch bei Umrüstungen das gesamte Stallvolumen konstant bleibt. Der in den vorangehenden Kapiteln beschriebene Standardstall ist also nur durch grundsätzliche Veränderungen im Wand- und Dachbereich, an den Giebeln wie auch in der Konstruktion von Traufe und First zu verbessern. Veränderung heißt in diesem Fall also Umwandlung des alten, für heutige Hochleistungstiere schlecht gelüfteten und zu kleinräumigen Altgebäuden hin zum frischluftigen, hellen Außenklimastall (Abbildung 3).

2.3.2. Zuluftführung

Für den normalerweise quer zur Hauptwindrichtung stehenden Stall gibt es mehrere einfache Schritte der Zuluftverbesserung. Das bei älteren Ställen häufig eingesetzte traufseitige Fensterband aus Einzelfenstern oder Doppelsteg-Platten kann ohne größeren Bauaufwand herausgenommen werden. Es gibt Betriebsleiter, die diese Öffnung für das Sommerhalbjahr bestehen lassen und im Winterhalbjahr - aber nur an extrem kalten und windigen Tagen - eine einfache Folie zum Schutz davor hängen. Normalerweise wird diese Öffnung nun mit Spaceboard- oder Netzkonstruktion versehen, wodurch Zuluftvolumen und -führung des Stalles verbessert werden. Die alten darüberliegenden Zuluftklappen und Luftleitplatten werden abmontiert und entfernt (Abbildung 4).
Der nächste Schritt der Außenwandveränderung ist die völlige Herausnahme der alten Wandausfachung an der Futtertischseite - sofern diese nach Südosten liegt (Offenfrontstall) eine erstrebenswerte Lösung. Den Freßbereich kann man natürlich auch mit Netzwänden schützen. Befindet sich an der Außenwand aber eine Liegeboxenreihe, dann wird immer eine Schließung oder Halbschließung dieser Wand, auch mit Windschutznetz oder in Kombination von Netz und Plane, zu einer Verbesserung führen. Da inzwischen mit ganzseitigen oder vierseitig vom Netz umschlossenen Stallgebäuden gute Erfahrungen vorliegen, ist diese Art der Sanierung für mehrere Wände des Altgebäudes ebenso denkbar. Weitere Beispiele siehe Langfassung.

2.3.3 Abluft über First

Neue Stallgebäude erhalten heute überwiegend transparente Lichtkuppel-Lüftungsfirste mit seitlichen Windabweisern. Die Abluftfirste älterer Gebäude hatten entweder den normalen schmal geöffneten First ohne Abeckung oder die früher übliche kleinere Lichtkuppel.
Im Prinzip reicht der einfache geöffnete Abluftfirst. Er muß selbstverständlich in den Maßen den neuen Berechungsergebnissen für Stallgebäude und Hochleistungstiere entsprechen. Er sollte nicht über den Liegeboxen liegen, über Futtertisch oder Laufbereich ergeben sich durch den geringen Niederschlagseinfall keine Probleme. Der elegante Weg für eine sanierte Firstkonstruktion ist natürlich der breite Abluftfirst (bis zu 2,60 m) mit großem Lichteinfall für den Stall.
Eine einfachere Firstsanierung ist der Einsatz von jeweils einer Reihe Lichtplatten rechts und links vom First in Kombination mit einfachen aufgesetzten Windabweisern. Hier verbinden sich die Vorteile der einfachen Konstruktion mit normaler Lüftungsfunktion und der zusätzlichen Helligkeit im Stall.

Wegen des geforderten, sehr begrenzten Umfangs dieses Manuskriptes können die Ergebnisse dieser Untersuchung nur zu einem geringen Teil graphisch dargestellt werden. Dies gilt für die vergleichenden Grundrißformen der verschiedenen Stalltypen ebenso, wie für Detailzeichnungen im Bereich Lauf- und Liegeflächen, sowie Konstruktionszeichnungen an den Gebäuden für die Verbesserung des Stallklimas.
Hier wird auf die Langfassung verwiesen, die auf der VDI-KTBL-Tagung am 9./10. März 1999 vorliegt.

3 Literatur

BENNINGER, D.; VON BROCKE, W.; CIELEJEWSKI, H.; DAMM, TH.; MÜLLER, P.; MÜSCH, W.; PELZER, A. (1998): BAUBRIEF LANDWIRTSCHAFT NR. 39 "MILCHVIEHHALTUNG", S. 69-159)

4 Summary

Redevelopement of Cubicle Houses

This investigation concernes the question how to judge the conventional cubicle houses for cows of the past 20 - 30 years - especially with regard to their now changed measures and environment conditions.
The next step is to find out structural and technical measures to ensure better holding conditions for the bigger and more demanding animals of today.
There are three concerned subjects: the division of the building and it's extension, the areas of movement and rest and the controlled climatic environment.
An inquiry in Westfalia in the year 1997 completed 1998 in the other German countries and in the Netherlands showed lots of knowledges and experiences in changing and improving the housing conditions for cows - in spite of that the analysis showed need for more investigations.
Because of the lack of space in this limited manuscript it was not possible to publish either all of the comparative planings or all of the constructional details.
The complete version of this document including all graphics will be offered at the conference in March '99 in Munich.

Planungsgrundsätze und Einspareffekte beim Bau von Milchviehställen - dargestellt an Beispielen aus der Praxis

Principles of planning and saving effects of cost of dairy housings

RITTEL, LEONHARD[1]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan

1 Einleitung

Der immer mehr um sich greifende Strukturwandel in der Landwirtschaft führt nicht nur beim Generationswechsel zu vermehrter Betriebsaufgabe. Die frei werdenden Flächen bleiben meist nicht ungenützt liegen, sondern werden von überlebenswilligen Landwirten übernommen, die durch Aufstockung sich den veränderten wirtschaftlichen Gegebenheiten anzupassen versuchen. Eine deutliche Sprache spricht hier auch die Statistik. Von 1960 bis 1995 hat in der BRD der Milchkuhbestand bis 1985 relativ wenig, dann durch die Kontingentierung etwas mehr abgenommen. Inklusive der neuen Bundesländer hat 1995 der Kuhbestand mit ca. 5,8 Millionen wieder das Niveau von 1960 erreicht. In derselben Zeit ist jedoch die Anzahl der Milchkuhhalter von ca. 1,2 Millionen auf ca. 180.000 zurückgegangen. Der durchschnittliche Kuhbestand ist somit von 4,8 auf 21,4 bzw. gesamt auf 25,7 Kühe pro Betrieb gestiegen. In den neuen Bundesländer beträgt er ca. 135 Kühe pro Bestand. Die Tendenz ist so auch für die westlichen Bundesländer vorgegeben und die entstehenden größeren Betriebseinheiten sind auf die Ausweitung ihrer Stallgebäude und Hofanlagen angewiesen. Gebäudeerweiterungen und vor allem Neubauten größeren Umfanges sind die Folge. Der beschränkende Faktor in geschlossenen Ortschaften sind immer mehr die vorhandenen Hofgrundstücke, weil sie nicht die nötige Größe haben oder weil die angrenzende Nachbarschaft die Ausweitung des Tierbestandes als unzumutbare Belästigung empfindet und gegen den geplanten Stallneubau oponiert. In Dörfern mit landwirtschaftlicher Minderheit sind Bürgerinitiativen heute keine Seltenheit mehr. Die Durchsetzung eines auch zustehenden Baurechts im Dorfgebiet (Baunutzungsverordnung) ist langwierig und oft mit teueren Auflagen verbunden. Deshalb bleibt aufstockungswilligen Landwirten, die ohne dauernde „Beobachtung" ihrer Wirtschaftsweise den Hof betreiben wollen oft keine andere Wahl als im Außenbereich einen neuen Standort zu suchen, auf dem sich neuzeitliche und bezahlbare Gebäude errichten lassen.

2 Standortwahl

Der Wahl des zukünftigen Standortes kommt eine besondere Bedeutung zu, da er doch über das spätere wirtschaftliche Wohlergehen mitentscheidet. Sicherlich ist die endgültige Festlegung ein Kompromiß aus verschiedenen Interessen der sogenannten Träger öffentlicher Belange wie z.B. der Gemeinde, der Baubehörde mit städtebaulichen Gesichtspunkten, der Wasserwirtschaft, des Naturschutzes, der Straßenbaubehörden und manch anderer mehr. Aber die Interessen des bauwilligen Landwirts dürfen dabei nicht untergehen.

Bei der Standortauswahl dürfen auch die geographischen Gegebenheiten nicht vernachlässigt werden. Die Hofflächen werden immer größer und nach logistischen Gesichtspunkten sollten sie möglichst eben sein, um die hofspezifische Wirtschaftsweise nicht zu beeinträchtigen.

3 Geographie des Standortes

In Abb. 1 ist ein idealisierter Lageplan für einen Betrieb mit 88 Milchkühen + NZ wiedergegeben. Die Anlage umfaßt ein Wohnhaus mit Garagen und Werkstattteil, eine Unterstell- und Bergehalle, ein Stallgebäude mit Fahrsiloanlage und Güllebehälter. Die lageplanmäßige Hoffläche beträgt 90 x 90 m, also ca. 8.100 m^2. Bei einer Geländeneigung von 2 % beträgt bei 90 m der Höhenunterschied fast zwei Meter. Sollte das Gelände eine Neigung von 6 % aufweisen, dann liegt der Höhenunterschied bereits bei 5,40. Diese Höhendifferenz erfordert beim Bau Ausgleichsmaßnahmen, die mit erheblichen Erdbewegungen und Kosten verbunden sind.

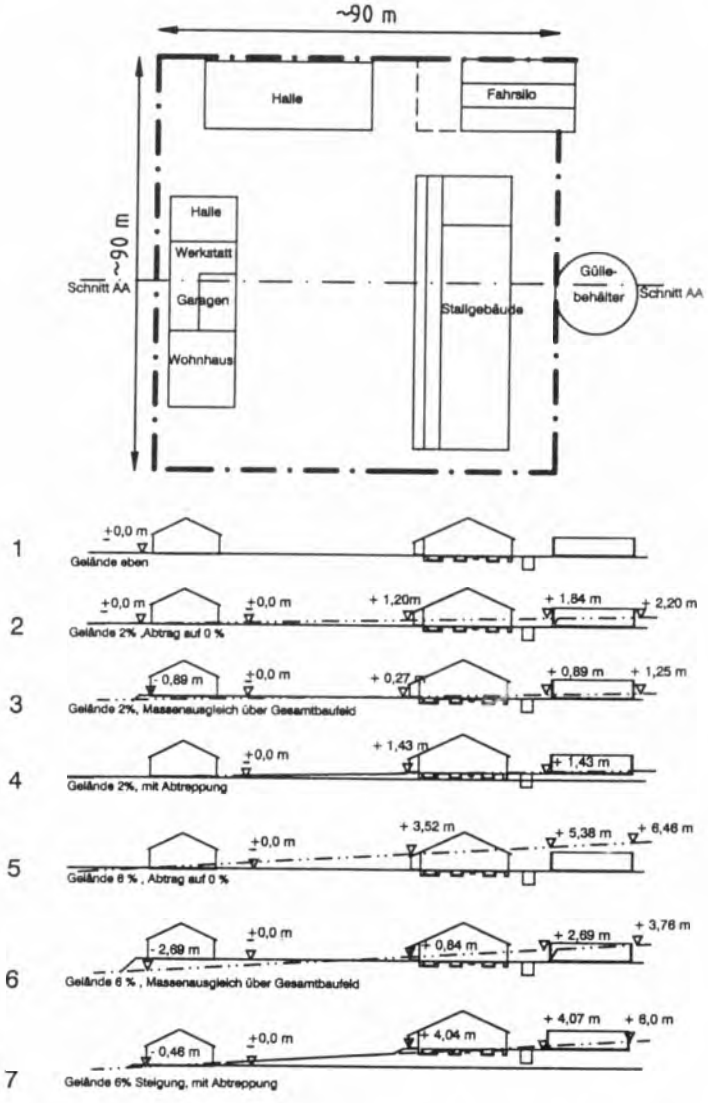


Abb. 1 Geländeschnitte einer Hofanlage bei verschiedenen Hangneigungen und Ausgleichsmaßnahmen

Am zweckmäßigsten ist wohl ein völlig ebenes Gelände, aber dies dürfte in der Praxis eher selten vorkommen. Zwei Prozent Neigung gelten im Gelände als unauffällig. Aber eine 50 m lange Halle in Geländeneigung gebaut, braucht einen Höhenausgleich von einem Meter. Ausgemittelt sind dies auf der einen Giebelseite 50 cm tiefer und auf der anderen 50 cm höher als das Gelände. Eine Neigung von z.B. sechs Prozent läßt sich bei der Höhensituierung der Gebäude nicht mehr „kaschieren", da die Höhendifferenz bereits 5 m übersteigt. Für die in Hangneigung gebaute Halle wäre eine Höhendifferenz von 3 m zu überbrücken. Ein Massenausgleich, eventuell auch verbunden mit einer Geländeabtreppung, ist hier angesagt. In einer Gelände-

schnittfolge sind bei zwei bzw. sechs Prozent Geländeneigung unterschiedliche Erdbaumaßnahmen dargestellt.

Die finanziellen Auswirkungen dieser Eingriffe sind in einer vergleichenden Darstellung in Abb. 2 wiedergegeben. Die erste „Säule" repräsentiert den Aufwand für die Erdarbeiten bei ebenem Gelände und nicht versickerungsfähigem Untergrund. Der Investitionsbedarf ist hier auf 100 % gesetzt und die Varianten 2 - 7 sind prozentual darauf abgestimmt. Der nicht versickerungsfähige Baugrund bedingt den Einbau von Frostschutzschichten unter den Betonbodenplatten und den befahrbaren Hofflächen, die dauerhaft angelegt sein sollen, da auch eine spätere partielle Oberflächenbefestigung der Hauptspuren möglich sein soll.

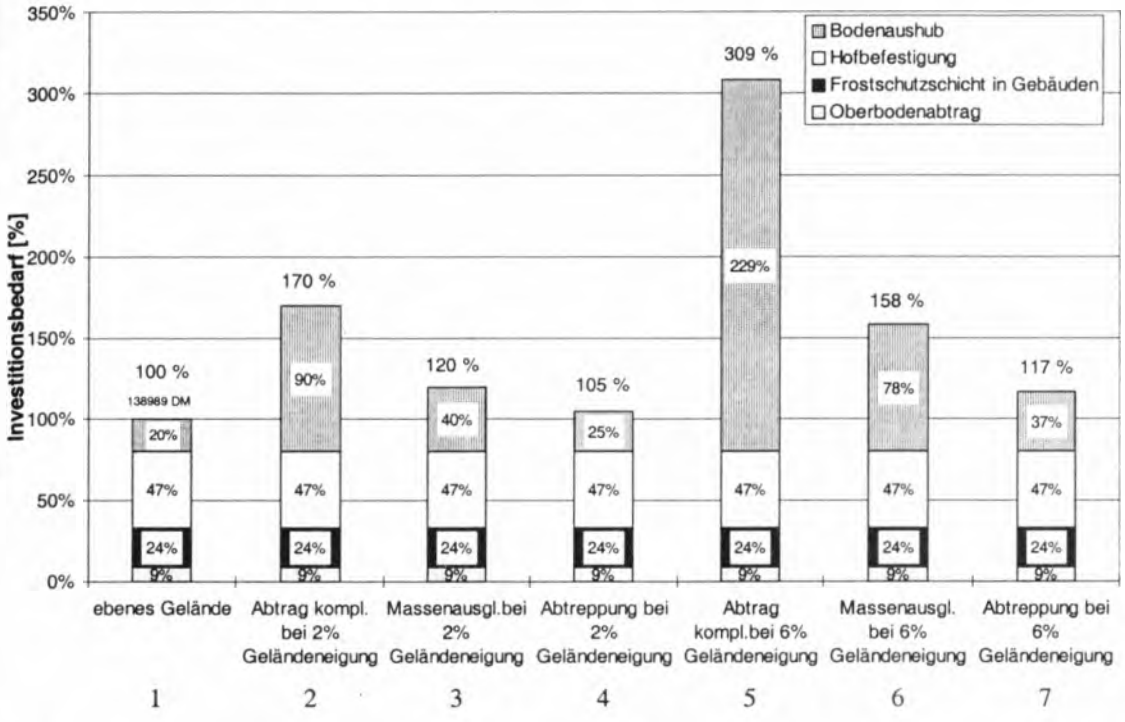


Abb. 2: Investitionsbedarf für die Erdarbeiten bei verschiedenen Geländeneigungen, mit Frostschutzmaterial (Boden nicht versickerungsfähig)

Besteht der Untergrund des Hofgeländes aus wasserdurchlässigem Material, wie Kies oder Sand, dann erübrigt sich nach dem Abschieben des Oberbodens der Einbau von Trag- und Frostschutzschichten. Dies bedeutet eine wesentliche Verbilligung der Erdarbeiten um ca. 2/3. Auch hier ist das ebene Gelände als Idealfall mit 100 % festgesetzt. Die Geländeneigungen mit 2 bzw. 6 % verursachen je nach Erdbaumaßnahme kräftige Unterschiede im Investitionsbedarf. Je nach Geländeneigung wird immer ein Kompromiß zwischen wirtschaftlicher Notwendigkeit der Hofraumgestaltung und der zur Verfügung stehenden Finanzmittel gesucht werden müssen.

4 Oberflächenentwässerung

In diesem Bereich fällt auch die Beseitigung der anfallenden Oberflächenwässer, die von der Beschaffenheit des Untergrundes abhängt. Bei versickerungsfähigem Boden wird heute auch

von der wasserwirtschaftlichen Seite der Versickerung auf dem Baugrundstück der Vorzug gegeben. Auf Abb. 3 ist der Entwässerungsplan für eine Hofanlage mit versickerungsfähigen und nicht versickerungsfähigen Boden dargestellt. Im ersten Fall wird das Oberflächenwasser dezentralen Versickerungsschächten zugeführt und im zweiten Fall über Sammelleitungen zusammengefaßt und einem Vorfluter zugeleitet. Der Investitionsvergleich auf Abb. 4 gibt über die preisliche Situation beider Ausführungsformen Auskunft, die sich in diesem Falle um 18 % unterscheiden.

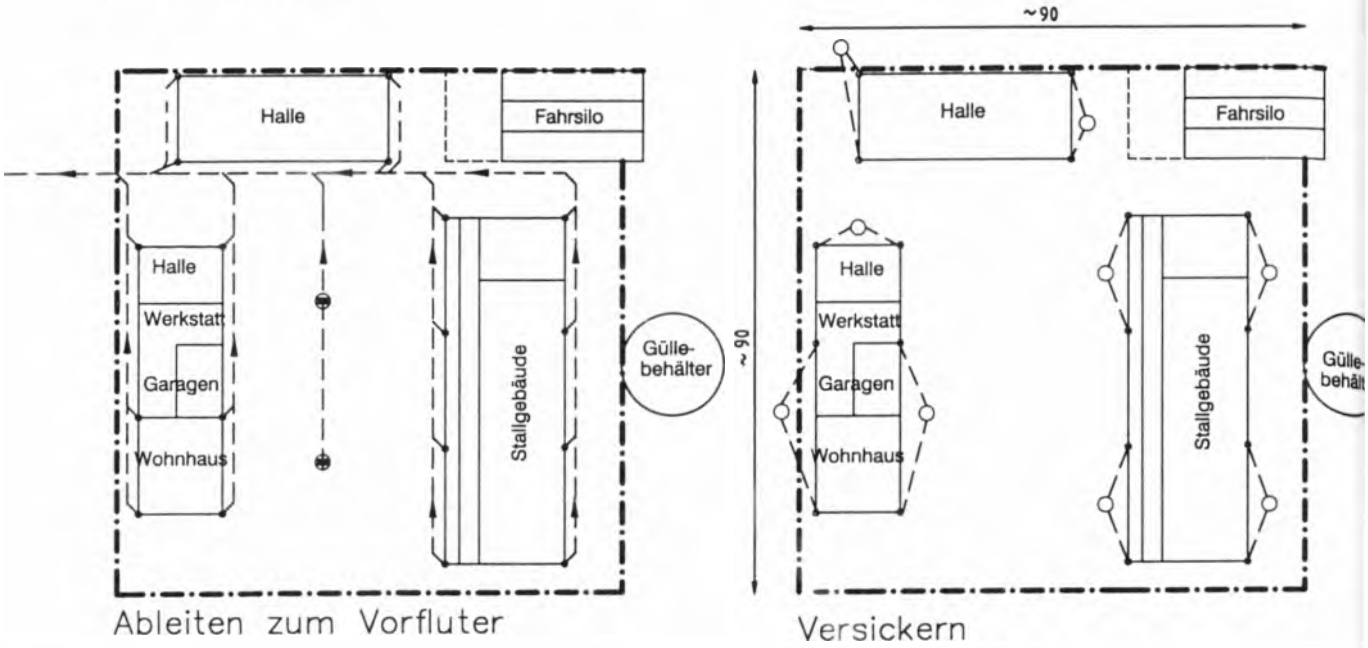


Abb. 3: Entwässerungsplan für die Hofanlage

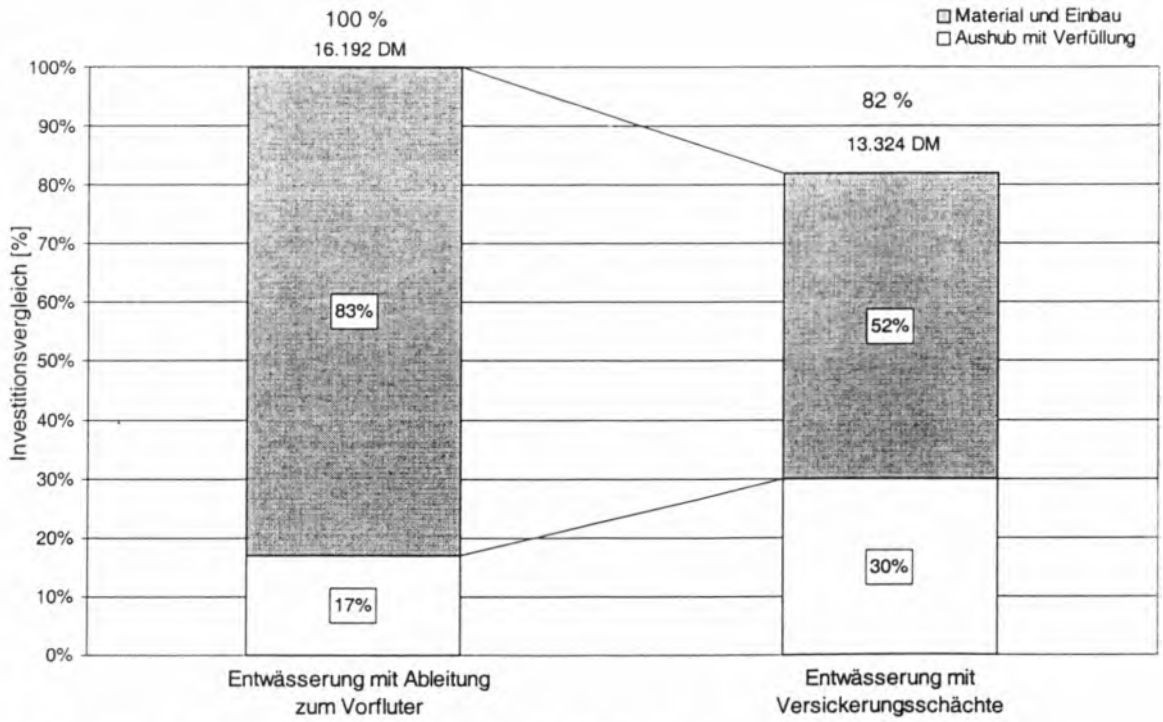


Abb. 4: Investitionsvergleich der Oberflächenentwässerung

5 Vergleich unterschiedlicher Bauvarianten

Weiterführend sollen an einem Stallgebäude mit 61 m Länge und 18,75 m Breite plus 2,50 m Futtertisch unter dem seitlichen Kragdach vier Varianten für den Betonunterbau näher betrachtet werden. Die klassische Standardausführung mit Punkt- und dazwischenliegenden Streifenfundamenten mit Güllekanälen und Spaltenboden und mit Betonboden im Liegeboxenbereich ist auf 100 % gesetzt. Durch konstruktive Veränderungen, wie Ersatz der größeren kippsicheren Punktfundamente durch kleine Punktfundamente, die in die umgebende Bodenplatte eingespannt sind oder Schrapper statt Güllekanäle oder gar Ersatz der Streifenfundamente durch Frostschutzkies, lassen sich beachtliche Einsparungen erzielen. Einen detaillierten Überblick über die Auswirkungen der einzelnen Maßnahmen und die Zusammenstellung der einzelnen Gewerke in den verschiedenen Varianten gibt Abb. 5. Zur Wahrung der Vergleichsmöglichkeit müssen jedoch für die Güllebeseitigung bei Version 3 und 4 die Anschaffungs- und Montagekosten für die Dungschieberanlagen mit einkalkuliert werden, die hier mit 17 % zu Buche schlagen.

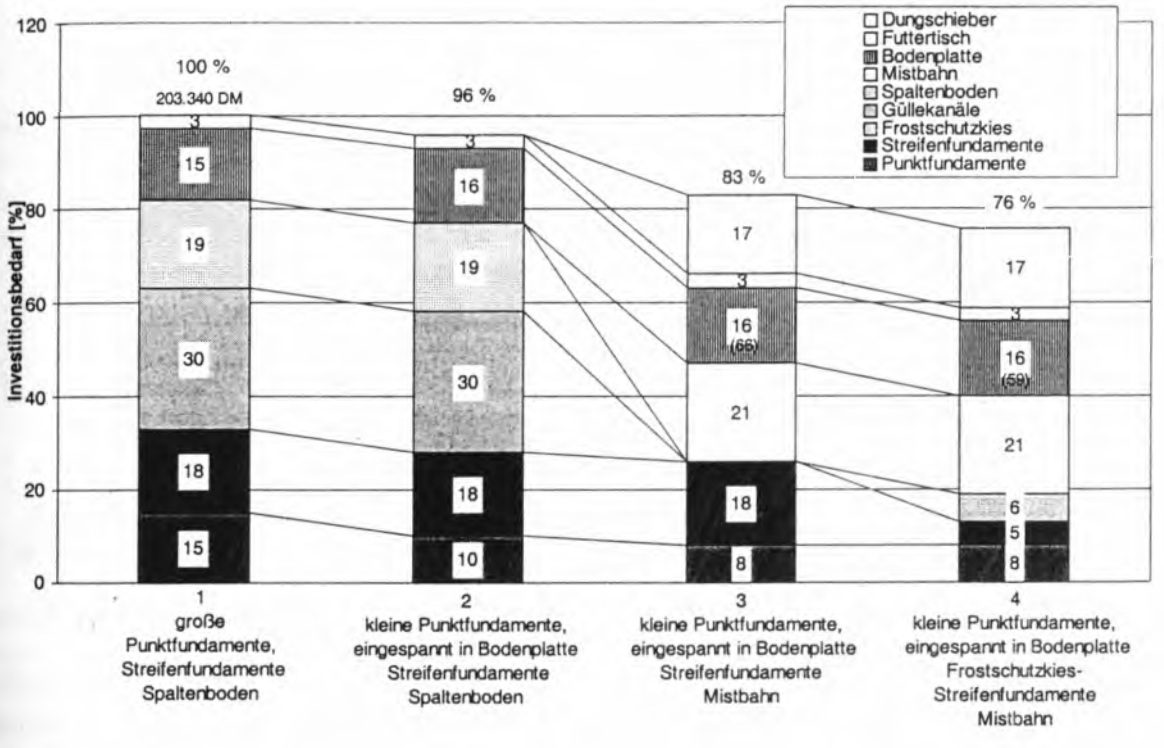


Abb. 5: Vergleich des Investitionsbedarfs für den Betonunterbau eines Stalles für 88 Kühe
(l = 61 m, b = 18,75 m + 2,50 m)

Zur Abrundung der baulichen Aktivitäten soll noch die auf dem Betonunterbau aufstehende Baukonstruktion betrachtet werden. In einem Fall ist dies ein 18,75 m breites Holzgebäude in Kantholzkonstruktion mit vierreihiger Liegeboxenaufstallung, mit außenliegendem überdachten Freßplatz und 2,50 m breitem Futtertisch. Zur Dacheindeckung sind Betondachsteine verwendet. Der massiv gebaute Teil für die Melktechnik mit Nebenräumen ist im Holzgebäude mit untergebracht. Im zweiten Fall besteht die Gebäudehülle aus einer Rundholzkonstruk-

tion mit aufgelegten, freitragenden Stahlprofilblechen. Der seitlich angelegte Freßplatz mit Futtertisch ist nur partiell überdacht. Der unterschiedliche Investitionsbedarf für die beiden Varianten mit ihren einzelnen Baugewerken ist in Abb. 6 angegeben. Die einfachere Gebäudekonstruktion bringt einen finanziellen Vorteil von 16 %.

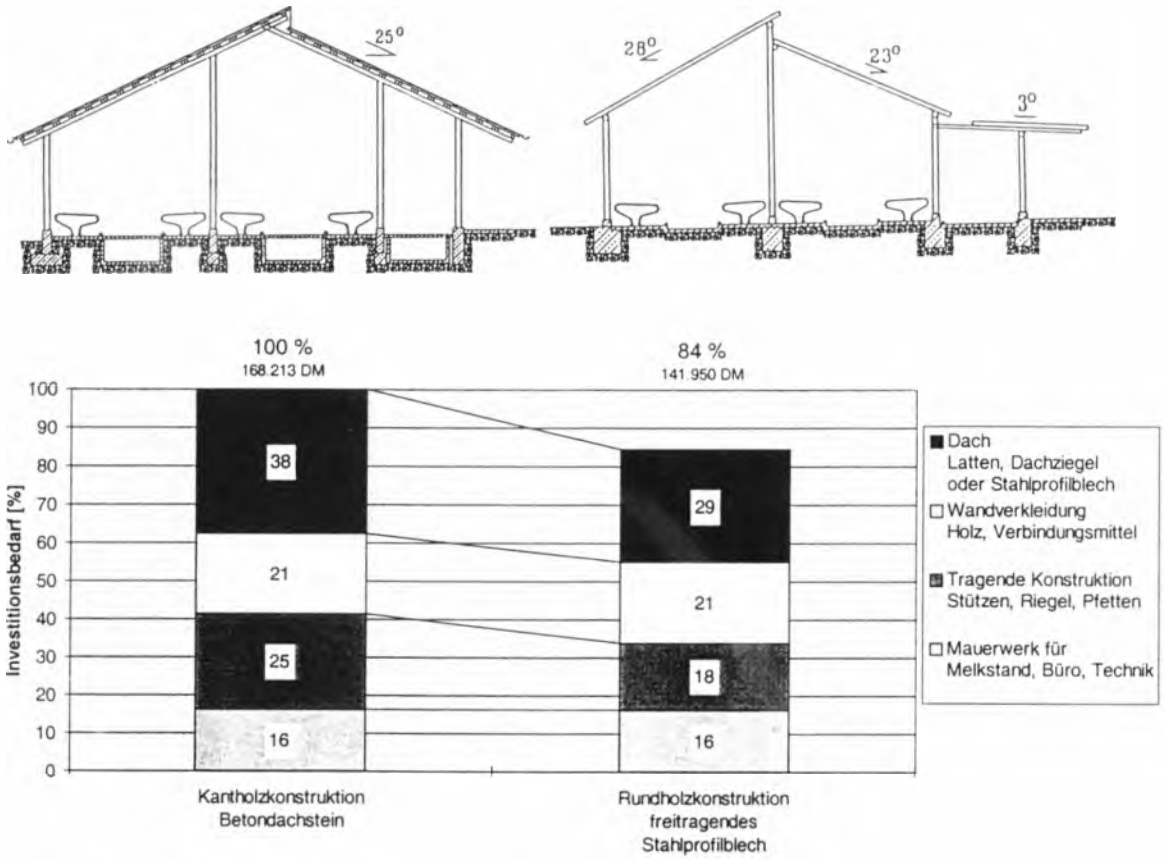


Abb. 6: Vergleich des Investitionsbedarfs für die aufgehende Gebäudekonstruktion eines Stalles für 88 Kühe (l = 61 m, b = 18,75 m + 2,50 m)

Abschließend wird in einer Übersicht für die unterschiedlichen Bauaktivitäten die jeweils preiswerteste und teuerste Lösung der vorgestellten Varianten miteinander verglichen. Es sind dies auf der einen Seite die Erdarbeiten bei 6 % geneigtem Gelände mit Abtrag mit Frostschutzmaterial, die Entwässerung erfolgt zentral zum Vorfluter. Als Stallgebäude wird eine Kantholzkonstruktion mit Betondachsteineindeckung gewählt. Der klassische Betonunterbau ist mit Güllekanälen und Spaltenboden versehen. Auf der anderen Seite ist das Gelände oben mit versickerungsfähigem Untergrund, also ohne einbau von Frostschutzmaterial, die Entwässerung erfolgt dezentral in Sickerschächten. Das Stallgebäude in Rundholzkonstruktion ist mit freitragendem Stahlprofilblech eingedeckt, der seitliche Freßplatz und Futtertisch ist nur partiell überdacht. Der Betonunterbau besteht aus kleinen, in die Bodenplatte eingespannten Punktfundamenten, die äußeren Streifenfundamente sind durch „Kiesfrostschürzen" ersetzt. Ein Schieber übernimmt die Dungräumung.

Kosteneinsparungen durch neue Baumaterialien, rationelle Bauweisen und Herstellungsverfahren an Beispielen von Neubauten für Schweine

Reduction of costs making use of new building materials, rational design and production methods – new buildings for pigs

GARTUNG, JÜRGEN

Institut für landwirtschaftliche Bauforschung, der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

1. Einleitung

Sinkende Erzeugerpreise zwingen auch bei hohen Leistungen zu kostengünstigen Produktionsverfahren. Ein großes Problem besteht für unsere landwirtschaftlichen Betriebe darin, daß die Baukosten in Deutschland zu hoch sind. Niederländer, Engländer, Franzosen und Dänen bauen kostengünstiger. Dies geht aus einem Bericht hervor, den die Kommission zur „Kostensenkung und Verringerung von Vorschriften im Wohnungsbau" erarbeitet hat [1]. Die im Bericht genannten Erkenntnisse treffen auch für den Bau landwirtschaftlicher Wirtschaftsgebäude zu. Das hat eine Studie ergeben, die das ILB gemeinsam mit Kollegen aus Dänemark, Schweden, Norwegen, Niederlanden und der Schweiz durchgeführt hat.

2. Aufgabenstellung

Reduzierung der Baukosten auf das dringend notwendige Maß. Es gibt keine isolierte Einzelmaßnahme, durch die für sich genommen Baukosten nachhaltig gesenkt werden. Einer Strategie der Baukostensenkung muß neben dem Planungsprozeß auch ein optimierter Bauprozeß folgen [1]. Es ist zu untersuchen, ob neue und rationelle Bauverfahren, die sich bereits im Wohnungs- und Industriebau des In- und Auslandes bewährt haben, auch zur Kostensenkung im Landwirtschaftsbau beitragen können.

3. Methode

Im Rahmen von BML-Bundeswettbewerben zum landwirtschaftlichen Bauwesen, die alle 2 Jahre durchgeführt werden, können zahlreiche Baulösungen in Bezug auf Bauausführungen und Baukosten untersucht werden.

Untersuchung von ausgewählten Bauverfahren und Materialien auf Eignung für die Herstellung von kostengünstigen Wirtschaftsgebäuden. Auf Baustellen werden die Arbeitsabläufe und Verarbeitungstechniken beobachtet, Arbeitszeitstudien vorgenommen und mit herkömmlichen Bauverfahren verglichen. Material- und Lohnkosten werden getrennt ermittelt und als Maßstab für die Beurteilung von neuen Bauverfahren aufbereitet.

4. Untersuchung von ausgewählten Haltungssystemen, Bauverfahren und Materialien auf Eignung für die kostengünstige Herstellung von Schweineställen

Beim letzten Bundeswettbewerb 1997/98 ging es um Außenklimaställe für Schweine. Neben der Beurteilung von Haltungsverfahren, Stallklima, Fütterung, Lüftung, Emissionsverhalten, Entmisten und Einstreuen, Arbeitszeit und Arbeitsplatz waren auch die baulichen Konzepte, die Bauweisen und die Baukosten zu bewerten. Die Ergebnisse des Wettbewerbes sind ausführlich im KTBL-Positionspapier "Außenklimaställe " beschrieben [2].

Hinsichtlich der Investitionsausgaben wurden alle im Rahmen des Wettbewerbs zu beurteilenden Baumaßnahmen analysiert. Von den festgestellten Baukosten sind Kennwerte abgeleitet und mit denen von konventionellen Schweineställen verglichen. Dabei wurde nach Mastschweineställen, Ferkelaufzuchtställen und Anlagen für Sauen unterschieden.

Für Kostenvergleiche der einzelnen Haltungsverfahren wurden zusätzlich systematische Kostenberechnungen in Anlehnung an die Arbeiten im Institut für landwirtschaftliche Bauforschung durchgeführt.

Der Investitionsbedarf für den Neubau von geschlossenen Mastschweineställen, beispielsweise mit gedämmten Außenwänden und gedämmten Dächern bzw. Decken sowie Zwangslüftung beträgt je nach Bestandsgröße zwischen 900 und 1400 DM pro Hauptmastplatz. Besonders die kleineren Einheiten bis 600 Mastplätze verursachen Baukosten von 1000 DM und mehr pro Mastplatz und sind damit vielfach von vornherein unwirtschaftlich.

Der Bundeswettbewerb hat gezeigt, daß zahlreiche Bauherren die Problematik der hohen Baukosten von geschlossenen Ställen erkannt haben und sich deshalb für den Bau von Außenklimaställen in wesentlich einfacherer Bauweise entschieden haben. Im Mittel konnten durch diese Entscheidung ca. 25 % Baukosten gegenüber geschlossenen, wärmegedämmten Stallneubauten eingespart werden.

Hinsichtlich ihrer Funktion und Bauweise können Außenklimaställe folgendermaßen unterschieden werden [2]:

- Stallbauhüllen ohne Wärmedämmung in Decke und Wand mit separatem Mikroklimabereich
- Stallbauhüllen mit teilweiser Wärmedämmung, überwiegend als Unterdecke, mit separatem Mikroklimabereich

Die Gebäudegeometrie der Stallbauten ist im wesentlichen durch die natürliche Lüftung festgelegt:

- Breite: bis 15 m bei Querlüftung, bis 25 m bei Außenwand-First-Lüftung

- Länge: durch das Haltungsverfahren begrenzt, bis etwa 80 m
- Traufhöhe: min. 3 m

Das Tragwerk dieser eingeschossigen Hallenkonstruktionen kann kostengünstig aus den Hauptbaustoffen

- Holz oder
- Stahl gefertigt werden.

Der nachwachsende Holzwerkstoff kann in Form von Rundholz-Konstruktionen günstig in Eigenleistung verbaut werden. Kantholz wird für Zimmermanns-Konstruktionen bevorzugt.

Diese Riegelkonstruktionen für Satteldächer mit oder ohne Firststufe bedingen mindestens eine Innenstützen-Reihe, die geschickt in den Grundriß, beispielsweise am Kontrollgang, einzupassen ist. Eine besonders effiziente Konstruktionslösung ist die Längsriegel-Bauweise in Verbindung mit selbsttragenden Trapezblechen für die Dacheindeckung ohne jegliche Pfettenkonstruktion. Holzdachbinder, überwiegend als vorgefertigte Bauelemente, ermöglichen bei den gegebenen Gebäudebreiten Stallbauten ohne Innenstützen, die eine spätere Umnutzung vereinfachen.

Stahlkonstruktionen werden hauptsächlich mit Rahmenelementen von entsprechenden Bauunternehmen montiert. Als Hallenbauten ohne Innenstützen lassen sie sich multifunktional umnutzen.

Als Dacheindeckung haben sich

- Wellfaserzementplatten,
- Trapezbleche und
- Betonpfannen bewährt.

Wärmegedämmte Dachkonstruktionen sind entweder als Warmdach mit Verbundelementen oder als Kaltdach mit geneigter oder horizontaler Unterdecke und unterschiedlichen Dämmstoffen unter der Dachhaut ausgeführt.

Die Außenwände der Außenklimaställe müssen die Querlüftung gewährleisten. Dafür haben sich über der geschlossenen Brüstung (etwa 1 m)

- Schlitzwandschalungen (Spaceboard) oder
- Windschutznetze bzw.
- Lochfolien bewährt.

Alle Wettbewerbsteilnehmer haben sehr kostengünstig gebaut. Verglichen mit Erfahrungswerten aus abgerechneten Beispielen von Stallneubauten, die ausschließlich in Unternehmerleistung erstellt wurden, sind erhebliche Einsparungen erzielt worden. Die Gründe hierfür liegen in der einfachen Bauausführung der raumumschließenden Außenbauteile der Außenklimaställe, einem hohen Maß an Eigenleistungen sowie der Verwendung vorhandener oder gebrauchter Baustoffe (eigenes Holz oder Straßenleitplanken).

Große Unterschiede bezüglich der Investitionsausgaben wurden zwischen den einzelnen Haltungsverfahren, die für Außenklimaställe in Frage kommen, nicht ermittelt. Die Kostenver-

gleiche der theoretischen Modelle von Mastschweineställen bezogen sich auf Einheiten mit 480 Plätzen. Die Wettbewerbsbetriebe hatten Größenordnungen zwischen 320 und 660 Mastplätzen. Bei diesen Größen, die offensichtlich für Außenklimaställe am besten geeignet sind, handelt es sich aber um vergleichsweise kleine Stalleinheiten.

Bei größeren Stallanlagen, etwa für 1000 bis 5000 Mastplätze, die zukünftig verstärkt gebaut werden, können die vorgenannten Einsparungsmöglichkeiten nicht ungeprüft übernommen werden. Hier geht es um wesentlich größere Baumassen und Leistungspakete. Eigenleistungen und eigene Materialien spielen hierbei eine untergeordnete Rolle. Der Verwendung von Fertigteilen und rationellen Baumethoden kommt hier eine größere Bedeutung zu.

Die Mehrzahl der Schweineställe wird heute mit massiven Wänden konventionell auf der Baustelle hergestellt. Meistens handelt es sich um zweischalige Mauerwerkswände mit Kerndämmung.

Die Innenschale besteht dabei häufig aus 24 cm dicken Kalksandsteinwänden, die auch die Dachkosntruktion tragen und die Lasten über die Fundamente in den Baugrund abführen. Die verwendeten Steine mit der Bezeichnung 3 DF (24/17,5/11,3 cm) werden mit Mörtel vermauert, ebenso die 2 DF Ziegel- oder Kalksandsteine für die Außenschale der Außenwände (24/11,5/11,3 cm).

Zur Herstellung von einem m³ Mauerwerk aus 2 DF oder 3 DF Steinen von Hand gemauert sind 4 bis 4,5 Arbeitsstunden erforderlich. Bei einem Stundenlohn einschließlich der Lohnnebenkosten von 70,-- DM sind das 280 bis 315 DM pro m³ Kalksandsteinmauerwerk. Bei kleineren Steinformaten sind die Lohnkosten höher, bei größeren Formaten geringer. Um Lohnkosten einzusparen wurde das Lieferprogramm der Steine laufend durch größere Steinformate erweitert. Mit zunehmender Größe erhöht sich aber auch das Gewicht der Steine. Für das Handhaben von Mauersteinen hat die Bauberufsgenossenschaft deshalb Gewichtsobergrenzen festgelegt. Die Verarbeitungsgewichte von Einhandsteinen sind auf höchstens 7,5 kg begrenzt, die Verarbeitung von Zweihandsteinen ist auf max. 25 kg festgelegt. Steine über 25 kg sind mit dem Versetzgerät zu verarbeiten. Durch den Einsatz eines Minikranes wird nicht nur die körperliche Arbeit erleichtert, sondern es wird auch etwa die Hälfte der Arbeitszeit eingespart. Die Lohnkosten pro m³ Kalksandsteinmauerwerk können dadurch erheblich gesenkt werden. Für die Herstellung von 1 m² Mauerwerk mit KS-Planelementen sind je nach Gliederung der Wände 0,3 bis 0,5 Stunden anzusetzen. An Gerätekosten für das Versetzgerät sind für diese Zeit 3 bis 5 DM einzukalkulieren [3].

Am Beispiel eines Mastschweinestalles für 1040 Mastplätze wurden die Vorteile der Bauausführung mit Kalksandstein-Planelementen mit 62,3 cm Höhe und 99,8 cm Länge untersucht.

Es handelt sich um ein Bauvorhaben in Nordrhein-Westfalen. Der Grundriß besteht aus zwei gleichgroßen Stallräumen, die durch einen Mittelgang in Längsrichtung erschlossen werden. Durch leichte Zwischenwände werden 8 Abteile gebildet. Die Außenabmessungen des Gebäudes betragen 36,75 x 31,07 m. Daraus ergibt sich eine Bruttogrundfläche (BGF) von 1140 m².

Mit dem Kalksandstein-Bausystem lassen sich hochbelastbare schlanke Wände rationell herstellen. Von der Möglichkeit, lastabtragende Wände statt 24 cm nur 17,5 cm dick auszuführen, wurde bei dem hier vorgestellten Mastschweinestall Gebrauch gemacht. Die Wärmedämmung wird an der Außenseite der Wand angebracht und besteht aus 6 cm dicken Dämmplatten. Als Außenbekleidung sind geschoßhohe Stahlprofilbleche verwendet.

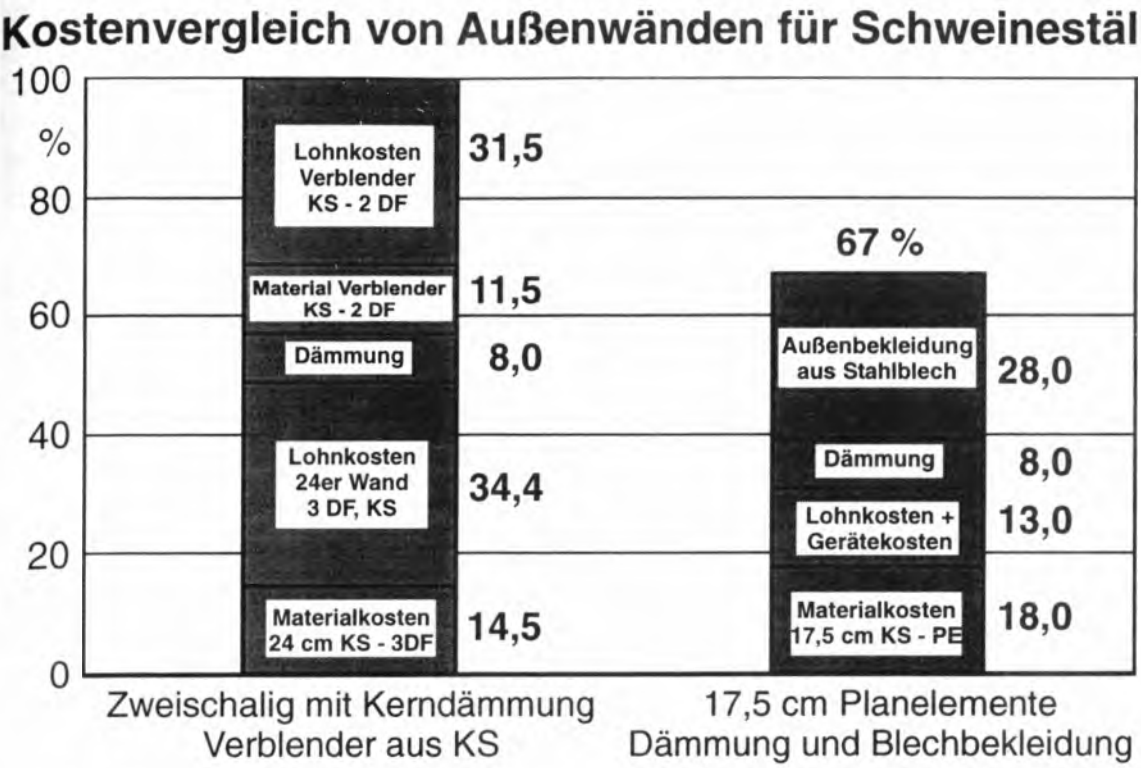


Abb. 1: Kostenvergleich von Außenwänden für Schweineställe

Die Abb. 1 zeigt den Kostenvergleich der zuvor beschriebenen Außenwände.

Die konventionelle Bauweise mit gemauerter Innenschale, 24 cm dick, Wärmedämmung und Verblendmauerwerk ist mit 100 % angenommen und in der linken Säule dargestellt. Die rechte Säule zeigt die Zusammenstellung der Baukosten für 1 m² Wand, wie sie im Beispielsbetrieb ausgeführt wurde.

Die Kosteneinsparung gegenüber der Standardausführung beträgt insgesamt etwa 1/3. Die tragenden Mauerwerkswände allein betrachtet, lassen ebenfalls Unterschiede von etwa 30 % erkennen. Die Kostendifferenz ergibt sich durch 67 % geringere Lohnkosten bei der Verarbeitung von Planelementen gegenüber der handgemauerten Wand. Bei Einsatz des Versetzgerätes fallen allerdings zusätzliche Gerätekosten an. Außerdem sind die Materialkosten für die Planelemente wegen der Zuschnitte höher. Die maßgenau angelieferten Steine haben wiederum den Vorteil, daß kein zusätzlicher Verschnitt einzukalkulieren ist und auch die Zulage für das Anlegen von Öffnungen entfällt.

Das Dachtragwerk des Schweinestalles besteht aus vorgefertigten Holz-Dreiecksbindern, die im Abstand von 1,25 m auf den Ringbalken der tragenden Mauerwerkswände aufgelegt sind. Die Unterseite ist mit kaschierten Hartschaumplatten bekleidet. Die Dacheindeckung besteht in diesem Fall aus Doppelblechen mit 5 cm dickem Hartschaumkern. Diese zusätzliche Wärmedämmung wurde verwendet, um zu hohe Lufttemperaturen im Sommer im Dachraum zu vermeiden, da die Zuluft aus dem Dachraum angesaugt wird. Die Verlegung der Dachelemente erfolgte überwiegend in Eigenleistung.

Der nachträgliche Einbau der Zwischenwände zur Abgrenzung der einzelnen Stallabteile erweist sich als sehr vorteilhaft. Einerseits konnten die Maurer mit ihrem Minikran und Ver-

setzgerät ungehindert arbeiten, ohne bei jeder Zwischenwand umsetzen zu müssen, andererseits konnten die Deckenplatten an der Unterseite der Dachbinder ohne zusätzliche Zuschnitte angebracht werden. Die 20 cm breiten PVC-Brettprofile werden vom Stallboden bis zur Decke ohne Unterkonstruktion aufgestellt. Die untere Halterung ergibt sich durch eine Fuge zwischen den Spaltenbodenelementen, die obere Befestigung erfolgt durch zwei Dachlatten unter den Dachbindern. Bei der Wandausbildung handelt es sich um eine sehr kostengünstige Lösung.

Die Dacheindeckung mit großformatigen profilierten Blechen, wie im Beispielsbetrieb ausgeführt, ist in Deutschland bisher nicht sehr verbreitet. Standard für Schweineställe sind Eindekkungen aus Faserzement-Wellplatten.

5. Zusammenfassung

Landwirtschaftliche Gebäude müssen bei derzeitigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen kostengünstig gebaut werden. Die vorgestellten Neubaulösungen für Mastschweineställe sind in ihrer Art ganz unterschiedlich. Die zuerst genannten Außenklimaställe können durch ihre einfache Gebäudehülle – ohne Wärmedämmung und ohne Lüftungstechnik – etwa 25 % günstiger hergestellt werden als geschlossene Standardställe. Doch auch diese massiven Gebäude mit Mauerwerkswänden lassen sich durch die Verwendung großformatiger Kalksandsteine kostengünstiger herstellen als handgemauerte Wände mit kleinformatigen Steinen.

5 Literatur

[1] Kostensenkung und Verringerung von Vorschriften im Wohnungsbau. Mehr Wohnungen für weniger Geld. Bericht der Kommission. Hrsg. Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau. Verfasser: ULRICH PFEIFFER und BERND ZEITZEN.

[2] KTBL-Positionspapier "Außenklimaställe"
GARTUNG, J.: Baukosten
LÜPFERT, T.: Bauliches Konzept.

[3] Kalksandstein. Planung, Konstruktion, Ausführung. Ein Nachschlagewerk. Hrsg. Kalksandstein Informations-GmbH & Co. KG, Entenfangweg15, 30419 Hannover.

Vergleich von Richtlinien zur Berechnung von Schutzabständen im Hinblick auf Geruchsemissionen aus der Nutztierhaltung mit dem Gauß'schen Ausbreitungsmodell

Comparison of guide lines calculating the separation distance due to odour emission of livestock husbandry with model calculations using a Gauss model

SCHAUBERGER, GÜNTHER[1] UND PIRINGER, MARTIN[2]

[1] Institut für Medizinische Physik und Biostatistik, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien

[2] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Hohe Warte 38. A-1190 Wien

1 Einleitung

Die Landwirtschaft wird in zunehmendem Maße mit Fragen des Umweltschutzes konfrontiert. Bei der Haltung von landwirtschaftlichen Nutztieren treten verschiedenartige, luftgetragene Emissionen auf. Eine dieser Emissionen ist der Geruch, der die Akzeptanz der Tierhaltung in der unmittelbaren Umgebung von Wohngebieten sinken läßt. In einigen Ländern (Österreich, Deutschland, Schweiz, Niederlande) wurden bereits Richtlinien erarbeitet, die sich mit dieser Problematik beschäftigen. Diese Richtlinien werden auch dazu verwendet, den notwendigen Schutzabstand zwischen dem Tierhaltungsbetrieb als Geruchsquelle und den Nachbarn so zu bestimmen, daß der Geruch nicht als Belästigung wahrgenommen wird. Die Abstandsregelung basiert in der Regel auf einer einfachen Parameterisierung der Geruchsquelle, der Ausbreitung der Emissionen und der Festlegung des von der Widmung abhängigen Immissionsschutzes.

In allen bekannten Richtlinien wird der Schutzabstand als Funktion der Emission berechnet. Dabei handelt es sich um Potenzfunktionen mit Exponenten zwischen 0,3 und 0,5. Der Exponent und somit der Kurvenverlauf beschreibt die Abhängigkeit des Schutzabstands von der Geruchsemission. Mit Hilfe einer für das nördliche Alpenvorland in Österreich repräsentativen Wind- und Ausbreitungsstatistik werden die sich aus Gauß'schen Modellberechnungen ergebenden Exponenten mit jenen der Richtlinien verglichen. Eine vollständige Darlegung der Methode ist in PIRINGER und SCHAUBERGER (1998) zu finden.

2 Vergleich der Bestimmung von Schutzabständen in verschiedenen Richtlinien

Die nationalen Richtlinien von Österreich (SCHAUBERGER, G. und PIRINGER M., 1997a und 1997b; SCHAUBERGER, G. et al., 1997), Deutschland (VDI 3472, 1986; VDI 3473, 1994;

VDI 3471, 1986; PADUCH, M., 1988), Schweiz (RICHNER, B. und SCHMIDLIN A., 1995) und den Niederlanden (MINISTRIE VAN LANDBOUW, 1991) haben änliche Struktur. Anhand der Bestandsgröße wird der Emittent abgeschätzt. Daraus wird ein Schutzabstand mittels einer Potenzfunktion berechnet. Der Exponent dieser Funktion ist in den einzelnen Richtlinien unterschiedlich. Die deutschen und die Schweizer Richtlinien wählen einen Exponenten von etwa 0,32, in den Niederlanden und in Österreich wird ein Exponent von 0,5 verwendet (PIRINGER und SCHAUBERGER, 1998).

3 Modellrechnungen und Statistik

Mit dem in Österreich verwendeten Gauß'schen Ausbreitungsmodell (ÖNORM M 9440, 1992/1996; KOLB, H., 1981) wird die Häufigkeitsverteilung von Verdünnungsfaktoren D berechnet, wobei eine Ausbreitungsklassenstatistik herangezogen wird, die für das nördliche Alpenvorland repräsentativ ist. Bei dem Modell handelt es sich um ein Gauß'sches Fahnenmodell für Schornsteinemissionen und Entfernungen bis 15 km. Ein traditionelles Ausbreitungsklassenschema mit Streuungsparametern von REUTER (1970) wird verwendet. Dabei werden die Ausbreitungsklassen als Funktion der halbstündigen mittleren Windgeschwindigkeit und einer Kombination aus Sonnenhöhe und Bedeckungsgrad bestimmt.

Die folgende Untersuchung bezieht sich auf den Zeitraum tagsüber, also zwischen Sonnenauf- und Sonnenuntergang.

Das Gauß-Modell berechnet Halbstundenmittelwerte von Immissionskonzentrationen. Die Geruchswahrnehmung hängt aber von Momentanwerten der Konzentration ab. Nach SMITH (1973) besteht folgende Beziehung zwischen Mittelwert und Momentanwert:

$$\frac{C_p}{C_m} = \left(\frac{t_m}{t_p}\right)^c \qquad (1)$$

mit der mittleren Konzentration C_m berechnet für eine Integrationszeit t_m und der momentanen Konzentration C_p für die Integrationszeit t_p. Der Exponent c hängt von der Stabilität der Atmosphäre ab und nimmt Werte von 0,35 (Klasse 4), 0,52 (Klasse 3) und 0,65 (Klasse 2) an. Aus dem Windspektrum nach (15) läßt sich der untere Zeitbereich für Konzentrationsschwankungen mit 100 s angeben. Für t_m = 1800 s und t_p = 100 s ergeben sich die folgenden Verhältniszahlen für Momentanwert zu Mittelwert: 6,5 für Klasse 2, 4,5 für Klasse 3 und 2,8 für Klasse 4.

Die Modellberechnungen wurden für neun Emissionsszenarien mit einer Variationsbreite von zwei Zehnerpotenzen durchgeführt (relative Emissionen 0,04 bis 4). Die Geruchskonzentration des Volumenstroms wurde mit c = 500 GE/m^3 konstant gehalten (OLDENBURG, 1989; KRAUSE, 1992). Das Ergebnis der Modellrechnung ist die Häufigkeitsverteilung von Momentankonzentrationen für 12 Entfernungsklassen, beginnend mit 50 m vom Emittenten und endend in 500 m Entfernung, mit 50 m Intervallen. Diese Daten wurden an eine erweiterte Weibullverteilung WBV des Verdünnungsfaktors D für eine Distanz x_i angepaßt:

$$WBV(x_i) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{D - D_0}{c}\right)^d\right] \qquad (2)$$

mit den drei Parametern D_0, c und d. Diese Parameter wurden iterativ auf der Basis der kleinsten quadratischen Abweichungen bestimmt. Drei statistische Parameter wurden verwendet, um die Güte der Anpassung zu berechnen: (1) das Bestimmtheitsmaß r^2, angeglichen an die Freiheitsgrade; (2) die mittlere quadratische Abweichung der angepaßten Funktion RMSE und (3) der Wert F, der die Eignung der ausgewählten Verteilung beschreibt. Große Werte von F bedeuten, daß die Varianz der angepaßten Daten wegen der guten Auswahl der Funktion und ihrer Parameter klein ist.

Die angepaßten Verteilungsfunktionen wurden verwendet, um jene Distanz zu berechnen, für die die Bedingung erfüllt ist, daß für eine Überschreitungshäufigkeit über das Sommerhalbjahr von p = 30 ‰ der Grenz-Verdünnungsfaktor D_L = 500 ist, was einer Geruchskonzentration am Rezeptorpunkt von 1 GE/m³ entspricht. In Abbildung 1 (vergrößerter Ausschnitt) wird die lineare Interpolation zur Bestimmung des Schutzabstandes an einem Beispiel mit der relativen Emission 1 gezeigt.

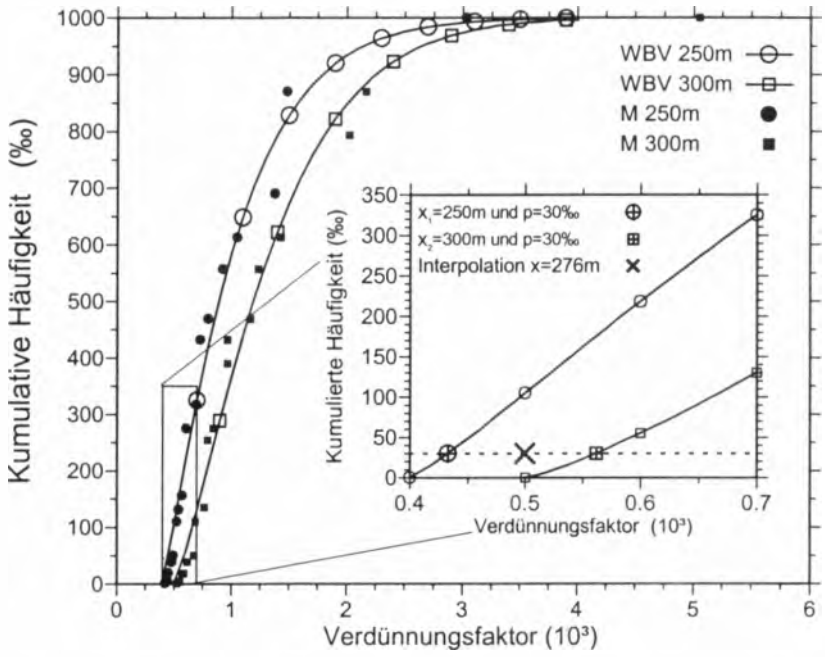


Abb. 1: Lineare Interpolation des Schutzabstandes anhand der angepaßten Weibull-Verteilungen WBV (leere Symbole) für einen Verdünnungsfaktot von D_L = 500 und eine Überschreitungshäufigkeit von p = 30 ‰. (Modelrechnung: volle Symbole)
Linear interpolation of the separation distance calculated by fitted Weibull distributions WBV (empty symbols) for a dilution factor D_L = 500 and an exceeding probability of p = 30 ‰. (model calculation: filled symbols)

Für alle neun Emissionsfälle wurde die Distanz x analog zur Abbildung 1 bestimmt. Der erste Emissionsfall (relative Emission = 0,04) ergab eine Distanz kleiner als 50 m und wurde daher im weiteren nicht berücksichtigt. Die berechnete Distanz x kann als Schutzabstand S aufgefaßt werden, gültig für eine gewählte Überschreitungshäufigkeit (hier p = 30 ‰) und einen Verdünnungsfaktor (hier D_L = 500). Den acht Distanzen x wurde eine Potenzfunktion angepaßt:

$$S(p, D) = a\, E^b \qquad (3)$$

mit dem relativen Schutzabstand S (p, D) in Abhängigkeit von der Emission E und den Funktionsparametern a und b.

4 Ergebnisse und Diskussion

Der Vergleich der Abhängigkeit des Schutzabstands von der Emission bei den verschiedenen Richtlinien war das Ziel dieser Untersuchung. Im Vordergrund stand dabei ein Vergleich des Exponenten b der Potenzfunktion und damit der Form der Kurven. Ein direkter Vergleich anhand eines Tierhaltungsbetriebs war nicht beabsichtigt. In Tabelle 1 ist der Exponent des Potenzansatzes (Gleichung 3) und die statistischen Parameter r^2, F und RMSE der Datenanpassung angegeben. Die Berechnung wurde für vier verschiedene Überschreitungshäufigkeiten durchgeführt.

Die Modellrechnungen zeigen, daß die Form der Abstandskurven, festgelegt durch den Exponenten b, unabhängig von der gewählten Überschreitungshäufigkeit ist. Das bedeutet, daß die verschiedenen Grenzen der Überschreitungshäufigkeit der Geruchskonzentration aufgrund unterschiedlicher Landnutzungskategorien berücksichtigt werden können, indem der Faktor a der Potenzfunktion (Gleichung 3) geändert wird (SCHAUBERGER, G. und PIRINGER M., 1997a und 1997b).

Tab. 1: Exponent b der Potenzfunktion (Gleichung 3) und Standardabweichung (SA) für einen Verdünnungsfaktor D_L = 500 in Abhängigkeit von der Überschreitungshäufigkeit p. (Bestimmtheitsmaß r^2; F Statistik, mittlere quadratische Abweichung der Funktion RMSE)
Exponent b of the power function (Eq. 3) and standard deviation (SA) for a dilution factor D_L = 500 as a function of the exceeding probability p (coefficient of determination r^2; F value, root mean square error RMSE).

p (‰)	10	30	50	80
b (± SA)	0.714 0.043	0.719 0.036	0.722 0.026	0.726 0.009
r^2	0.987	0.991	0.996	0.999
F	651.90	923.79	1868.81	15763.74
RMSE	28.25	2.97	15.68	5.14

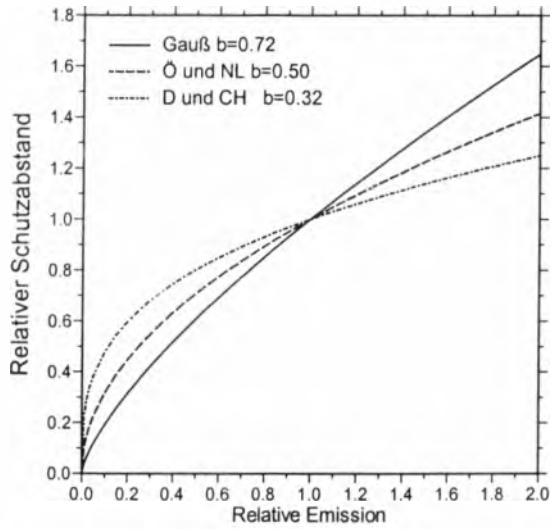


Abb. 2: Relativer Schutzabstand (a = 1) als Funktion der relativen Emission, berechnet mit den angeführten Richtlinien und dem Gauß-Modell
Relative separation distance (a = 1) as a function of the relative emission, calculated by the guide lines and by the model calculation

Um den Verlauf der verschiedenen Potenzfunktionen zur Berechnung des Schutzabstandes vergleichen zu können, wurden Quellstärke und Schutzabstand normiert (a=1 aus Gleichung 3). In Abbildung 2 werden Kurven für drei verschiedene Werte des Exponenten b dargestellt. b = 0,32 wird von den deutschen und der Schweizer Richtlinie verwendet, b = 0,5 von der österreichischen und der niederländischen, und das Ergebnis der Modellberechnungen ist b = 0,72.

Alle Richtlinien zeigen im Vergleich zum Gauß'schen Modell einen flacheren Kurvenverlauf. Die größte Abweichung ergibt sich für den Exponenten der deutschen und der Schweizer Funktion, gefolgt von der österreichischen und der niederländischen. Dieses Ergebnis besagt qualitativ, daß die Richtlinien im Vergleich zum Modell die Abhängigkeit des Schutzabstandes von der Geruchsemission unterschätzen.

5 Literatur

COURTNEY, M. UND TROEN I. (1990): Wind Speed Spectrum from one Year of Continuous 8Hz Measurements. 9th Symposium on Turbulence and Diffusion, Roskilde, Denmark, pp. 301 - 304.

KOLB, H. (1981): Ein normatives Modell zur Simulierung der Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Österreich. Abteilung für Theoretische Meteorologie der Univ. Wien. Publ. 29

KRAUSE, K.H. (1992): Gegenüberstellung unterschiedlicher Immissionsprognoseverfahren. In: Geruchs- und Schadgasemissionen aus der Tierhaltung, Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Arbeitspapier 174.

MINISTRIE VAN LANDBOUW (1991): Richtlijn Ammoniak en Veehouderij. Leidschendam: Ministrie van Landbouw, Naturbeheer en Visserij, Den Haag en Ministrie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

OLDENBURG, J. (1989): Geruchs- und Ammoniak-Emissionen aus der Tierhaltung, Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), KTBL-Schrift 333.

ÖNORM M 9440 (1992/1996): Ausbreitung von luftverunreinigenden Stoffen in der Atmosphäre; Berechnung von Immissionskonzentrationen und Ermittlung von Schornsteinhöhen. Österr. Normungsinstitut, Fachnormenausschuß 139 - Luftreinhaltung.

PADUCH, M. (1988): Present state of VDI-guide lines on odour assessment. In: NIELSEN, V.C.; VOORBURG, J.H. UND P. L'HERMITE (Eds.). Volatile emissions from livestock farming and sewage operation, London New York: Elsevier applied science.

PIRINGER, M., UND SCHAUBERGER G. (1998): Comparison of a Gaussian Diffusion Model with Guidelines Calculating the Separation Distance between Livestock Farming and Residential Areas to Avoid Odour Annoyance. Atmos. Environment, in press.

REUTER, H. (1970): Die Ausbreitungsbedingungen von Luftverunreinigungen in Abhängigkeit von meteorologischen Parametern. Arch. Met. Geoph. Biokl. A,19,173-186

RICHNER, B. UND SCHMIDLIN A. (1995): Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen. Empfehlungen für neue und bestehende Betriebe, Tänikon: Eidgenössische Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, FAT-Bericht 476.

SCHAUBERGER, G. UND PIRINGER M. (1997a): Assessment of the protection distance to avoid annoyance by odour sensation caused by livestock husbandry by the Austrian guide line. In: VOERMANS J.A.M., G.J. MONTENY (Eds): Ammonia and Odour Emission from Animal Production Facilities, NVTL, Rosmalen (1997)

SCHAUBERGER, G. UND PIRINGER M. (1997b): Guideline to assess the protection distance to avoid annoyance by odour sensation caused by livestock husbandry. In: BOTTCHER R.W., HOFF S.J. (Eds): Livestock Environment V, ASAE, St. Joseph, Michigan, 1997

SCHAUBERGER, G., PIRINGER M., EDER J., FIEBIGER H., KÖCK M., LAZAR R., PICHLER-SEMMELROCK F., QUENDLER T. , SWOBODA M., THIEMANN G. UND TEUFELHART J. (1997): Österreichische Richtlinie zur Beurteilung von Immissionen aus der Nutztierhaltung in Stallungen. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 57, 10, 399-408.

SMITH, M.E. (1973): Recommended Guide for the Prediction of the Dispersion of Airborne Effluents. ASME, N.Y.

VDI 3471 (1986): Emissionsminderung Tierhaltung - Hühner, Berlin: Beuth.

VDI 3472 (1986) Emissionsminderung Tierhaltung - Schwein, Berlin: Beuth.

VDI 3473 (1994): Emissionsminderung Tierhaltung - Rinder, Berlin: Beuth.

6 Summary

Complaints by the neighbourhood due to odour pollution from livestock farming are increasing. Therefore, some countries have already developed guidelines to address odour from livestock. These guidelines are in use to assess the necessary separation distance between livestock buildings and residential areas such that odour is not felt as an annoyance. In all these guidelines, the separation distance is calculated as a function of the rate of pollution. These are mainly power functions with an exponent between 0.3 and 0.5. The Austrian regulatory dispersion model, a Gauss model, is used to calculate the frequency distribution of the dilution factor for 12 classes of distances between 50 and 500 m downwind from the source. These data were fitted to an extended Weibull distribution of the dilution factor to determine the exponent of the power function describing the separation distance as a function of the emission. The exponent has a value of about 0.72. This result, achieved with a wind and stability statistics representative for the Austrian flatlands north of the Alps, indicates a stronger dependence of the separation distance from the odour emission than suggested by the guidelines.

Entwicklung eines Systems zur Erfassung des emissiven Gesamteindrucks von landwirtschaftlichen Betrieben

Development of a system to record the total emissive impression of farms

MAIER, BARBARA[1]; RIEß, GISBERT[1]; ZEISIG, HANS-DIETER[1]; GRONAUER, ANDREAS[1]; SCHÖN, HANS[1]

[1] Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Vöttingerstr. 36, 85354 Freising

1 Einleitung

Wegen ansteigender Besiedlungsdichte einerseits und wachsenden Ansprüchen an die Luftqualität andererseits ist die Erfassung unerwünschter Gerüche zu einem nicht mehr vernachlässigbaren Problem geworden. Auch wenn die Konzentrationen der geruchsauslösenden Stoffe in der Regel so niedrig sind, daß keine Gesundheitsgefährdung daraus resultiert, wird die Belästigung oft als erheblich empfunden. Weil sich Behörden in zunehmendem Maß mit Beschwerden sowie in Genehmigungsverfahren mit der Immissionsproblematik befassen müssen, besteht die Notwendigkeit zur Entwicklung eines Systems zur objektiven Geruchsmessung.

2 Stand der Technik

Bisher werden verschiedene Methoden für Geruchsmessungen verwendet (Tab.1). Die Olfaktometrie erfaßt einerseits die Geruchsstoffkonzentrationen, andererseits wird mit der menschlichen Nase eine hedonische Bewertung der Gerüche durchgeführt, d.h. inwieweit ein Geruch als angenehm oder unangenehm empfunden wird, kann nur durch die menschliche Nase bestimmt werden. Bei der Gaschromatographie-Massenspektroskopie (GC-MS) findet eine Auftrennung des Geruchs in die einzelnen Stoffe statt. Das Multisensorarray hat den Vorteil den Geruchsgesamteindruck zu erfassen, da alle Stoffe gleichzeitig zu den Sensoren gelangen. Bei diesen Sensoren findet allerdings eine Alterung statt, die mit berücksichtigt werden muß.

Tab. 1: Für Geruchsmessungen verwendete Methoden
Tab. 1: Used methods for odor detection

Methoden	Verwendung	Defizite
Menschliche Nase und Olfaktometrie	hedonische Bewertung	Geruchswahrnehmung subjektiv
GC-MS	Geruchsidentifikation und Definition von Vergleichssubstanzen	keine antagonistische und synergistische Wechselwirkungen erfaßbar
Multisensorarrays	Erfassung des Geruchsgesamteindrucks	Folgen der Sensoralterung

2.1 Olfaktometrie

Die Olfaktometrie ist der derzeitige Stand der Technik, um Luftverunreinigungen in geruchs- und damit wirkungsbezogenen Einheiten zu messen.

Methodisch geht man dabei so vor, daß man Geruchsproben verdünnt. Diese verdünnten Geruchsproben werden einem Probandenkollektiv vorgelegt. Hierbei wird von dem Probandenkollektiv bestimmt, ab welcher Verdünnung ein Geruch in der zugeführten Luft wahrnehmbar ist. Diese Schwelle wird als eine Geruchseinheit (GE) für den entsprechenden Geruch definiert:

Geruchsschwelle: 1 GE

Erkennungsschwelle: 3-5 GE

In Richtlinien (VDI, 1989) hat man sich darauf geeinigt, das Riechvermögen der gesamten Gruppe zu überprüfen. Hierbei werden verschiedene Konzentrationen von n-Butanol und/oder Schwefelwasserstoff den Probanden vorgelegt. Die gesamte Gruppe muß dann in vorgegebenen Konzentrationsbereichen eine Geruchsempfindung haben.

2.2 System Multisensorarray

Das wesentliche Teil des verwendeten Geräts, besteht aus drei Sensorkammern mit je sechs Metalloxidsensoren, je einem Temperaturfühler und je einem Feuchtigkeitssensor. Um den Volumenstrom durch diese Sensorkammern genau zu regeln, sind ein Massenflußregler und eine Pumpe den Kammern nachgeschaltet. Dies gewährleistet zum einen die genaue Dosierung der Probe und zum anderen die Reproduzierbarkeit der Messungen. Ein vorgeschaltetes Ventil regelt, ob eine Probe aufgegeben wird oder ob die Sensoren mit Reinluft gespült werden (Abb. 1).

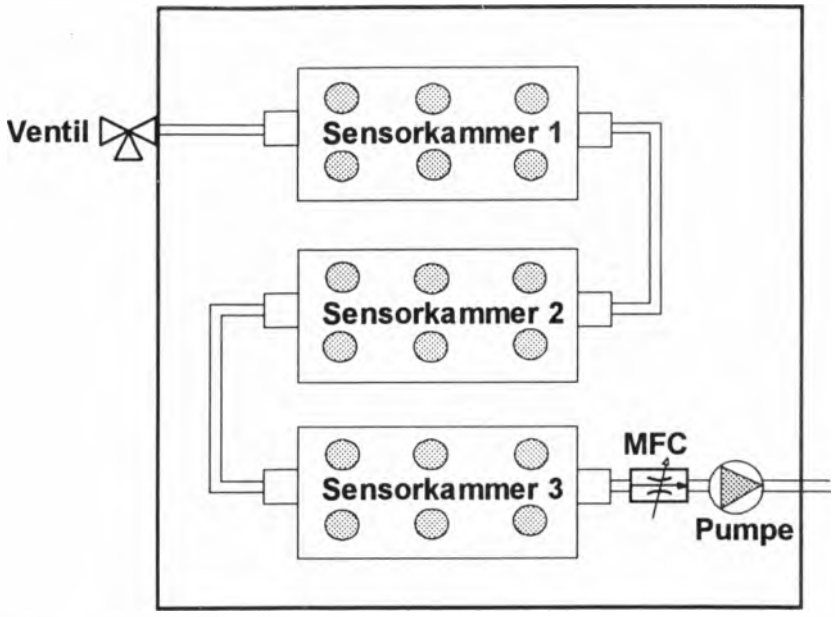


Abb. 1: Aufbau des Multisensorarrays
Fig. 1: Schematic view on the multisensorarray

Die Metalloxidsensoren sind aus zwei Schichten aufgebaut. An der Oberfläche liegt die selektive Schicht, die mit dem Probegas in Wechselwirkung tritt. Diese Schicht wird durch Dotierung mittels Fremdatomen des Halbleitermaterials aufgebaut. Der untere Teil wird nur aus reinem Halbleitermaterial gebildet.

Die Sensorsignale sind nicht unabhängig voneinader, da durch die Unselektivität der einzelnen Sensoren zwei Sensoren auf denselben Stoff reagieren können. Dadurch ist es möglich, das Sensorsignal des einen Sensors mittels mathematischer Umwandlung in das Sensorsignal des anderen Sensoren zu überführen. Und nichts anderes versucht die Hauptkomponentenanalyse (PCA-Modell), es legt in den 18-dimensionalen Raum eine zweidimensionale Ebene (Bildung des Merkmalsraum), so daß diese Abbildung noch möglichst viel Ursprungsinformation enthält.

2.3 Gaschromatographie-Massenspektrometrie

Die Gaschromatographie dient der Trennung der einzelnen Verbindungen in Abhängigkeit von ihrer Polarität. Das Massenspektrometer dient der Identifikation der jeweiligen Verbindung. Nur die Kombination dieser beiden Geräte ermöglicht eine sinnvolle Separierung und Identifizierung der Geruchsmoleküle.

- Mit Hilfe der Gaschromatographie-Massenspektrometrie sind qualitative und quantitative Messungen mit externem Standard (Gasprobe bekannter Konzentration) möglich.
- Eine automatische Identifikation durch Vergleich mit einer internen Datenbank ist möglich.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Vergleich der Sensitivität von Multisensorarray und Olfaktometrie

Bei der Olfakometrie sind Grenzen für das Riechvermögen von Probanden für n-Butanol festgelegt, in denen eine Olfaktometriegruppe liegen muß. Ähnliche Konzentrationen wurden mittels einer Gasmischstation hergestellt und in Probebeutel abgefüllt. Diese Probebeutel wurden dem Multisensorarray vorgelegt. Der entsprechende Merkmalsraum ist in Abbildung 2 dargestellt.

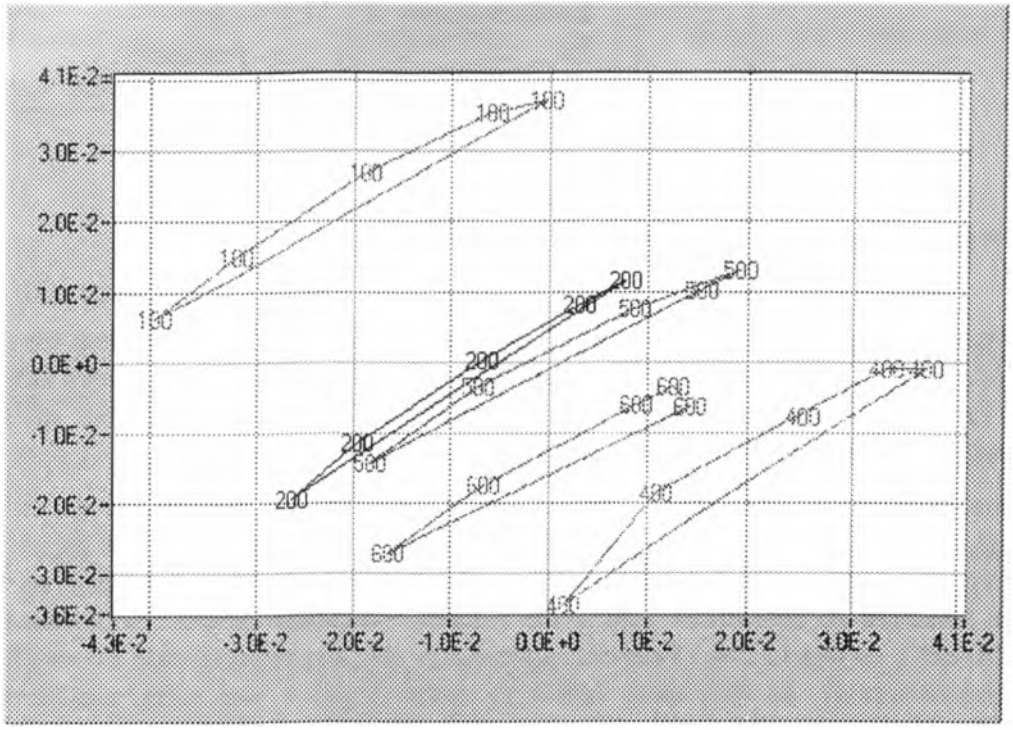


Abb. 2: Merkmalsraum gebildet aus Proben mit verschiedenen n-Butanolkonzentrationen (100 - 600 ppb)

Fig. 2: Principal component analysis of different concentrations of n-butanol

Die Nummern entsprechen den Konzentrationen von n-Butanol in ppb. Es findet eine Auftrennung der verschiedenen Konzentrationen mittels PCA-Analyse (principle component analysis) statt. Diese Auftrennung folgt aber nicht der Reihenfolge der Konzentration. Dies ist erklärbar, da diese Abbildung nur durch eine Transformation eines höherdimensionalen Raumes auf einen zweidimensionalen Raum erzeugt wird. Wird eine andere Transformation verwendet, ändert sich die Abbildung.

Vergleicht man dieses Ergebnis mit dem Ergebnis von Olfaktometermessungen, so bedeutet dies, daß das Multisensorarray in bezug auf n-Butanol den Richtlinien für eine Olfaktometriegruppe gehorcht. Die Sensitivität, sichtbar durch die Konzentrationsabstufungen, ist deutlich höher als Ergebnisse, die durch Probanden erreicht werden können.

3.2 Untersuchung der Geruchsemissionen von Ställen mit verschiedenen Tiergattungen

Es wurden Proben aus einem Schweinestall, einem Rinderstall und einem Hühnerstall dem Multisensorarray vorgelegt. Die Meßwerte wurden als Merkmalsraum dargestellt (Abb. 3).

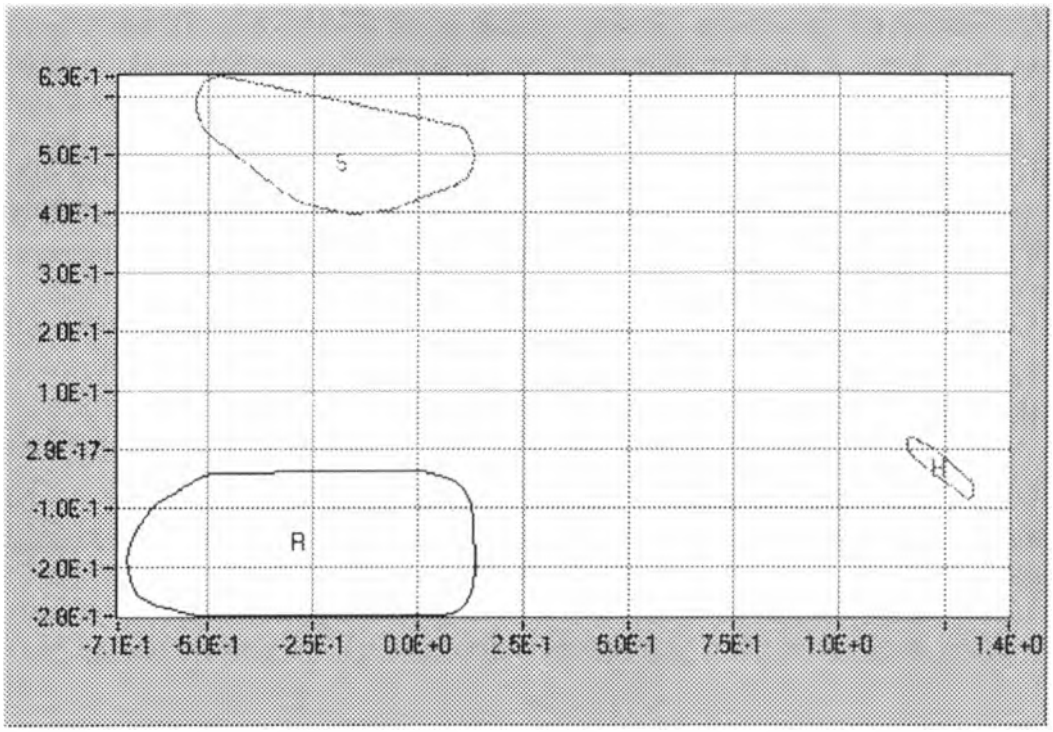


Abb. 3: Merkmalsraum gebildet durch Proben aus einem Schweine-(S), Rinder-(R) und Hühnerstall (H)
Fig. 3: Principal component analysis of chicken, cow and pig odors

Es ist eine eindeutige Trennung zwischen den drei Gruppen zu erreichen. Das Multisensorarray ist in der Lage, die Geruchsemissionen aus einem Schweinestall von den Geruchsemissionen eines Rinderstalles und Hühnerstalles zu trennen. Diese Unterscheidung kann man mit der menschlichen Nase auch erreichen, d.h. das Multisensorarray erreicht in diesem Anwendungsfall das Ergebnis der menschlichen Nase. Einer Analytik mit GC-MS ist dies bisher noch nicht gelungen.

4 Literatur

VDI (1989): 3881 Bl. 4 Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung, Anwendungsvorschriften und Verfahrenskenngrößen Beuth-Verlag, Berlin

5 Summary

Next to farms there is sometimes the problem of odor bothering of neighbors. To measure these emissions you normally use the human nose. But with this method a lot of disadvantages are related. Problems like a lack of objectivity, high wage costs and a lot of time spent on olfactometry are some of these disadventages.

So it was investigated whether a multisensorarray is suitable to measure and classify odor emissions from farms. It could be shown that the multisensorarray is able to distinguish different n-butanol concentrations more sensitively than the human nose. Further more it could distinguish between pig, cow and chicken which is no problem for the human nose, but this discrimination is not possible with the system gas chromatography mass spectroscopy although it is used as reference method. The combination of datas from the olfactometry, the GC-MS and the multisensorarray leads to a characteristic odor number. With the used equipment it was possible to develop a system for measuring odor bothering.

6 Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen für die Unterstützung im Rahmen des Projekts „Analysesystem zur objektiven Geruchsbestimmung".

Bewertung von Geruchsemissionen verschiedener Tierhaltungssysteme mittels Multisensorarray am Beispiel von Mastschweinehaltungen mit Ober- und Unterflurabsaugung

Valuation of odor emissions with a multisensorarray of different housing systems for fattening pigs - above ground ventilation versus under ground ventilation

RIEß, GISBERT[1]; MAIER, BARBARA[1]; NESER, STEFAN[1]; ZEISIG, HANS-DIETER[1]; GRONAUER, ANDREAS[1]; SCHÖN, HANS[1]

[1] Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Vöttingerstr. 36, 85354 Freising

1 Einleitung

Bisher wurde die Emissivität von verschiedenen Tierhaltungssystemen meist an den klimarelevanten Spurengasen bemessen. Gerüche wurden wegen mangelnder Meßtechnik meist nicht mit in eine Bewertung einbezogen. Die Erfassung unerwünschter Gerüche ist jedoch durch eine wachsende Sensibilisierung der Bevölkerung zu einem nicht mehr vernachlässigbaren Problem geworden.

Für die Bestimmung von Geruchsemissionen existieren zwar Richtlinien (BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ-BIMSCHG, 1990), aber zur Zeit steht kein objektives Meßverfahren zur Verfügung. Stand der Technik ist die Olfaktometrie. Hierbei werden menschliche Probanden eingesetzt. Diese müssen entscheiden, ab welcher Verdünnung ein Geruch wahrnehmbar ist. Das Problem bei diesem Meßverfahren besteht in der Standardisierung des Meßverfahrens, da es zu einer erheblichen Streuung der Ergebnisse verschiedener Olfaktometriegruppen kommt. Die diskontinuierliche Meßmethode wirft zudem die Frage nach dem Zeitpunkt der Probenahme auf. Die Wahl, wann und an welcher Stelle die entsprechende Probe genommen wird, beeinflußt das Ergebnis in hohem Maße. Außerdem führt die Verwendung eines Probandenkollektivs zu einem hohen personellen Aufwand und damit zu sehr hohen Kosten.

Zur Umgehung dieser Nachteile wurde ein neuartiges Verfahren zur kontinuierlichen Bestimmung der Geruchsemissionen entwickelt und für den Vergleich der Geruchsemissionen aus einem Mastschweinestall mit verschiedener Abluftführung eingesetzt.

2 Versuchsbetrieb

Ein Gebäude des Versuchsbetrieb enthält zwei Abteile à 200 Mastplätze. Die Fütterung erfolgt auf der Basis der Breifütterung, die Entmistung nach dem Stau-Schwemmverfahren. Zunächst wurden in beiden Abteilen die Abluft über Unterflurabsaugung (U-Flur) über einen Längskanal unter dem Mittelgang entsorgt, die Luftzuführung erfolgt über 5 Deckenzentralverteiler ent-

lang der Längsachse des jeweiligen Stallabteils. Nach der Hälfte der Messungen wurde ein Abteil auf Oberflurabsaugung (O-Flur) umgerüstet, indem der Absaugpunkt über das Spaltenbodenniveau verlegt wurde.
Die folgende Skizze zeigt den Versuchsaufbau:

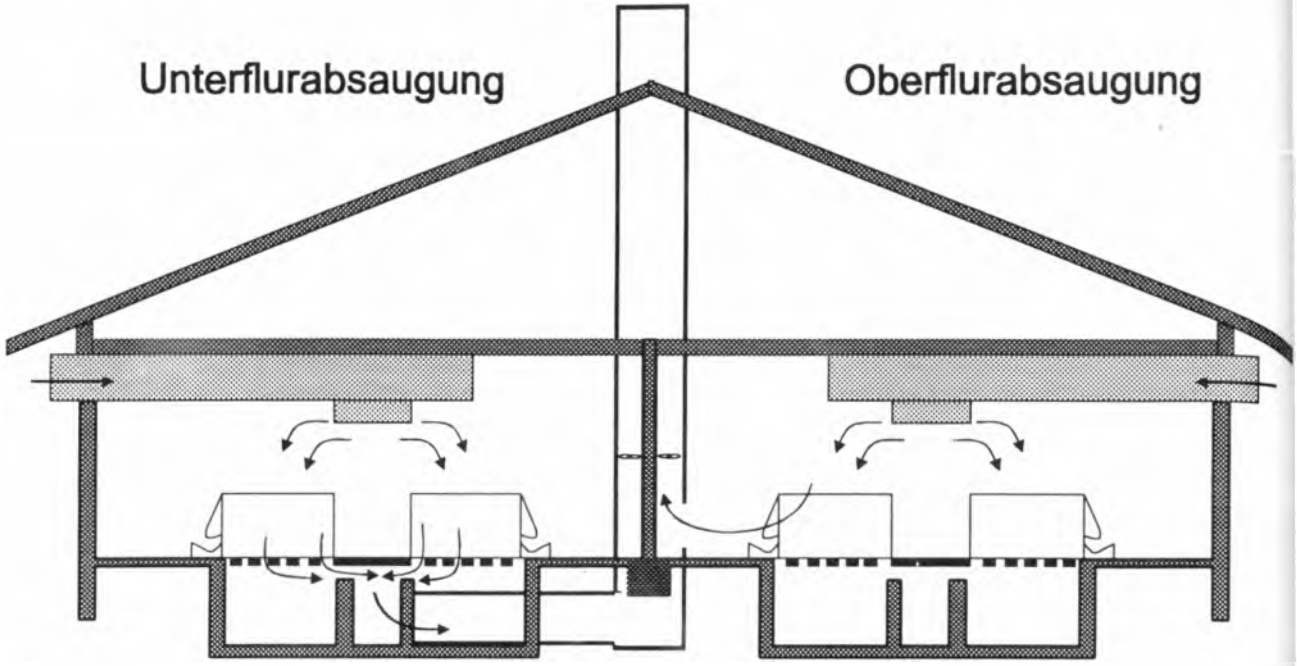


Abb. 1: Schematische Übersicht über den Versuchsaufbau in den Versuchsställen
Fig. 1: Schematic survey of the experimental housing systems

3 Meßtechnik

Zur Bestimmung der Geruchsemissionen wurde ein Multisensorarray für die kontinuierliche Messung direkt am Stall eingesetzt. Für die Olfaktometrie wurden Stichproben genommen und diese im Labor vermessen.

3.1 Olfaktometrie

Es wurden Proben direkt aus dem Fortluftstrom in Probebeutel aus Tedlar eingefüllt. Bei diesen Proben wurde mittels eines Olfaktometers die Geruchsstoffkonzentration bestimmt anhand der entsprechenden VDI-Richtlinie (VDI, 1989).

3.2 Multisensorarray

In Abbildung 2 ist der entsprechende Versuchsaufbau für die kontinuierliche Geruchsmessung mittels Multisensorarray dargestellt. Eine eingebaute Pumpe führt eine konstante Luftmenge,

die mittels eines Massenflußregler geregelt wird, durch die drei Sensorkammern, in denen jeweils 6 Metalloxidsensoren, ein Temperaturfühler und ein Feuchtesensor vorhanden sind. Durch ein vorgeschaltetes Ventil wird entweder eine Probe aus den Abteilen aufgegeben oder die Sensoren mit Reinluft gespült. Diese Reinluft wird aus der Außenluft hergestellt. Hierbei wird die Außenluft mittels eines Aktivkohlefilters gereinigt und auf ca. 50 % Luftfeuchtigkeit durch eine gesättigte Calciumchloridlösung eingestellt. Die Proben werden nacheinander aus den beiden Abteilen gezogen, dazwischen wird Reinluft durch das Multisensorarray geleitet.

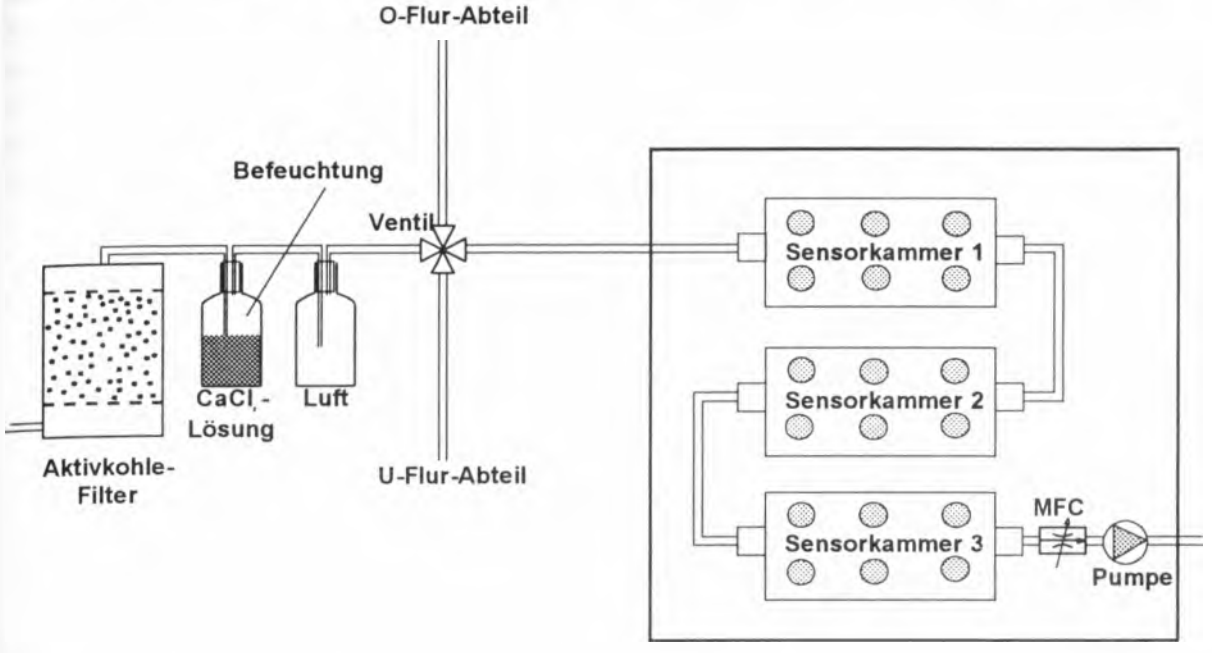


Abb. 2: Schematischer Versuchsaufbau für die Geruchsbestimmung mittels Multisensorarrays

Fig. 2: Schematic view on the experiment for the measurement of the odor with the multisensorarray

4 Erste Ergebnisse

Da das Multisensorarray nicht in der Lage ist, Geruchsstoffkonzentrationen direkt zu messen, muß es vorher mittels Olfaktometrie kalibriert werden. Hierzu dienten die gleichzeitig durchgeführten Olfaktometriemessungen. Als Korrelationsgröße des Multisensorarrays wurde das Summensignal aller Widerstandsänderungen der Sensoren verwendet. Der Nullwert stammte von den Messungen, wo Reinluft in die Sensorkammern geleitet wurde.

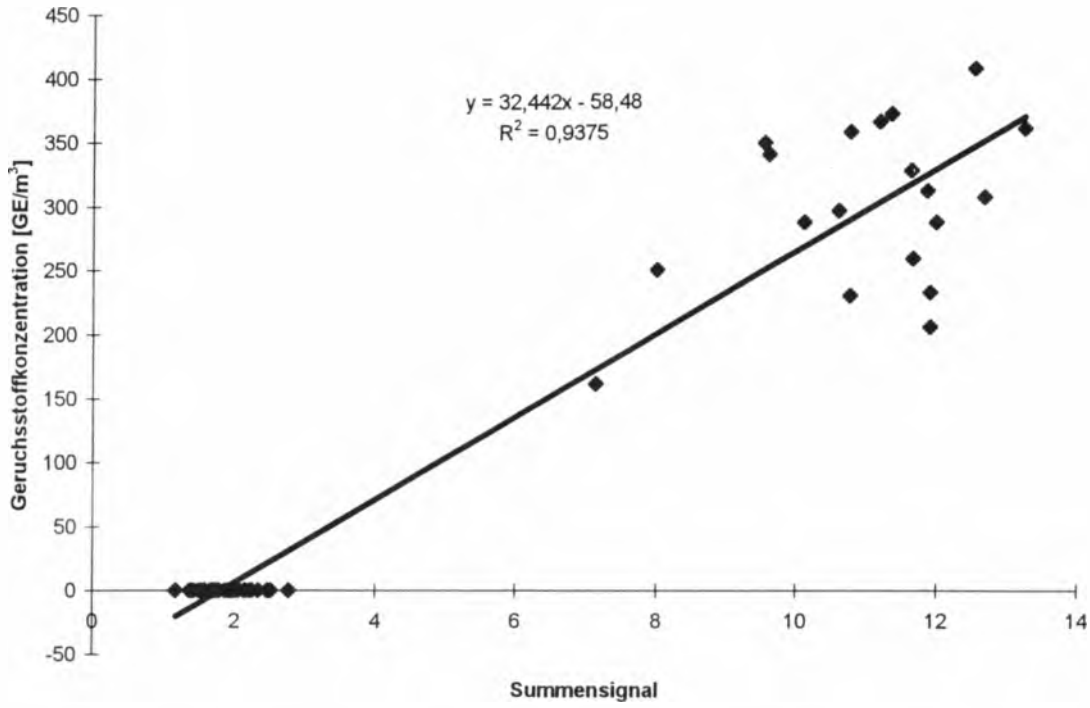


Abb. 3: Korrelation zwischen Olfaktometriemeßergebnissen und Meßwerten der Sensoren

Fig. 3: Relationship between olfactometry and values of the multisensorarray

Man erkennt aus der Abbildung 3, daß eine lineare Korrelation zwischen den Werten der Olfaktometrie und des Multisensorarrays möglich ist. Mit dieser Korrelation wurden die Sensorausschläge des Multisensorarrays in Geruchsstoffkonzentrationen umgerechnet.

Für den Vergleich der Geruchsemissionen wurde über 2 Wochen vor und nach der Umstellung Proben genommen. Bei diesen wurde mittels Olfaktometrie die Geruchsstoffkonzentration bestimmt und gleichzeitig mit den Multisensorarray direkt gemessen. In Tabelle 1 sind die Mittelwerte der Geruchsstoffkonzentrationen, die man mit beiden Meßverfahren erhält, dargestellt.

Tab. 1: Geruchsstoffkonzentrationen vor und nach der Umstellung

Tab. 1: Odor concentration before and after the rearrangement

	U-Flur-Geruchsstoffkonzentrationen gemessen mit		O-Flur-Geruchsstoffkonzentrationen gemessen mit	
	Olfaktometrie	Multisensorarray	Olfaktometrie	Multisensorarray
1. Woche (vor Umstellung)	333 GE/m^3	249 GE/m^3	299 GE/m^3	264 GE/m^3
2. Woche (nach Umstellung)	341 GE/m^3	336 GE/m^3	243 GE/m^3	293 GE/m^3

Der Unterschied zwischen beiden Meßverfahren besteht in der Anzahl der Datenpunkte, die für die Mittelwerte verwendet wurden. Während bei der Olfaktometrie etwa 6-8 Werte die Mittelwerte ergeben, sind es beim Multisensorarray ungefähr 150 Datenpunkte, also eine viel größere Datengrundlage. Der Vergleich der Meßwerte vor und nach der Umstellung zeigt eine Reduktion der Geruchsemissionen im Abteil mit Oberflurabsaugung bei den Meßergebnissen der Olfaktometrie . Beim Multisensorarray ist auch Abnahme erkennbar, da vor der Umstellung die mit dem Multisensorarray gemessenen Geruchsstoffkonzentrationen ungefähr dieselben Werte hatten, während nach der Umstellung das O-Flur-Abteil niedrigere Werte als das U-Flur-Abteil besitzt. Die Meßergebnisse beider Meßmethoden unterscheiden sich. Dies liegt in der Menge und Aufnahmezeit der Datenpunkte begründet. Bei der Olfaktometrie ist es durch den Rückgriff auf menschliche Probanden schwierig, Proben auf alle Stunden des Tages zu verteilen. Bei der Messung mittels Multisensorarray ist dies kein Problem, als Beispiel ist in der folgenden Grafik ein Messung über 20 Stunden dargestellt.



Abb. 4: Veränderung der Geruchsstoffkonzentration innerhalb von 20 Stunden

Fig. 4: Changes of the odor concentration during 20 hours

Zusammenfassend läßt sich feststellen, daß beide Methoden ein ähnliches Ergebnis liefern, das Multisensorarray aber aufgrund der höheren Datenpunktdichte Vorteile besitzt.

5 Literatur

BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZ-BIMSCHG (1990): Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz-BImSchG) in der Fassung vom 14.05.1990. BGBl I, S 880-901.

VDI (1989): 3881 Bl. 4 Olfaktometrie, Geruchsschwellenbestimmung, Anwendungsvorschriften und Verfahrenskenngrößen Beuth-Verlag, Berlin

6 Summary

Odor emissions of housing systems were rarely measured, because it exist no continuous measurement method. A new method was introduced, which can record the odor emissions continuously. A multisensorarray with semiconductor sensor was used, which was calibrated with the olfactometry. The method determine the odor emissions of different housing systems for fattening pigs - above ground ventilation versus under ground ventilation. It was shown that the odor emissions of the housing system with above ground ventilation was lower than the other. This was demonstrated by the measurement with the multisensorarray and the olfactometry.

7 Danksagung

Die Autoren danken dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen für die Unterstützung im Rahmen des Projekts „Analysesystem zur objektiven Geruchsbestimmung“.

Ansätze zur Beschreibung des Emissionsverhaltens von Offenställen

A first idea to describe the emission behaviour of stables with natural ventilation

BREHME, GUNNAR[1]; KRAUSE, KARL-HEINZ[1]; VAN DEN WEGHE, HERMAN[2]

[1]Institut für Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig-Völkenrode

[2]Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Vechta

1 Einleitung

Der Austrag von luftgetragenen Stoffen aus Nutztierställen mit freier Lüftung (Offenstall) wird wesentlich von den äußeren klimatischen Bedingungen geprägt. Die Abschätzung dieses Einflusses in der Praxis läßt sich nur schwer und nur mit relativ hohem technischen Aufwand realisieren.
Eine andere, aber wesentlich einfacher durchzuführende Möglichkeit besteht in der Verwendung von Modellen. Wie nachfolgend dargelegt, kann durch eine immissionsseitige Betrachtungsweise im Windkanal auf das Emissionsverhalten von Offenställen geschlossen werden.

2 Grundlagen

Offenställe stellen in der freien atmosphärischen Strömung zunächst ein bodennahes Hindernis dar. Die ursprünglichen ungestörten Strömungsverhältnisse in der Umgebung des Hindernisses erfahren hierdurch eine stark veränderte Struktur. Sind die Lüftungsöffnungen des Offenstalles hermetisch geschlossen, dann stellt sich bei diesem undurchlässigen Hindernis ein Druckgefälle zwischen der Anströmseite (Luvseite) und der Abströmseite (Leeseite) ein, wie in Abbildung 1 ersichtlich. Die Druckdifferenz entspricht einem Druckverlust Δp_1 .

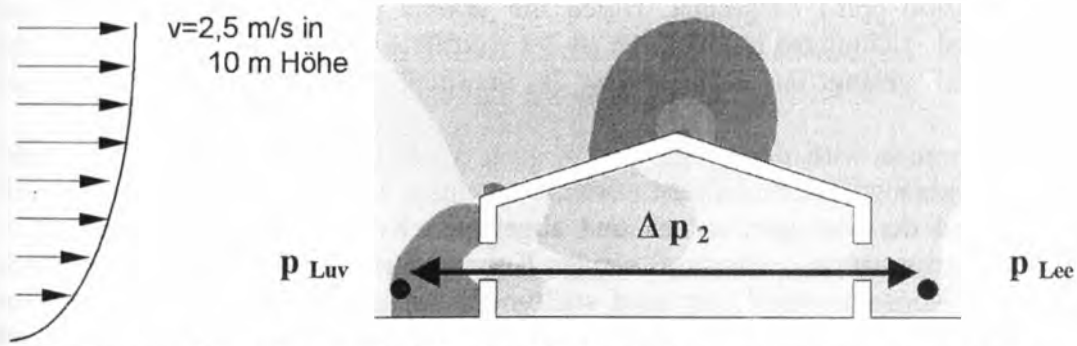


Abb.1: Druckprofil an einem undurchlässigen Hindernis ($p_{Luv} > p_{Lee}$, $\Delta p_1 = p_{Luv} - p_{Lee}$)
Fig.1: Pressure profil on a dense obstacle

Sind die Lüftungsöffnungen des Offenstalles geöffnet (Abbildung 2), dann verkleinert sich der Druckverlust Δp_2, da gleichzeitig eine Durchströmung des Hindernisses stattfindet, das heißt $\Delta p_2 < \Delta p_1$.

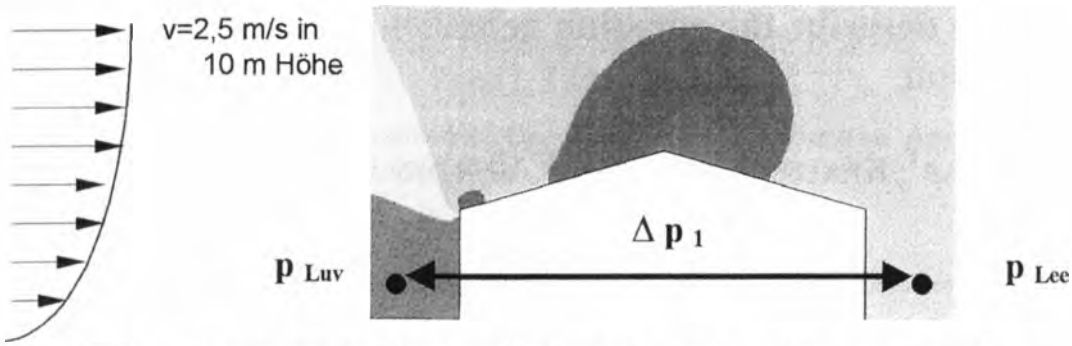


Abb.2: Druckprofil an einem durchlässigen Hindernis ($p_{Luv} > p_{Lee}$, $\Delta p_2 = p_{Luv} - p_{Lee}$)
Fig.2: Pressure profil on a leak obstacle

Zur Erzielung einer Luftbewegung im Innern des Stalles ist ein strömungsenergetischer Eintrag von außen erforderlich; die Druckdifferenz Δp_2 dient zur Strömungsumsetzung.
Die Strömung wird dabei nicht verlustfrei durch den Stall geführt. Im Stall wird ein weiterer Energieeintrag genutzt, die Wärmeabgabe der Tiere, es baut sich im Stall eine Auftriebsströmung auf.

3 Methodik

Es existieren zahlreiche Formen der freien Lüftung. Je nach Gestaltung der Zu- und Abluftöffnungen wird die Luftbewegung durch das Stallsystem unterschiedlich realisiert. Unter einem Offenstall wird in diesem Zusammenhang ein System verstanden, welches Stallseiten mit großen, verstellbaren firstparallelen Öffnungen aufweist (z.B. Nürtinger System, Louisianastall).
Die Charakterisierung des Emissionsverhaltens solcher Systeme in der Praxis ist sehr komplex. Besonders die An- und Abströmbedingungen sind höchst variabel. Aus diesem Grund wird auf Modellversuche zurückgegriffen, die im Windkanal des Institutes für Biosystemtechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig durchgeführt werden.

In den Stallmodellen mit einem Maßstab von 1:100 wird verdünntes Propangas konstanter Konzentration (10.000 ppm) freigesetzt. Durch die jeweils gleichbleibenden Anströmgeschwindigkeiten und –richtungen pro Versuch ist der emittierte Massenstrom somit stets konstant. Mit der Abluft gelangt das Propangas in das unmittelbare Umfeld des Offenstallmodells.
Auf der Immissionsseite wird das Propangas an einer Vielzahl von definierten Positionen (2000 bis 3000) angesaugt. Die Positionen werden von einem Meßfühler programmtechnisch angefahren. Anhand der hier gemessenen und abgelegten Konzentrationsmittelwerte (150 Propangaskonzentrationswerte je Position) werden Konzentrationsfelder erstellt und grafisch aufbereitet. Diese Konzentrationsfelder sind stalltypisch verschieden. Anhand der großen Variabilität der durchgeführten Versuche kann auf das spezifische Emissionsverhalten von Offenställen geschlossen werden.

Das Variieren von Anströmrichtung und –geschwindigkeit wird mittels einer Drehscheibe und eines regelbaren Eiffelkanals realisiert. Zusätzlich werden ein Turbulenzgitter und ein gerasteter Bodenbelag eingesetzt, um Strömungsbedingungen zu erzeugen, die denen in der Natur entsprechen. Das heißt, die laminare Strömung wird bewußt in eine turbulente Strömung umgewandelt.
Um die Unterschiede im Emissionsverhalten von Offenställen gegenüber konventionellen, mechanisch ventilierten Stallsystemen klar zu verdeutlichen, erfolgen vergleichsweise Messungen an Modellen mit Zwangslüftung, deren Ergebnisse nachfolgend interpretiert werden.

4 Ergebnisse

4.1 Zwangsbelüftete Ställe

In Abbildung 3 wird ein Zwangsluftstall von rechts mit einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s angeströmt. Es liegt eine Queranströmung vor. Die Abluft wird 1,5 m über First durch sechs Schächte ausgeblasen. Hinter jedem Abluftschacht ist die Wirbelbildung (sog. Stangenwirbel) in Form einer Emissionsanhäufung zu erkennen. Zwischen den Schächten herrscht eine hohe Windgeschwindigkeit vor, die ein schnelles Verdünnen der Austrittskonzentration bewirkt. In diesem Bereich ist nur mit geringen Konzentrationswerten zu rechnen.
Durch den Ausstoß über First gelangt die Abluft bis in eine Höhe von ca. 10 m. Nimmt man eine Vergleichskonzentration von 1% - 2% der Austrittskonzentration an, so strömt die Abluft im Nachlaufbereich in einer Höhe von etwa 8 m über eine Distanz von 15 m. Das heißt, in 15 m Entfernung vom Stall und in einer Höhe von 8 m über dem Erdboden sind noch 1% bis 2% der emittierten Ausgangskonzentration vorzufinden.

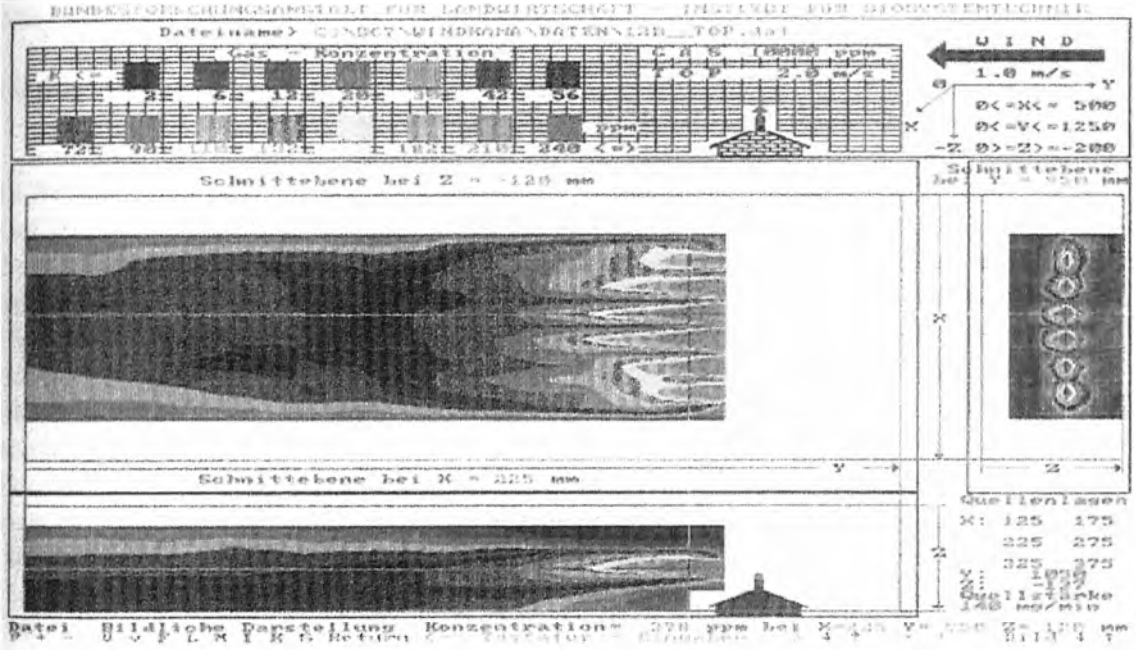


Abb.3: Queranströmung eines zwangsbelüfteten Stalles (Ausstoß über First) bei einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s
Fig.3: Transverse incident flow of a stable with mechanical ventilation (ridge ejection) with a wind velocity of 1 m/s

Der Fall einer firstparallelen Anströmung eines zwangsbelüfteten Stalles mit Abluftausstoß über First ist in Abbildung 4 dargestellt. Auch hier erfolgt das Anströmen des Stalles von rechts mit einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s.
Im Gegensatz zur Queranströmung kommt es bei einer Längsanströmung zu einer starken Fusion der Emissionen (Stangenwirbelbildung) an den einzelnen Abluftschächten. Es bildet sich eine Art „Abluftschlauch" hoher Konzentration, der etwa die doppelte Stallänge erreicht. Da die Ausstoßgeschwindigkeit (2 m/s) bereits nach kurzer Distanz gleich der Windgeschwindigkeit ist und eine Summation der in der Luftströmung enthaltenen Abluftkonzentration ab dem 2. Abluftschacht erfolgt, findet keine starke Verdünnung statt.
Der Konzentrationsgradient, d.h. die Änderung der Konzentration pro Meter Weglänge, ist senkrecht zur Windrichtung sehr groß; hingegen in Windrichtung sehr klein. 1% bis 2% der Austrittskonzentration sind noch mindestens 100 m entfernt vom Stall in einer Höhe von 12 m vorzufinden.

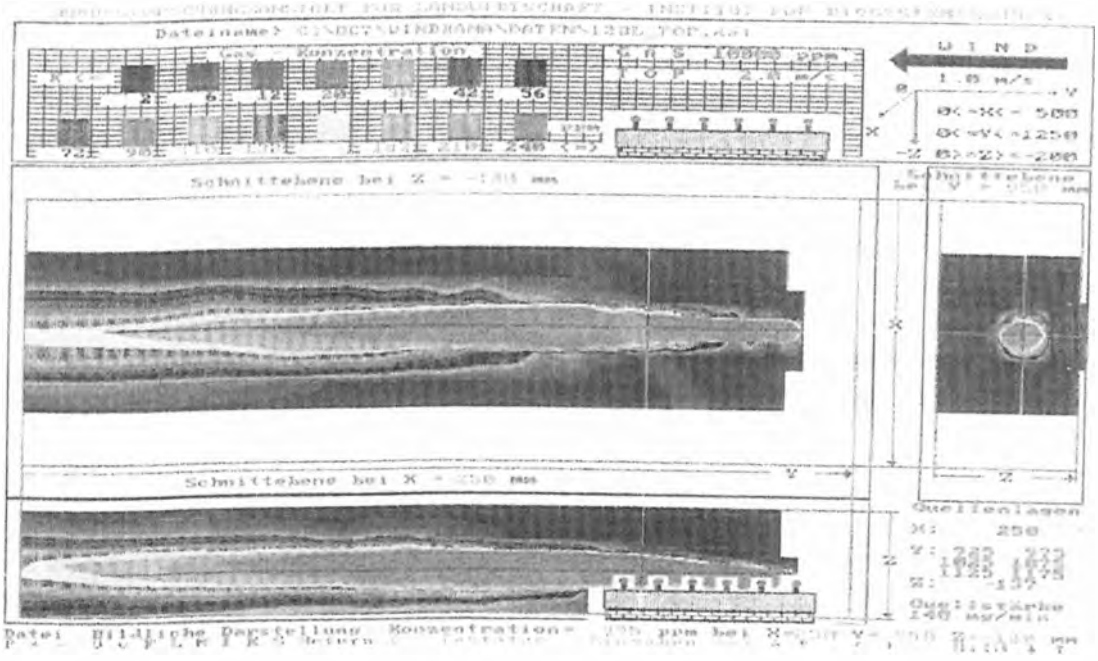


Abb.4: Längsanströmung eines zwangsbelüfteten Stalles (Ausstoß über First) bei einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s
Fig.4: Lengthwise incident flow of a stable with mechanical ventilation (ridge ejection) with a wind velocity of 1 m/s

4.2 Offenstall

Der Austrag der Abluft erfolgt über die Öffnungen in den beiden Seitenwänden. Der First und die Giebelseiten sind geschlossen (Abbildung 5).
Die Windströmung trifft auf den Offenstall als durchlässiges Hindernis. Zum einen löst sie sich an den luvseitigen, seitlichen und oberen Kanten des Hindernisses ab. Dieses führt zur Ausbildung zweier horizontaler Leewirbel, welche einander entgegengesetzt rotieren. Zum anderen dringt die Luftströmung auf der Luvseite direkt in den Stallraum ein und transportiert die Abluft nach außen. Da die Durchströmung in der Mitte des Stalles am stärksten ausgeprägt ist, d.h. die Verweilzeit der Emissionen im Stall am geringsten ist, tendieren die Abluftkonzentrationen hinter dem Stall zu kleineren Werten. An den Seiteninnenkanten verringert

sich die Durchströmgeschwindigkeit. Hierdurch sowie durch die zuvor genannte Ablösung kommt es zu einer starken leeseitigen Anhäufung der ausgetretenen Emissionen. Dieser Bereich wird auch als Totwasserbereich bezeichnet. Die Verdünnung der Abluft vollzieht sich erst über eine gewisse Distanz hinter dem Wirbelbereich.
1% bis 2% der Austrittskonzentration sind bis zu einer Entfernung von 42 m und in einer Höhe von 4 m vorzufinden.

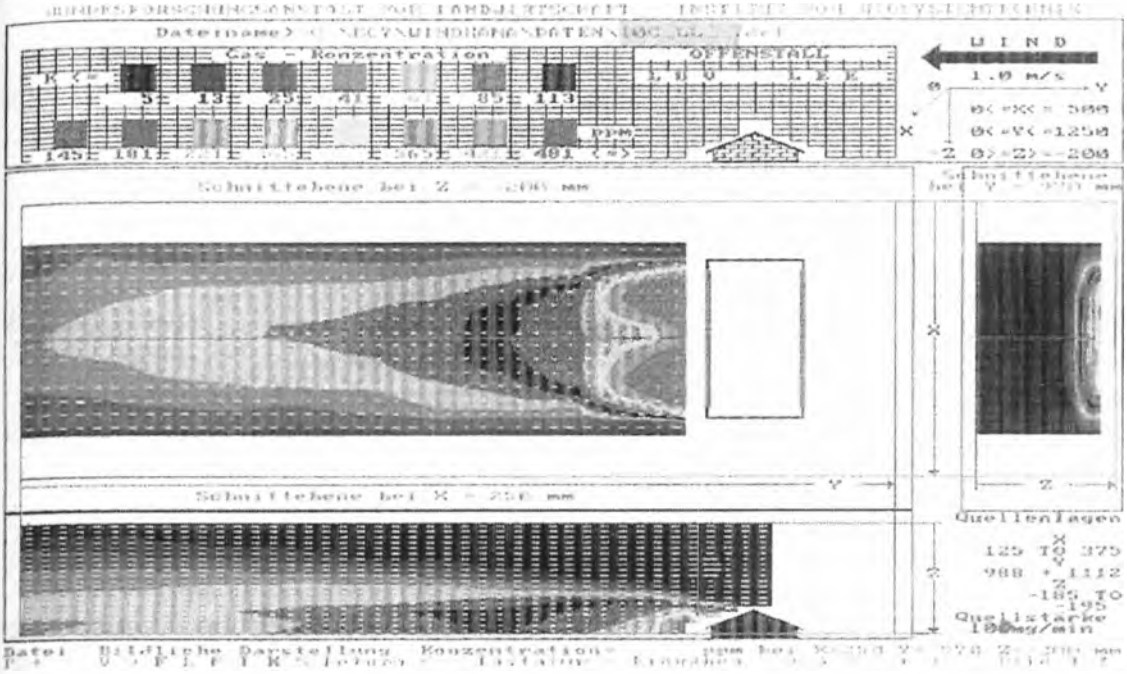


Abb.5: Queranströmung eines Offenstalles (Öffnungen in den Seitenwänden) bei einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s
Fig.5: Transverse incident flow of a stable with natural ventilation (open sidewalls) with a wind velocity of 1 m/s

In Abbildung 6 wird der Offenstall firstparallel angeströmt. An den vorderen Eckpunkten des Gebäudes erfolgt eine Ablösung mit Wirbelbildung, welches zu einer Konzentrationsanhäufung unmittelbar hinter der luvseiten Giebelwand führt. Im Verlauf der Seitenwandöffnungen kommt es ebenfalls zum Austritt der Emissionen, allerdings in abgeschwächtem Maße. Als Ursache ist ein mehrmaliges Einströmen der Luft in den Stallraum zu sehen, so daß die Abluft bereits im Stall eine gewisse Verdünnung erfährt. Hinter dem Stall ist eine Konzentrationsanhäufung vorzufinden, welche hauptsächlich aus der dort vorherrschenden geringeren Windgeschwindigkeit resultiert.
Die Abluft wird nach Austritt bereits so stark verdünnt, daß in diesem Fall 1% bis 2% der Austrittskonzentration nur noch in einer Entfernung von 10 m am Erdboden vorzufinden sind.

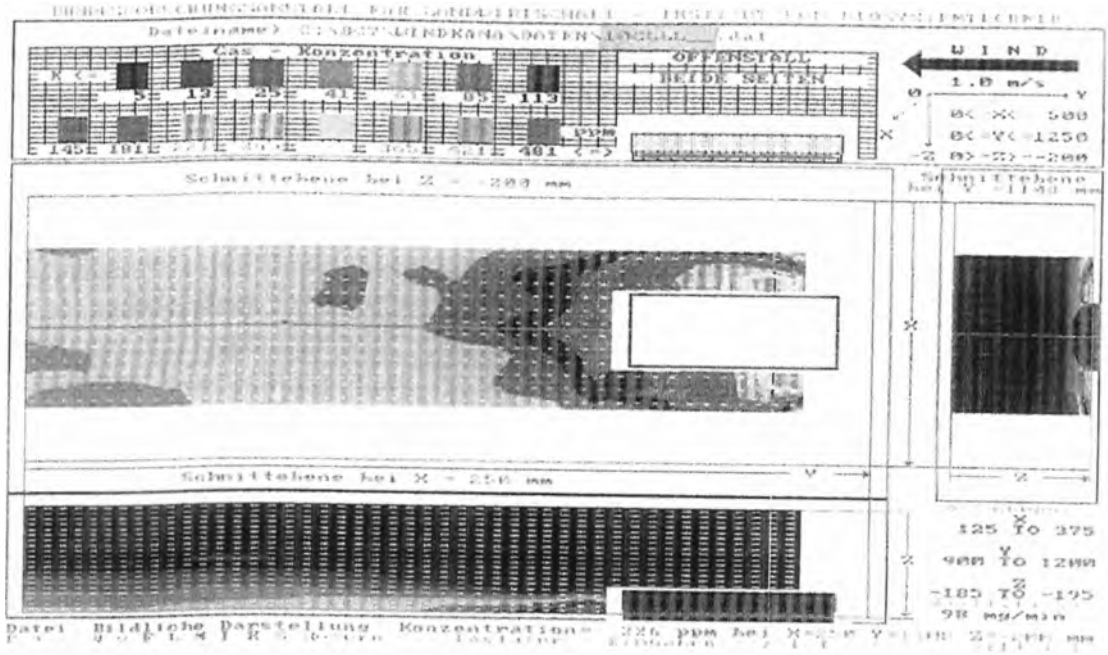


Abb.6: Längsanströmung eines Offenstalles (Öffnungen in den Seitenwänden) bei einer Windgeschwindigkeit von 1 m/s

Fig.6: Lengthwise incident flow of a stable with natural ventilation (open sidewalls) with a wind velocity of 1 m/s

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß eine Charakterisierung des Emissionsverhaltens von Offenställen über eine immissionsseitige Betrachtungsweise vorgenommen werden kann. Wechselnde Anströmrichtungen üben einen starken Einfluß auf das Ausbreitungsgeschehen aus. Die firstparallele Anströmung erweist sich beim Offenstall insofern als eine sehr immissionsverträgliche Variante, als daß die Immissionskonzentrationen nur 2/3 so groß sind wie bei einem querangeströmt zwangsbelüfteten Stall bei gleichem Emissionsmassenstrom.

5 Summary

Stables with natural ventilation emit substances near to the ground level. They are an alternative to conventional stables with mechanical ventilation. In wind tunnel tests the emission behaviour of stables with natural ventilation is deduced concerning the immission behaviour. Measurements are also made in models with mechanical ventilation.

General statements about the whereabouts of emission substances of stables with natural ventilation are difficult. These facts are mainly based on a direct dependence on atmospheric parameters.

The results show a strong emission dependence on current streaming conditions. Both streaming velocity and streaming direction have big influence on the transport of substances into the neighbourhood. Openings in the sidewalls determine the streaming behaviour of the stable. Massflow directly depends on the streaming velocity; the openings' size have a nonlinear effect on massflow.

The emission behaviour of stables with natural ventilation differs considerably from that one of stables with mechanical ventilation.

Trittfestigkeit und Wirtschaftlichkeit von verschiedenen planbefestigten Laufflächen in Milchviehställen

Skid resistance and economic efficiency of various floor coverings of loose housing systems in dairy

REIMANN, WERNER[1], FREIBERGER, FRANZ[1]

[1] Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub, D-85586 Poing

1 Einleitung

Die Bedeutung von Klauenerkrankungen hat in den letzten Jahren stetig zugenommen. Die Klauengesundheit wird von einer Reihe von Faktoren wie genetischer Veranlagung, Leistung, Alter, Klauenpflege sowie Fütterung und Haltung maßgeblich beeinflußt. Im Bereich der Haltung, insbesondere angesichts eines ständig wachsenden Anteils von Laufställen, steht wiederum die Gestaltung und die Trittsicherheit der Laufflächen hinsichtlich Tier- und Klauengesundheit im Vordergrund.
Unabhängig von planbefestigter oder perforierter Ausführung, sollte ein Stallboden möglichst trocken, sauber und rutschfest sein, keine Unebenheiten aufweisen sowie für optimalen Klauenabrieb sorgen. Darüber hinaus sollten Laufflächen keine Risse aufweisen und wasserundurchlässig, ausreichend beständig gegenüber mechanischer und chemischer Beanspruchung, kostengünstig, eigenleistungsfreundlich und problemlos im Einbau sowie leicht zu reinigen sein.

2 Problemstellung

Die Trittfestigkeit bzw. der Reibungswiderstand von Laufflächen wurde von WEBER (1985) mit Hilfe eines SRT-Gerätes (skid-resistance tester), das üblicherweise im Straßenbaubereich eingesetzt wird, gemessen. Die ermittelten SRT-Werte geben eine relativ gute Möglichkeit zur Klassifizierung von Stallböden nach Trittfestigkeit (siehe Tabelle 1).
SRT-Wert-Messungen wurden bisher in erster Linie bei Laufflächen mit den Materialien Beton (perforiert und planbefestigt) und Gußasphalt durchgeführt, da diese beiden Materialien bei bauwilligen Landwirten nach wie vor das Mittel der Wahl bei der Gestaltung planbefestigter Laufflächen sind.
Walzasphalt ist im landwirtschaftlichen Bereich seit längerem als Material zur Sanierung von alten Fahrsiloanlagen bekannt und bei der Auswahl geeigneter säurefester Zuschlagstoffe auch bewährt. In jüngster Zeit aber wird in erster Linie auf Grund möglicher Kostenvorteile gegenüber Gußasphalt und einer vermuteten guten Trittfestigkeit häufiger die Verwendung von Walzasphalt für planbefestigte Laufflächen in Milchviehställen diskutiert. Deshalb sollte die vorliegende Untersuchung insbesondere das Material Walzasphalt auf seine Praxistauglichkeit und v. a. bezüglich seiner Trittfestigkeit im Vergleich zu anderen Materialien, insbesondere auch verschiedenen Oberflächenvarianten von Beton, prüfen. Dabei wurde das SRT-Gerät der

Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon (FAT) verwendet, welches bereits in Untersuchungen von WEBER (1985) und HERRMANN (1997) zum Einsatz kam.

Tab. 1: Klassifizierung von Stallböden nach SRT-Werten (nach WEBER, 1985)
Classification of floor coverings by SRT values (according to WEBER, 1985)

SRT-Wert	Beurteilung
-40	zu glatter Boden
40-50	Trittsicherheit ungenügend
50-60	Trittsicherheit genügend bis gut
60-70	Trittsicherheit gut
70-80	Trittsicherheit sehr gut, evtl. schon zu rauh werdend

3 Versuchsdurchführung

In Milchviehställen von insgesamt 30 landwirtschaftlichen Praxisbetrieben in Bayern wurden an planbefestigten Laufflächen aus Beton, Beton mit Ziegel- oder Granitsplittbeimischung, Gußasphalt, Walzasphalt sowie an Melkstandflächen aus Beton, Gußasphalt, verschiedenen Epoxidharzbeschichtungen und Fliesenbelägen SRT-Werte gemessen. Zusätzlich wurden die Nutzungsdauer des jeweiligen Bodens festgehalten sowie von den betroffenen Landwirten detaillierte Informationen über Bodenaufbau, Herstellungsaufwand und Erfahrungen im Praxiseinsatz eingeholt.

4 Ergebnisse

4.1 Laufflächen

Die mittleren SRT-Werte aus der vorliegenden Untersuchung (siehe Abbildung 1) reihen sich sehr gut in die Resultate von HERRMANN (1997) und WEBER (1985) ein. So fallen bei Laufflächen aus Beton die durchschnittlichen SRT-Werte von anfangs 72 (Neuzustand) bereits innerhalb einer Nutzungsdauer von zwei Jahren auf 40 sowie nach mehr als fünf Jahren auf unter einen Wert von 30 ab. Obwohl Böden aus Beton mit Ziegelsplittbeimischung anfangs mit einem mittleren SRT-Wert von über 76 (Neuzustand) eine etwas rauhere Oberfläche als Böden aus reinem Beton aufwiesen, gingen die SRT-Werte bereits nach zwei Jahren auf den Wert von 44 zurück. Der im Neuzustand vorhandene geringfügige relative Vorteil der Variante mit Ziegelsplittbeimischung gegenüber herkömmlichen Betonböden blieb damit innerhalb von zwei Jahren erhalten, ohne aber den etwa gleich großen Verlust an Trittfestigkeit in demselben Zeitraum verhindern zu können. An einem fast zwei Jahre alten Boden aus Beton mit Granitsplittbeimischung wurde auch nur ein mittlerer SRT-Wert von 40 gemessen. Damit deutet sich an, daß Laufflächen aus Beton mit oder ohne Beimischung von Ziegel- oder Granitsplitt nach zwei Jahren Nutzungsdauer hinsichtlich der Trittfestigkeit mit SRT-Werten von 40-44 an der Toleranzschwelle für Milchvieh angelangt sein könnten, d.h. diese Böden nach WEBER (1985) zumindest als unzureichend trittsicher einzustufen sind.
Böden aus Gußasphalt zeigten im Neuzustand bzw. nach zwei Jahren Einsatzdauer sehr hohe mittlere SRT-Werte von 85 bzw. 74. Diese anfangs hohe Rauhigkeit und der danach zu beobachtende Abfall der durchschnittlichen SRT-Werte ist vor allem auf den schnellen Verschleiß der Oberflächenbehandlung mit Quarzsand zurückzuführen. Nach einem Zeitraum von zwei

Jahren scheint sich die Oberflächenbeschaffenheit aber zu stabilisieren. So erreichten zwei bis fünf Jahre alte Böden ebenfalls einen SRT-Wert von durchschnittlich 73. Nach über fünfjährigem Einsatz wurde im Mittel immer noch ein SRT-Wert von 58 gemessen.

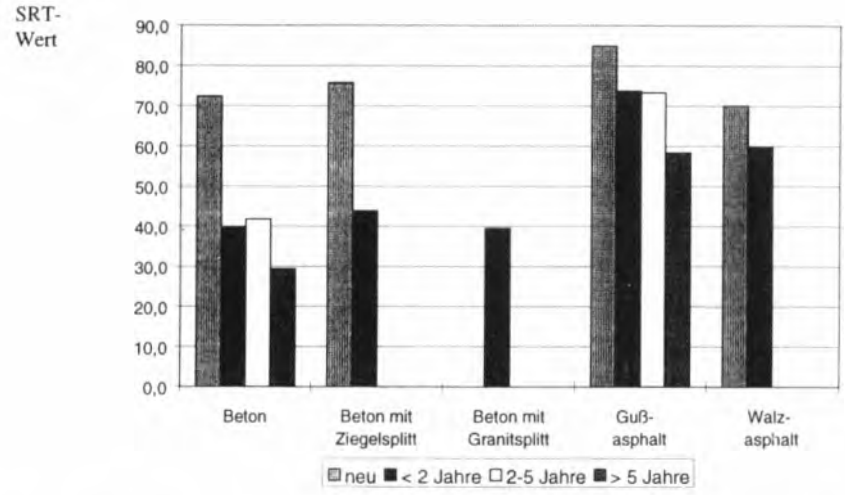


Abb. 1: Mittlere SRT-Werte verschiedener Bodenbeläge planbefestigter Laufflächen nach unterschiedlicher Nutzungsdauer
SRT means of various floor coverings of loose housing systems according to different periods of use

Walzasphaltböden weisen im Neuzustand einen beachtlichen mittleren SRT-Wert von 70 auf, während sich die Trittfestigkeit bei diesem Material bereits nach einer Nutzungsdauer von durchschnittlich weniger als einem Jahr auf einen mittleren SRT-Wert von 60 reduzierte. Auf Grund der geringen Zahl der für die Messung zur Verfügung stehenden Betriebe mit Laufflächen aus Walzasphalt und der noch kurzen Einsatzdauer von unter zwei Jahren, kann über die Entwicklung der SRT-Werte dieses Materials mit fortschreitender Nutzungsdauer noch keine eindeutige Aussage getroffen werden.

4.2 Melkstandböden

Die Ergebnisse der SRT-Messungen bei Melkstandböden (siehe Abbildung 2) stehen in guter Übereinstimmung mit den Resultaten bei den Laufflächen im Stall. So reduzieren sich die durchschnittlichen SRT-Werte von Beton als Melkstandboden von anfangs 73 (Neuzustand) innerhalb von zwei Jahren auf 42. Nach 10 Jahren Nutzungsdauer konnte nur noch ein mittlerer SRT-Wert von 21 gemessen werden.
Obwohl im Melkstandbereich für das Material Gußasphalt im Rahmen dieser Untersuchung leider keine Betriebe mit Böden im Neuzustand zur Verfügung standen, ist davon auszugehen, daß sich die SRT-Werte für Gußasphalt bei neuen Melkstandböden analog zu denen bei Laufflächen gestalten und damit in einem Bereich von 80 und darüber liegen. Innerhalb von zwei Jahren Nutzungsdauer erreichten Gußasphaltböden im Melkstand einen mittleren SRT-Wert von 77. Im Bereich von zwei bis fünf Jahren bzw. über fünf Jahre betrugen die mittleren SRT-Werte für Gußasphalt 65 bzw. 73.

Melkstandböden auf Epoxidharzbasis erweisen sich als recht trittsicher, wenngleich bei den ermittelten SRT-Werten zum Teil größere Schwankungsbreiten auftreten. Zur Messung standen zwei handelsübliche (Epoxidharzvariante 1 und 2) sowie eine betriebseigene Epoxidharzvariante 3 zur Verfügung. Melkstandböden mit der Epoxidharzvariante 1 weisen im Neuzustand einen mittleren SRT-Wert von 56 bzw. innerhalb von zwei Jahren Nutzungsdauer von 54 auf. Bei der gleichen Variante konnte mit einem Alter zwischen zwei und fünf Jahren ein durchschnittlicher SRT-Wert von 63, jedoch bei einer relativ großen Schwankungsbreite von 52-73, ermittelt werden. Nach mehr als fünf Jahren Nutzungsdauer wurde ein mittlerer SRT-Wert von 53 gemessen.

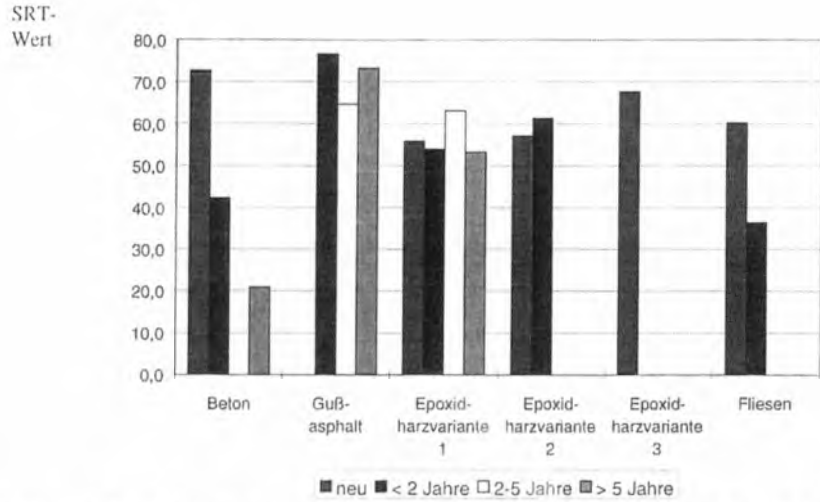


Abb. 2: Mittlere SRT-Werte verschiedener Bodenbeläge im Melkstand nach unterschiedlicher Nutzungsdauer
SRT means of various floor coverings of milking parlours according to different periods of use

SRT-Werte von neuen Belägen der Epoxidvariante 2 liegen im Mittel bei 57, an zwei Jahre alten Böden mit Beschichtung desselben Herstellers wurde ein Wert von 61 gemessen (Schwankungsbreite 57-67). Die in einem Fall untersuchte betriebseigene, also nicht handelsübliche Epoxidvariante 3, erreichte im Neuzustand einen mittleren SRT-Wert von 68. Die im Zeitverlauf nicht ganz einheitliche Entwicklung der SRT-Werte kann möglicherweise auf unterschiedlich hohe Quarzsandbeimengungen, die entsprechend differenzierte Oberflächenstrukturen bewirken, zurückgeführt werden.
Fliesen als Bodenbeläge im Melkstand wurden in dieser Untersuchung ebenfalls einer SRT-Messung unterzogen. Im Neuzustand konnte bei Fliesen ein durchschnittlicher SRT-Wert von 60 (58-62) gemessen werden. Nach maximal zwei Jahren Nutzungsdauer erreichten Fliesen einen mittleren SRT-Wert von 37 (29-52). Dieses Ergebnis ist jedoch vor dem Hintergrund zu sehen, daß die in den jeweiligen Melkständen verwendeten Fliesen eine starke Variationsbreite hinsichtlich ihrer Oberflächenstruktur aufweisen. Aus diesem Grund war es z. T. sehr schwierig, das SRT-Gerät so zu plazieren, daß eine Messung überhaupt möglich war. Aus dieser Erfahrung heraus ist die SRT-Messung bei Fliesen möglicherweise nicht die optimale Methode zur Bestimmung ihrer Trittfestigkeit. In der Realität besteht durch ein Ineinandergreifen von Rinderklaue und der Oberflächenstruktur der Fliesen möglicherweise eine bessere Trittfestigkeit, als es durch den jeweils ermittelten SRT-Wert zum Ausdruck kommt.

4.3 Erfahrungen mit den verschiedenen Stall- und Melkstandbodenvarianten im Praxiseinsatz und deren Wirtschaftlichkeit

Beton gilt als sehr eigenleistungsfreundliches Material bei der Erstellung von Lauf- und Melkstandflächen (DM 30-50,-/m^2). Nachteilig erweist sich bei Beton das Glattwerden der Oberfläche bereits nach einer Nutzungsdauer von zwei Jahren je nach mechanischer und chemischer Belastung, insbesondere durch mechanische Entmistung (Schieber) oder durch den Einsatz des Hochdruckreinigers im Melkstand. Die Laufflächen können zur Verbesserung der Trittfestigkeit zwar mit speziellen Aufrauhgeräten (Kosten je nach Eigenleistungsanteil von 8-20,- DM/m^2) nachbehandelt werden, der Effekt dieser Nachbehandlung ist jedoch nicht von Dauer. Eine Beimischung von Ziegel- oder Granitsplitt (gesamter Bodenaufbau DM 30-50,-/m^2) kann die Trittfestigkeit von Laufflächen aus Beton nach den vorliegenden Ergebnissen offensichtlich nicht erhöhen. Demgegenüber berichtete jedoch die Mehrzahl der Landwirte, die in ihren Ställen solche Böden eingebaut haben, nicht über negative Erfahrungen bezüglich Tierverhalten und -gesundheit als Folge von eventuell zu glatten Laufflächen. Nur in einem Fall stufte der Betriebsleiter die Laufflächen aus Beton mit Ziegelsplitt in seinem Milchviehstall selbst als glatt ein.
Bei Landwirten mit knapper Arbeitskraftausstattung ist ein möglicher Eigenleistungsanteil kein erstrangiges Kriterium bei der Laufflächengestaltung. Bei Mangel an freier Arbeitskraft empfiehlt es sich, auf Materialien wie z. B. Gußasphalt zurückzugreifen, bei dem der Unterbau (Beton) entweder in Eigenleistung erstellt oder wie der Einbau der Deckschicht ebenfalls an Firmen vergeben werden kann. Als alleiniger Nachteil von Gußasphalt wird i. d. R. sein Preis genannt, der von Landwirten vielfach als zu teuer bewertet wird und für die Deckschicht von 3-4 cm derzeit je nach Verarbeitungsfläche von ca. 32,- bis 75,- DM/m^2, ohne Einberechnung des Unterbaus, schwanken kann. Unter dem Aspekt, daß Gußasphalt noch nach einer Nutzungsdauer von über acht Jahren eine ausreichende Trittsicherheit mit SRT-Werten von 55-60 (WEBER, 1985) aufweist sowie keine Probleme beim Einbau, in der Handhabung und in der Haltbarkeit bestehen, ist dieses Material damit als wirtschaftlich und preiswert einzustufen. Diese positive Einschätzung wird auch im Rahmen unserer Erhebung von den Landwirten, die langjährige Erfahrung mit diesem Baustoff haben, geteilt.
In jüngster Zeit wird aus verschiedenen Gründen immer wieder die Verwendung von Walzasphalt als Material für Laufflächen diskutiert. Diese bitumengebundenen Laufflächen, verlegt auf Schotterplanum, bestehen aus einer ca. 8 cm starken Tragschicht (Korngröße 0/32) und einer ca. 4 cm starken Deckschicht (Korngröße 0/11) aus Asphaltfeinbeton. Walzasphalt hat neben seinem gegenüber Gußasphalt zunächst geringeren Quadratmeterpreis auch den Vorteil, daß der gesamte Stallboden von einer Asphaltfirma erstellt und somit der landwirtschaftliche Betriebsablauf bei knapper Arbeitskraftausstattung nicht beeinträchtigt wird. Nachteilig ist jedoch, daß bisher in drei von vier der BLT bekannten Betriebe Ablösungserscheinungen aus der Deckschicht von Laufflächen aus Walzasphalt aufgetreten sind. In einem Fall waren nach drei Monaten Einsatzdauer die Ablösungen so massiv, daß die Walzasphaltfläche mittlerweile vom Hersteller ausgebaut und erneuert wurde. Walzasphaltflächen müssen grundsätzlich vor dem Einbau der Aufstallung mit dem Fertiger in Bahnen über die gesamte Stallfläche verlegt werden. Somit müssen die Aufstallungseinrichtungen (Liegeboxenabtrennungen, Streuschwellen) direkt auf die Oberfläche aufgedübelt werden. Da diese bitumengebundenen Flächen jedoch keine mit Beton vergleichbare Festigkeit aufweisen, lockert sich die Aufstallungseinrichtung je nach Belastung nach unterschiedlich langer Nutzungsdauer (z.T. bereits innerhalb einem Jahr) und in differenziertem Ausmaß. Für dieses Problem gibt es derzeit noch keine empfehlenswerte Lösung. Daher muß sich jeder bauwillige Betriebsleiter die Frage

stellen, ob unter den genannten auftretenden Schwierigkeiten sowie bei Kosten von ca. 50,- DM/m^2 (netto, incl. Unterbau) der mögliche kurzfristige wirtschaftliche Vorteil von Walzasphalt gegenüber Gußasphalt mit Kosten von günstigenfalls ca. 60,- bis 70,- DM/m^2 (netto, incl. Unterbau in Eigenleistung) auf Dauer nicht verloren geht. Bei den in dieser Untersuchung ermittelten Kosten von Walzasphalt in Höhe von ca. 50,- DM/m^2 netto sind in der Kalkulation jedoch notwendige höhere Anforderungen hinsichtlich Verdichtung und Mindestgehalt an Bindemittel zur Steigerung der Haltbarkeit noch nicht berücksichtigt. Eine Erfüllung dieser erhöhten Anforderungen hat sicherlich eine Steigerung des obengenannten Quadratmeterpreises zur Folge.
Beim Einbau von Melkstandflächen auf Epoxidharzbasis (handelsübliche und betriebseigene Epoxidharzvarianten von DM 30-80,-/m^2) ist zur problemlosen Funktion dieser Böden zum einen auf eine gute Vorbereitung der zu bearbeitenden Oberfläche sowie zum anderen auf eine exakte Einhaltung der Verarbeitungshinweise zu achten. Zum Teil ist mit der Zeit eine farbliche Veränderung der Flächen zu beobachten, Probleme mit Beschädigungen oder mangelnder Trittfestigkeit wurden nicht beobachtet. Melkstandböden auf Epoxidharzbasis sind mit dem Hochdruckreiniger problemlos zu reinigen, die Rutschfestigkeit leidet nicht darunter. In einem Fall wurde in Zusammenhang mit der Verarbeitung von einer allergischen Reaktion eines Landwirtes gegenüber Epoxidharz berichtet.
Fliesen (ca. DM 30,- DM/m^2) stellen eine Alternative als Bodenbelag im Melkstand dar, unter der Voraussetzung, daß die verwendete Ware ausreichend abriebfest und frostsicher ist sowie eine geeignete Oberflächenstruktur aufweist. Unzureichende Trittsicherheit von Fliesen im Melkstand konnte in unserer Erhebung von den Landwirten nicht beobachtet werden.

Literatur

WEBER, R. (1985): Trittsicherheit von Stallbodenbelägen, FAT-Berichte Nr. 280, Eidg. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, Tänikon

HERRMANN, H.-J. (1997): Einfluß unterschiedlicher Bodenausführung von Laufflächen auf das Verhalten und die Klauengesundheit von Kühen, ALB Hessen, Bericht Nr. 65, Kassel

Summary

In 30 dairy farms - spread all over Bavaria - skid-resistance of floor coverings both in loose housing systems and milking parlours have been measured by using a skid-resistance tester. Within this comparison of stable floors data depending on material, period of use, structure and surface, costs and farmers' practical experience have also been recorded. According to the results - both material and period of use - show a significant influence on skid-resistance of stable floors. From the aspects of animal requirements, durability and economic efficiency mastic asphalt seems to be a very propriate and recommendable material for designing floor constructions of loose housing systems in dairy farming. After a two years period of use skid resistance of concrete surfaces is mostly going to be reduced to the range of a not acceptable level.

Energieströme beim liegenden Rind - Einflüsse der Liegeflächen

Thermal Flow of Lying Cattle - Influence of the Lying Areas

KRAMER, ALOIS[1], BERNHARD HAIDN[1], HANS SCHÖN[1]

[1]Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, 85350 Freising-Weihenstephan

1 Einleitung

Wirtschaftliche Zwänge, mehr Tierkomfort und eine artgerechtere Haltung führen zu einer stärkeren Verbreitung „naturnaher" Stallsysteme ohne Wärmedämmung der Gebäudehülle und mit Außenklimareiz für die Tiere. In diesen Stallsystemen kommt es zu höheren Temperaturschwankungen im Stallinneren. Die thermoneutrale Zone der Tiere sollte jedoch nicht über- oder unterschritten werden, weil dadurch zusätzlicher Energieaufwand erforderlich ist. Den wärmetechnischen Eigenschaften der Liegefläche kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu, weil diese bei einer Liegedauer von durchschnittlich 10 bis 12 Stunden pro Tag die Thermobilanz der Rinder entscheidend beeinflussen kann.

2 Wärmeströme ausgewählter Liegeflächen

Messungen der Wärmeableitung verschiedener Liegebeläge ergaben (KRAMER ET AL. 1998), daß mit Stroh eingestreute Liegeflächen deutlich geringere Wärmeabflüsse aufweisen als nicht eingestreute Liegebeläge (Abbildung 1).

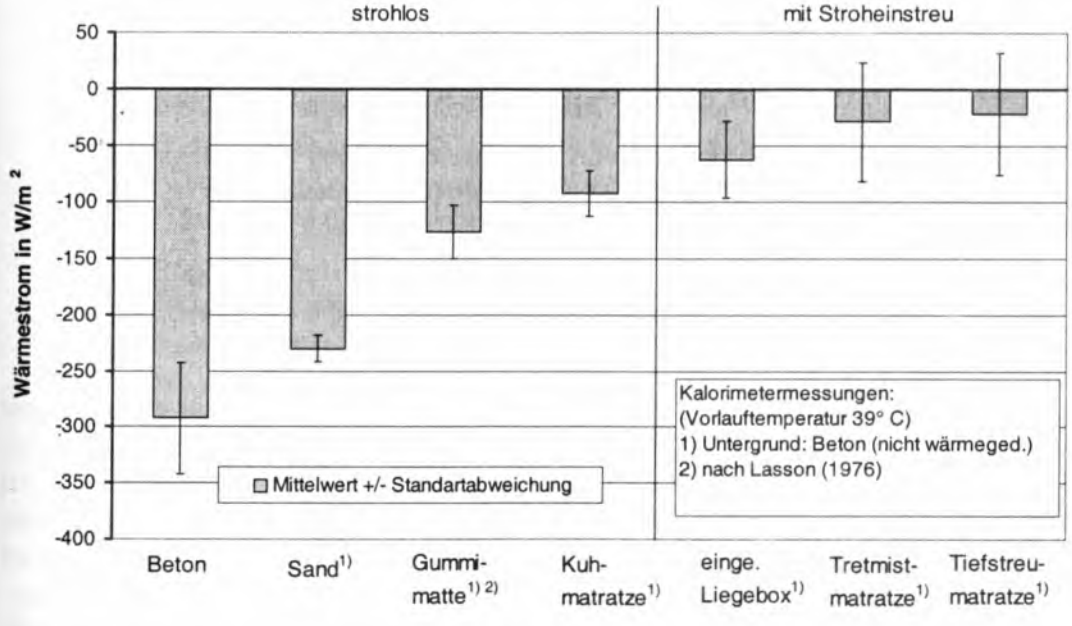
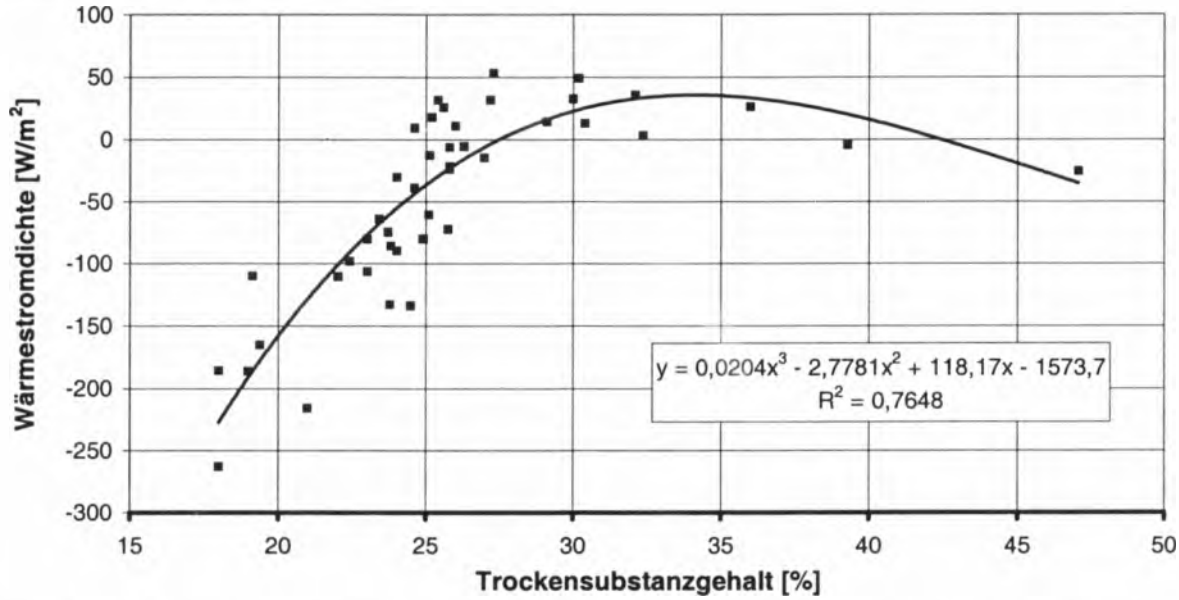


Abb.1: Wärmeströme ausgewählter Liegebeläge
Heat conduction of selected lying grounds

Die Wärmeströme der untersuchten Liegematratzen werden durch verschiedene Faktoren bestimmt. Den größten Einfluß übt der Trockensubstanzgehalt aus. Bei eingestreuten Matratzen erklärt er mit einem kubischen Modell die Unterschiede in den gemessenen Wärmeströmen zu 76 % (Abbildung 2). Mit zunehmendem Trockenmassegehalt nimmt der Wassergehalt des Substrates ab, das Luft-Porenvolumen gleichermaßen zu. Mit einem erhöhten Porenanteil verbessert sich die Sauerstoffversogung der Mikroorganismen. Diese finden damit bessere Lebensbedingungen vor, bauen mehr Substrat ab und produzieren damit mehr Extrawärme. Diese führt zu einer Selbsterwärmung der Mistmatratze. Je wärmer die Mistmatratze ist, desto geringer ist die Temperaturdifferenz zwischen Tier und Untergrund. Mit verringerter Temperaturdifferenz nimmt auch der Wärmestrom ab.

Die Wärmeleitfähigkeit von Stroh und anderen organischen Materialien ist im Vergleich zu Wasser sehr gering. Deshalb ist die Leitfähigkeit proportional dem Wassergehalt der Mistmatratze. Je höher der Trockenmassegehalt ist, desto niedriger ist der Wassergehalt und desto geringer ist die Wärmeleitfähigkeit.



Positive Ströme (Q_W) führen von der Liegematratze zum Kalorimeter hin, negative Ströme fließen vom Kalorimeter zur Liegematratze. (Vorlauftemperatur des Kalorimeters T_K = 39° C)

Abb. 2: Einfluß des Trockensubstanzgehaltes auf den Wärmestrom von Tiefstreumatratzen
Effect of dry matter on the heat conduction of deep litter mattress

3 Temperaturansprüche laktierender Rinder

Die Thermobilanz von Rindern sollte möglichst immer ausgeglichen sein. Dies ist bei gleicher Energiezu- und -abfuhr gegeben. Ein Teil der zugeführten Energie wird als Wärme abgeführt. Der Anteil wird bestimmt durch die Lufttemperatur und -bewegung, die Luftfeuchte, die Art und die Temperatur der Kontaktflächen, den thermischen Wiederstandswert der Körperschale und die Abwärme des Erhaltungs- und Leistungsstoffwechsels. Befinden sich die Tiere in der thermoneutralen Zone, so ist für Temperaturregulationsmechanismen kein zusätzlicher Energieaufwand erforderlich. Als thermoneutrale Zone ist der Lufttemperaturbereich definiert,

innerhalb dessen ein Tier die konstante Körpertemperatur vor allem durch die Beeinflussung der sensiblen Wärmeabgabe über unterschiedliche Vasokonstriktion oder Vasodilatation regelt. Dabei kommt es keiner zusätzlichen Wärmeproduktion, zu keiner erhöhten Schwitzrate oder einem Verzehrsrückgang. In neueren Untersuchungen wird die obere kritische Temperatur im Bereich zwischen 24 °C und 27 °C angesiedelt (CHASTAIN ET AL. 1994). Diese Temperaturen werden in nicht wärmegedämmten Ställen im gemässigten Klima Süddeutschlands nur selten erreicht oder gar überschritten (Tabelle 1).

Tab. 1: Zeitdauer kritischer Temperaturbereiche in einem Offenfrontstall für Kühe
Period of critical temperature zones in an openfront barn for cattle

Nov 96 bis März 97		Mai 97 bis Sep 97	
Temperatur-bereich [°C]	Anzahl Stunden	Temperatur-bereich [°C]	Anzahl Stunden
> 5	765	< 20	2651
5 bis 0	1642	20 bis 22	277
0 bis -5	823	22 bis 24	288
-5 bis -10	215	24 bis 26	213
-10 bis -15	128	26 bis 28	160
< -15	27	>28	83

3.1 Berechnung der unteren kritischen Temperatur (UKT)

Die gesamte von einem Tier produzierte Wärmemenge entspricht der Differenz zwischen der Gesamtaufnahme an Umsetzbarer Energie (metabolized energy (ME)) und der Energieretention für Milch, Wachstum und Trächtigkeit. Diese Wärmemenge berechnet sich für Kühe nach folgender Gleichung (ERLENMARK 1988):

$$\Phi_{tot} = \Phi_m + (1 - k_l) * \Phi_l + (1 - k_p) * \Phi_p + (1-k_g) * \Phi_g$$

wobei: Φ_{tot}=Gesamte Wärmeproduktion; Φ_m=Umsetzbare Energie benötigt für Erhaltung, Φ_l=Umsetzbare Energie benötigt für Laktation; Φ_p=Umsetzbare Energie benötigt für Trächtigkeit; Φ_g=Umsetzbare Energie benötigt für Wachstum; k_l=Teilwirkungsfaktor Laktation; k_p=Teilwirkungsfaktor Trächtigkeit; k_g=Teilwirkungsfaktor Wachstum

Für ausgewachsene, nicht trächtige Kühe wurde folgende vereinfachte Gleichung unterstellt:

$$\Phi_{tot} = \Phi_m + (1 - k_l) * \Phi_l$$

Das Ergebnis der gesamten produzierten Wärmemenge wird für die Berechnung der unteren kritischen Temperatur (UKT) verwendet (Tabelle 2: Formel abgewandelt nach BRUCE 1986).

Die evaporative Wärmeabgabe setzt sich aus der latenten (evaporativen) Wärmeabgabe der Haut und der Wärmeabgabe durch die Atmung zusammen (ERLENMARK 1988). Die Wärmeabgabe über die Atmung hängt unter kalten Bedingungen vor allem vom ausgetauschten Luftvolumen ab. Dieses wiederum steht unter dem Einfluß der metabolischen Stoffwechselleistung.

Aus diesem Grund wird für die Berechnung der unteren kritischen Temperatur (UKT) nicht eine konstante latente Wärmeabgabe von 17 W/m^2, wie bei BRUCE (1986) angesetzt, sondern eine mit dem Stoffumsatz bzw. der Milchleistung ansteigende latente Wärmeabgabe [Evaporativer Wärmeverlust = 2,26*(4+0,5*x kg Milch/Tag)*(10^6/8,64*10^4)/A] in die Gleichung aufgenommen.

Tab. 2: Formel zur Berechnung der unteren kritischen Temperatur (nach BRUCE 1986)
equation for the lower critical temperature (near to BRUCE 1986)

Größe	Koeff.	Berechnung	Einheit
Lebendmasse	LM		kg
Grundumsatz	F	$=0{,}293*LM^{0,75}$	MJ/d
Erhaltungsbedarf	Z	=F+0,0043*LM	MJ/d
Verdaulichkeit	q		
Verwertungsfaktor Erhaltung	k_m	=0,3*q+0,546	
Verwertungsfaktor Laktation	k_l	=0,35*q+0,42	
Umsetzbare Energie Erhaltung	m	$=Z/k_m$	MJ/d
Fettgehalt der Milch	FM		%
Brennwert je Einheit Milch	E_v	=0,406*FM+1,509	MJ/kg
Milchmenge pro Tag	MM		kg
Energieausschüttung Milch	E	$=E_v*MM$	MJ/d
Gesamtauf. umsetzb. Energie	M	$=E/k_l+m$	MJ/d
Wärmeproduktion	H	=M-E	MJ/d
Körperoberfläche	A	$=0{,}09*LM^{0,67}$	m²
Windgeschwindigkeit	V		m/s
Wärmestrom Luft	Q	$=(H/A)*(10^6/(8{,}64*10^4))$	W/m²
Luft - Wärmewiderstand	R_a	$=1/(5{,}3+15{,}7*V^{0,6}/LM^{0,13})$	Km²/W
Felldicke	d		mm
Thermischer Widerstand Fell	R_c	=0,0074*d	Km²/W
Thermischer Widerstand Gewebe	R_t	$=0{,}03*LM^{0,33}$	Km²/W
Evaporativer Wärmeverlust	Q_{ev}	$=2{,}26*(4+0{,}5*MM)*(10^6/8{,}64*10^4)/A$	W/m²
Wärmestrom Liegefläche	Q_{bo}		W/m²
Körperkerntemperatur	T_{KK}		°C
Untere kritische Temperatur	T_c	$=T_{KK}-(0{,}861*Q*(R_a+R_c+R_t)+Qev*(Ra+Rc)+0{,}139*Qbo*Rt)$	°C

3.2 Ausgewählte Einflußgrößen auf die untere kritische Temperatur

An Hand der in Tabelle 2 dargestellten Formel läßt sich die UKT von laktierenden Milchkühen in Abhängigkeit verschiedener Einflußgrößen berechnen. So können Lebenbendmasse, Milchleistung, Felldicke und Windgeschwindigkeit berücksichtigt werden. Die UKT sinkt beispielsweise mit von 5 auf 20 kg/Tag zunehmender Milchleistung um etwa 14 K ab, erhöht sich jedoch um etwa 8 K, wenn die Luftbewegung von 0,1 auf 2 m/s zunimmt (Abbildung 3).

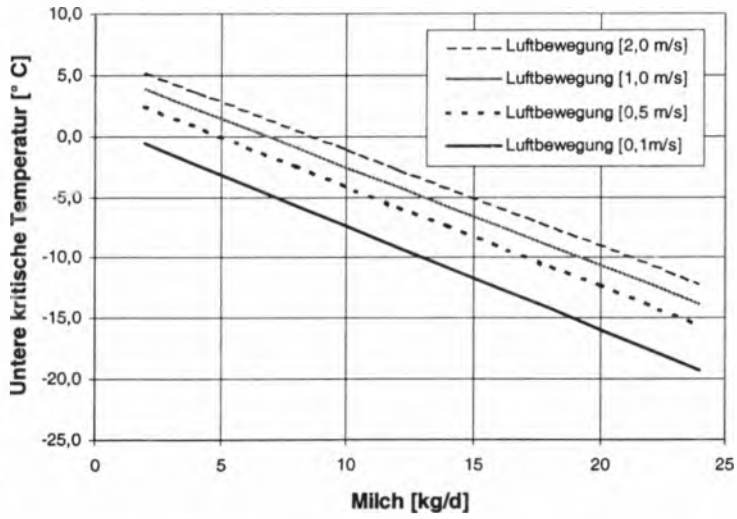


Abb. 3: Untere kritische Temperatur in Abhängigkeit von Milchleistung und Luftbewegung
Influence of milk yield and air flow on the lower critical temperature

Wird bei sonst konstanten Einflüssen die Wärmestromdichte der Liegeflächen für unterschied-

liche Milchleistungen berechnet, zeigt sich der deutliche Einfluß verschiedener Liegebeläge auf die UKT (Abbildung 4).

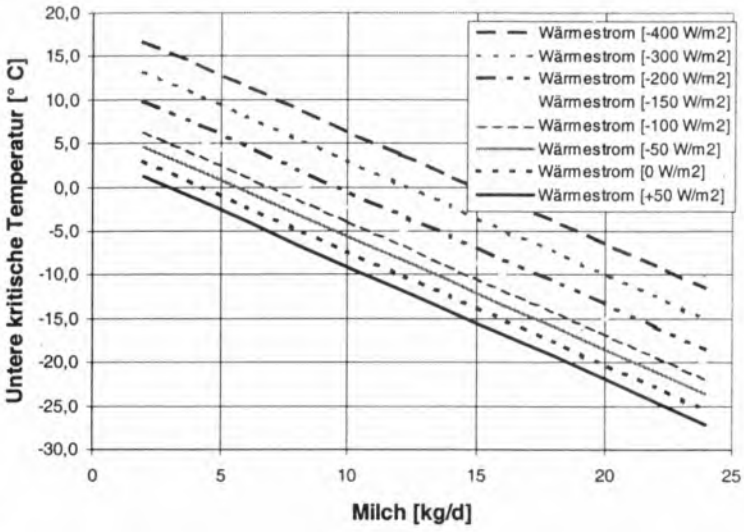


Abb. 4: Einfluß der Wärmeableitung in die Liegefläche auf die untere kritische Temperatur
Effekt of heat conduktion to the lying ground on the lower critical temperature

Die UKT bei Betonboden mit einer Wärmestromdichte von -300 W/m² (Abbildung 1) liegt deshalb um 12 K höher als bei einer gut eingestreuten Mistmatratze (+50 W/m²). Eingestreute Matratzen lassen die Steuerung der Wärmeströme und damit der UKT über die Einstreumenge zu. Ansteigende Strohmengen führen bei laktierenden Kühen auch bei extrem kalten Witterungsperioden nicht dazu, daß die UKT in nicht wärmegedämmten Ställen unterschritten wird. Andererseits wird den Tieren an heißen Tagen durch eine geringe Einstreumenge die Wärmeabfuhr erleichtert. In der Praxis setzt aber die damit zunehmende Tierverschmutzung der Verringerung von Einstreu enge Grenzen.

4 Thermobilanz der Rinder unter Berücksichtigung der Liegeflächen

Unterschiedliche Wärmeströme der Liegefläche beeinflussen die untere kritische Temperatur der Rinder. Eine Wärmezufuhr zum Tier (LM: 600 kg; Felldicke 10 mm) von +50 W/m² ergibt bei 15 kg Tagesgemelk eine UKT von ca. -15 °C. Eine Wärmeabfuhr von -200 W/m² dagegen ermöglicht unter gleichen Bedingungen nur eine UKT von -7 °C. Ein Wärmestrom von 50 W/m² entspricht einer Veränderung der UKT um ca 1,7 K (Abbildung 5). Aus dieser Darstellung wird ebenfalls deutlich, daß über die Einstreumenge beachtliche Steuerungsmöglichkeiten des Wärmeentzugs der Rinder vorhanden sind. So kann eine Tretmist- oder Tiefstreumatratze bei nur 1,9 kg Einstreu pro Tier und Tag einen ebenso hohen Wärmeabfluß bieten wie Sandboden, allerdings bei höherer Verschmutzung der Tiere.

Die Stalltemperatur der in verschiedenen Klimaregionen untersuchten nicht wärmegedämmten Ställen fällt je nach Liegefläche nur sehr selten unter die kritische Temperatur einer Kuh mit durchschnittlicher Leistung (Milch: 15 kg/d; LM: 600 kg; Felldicke: 10 mm). So hätten die Stalltemperaturen im Winter 97/98 bei einer Liegefläche aus blankem Beton die UKT 470 Stunden lang unterschritten, bei einer mit Sand eingestreuten Liegebox 301 Stunden, bei einer Liegebox mit Standard-Gummimatte 164 Stunden, bei einer Liegebox mit Kuhmatratze 131 Stunden und bei den eingestreuten Systemen mit Liegeboxen 80 Stunden, mit Tretmistmatratze 64 Stunden und mit Tiefstreumatratze 55 Stunden. Hier zeigt sich die sehr gute Eignung der eingestreuten Liegeflächen für Kaltstallsysteme im Winter.

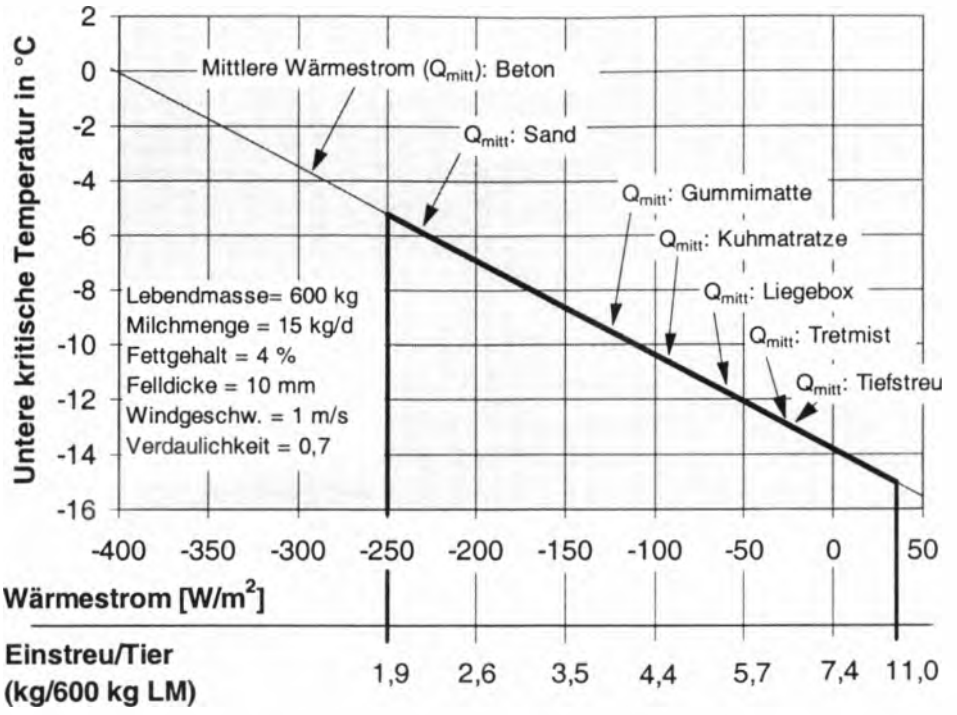


Abb. 5: Einfluß der Wärmeströme und der Einstreumenge auf die untere kritische Temperatur
Influence of the conduction and quantity of litter on the lower critical temperatur

5 Literaturverzeichnis

ERLENMARK, A. (1988): Calculation of Sensible Heat and Moisture Loss from Housed Cattle Using a Heat Balance Model. Uppsala, Rapport 60.

BRUCE, J. M. (1986): Lower Critical Temperatures for Housed Beef Cattle. Farmbuilding Progress.

LASSON, E. (1976): Untersuchungen über die Anforderungen von Rindern an die Wärme- und Härteeigenschaften von Stand- und Liegeflächen. Diss. Weihenstephan: Institut für Landtechnik.

CHASTAIN, J. P.; TURNER, L. W. (1994): Practical Results of a Model of Direct Evaporative Cooling of Dairy Cows. Dairy Systems for the 21st Century, Proceedings of the Third International Dairy Housing Conference, Orlando Florida. ASAE

KRAMER, A. J.; HAIDN, B.; SCHÖN, H. (1998): Untersuchung zur Verfahrenstechnik „naturnaher", eingestreuter Stallsysteme unter besonderer Berücksichtigung der Eigenschaften und Wirkungsweisen von Einstreumaterialien auf das Funktionieren des Haltungssystems für Rinder. DFG Abschlußbericht.

6 Summary

Heat loss and conduction characteristics of lying areas for dairy cows has been investegated, especialy of deep litter mattress. The dry matter of the deep litter mattress is shown as the main influence of the heat conductivity. A modifyed equation is used to calculate the lower critical temperatures of lactating dairy cows. This equation of the heat balance model accounts the influence of conduction to floors.

Zur Veränderung von Zitzengummis im Verlauf ihrer Altèrung

Some Changes of Teatcup Liners during Ageing

GRIMM, HARTMUT; ANGELIKA GOMMEL

Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim, 70599 Stuttgart

1 Einleitung

Im praktischen Betrieb unterliegen Zitzengummis durch die dynamische Beanspruchung beim Melkvorgang sowie durch mechanisch-chemische Einflüsse bei der Reinigung und Desinfektion der Alterung. Dies bewirkt rauhere Oberflächen und geringere Elastizität. Da dadurch Melkeigenschaften und Eutergesundheit beeinträchtigt werden, sollten Zitzengummis in regelmäßigen Zeitabständen gewechselt werden. Die Empfehlungen hierzu reichen von 400 bis 1000 Einsatzstunden, 1100 bis 2500 Melkungen oder 4 bis 12 Monaten (NN, 1996). Bereits die Spanne der Empfehlungen läßt ermessen, daß auf diesem Arbeitsgebiet noch nicht alle Unklarheiten zur Alterung von Zitzengummis ausgeräumt sind. An dieser Stelle sei nur darauf hingewiesen, daß die Empfehlungen heute Angaben zur maximalen Zahl der Melkungen enthalten sollten, da die Angabe eines Zeitintervalles allein nicht die unterschiedliche Beanspruchung des Materials in größeren bzw. kleineren Herden (Anzahl Melkungen/Tag und Melkzeug) berücksichtigt.

Angaben zu Auswirkungen der Alterung auf z. B. Materialeigenschaften der Zitzengummis und auf Merkmale des Milchentzugs sind selten und häufig nicht nachvollziehbar. Deshalb wurden in Hohenheim im Verlauf der letzten Jahre Melkversuche mit unterschiedlich alten Zitzengummis aus jeweils derselben Materialcharge durchgeführt (GRIMM, unveröff.).

Tab. 1: Veränderungen der Eigenschaften von Zitzengummis im Verlauf der Alterung
Changes in the characteristics of liners during ageing

Merkmal	Veränderung
a) physikalisch	
Materialoberfläche (innen)	rauher
Einfaltdruckdifferenz (TPD)	geringer
Formkonstanz der Zitzengummilippe	schlecht (wellig)
b) Melkeigenschaften	
Gesamtgemelk (GM)	geringer
Maschinenhauptgemelk (MHG)	geringer
Maschinennachgemelk (MNG)	größer
Ausmelkgrad	schlechter
Höchster Milchfluß (HMF)	geringer
Mittleres Minutengemelk (MMG)	geringer

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Tendenzen, die aus diesen Untersuchungen abgeleitet werden können. Die Veränderungen der TPD lagen in diesen Untersuchungen bei 1 bis 1,5 kPa. Diese geringen Unterschiede lassen es zweifelhaft erscheinen, ob sie allein Ursache für die relativ starken Verschlechterungen des Milchentzugs sind. Da die Veränderungen an der Zitzengummilippe subjektiv stärker schienen, soll eine Meßvorrichtung entworfen werden, die in Anlehnung an die Untersuchungen von THUM et al. (1975) ermöglicht, die Veränderungen im Bereich der Zitzengummilippen zu quantifizieren. Zusätzlich wurde als Arbeitshypothese für die vorliegende Untersuchung aus den Veränderungen an den Lippen der Zitzengummis abgeleitet, daß diese Veränderungen einer Erweiterung der Zitzengummiöffnung um 2 mm, von 24 auf 26 mm, entsprächen. Die Untersuchungen sollen mit zwei im Zitzengummischaft baugleichen, aber im Zitzengummikopf unterschiedlichen Zitzengummi-Modellen (Z1 und Z2) durchgeführt werden. Vorversuche haben gezeigt, daß Zitzengummi 1 beim Ausmelkgrad schlechtere Ergebnisse als Zitzengummi 2 erbringt.

2 Eigene Untersuchungen

2.1 Tiere, Material, Methoden

Jedes der Zitzengummi-Modelle wird als Zitzengummi Typ 1 [mit Originalmaßen (neu, ∅ = 24 mm)], als Zitzengummi Typ 2 [nach 3300 Melkungen (alt, ∅ = 24 mm)] und als Zitzengummi Typ 3 [mit erweiterter Öffnung (neu, ∅ = 26 mm)] in einem Melkversuch auf die Beeinflussung von Merkmalen der Milchabgabe von Kühen verglichen.

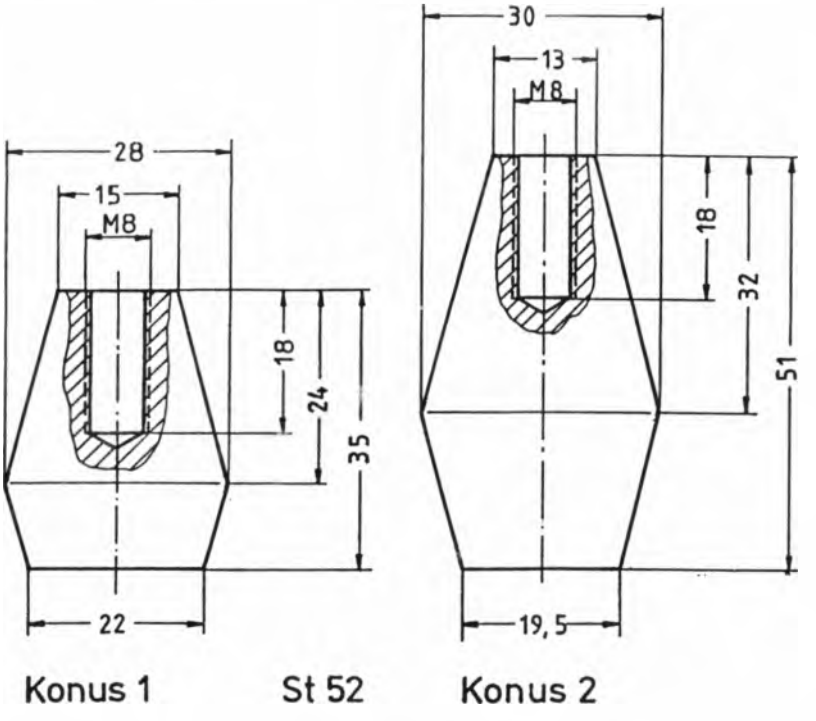


Abb. 1: Konus 1 und 2 zur Messung der Erweiterung der Zitzengummiöffnung
Cone 1 and 2 for the measurement of the liner's mouthpiece opening

Die Merkmale der Milchabgabe sind bei SCHLAIß (1994) definiert und werden unverändert übernommen. Alle Kühe der Herde der Versuchsstation Unterer Lindenhof (gemischte Herde, Fleckvieh und HF) werden zu den Melkversuchen herangezogen. Jede Kuh wird nach Versuchsplan mit jeder der sechs Kombinationen [Zitzengummi * Typ] gemolken. Der Melkversuch wird einmal wiederholt (47 bzw. 61 Kühe).

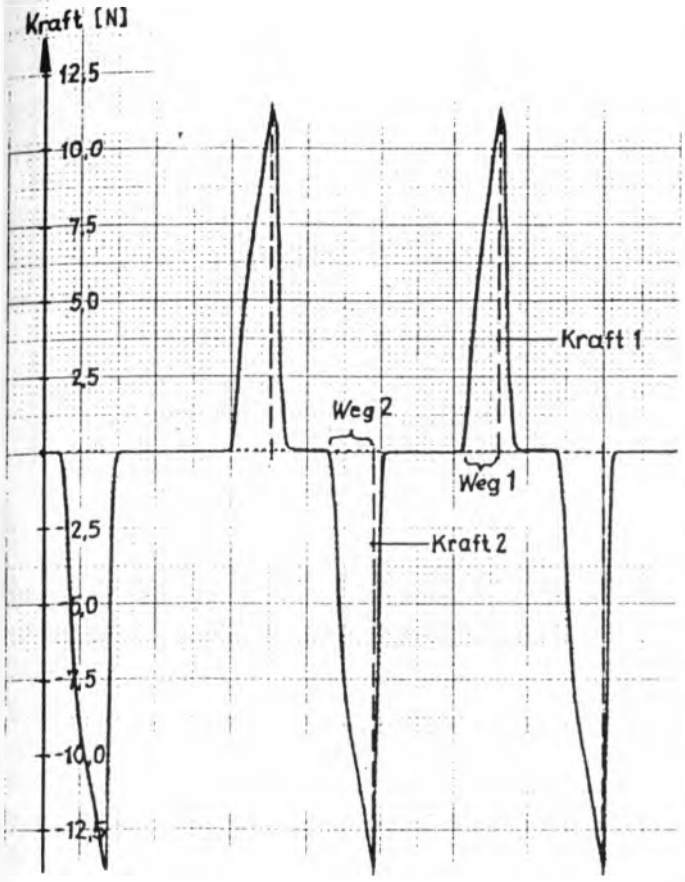


Abb. 2: Typisches Diagramm der Messung des Zitzengummikopfes
Typical diagram of the measurement of the liner´s head

Eine weitere Aufgabe ist es, die Verformbarkeit der Zitzengummilippen mit einer Materialprüfmaschine zu messen und diese Daten in Beziehung zu den Merkmalen der Milchabgabe zu setzen. Die Meßkonen für die Messung der Verformbarkeit der Zitzengummilippen sind in Abbildung 1 dargestellt. Sie werden in die Halterung der Materialprüfmaschine eingespannt und nach einem festen Meßprogramm in die Zitzengummiöffnung eingefahren (Kraft 1 und Weg 1). Nachdem der weiteste Durchmesser des Meßkonus die Zitzengummilippen passiert hat, wird der Meßkonus wieder ausgefahren (Kraft 2 und Weg 2). Die auf den Meßkonus wirkenden Kräfte werden auf einem Weg-Kraft-Diagramm aufgezeichnet (Abbildung 2). Die Messungen werden sowohl mit als auch ohne Applikation von Melkfett auf die Zitzengummilippen durchgeführt. Dadurch soll der Einfluß veränderter Oberflächeneigenschaften des Materials abgeschätzt werden.

Die Auswertung der Daten der Gemelksstruktur erfolgt mittels Varianzanalyse über SPSS^x. Das statistische Modell ist faktoriell aufgebaut, bei signifikanten Interaktionen zwischen den Faktoren wird zusätzlich innerhalb der Zitzengummi-Modelle differenziert ausgewertet.

2.2 Ergebnisse und Diskussion - Milchentzug

Die Daten des Melkversuchs sind in Tabelle 2 dargestellt: In der ersten Datenspalte ist der Mittelwert enthalten, danach folgen die Abweichungen der Einflußfaktoren Zitzengummi (Z1, Z2) bzw. Typ von dem jeweiligen gemeinsamen Mittelwert und danach die Angaben der

Tab 2: Einflüsse von Zitzengummi-Modell und -Typ auf die Milchabgabe
Influences of liner model and type on milking traits

Merkmal	$\tilde{x}$	Z 1	Z 2	Sign.	neu	alt	26 mm	Sign.
GM [g]	7725	-16	13	-	-12	-45	57	-
MHG [g]	7063	-69	58	-	9ab	-101a	87b	*
t_{MHG} [s]	261	0	0	-	3a	-6b	3a	*
MNG [g]	370	48	-40	***	-9a	45b	-34a	***
t_{MNG} [s]	63	3	-3	**	0ab	3a	-3b	*
REST [g]	662	53	-44	***	-21a	56b	-30a	***
MMG [g/min]	1748	-15	13	-	-9	10	0	-
HMF [g/min]	1960	-14	12	-	13	8	-22	-

Signifikanz. Der Unterschied zwischen den Mittelwerten von REST (Milchmenge im Euter nach Unterschreiten der 200 g - Schwelle) und MNG kann aus der zeitaufwendigen Melkroutine mit Bestätigung der Kuhidentität sowie manueller Eingabe des Beginns des MNG erklärt werden. Aus ihnen folgen relativ lange Blindmelkzeiten (2 bis 4 min), in denen noch rund 300 g Milch bei niedrigem Melkvakuum (36 kPa) abfließen können. Beim Vergleich der Zitzengummis fällt auf, daß die Unterschiede im Ausmelkgrad (REST bzw. MNG) mit rund 100 g relativ groß ausfallen. Sie wirken sich auf die Melkroutinen aus, so daß ein ebenfalls signifikanter Unterschied beim Zeitaufwand für das Nachmelken (t_{MNG}) entsteht. Die Unterschiede bei GM bzw. MHG sind zwar ebenfalls recht deutlich, jedoch nicht abgesichert. Dies entspricht den Ergebnissen der Vorversuche.

Die Alterung der Zitzengummis ergibt geringere ermolkene Milchmengen. Das geringere ermolkene MHG bewirkt eine signifikante Verkürzung der t_{MHG}. Beim Ausmelken (MNG und REST) können deutliche Vergrößerungen der Restmengen im Euter beobachtet werden, die signifikante Verlängerungen der Zeit für die Gewinnung des Maschinennachgemelks bewirken. Die Typen **mit erweiterter Öffnung** zeigen in allen Merkmalen für den Milchentzug günstige Werte. Da die Auswertung signifikante Interaktionen zwischen Modell und Typ ergab, wurden die Daten nach Modellen getrennt ausgewertet. Dabei zeigte Zitzengummi 1, also das Modell mit den ungünstigeren Melkeigenschaften, bei beinahe allen Merkmalen signifikante Verbesserungen, sobald die Öffnung erweitert war. Die Veränderungen im Verlauf der Alterung entsprechen also nicht einer einfachen Erweiterung der Zitzengummiöffnung.

2.3 Ergebnisse und Diskussion - Veränderungen am Zitzengummikopf

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse der Messungen mit dem größeren Meßkonus (∅ = 30 mm). Die Ergebnisse der Messungen mit dem kleineren Meßkonus (∅ = 28 mm) entsprechen ihnen und werden hier nicht dargestellt. Für die Messungen `mit Fett´ wurden die Lippen der Zitzengummis und die Meßkonen dünn mit Melkfett bestrichen. Es ergaben sich dadurch geringere Kräfte beim Ein- bzw. Ausfahren des Konus. Betrachtet man die Veränderung der Wege **nach Alterung** bei Zitzengummi 1, so fällt auf, daß der geringe Unterschied zwischen `neu´ und `alt´ bei der Messung mit Fett verschwindet. Die Unterschiede zwischen den Messungen scheinen hier also durch im Verlauf der Alterung veränderte Reibungskoeffizienten des Gummimaterials mit verursacht zu sein, die durch die Fettauflage ausgeglichen werden. Bei Zitzengummi 2 kehren sich `mit Fett´ die Unterschiede um, hier wird die Auslenkung der Lippen nach Alterung größer. Die entsprechenden Kräfte zeigen bei Zitzengummi 1 kaum Unterschiede zwischen `neu ´ und `alt´, während sie bei Zitzengummi 2 nach Alterung deutlich geringer sind.

Nach Erweiterung werden die Zitzengummilippen bei beiden Modellen weniger stark durch den Meßkonus ausgelenkt. Bei Zitzengummi 1 sind die zugehörigen Kräfte geringer, bei Zitzengummi 2 entsprechen sie denen nach Alterung.

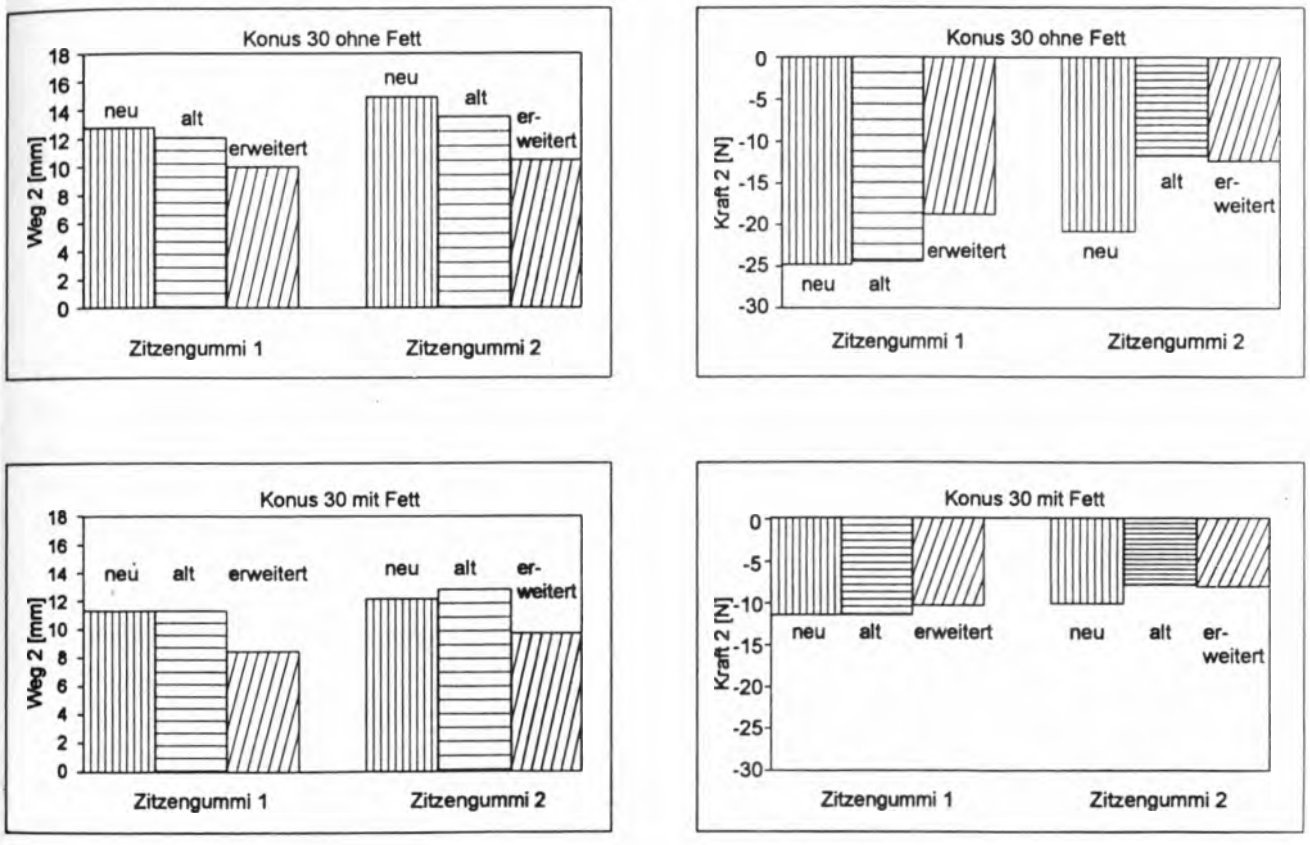


Abb. 3: Maximal-Weg und -Kraft beim Einfahren des Meßkonus in die Zitzengummis, mit bzw. ohne Fett
Maximum of distance and force during introduction of the cone into the liners, with and without application of fat

Die einfache Arbeitshypothese, daß die Auswirkungen der Materialalterung einer Erweiterung der Zitzengummiöffnung entsprächen, muß verworfen werden. Die Applikation von Melkfett scheint die Auswirkungen veränderter Oberflächen auszugleichen, sodaß dies bei zukünftigen Untersuchungen berücksichtigt werden sollte. Die Ergebnisse der Erweiterung sind andererseits zumindest bei Zitzengummi 1 so positiv zu werten, daß der Einfluß der Zitzengummiöffnung intensiver untersucht werden sollte. Insgesamt scheint sich die unterschiedliche Geometrie der Zitzengummiköpfe deutlich auf deren Verhalten bei Alterung auszuwirken und trägt zum gegenwärtigen Zeitpunkt stark zur Unsicherheit in der Interpretation der Ergebnisse bei.

3 Literatur

NN (1996): Firmenangaben Alfa-Laval Agri (unveröff.)

SCHLAIß, G.: Einfluß von modifizierter Zitzengummibewegung auf Milchabgabeparameter und zyklische Vakuumschwankungen. Agrarwiss. Diss. Universität Hohenheim

THUM, E.; H.-J. RUDOVSKY; B. ZUR LINDEN (1975): Zur Bestimmung der Grenznutzungsdauer für Zitzengummis. Agrartechnik, 25: 78 - 81

4 Abstract

Ageing of liners has been studied with two liner models (Z 1 and Z 2). The liners had identical barrels, the liners´ heads were different in shape, however. Four sets of each model were used during 3300 milkings. The bore of the liners was widened (24mm → 26 mm) in another four sets of each liner model, resulting in three treatments (new, old, 26 mm) for the respective models. All six combinations liner * treatment were compared in milking experiments (two repetitions, 47 and 61 cows).

The effects of **ageing** were similar with both models, showing lower milk yields, higher strippings and longer time for extraction of the strippings. Most differences were significant with Z 1, time for extraction of strippings was significant with Z 1 and Z 2. **Widening** of the liners´ bores showed even better results of milk extraction (only significant with Z 1) when compared with the results of the new liners.

Results of measurements with a newly developed cone, being introduced into the liners, were somewhat conflicting. After **ageing** they showed equal deflection of the lips with Z 1 when compared with the new liners, where Z 2 showed more deflection. The resulting forces were equal in Z 1, when compared with the aged type, and were lower with the aged Z 2. **Widening** resulted in less deflection and lower respective forces (both liners), while Z 2 showed marginally higher forces during deflection when compared with the aged liners.

The hypothesis that ageing has similar effects like widening of the lips must be rejected. The interaction of the effects of ageing with the shape of the liners´ heads seems to be critical for a general conclusion on physical changes during ageing of liners.

Zum Einfluß abgestufter Shorehärte und Schaftstärke von Silicon-Zitzengummis auf ausgewählte Melkeigenschaften und Prüfkriterien
Shore Hardness and Barrel Wall Size of Silicone Liners as related to selected Milkability- and Test Criteria

SCHÄTZL, DIETER UND WORSTORFF, HERMANN

Institut für Physiologie, FML, TU München-Weihenstephan, Weihenstephaner Berg 5, D 85350 Freising

1 Einleitung

Das Melken soll aus Gründen von Eutergesundheit, Leistungsbiologie und Arbeitswirtschaft weitgehend vollständig, zügig und gewebeschonend erfolgen. Trotz der zentralen Rolle des Zitzengummis wurden bislang nur wenige Konstruktionshinweise bekannt. Frühere Melkanlagen waren mit Vakuumschwankungen behaftet, die einen inkonstanten Differenzdruck erzeugten. Auch in normgerechten Anlagen bestehen Unterschiede zwischen hoch- und tiefverlegten Systemen: Erstere haben nach wie vor z.T. ausgeprägte Vakuumverluste, die das Öffnen des Zitzengummis durch Vorspannung fördern. Melkstände dagegen zeigen dieses Phänomen kaum noch, so daß i.d.R. die Rückstellkraft des Zitzengummis -in Abhängigkeit von der Eintauchtiefe des Gewebes- für die Öffnung verantwortlich ist. Im Zuge der Anpassung sind Zitzengummi kleiner und weicher geworden. Als Einfaltdruckdifferenz (ED) werden etwa 10 kPa angestrebt, während sich Chargen bei synthetischen Gummis bis zu 5 Shoregraden (ShA) unterschieden. Silicon (Siliconform, Türkheim) kann um eine Zehnerpotenz exakter hergestellt werden, so daß -in Verbindung mit weitgehend konstantem Vakuum im Melkstand- Voraussetzungen zur Erarbeitung von Kenngrößen für Zitzengummis gegeben sind. Nachstehend wird über ausgewählte Untersuchungen aus einem Vorhaben mit bislang 26 abgestuften Zitzengummis und etwa 16.500 Milchflußkurven aus der Versuchsstation Veitshof (Braunvieh x Brown Swiss, ca. 9500 kg Milch, 3,71% Eiweiß und 4,50% Fett) berichtet.

2 Material und Methoden

Die Melkungen erfolgten im 2 x 2 Tandemmelkstand (40 kPa, 60% Saugphase, 60 Zyklen/min, Wechseltakt, Fast-Flow-Units, Meltec, Oelde) mit Wägerecordern (Meßunsicherheit < 40 g zwischen 0 und 23 kg). I.d.R. waren zwei Melker im Einsatz, die entweder mit hygienischer Eutervorbereitung (Wegmelken der ersten Milchstrahlen und Euterreinigung, ca. 20 s) und 40 s Handstimulation oder 20 s Eutervorbereitung und 40 s maschineller Vorstimulation (Stimopuls P, Westfalia, Oelde) eine vollwertige Stimulation gewährleisteten. Die Daten wurden täglich am PC eingelesen und die erzeugten Milchflußkurven nach individueller Plausibilitätsprüfung varianzanalytisch mit SAS verrechnet (WORSTORFF et al., 1996).

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Melkzeuggewicht und Milchabgabe

Einen wesentlichen Einflußfaktor auf den Ausmelkgrad stellt das Melkzeuggewicht (z.B. MEJER, 1975) dar, welches bei gegebenen Sammelstück durch Veränderung der Hülse modifiziert wird. Zur Einordnung wurden in einem Rotationsversuch (maschinelle Vorstimulation) zwei Ausführungen -Edelstahl (Meltec, Oelde) und Polycarbonat (Impulsa, Elsterwerda)- unter Verwendung des Zitzengummis SL 10 (vgl. Tabelle 2) getestet . Die Gewichtsdifferenz zwischen beiden Hülsen betrug 259 g, für das komplette Melkzeug folglich 1036 g.

Tab. 1: LS-Mittelwerte und Standardabweichung ausgewählter Milchabgabeparameter je Kuh und Melkzeit in Abhängigkeit vom Gewicht der Zitzenbecherhülsen, (n = 622 Melkungen)
LS Means and Standard Deviation of selected Milkability Parameters per Cow and Milking as related to Shell Weight (n = 622 Milkings)

Parameter	Hülsen: 317 g	Signifikanz	Hülsen: 58 g	S. D.
MGG (kg)	15,68	n. s.	15,65	1,11
MHG	14,99	***	14,56	1,14
MNG	0,58	***	0,97	0,39
TMH (min)	7,78	***	8,38	0,72
TMHG	6,12	*	6,24	0,76
TMNG	0,67	***	1,03	0,39
DMG (kg/min)	2,05	***	1,91	0,17
DMHG	2,51	***	2,39	0,22
HMF	3,74	***	3,58	0,31
BIMO (%)	0,6		1,0	

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

Die LS-Mittelwerte (Tabelle 1) waren im Maschinengesamtgemelk (MGG) mit fast 16 kg je Kuh und Melkzeit für Hochleistungsherden typisch und ohne signifikante Unterschiede zwischen der Behandlung. Auf dieser Basis wurden weitere Kenngrößen verglichen: Maschinenhauptgemelk (MHG) und Maschinelles Nachgemelk (MNG) waren jeweils höchstsignifikant unterschieden, wobei die Differenzen im MHG 0,43 kg bzw. im MNG 0,39 kg zugunsten der Edelstahlhülsen betrugen. Es ist somit davon auszugehen, daß die etwa 400 g bei den Poly-

carbonathülsen vom MHG ins MNG abgewandert sind. Die Betrachtung der Zeitparameter liefert eine längere Maschinenhaftzeit (TMH) bei leichten Hülsen. Trotz geringerem MHG verlängerte sich die Dauer des Maschinenhauptgemelks (TMHG) um 7,2 s und auch die Dauer des Blindmelkens (TMNG) war durch das höhere MNG entsprechend länger (21,6 s). In der Folge lagen auch Durchschnittliches Minutengemelk (DMG), Durchschnittliches Minutenhauptgemelk (DMHG) und Höchster Milchfluß (HMF) bei Polycarbonathülsen höchstsignifikant niedriger. Zusammenfassend ist festzuhalten, daß insbesondere MNG und TMH durch den Einsatz leichter Hülsen zumindest im Kurzzeiteinsatz und bei dem verwendeten Zitzengummityp negativ beeinflußt werden. Die Analysen wurden aufgrund dieser Daten mit den schweren Hülsen durchgeführt.

3.2 Einfluß von Shorehärte und Wandstärke auf die Milchabgabe

Die erste Versuchsserie mit 15 Zitzengummis das Typs SL (SCHÄTZL et al., 1998) umfaßte fünf Shorehärten bei drei Wandstärken (vgl. Tabelle 2) und diente zur Einordnung der kombinierten Melkeffekte aus Schaft- und Kopfeigenschaften. Die Wandstärke der Versuchszitzengummis wurde nicht durch ein übliches Abdrehen des Kerns, sondern durch Funken-Erodierung der äußeren Form derart bearbeitet, daß der Innendurchmesser des Schaftes konstant blieb. Als Kontrollvariante und zur Erfassung des Laktationstrends wurde der Typ ST als Standardvariante mit je 4 umrahmenden Melkzeiten (MZ) im Versuchsschema 4-8-8-4 bzw. 4-8-8-8-4 integriert (Tabelle 2). Die Versuchsmelkungen erfolgten nach einminütiger Handstimulation mit zwei Melkern, wohingegen in der Kontrollvariante 20 s manuelle Vorbereitung + 40 s maschinelle Vorstimulation und nur ein Melker zum Einsatz kamen.

Aus 6010 Milchflußkurven wurde insbesondere deutlich, daß alle Typen grundsätzlich zum Melken geeignet waren. Wesentliche Unterschiede bestanden aber im MNG. Während TMH und HMF der SL-Typen im Schwankungsbereich von ca. ± 10 % der ST Werte lagen, wies der beste SL im Vergleich zur Kontrolle bereits das eineinhalbfache MNG auf (Abbildung 1). Im relativen Vergleich lagen die SL bei 2,80 mm durchgehend über 200%; die besten Werte wurden bei 2,95 mm mit 51 bis 58 ShA erreicht und bei 3,25 mm stiegen die MNG tendentiell wieder an.

Als bisherige Kernaussagen dieser Versuchsserie lassen sich festhalten:

- SL-Versuchszitzengummis erreichten den maschinellen Ausmelkgrad des zur Kontrolle dienenden ST nicht
- die relativ besten Melkeigenschaften wies die Serie mit 2,95 mm Wandstärke auf
- die Melkergebnisse ließen sich nicht durch eine Unterteilung der Herde in Färsen und Problemkühen erklären; beide Gruppen reagierten im MNG analog
- die zentrale Kenngröße ED liefert keine Erklärung für das Melkverhalten; bei gleicher ED traten unterschiedliche MNG auf bzw. umgekehrt
- Kopf- und Schafteigenschaften waren hier nicht zu trennen
- acht Melkzeiten erschienen ausreichend und erbrachten dieselben Ergebnisse wie ein Rotationsversuch mit 48 Melkzeiten (Zitzengummi SL 10).

Tab. 2: Versuchsaufbau und Kennwerte der Zitzengummis
Experimental Design and Liner Characteristics

	Block 1					Block 2					Block 3				
MZ n	VNR	Typ	Wand [mm]	ShA	ED [kPa]	VNR	Typ	Wand [mm]	ShA	ED [kPa]	VNR	Typ	Wand [mm]	ShA	ED [kPa]
4	1a	ST	3,00	51	11,9	1b	ST	3,00	51	11,9	1c	ST	3,00	51	11,9
8	2	SL_v	2,80	42	5,2	7	SL_v	2,95	42	6,0	12	SL_v	3,25	42	7,4
8	3	SL_v	2,80	47	6,6	8	SL_v	2,95	47	7,4	13	SL_v	3,25	47	8,5
4	1a	ST	3,00	51	11,9	1b	ST	3,00	51	11,9	1c	ST	3,00	51	11,9
8	4	SL_v	2,80	51	7,7	9	SL_v	2,95	51	8,6	14	SL_v	3,25	51	10,9
8	5	SL_n	2,80	54	9,8	10	SL_n	2,95	54	10,7	15	SL_n	3,25	54	12,8
8	6	SL_n	2,80	57	10,6	11	SL_n	2,95	57	11,6	16	SL_n	3,25	57	14,0
4	1a	ST	3,00	51	11,9	1b	ST	3,00	51	11,9	1c	ST	3,00	51	11,9

SL_v = verstärkter Kopf, reinforced head SL_n = normaler Kopf, normal head

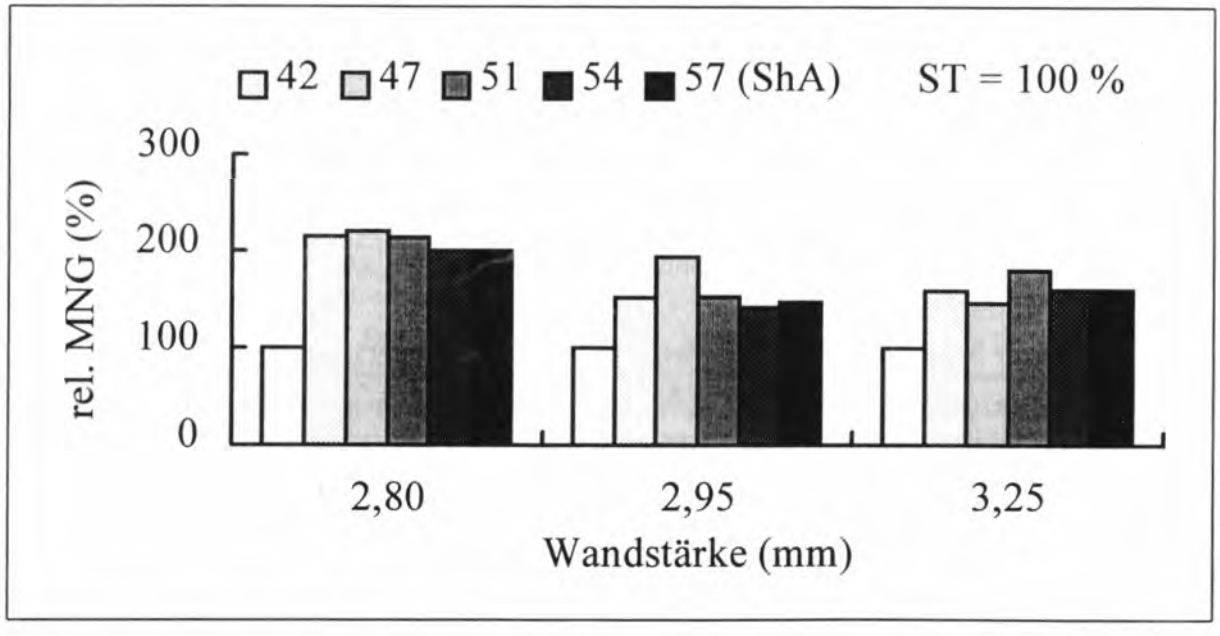


Abb.1: Relatives Maschinelles Nachgemelk der SL-Zitzengummis zum Standard ST
Relative Strippings of SL-Liners (Standard ST = 100%)

3.3 Einfluß einer Kopfverstärkung auf die Milchabgabe

Um den anteiligen Beitrag von Kopf und Schaft differenzieren zu können, wurde eine Serie von Zitzengummis in 43, 47, 51, 57 und 60 ShA bei 2,95 mm Wandstärke (siehe 3.2) mit und ohne Kopfverstärkung gefertigt; diese beträgt + 0,5 mm und erstreckt sich vom äußeren Rand des Zitzengummikopfes zur Kopflippe hin. Bei den 3395 Melkungen wurden folgende Kriterien zugrunde gelegt: je 4-8-4 Melkzeiten mit und ohne Kopfverstärkung, zwei Melker, Handstimulation (BARTH et al.).

Die Ergebnisse zeigten insbesondere, daß

- sich die Gummis der 3 unteren Shorehärten im MNG gleichermaßen um fast 100 g zu Gunsten der unverstärkten Köpfe unterschieden
- die härteren Typen zwar kaum noch einen Einfluß der Kopfverstärkung aufwiesen aber das Nachgemelk auf die bislang niedrigsten Werte senkten (bei 60 ShA - 50 g)
- die klassischen Verformungs-Kenngrößen des Kopfes Einsenktiefe (ET) und Lochaufweitung (LAW) die Melkergebnisse nur teilweise erklären konnten (vgl. THUM et al., 1975)
- die 2 Kopfrillen des Typs A2 hinsichtlich ET und LAW günstiger zu beurteilen sind als die eine beim Typ A3 und sich dieses Ergebnis in einem niedrigeren MNG äußert
- der Typ SL von der Konstruktion her mehr Probleme als der ST hat, eine befriedigende ET zu erbringen, ohne in der LAW begrenzend zu werden
- eigene Verformungsversuche mit einer Universal-Werkstoff-Prüfmaschine (vgl. SCHÄTZL et al.) insbesondere den Bereich geringer Krafteinwirkung differenzieren und die Gummis höherer ShA von den niedrigeren meßtechnisch absetzen
- Kopf- und Schafteigenschaften nicht getrennt für Haftung und Ausmelkgrad bzw. Milchfluß verantwortlich sind sondern im Zusammenhang wirken und daß
- weitere Arbeiten erforderlich sind, um kausale Faktoren zuzuordnen.

3.4 Ausblick

Laufende Arbeiten beschäftigen sich mit dem Einfaltverhalten der Zitzengummis. Dazu wurden insbesondere Typen ähnlicher Kenngrößen mit verschiedenen Melkeigenschaften bzw. umgekehrt in transparente Hülsen gespannt und bei abgestuftem Differenzdruck fotografiert und anschließend nach neuen Prüfkriterien vermessen. Sicher ist es nicht gleichgültig, ob die ED mehr durch Wandstärke oder ShA erzielt wurde, und die Zitzenlänge spielt eine Rolle. In diesem Rahmen sollen noch Typen mit 3,10 mm Wandstärke zur Prüfung gelangen. Neben einem abschließenden Melkversuch mit den besten Varianten erscheinen Folgearbeiten mit weniger Melkungen und weiteren Prüfkriterien erforderlich.

4 Literatur

BARTH,K., SCHÄTZL,D., WORSTORFF,H.: Zur Bedeutung einer Kopfverstärkung bei Silicon-Zitzengummis mit abgestufter Shorehärte für deren Verformungskenngrößen und die Milchabgabe von Kühen. Milchwissenschaft, eingereicht (1998)

MEJER, G.-J.: Sdrh. Ber. Ldw. 190 119-137 (1975)

SCHÄTZL,D., STANZEL,H., WORSTORFF,H.: Prüfung neuer Verformungskenngrößen zur Charakterisierung des Zitzengummikopfes. Landtechnik 3 (1999), in Vorbereitung

SCHÄTZL,D., WORSTORFF,H., FISCHER,R.: Zum Einfluß der Zitzengummi-Eigenschaften Shorehärte und Wandstärke auf den Einfaltdruck und die Milchabgabe von Kühen. Milchwissenschaft im Druck (1998)

THUM,E., RUDOVSKY,H.-J., ZUR LINDEN,B.: Agrartechnik 25 78-81 (1975)

WORSTORFF,H., FISCHER,R.: Milchwissenschaft 51 663-666 (1996)

5 Summary

Silicone liners with 4 wall sizes, 5 steps of Shore hardness and 23 mm barrel bore were manufactured as a basis for milking and laboratory trials to evaluate construction elements. The paper presents an extract of presently 16.500 milk flow profiles. Machine strippings differend by 100% between types, while max. flowrate and machine-on time were only affected by some 10%. Liner head and barrel seem to influence milking characteristics in a joint manner. The actual work concentrates on head deformation and buckling criteria and will be completed by further trials including teat length and shape.

Verringerung der Verschleppungsfehler bei der Gewinnung von Milchproben in automatischen Melksystemen

Reduction of carry over of milk in sampling procedures in automatic milking systems

ORDOLFF, DIETER

Bundesanstalt für Milchforschung, Postfach 6069, 24121 Kiel/
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

1 Einleitung

Der Fettgehalt der Milch ist nach wie vor ein Parameter von großer züchterischer Bedeutung. Das Internationale Komitee für Leistungsprüfung in der tierischen Produktion (ICAR) hat dementsprechend enge Fehlergrenzen für die Gewinnung von Milchproben im Rahmen der Milchleistungsprüfung festgelegt (ICAR, 1995). Für Milch mit Fettgehalten zwischen 2 und 7 % lassen sie einen mittleren Fehler von 0,05 % Fett und eine Standardabweichung des Fehlers von 0,10 % Fett zu. In zahlreichen ICAR-Anerkennungsverfahren für Milchmengenmeßgeräte hat sich die Einhaltung dieser Grenzen als schwieriger erwiesen als die Anzeige der Milchmenge mit der geforderten Genauigkeit.

Während bei konventionellen Melkverfahren nur zweimal bzw. dreimal täglich zu festgelegten Zeiten die Milchmenge erfaßt und Milchproben gezogen werden müssen, verteilen sich diese Tätigkeiten in Verbindung mit automatischen Melksystemen (AMS) über nahezu 24 Stunden. Während die Informationen über die jeweiligen Milchmengen von dem Kontrollrechner ohne weiteres tierindividuell gespeichert werden können, müssen besondere Vorrichtungen für die automatische Abfüllung der von den Milchmengenmeßgeräten gelieferten Milchproben eingesetzt werden.

In früheren Arbeiten (Ordolff, 1997) wurde die Arbeitsqualität einer Versuchsanlage untersucht, in der die von einem ICAR-anerkannten Milchmengenmeßgerät abgeschiedene Primärprobe mit Hilfe einer modifizierten Abfüllvorrichtung für Milchproben aus einem Milchsammelwagen in standardisierte Probeflaschen abgefüllt wurde (Abbildung 1).

Die Qualität der so gewonnenen Milchproben entsprach den zur Zeit der Untersuchungen gültigen Richtlinien für die Probenabfüllung in Milchsammelwagen (ADR, 1993). Den Anforderungen des ICAR für die Zwecke der Milchleistungsprüfung genügten sie jedoch nicht, weil die hierfür gültige Fehlergrenze nur in einem sehr schmalen Bereich der gemessenen Fettgehalte eingehalten wurde. Dieser Sachverhalt wurde vor allem auf die Verschleppung von Milchresten zwischen zwei Abfüllvorgängen zurückgeführt.

In weiteren Untersuchungsreihen wurden daher Änderungen der Abfüllanlage und der Handhabung der Steuerung geprüft, mit denen geringere Verschleppungsfehler erzielt werden sollten.

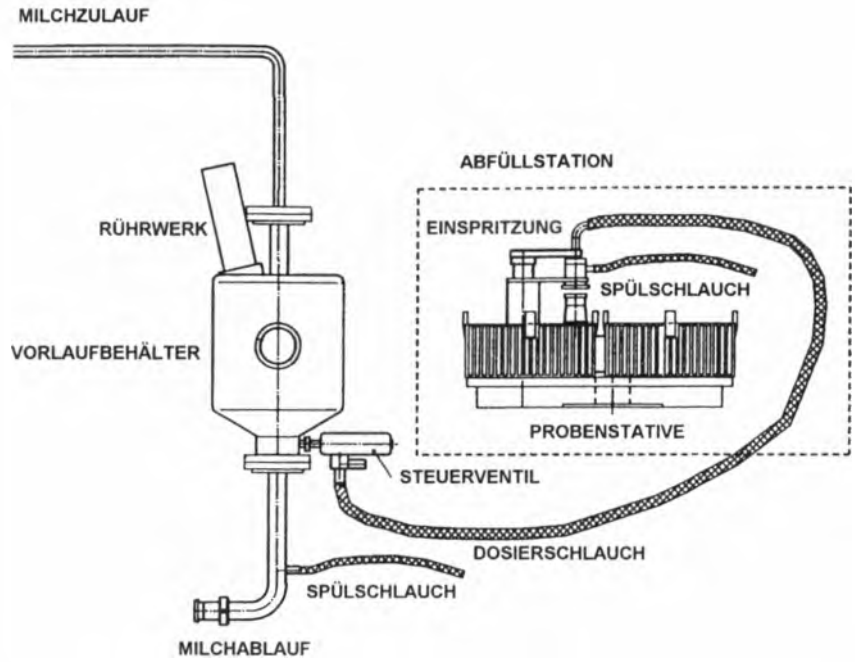


Abb. 1: Vorrichtung zur Abfüllung von Milchproben (schematisch)
Device for automatic preparation of milk samples (schematic)

2 Material und Methode

In der ursprünglich untersuchten Vorrichtung wurde die Menge der abzufüllenden Probe durch das Volumen eines Dosierschlauches zwischen dem Vorlaufbehälter für die Primärprobe und der Einspritzvorrichtung in die Probeflasche bestimmt. Die Probe selbst wurde mit Hilfe von Druckluft nach festgelegten Programmschritten in die Probeflasche gefüllt. Vor und nach dem eigentlichen Abfüllvorgang waren Spülvorgänge mit Druckluft eingeschaltet, welche die milchbenetzten Oberflächen von Milchresten befreien und deren Verschleppung zur folgenden Probe verhindern sollten.

In der ersten Stufe der fortführenden Untersuchungen wurde der Dosierschlauch durch einen Dosierbehälter ersetzt, der bei gleichem Volumen eine geringere milchbenetzte Oberfläche aufwies. In weiteren Versuchsreihen wurde untersucht, inwieweit das Ausspülen der nach dem eigentlichen Abfüllen verbliebenen Restmilch durch einen zweiten Abfüllvorgang bei leerem Vorlaufbehälter die Qualität der folgenden Milchprobe verbesserte. Schließlich wurden durch Umbaumaßnahmen Toträume im Vorlaufbehälter beseitigt, um die verschleppten Milchmengen weiter zu reduzieren.

Die Untersuchungen wurden mit jeweils 40 Liter frischer Mischmilch aus dem Versuchsgut Schädtbek der Bundesanstalt für Milchforschung durchgeführt, die im Transportbehälter bei Raumtemperatur (ca. 20 °C) etwa drei Stunden lang aufgerahmt waren. Anschließend wurden vom Boden des Behälters mit einer Schlauchpumpe unter weitestgehender Vermeidung von Turbulenzen vier Fraktionen mit unterschiedlichem Fettgehalt in Zwischenbehälter abgefüllt. Aus jeder Fraktion wurde nach jeweils gründlicher Durchmischung zunächst eine Referenz-

probe hergestellt. Schließlich wurden anhand eines für alle Untersuchungen einheitlichen Ablaufplanes Milchmengen von jeweils 1 Liter mit unterschiedlichem Fettgehalt zur Herstellung der Versuchsproben entnommen. Diese wurden unmittelbar in den Primärprobenbehälter umgefüllt. Die Fettgehalte der Referenzproben und der experimentell hergestellten Milchproben wurden jeweils unmittelbar nach Abschluß der Versuche in einem Analysengerät vom Typ MilkoScan (Hersteller: Foss-Electric, Hiller∅d (DK)) bestimmt.

Zur Auswertung der Versuche wurden die Differenzen des Fettgehaltes der Versuchs- und Referenzproben bestimmt und nach den Vorgaben des ICAR bewertet. Außerdem wurde der Einfluß des Fettgehaltes der vorausgehenden auf die jeweils untersuchte Probe ermittelt. Schließlich wurden die nach der eigentlichen Probenabfüllung ausgespülten Restmengen in Beziehung zum Fettgehalt der Proben gesetzt.

3 Ergebnisse

Insgesamt wurden 459 Paare von Milchproben mit einem durchschnittlichen Fettgehalt der Referenzproben von 4,53 % untersucht (Tabelle 1). Der mittlere Fehler des Fettgehaltes der Versuchs-proben überschritt bei keiner Versuchsanordnung die von ICAR gesetzte Grenze von +/- 0,05 % Fett. Auch die Standardabweichungen der Fehler blieben innerhalb des von ICAR gesetzten Limits von +/- 0,1 % Fett.

Tab. 1: Zusammenfassung der Meßergebnisse – Summary of results

	Referenz-probe	**Behälter, einfache Abfüllung**	**Behälter, doppelte Abfüllung**	**Schlauch, einfache Abfüllung**	**Schlauch, doppelte Abfüllung**	**Vorbehälter neu, doppelte Abfüllung**
	Fettgehalt (%)	Fehler (%Fett)	Fehler (%Fett)	Fehler (%Fett)	Fehler (%Fett)	Fehler (%Fett)
n	459	80	99	100	100	80
Mittel	4,527	-0,014	-0,009	-0,012	-0,009	0,016
s	1,169	0,065	0,067	0,073	0,058	0,034
r(Fehler/Fett)		-0,674	-0,649	-0,577	-0,561	-0,475

Die Korrelationskoeffizienten r zwischen Fehler der Proben und dem Fettgehalt der jeweiligen Referenzprobe waren bei allen Varianten signifikant. Daher wurde mit Hilfe linearer Regressionen der Fehler des Fettgehaltes bei den von ICAR festgelegten Grenzen von 2% Fett für den niedrigsten und 7% Fett für den höchsten zu berücksichtigenden Fettgehalt berechnet. Hier zeigte sich, daß die Fehlergrenze von +/- 0,05% Fett bei Gemelken mit Fettgehalten zwischen 2 und 7 % nur mit der zuletzt untersuchten Kombination eines auf geringe Restmengen optimierten Vorlaufbehälters mit einem Abfüllschlauch zur Dosierung der Milchprobe in Verbindung mit einem zweiten Abfüllvorgang eingehalten werden konnte (Abbildung 2).

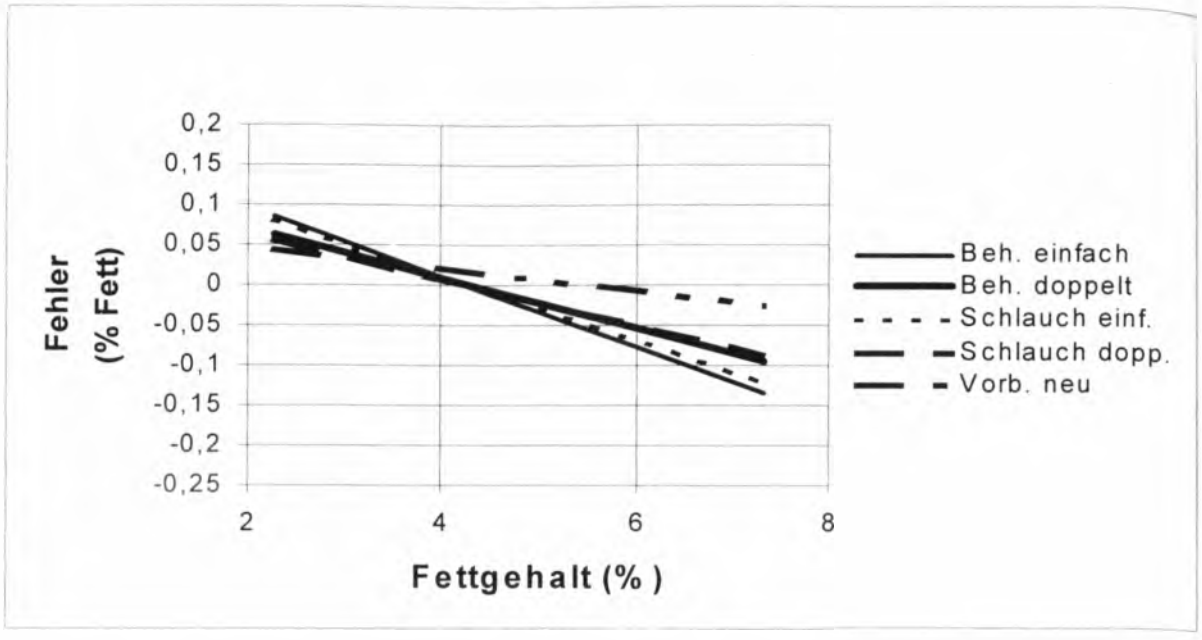


Abb. 2: Probenfehler in Abhängigkeit vom Fettgehalt des Gemelkes
Interaction of fat contents of milk with fat bias of samples

Zur Beurteilung der Verschleppung von Milchresten zwischen aufeinanderfolgenden Proben wurde der Fehler des Fettgehaltes einer Probe in Bezug zum Fettgehalt der jeweils vorausgehenden Probe gesetzt (Tabelle 2). Auch hierbei ergaben sich für alle untersuchten Varianten signifikant negative Korrelationen. Deutliche Unterschiede zeigten sich bei aufeinanderfolgenden Proben hinsichtlich der Differenzen der Fettgehalte, bei denen die vom ICAR tolerierten Abweichung von +/-0,05 % Fett eingehalten wurden. Unter diesem Aspekt war der für geringe Restmengen optimierte Vorlaufbehälter allen anderen Varianten überlegen.

Tab. 2: Einfluß der Verschleppung auf die Zusammensetzung der Proben
Influence of carry-over of milk on sample composition

	Behälter, einfache Abfüliung	**Behälter, doppelte Abfüllung**	**Schlauch, einfache Abfüllung**	**Schlauch, doppelte Abfüllung**	**Vorbehälter neu, doppelte Abfüllung**
r (Probenfehler/Fettgehalt der vorausgehenden Probe)	-0,77	-0,82	-0,74	-0,45	-0,61
Grenzdiff. (Fehler -0,05%)	1,07	1,56	1,08	1,96	5,12
Grenzdiff. (Fehler 0,05%)	-1,54	-1,79	-1,43	-1,77	-2,43

Die beim Nachspülen mit Druckluft ausgespülten Restmengen an Milch waren bei den weniger von Verschleppung betroffenen Versionen mit Dosierschlauch bzw. überarbeitetem Vorlaufbehälter größer als bei dem Dosierbehälter (Abbildung 3).

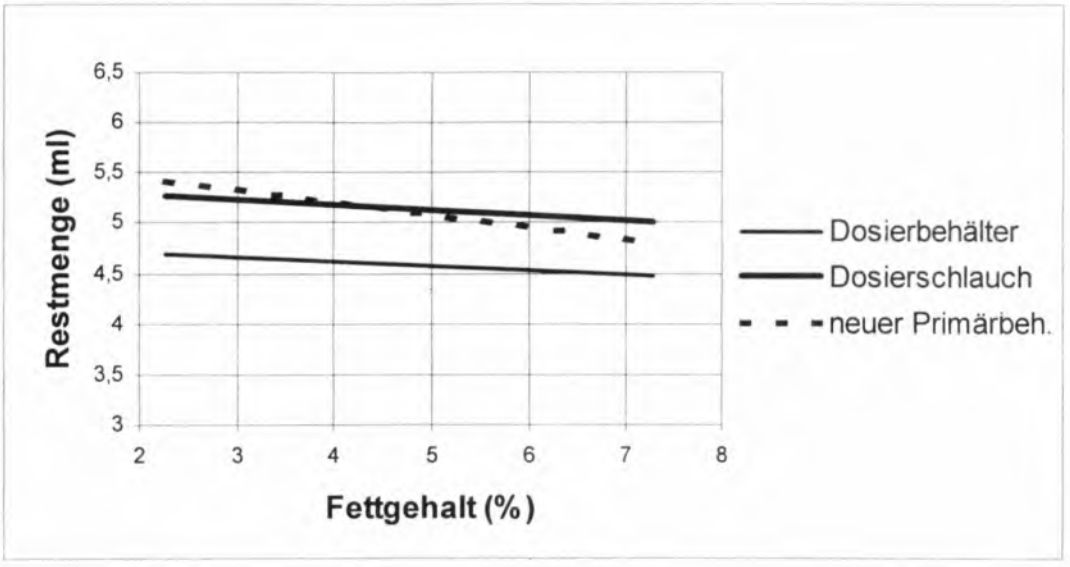


Abb. 3: Ausgespülte Restmilchmengen in Abhängigkeit vom Fettgehalt des Gemelkes
Interaction of fat contents in milk on the amount of residual milk obtained

4 Diskussion

Die Zusammensetzung von Milchproben für die Milchleistungsprüfung wurde in allen Untersuchungen an der beschriebenen Vorrichtung zur Probenabfüllung durch die Verschleppung von Milchresten beeinflußt.

Die im Vergleich zur Abfüllung mit Dosierbehälter trotz größerer milchbenetzter Oberfläche günstigeren Ergebnisse des Dosierschlauches ließen den Schluß zu, daß höhere Strömungsgeschwindigkeit und die Vermeidung von Spülschatten eine wichtige Rolle bei der Beschränkung des Verschleppungseffektes spielten. Störende Einflüsse des Vorlaufbehälters zur Speicherung der Primärprobe konnten durch glatte Oberflächen mit ausreichendem Neigungswinkel und durch Beseitigung von Toträumen deutlich vermindert werden.

Als wirksames Hilfsmittel zur Verbesserung der Probenqualität erwies sich neben den beschriebenen technischen Modifikationen die Einführung eines zusätzlichen Prozeßschrittes zum Ausspülen von Milchresten, die nach dem eigentlichen Abfüllvorgang in der Anlage verblieben waren.

5 Literatur

N.N. (1993): Richtlinie für die Prüfung der Probenahmegeräte in Milchsammelwagen. Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter (ADR), Bonn

N.N. (1995): The Approval of Milk recording Equipment. International Committee for Animal Recording (ICAR), Rome, Italy,

ORDOLFF, D.: (1997): Experiments on automatic preparation of milk samples in connection with milking robots, Computers and Electronics in Agriculture 17, 1, S. 133 - 137

6 Summary

Several experiments under laboratory conditions were executed to collect information on the influence of fat content in milk on the composition of automatically prepared milk samples. In general, fat content was too high in samples from milk with low fat content and was too low in samples from milk with high fat content. There was an obvious interaction of the bias with the fat content of milk delivering the previous sample. It was concluded that this observation was caused by carry over of milk between two consecutive sampling procedures.

The amount of carry over of milk was mainly caused by residual milk in areas with low flow speed, and to a lower degree by the surface in contact with milk. Sample accuracy was considerably improved due to reduction of carry over by technical modifications of the device resulting in better control of milk flow, and by additional procedures to remove residual milk.

Comparison of Different Milking Systems in Consideration of Udder Health

KÖTTING, CHRISTIANE[1]; SEUFERT, HERMANN[1]; WOLTER, WILFRIED[2]

[1]Institut für Landtechnik der Justus-Liebig-Universität Gießen, Braugasse 7, 35390 Gießen
[2]Staatliches Medizinal- Lebensmittel- und Verterinäruntersuchungsamt Mittelhessen, 35396 Gießen

1 Einleitung

Um die Schmerzen der Kühe beim Melken mit Melkröhrchen und Milchkatheter zu beseitigen, wurde bereits Mitte des letzten Jahrhunderts versucht, das Saugen des Kalbes mechanisch nachzuempfinden (SCHÜRMANN; 1996). Im Jahr 1895 wurde der erste Pulsator entwickelt, und seit dem Jahr 1903 ist der Zweiraum-Melkbecher bekannt. Seit Mitte der 20er Jahre dieses Jahrhunderts werden mit heute vergleichbare Melkmaschinen verwendet (HERRMANN; 1996). Heute arbeiten alle auf dem Markt erhältlichen Melkmaschinen nach dem gleichen System des Saug- und Entlastungstaktes. Sie unterscheiden sich lediglich in ihrer Ausstattung und ihrer Ausgestaltung.

Schmerzen wie zu Anfang der Mechanisierung des Milchentzugs braucht heute keine Kuh mehr zu erleiden. Dennoch arbeiten die Melkmaschinen heute nicht schmerzfrei für die Tiere. Erkennbar ist dies einerseits am Verhalten der Tiere während des Melkens, andererseits auch an den hohen Abgangsraten aufgrund von Eutererkrankungen. Laut ADR-Jahresbericht liegt diese noch immer bei etwa 15% und ist damit die zweithäufigste nach den Abgängen wegen Fruchtbarkeitsstörungen. Nach Prüfungen des Landeskontrollverbandes Sachsen-Anhalt sind bis zu 50% aller neuen Melkanlagen nicht ordnungsgemäß installiert. In den letzten Ausgaben von Fachzeitschriften wird wiederholt auf die durch Fehler in der Melktechnik verursachten Eutererkrankungen aufmerksam gemacht. Auch wenn das geometrische Mittel der Zellzahlen in der Anlieferungsmilch in Hessen bei etwa 180.000 liegt, bereitet die Einhaltung der in der Milchverordnung festgelegten Grenzen bezüglich des Zell- und Keimgehaltes vielen Betrieben Schwierigkeiten. Doch nicht erst durch das Ablieferungsverbot entstehen dem Landwirt Kosten, sondern Kosten entstehen bereits durch Eutergesundheitsstörungen, die sich in Milchminderleistung, nicht verwertbarer Milch, Bestandserneuerung, Arzneimittel usw. auswirken. Die Verluste können bis zu 400 DM pro Kuh und Jahr betragen (KLEINSCHROTH, RABOLD, DENEKE; 1994).

2 Material und Methode

Die für den Versuch zur Verfügung stehenden acht Betriebe wurden vom Eutergesundheitsdienst Gießen und dem Institut für Landtechnik der Justus-Liebig-Universität Gießen ausgesucht. Sie sollten sich durch ihr verwendetes Melksystem, die Melkstandgröße oder den Hersteller unterscheiden.

Auswahl der Versuchsbetriebe
Um eine Vergleichbarkeit der Betriebe erreichen zu können, mußten diese eine Herdendurchschnittsleistung von über 7500 kg Milch/Kuh aufweisen. Aufgrund der hohen

Milchleistung konnte so auch von einem guten Fütterungs- und Herdenmanagement ausgegangen werden. Die Haltung der Kühe erfolgte in Boxenlaufställen mit Hochboxen, wobei diese entweder mit Matratzen und Einstreu versehen bzw. nur eingestreut waren. Ausnahme hiervon war der Betrieb mit Rohrmelkanlage, der seine Tiere in Anbindehaltung auf Kurzständen hielt. Auf allen Betrieben wurden die Liegeboxen zweimal täglich gereinigt. Die Betriebe mußten frei von kontagiösen Streptokokken (*Sc. agalactiae, Sc canis*) sein, und die Viertelinfektionsrate mit *Staph. aureus* durfte nicht höher als 5% liegen.

Auswahl der Versuchstiere
Um ausschließlich unbelastete und eutergesunde Tiere in den Versuch mit einzubeziehen, wurden auf jedem Betrieb 9 bis 12 eutergesunde Erstkalbinnen und gegebenenfalls auch Zweitkalbinnen ausgewählt. Diese gehörten alle der Rasse Schwarzbunt an und hatten den in der heutigen Hochleistungszucht üblichen hohen HF-Anteil. Um den Einfluß der Jahreszeit vernachlässigen zu können, lag der Abkalbezeitraum der ausgewählten Tiere zwischen Dezember '96 und Januar '97. Tiere, die während der Versuchszeit ausschieden, wurden für das Ergebnis nicht berücksichtigt.

Versuchsdurchführung
Um Veränderungen in der Eutergesundheit vergleichbar machen zu können, mußten alle Melkanlagen fehlerfrei arbeiten. Melkanlagen, die nicht kurz vor Beginn des Versuches durch den Hessischen Verband für Leistungsprüfung nach DIN/ISO 5707 überprüft wurden, sind vom Institut für Landtechnik und der Verfasserin auf die fehlerfreie Funktion hin überprüft worden.
Vor dem Versuchsbeginn wurde außerdem auf jedem Betrieb eine Bestandsbeprobung durch den Eutergesundheitsdienst Gießen durchgeführt. Dabei wurden von allen laktierenden Kühen Viertelanfangsgemelksproben genommen und anschließend zytobakteriologisch im zentralen Milchlabor des Staatlichen Medizinal-, Lebensmittel- und Veterinäruntersuchungsamtes Mittelhessen mittels Fossomatic nach IDF-Standard ausgewertet.

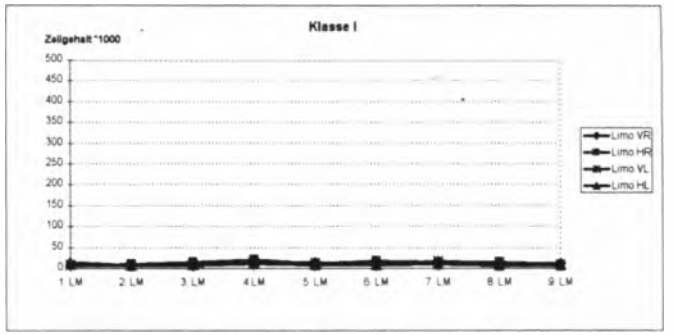
Im Versuchszeitraum von Dezember '96 bis September '97 wurden monatlich auf jedem Betrieb von allen Versuchstieren über eine Laktation Viertelanfangsgemelksproben genommen und zytobakteriologisch ausgewertet.

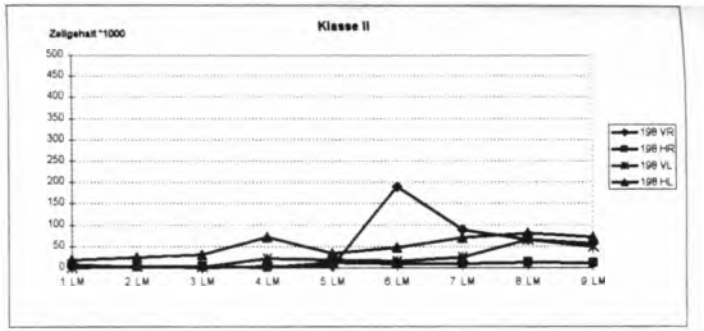
Nach Beendigung der monatlichen Probenahme wurde auf jedem Betrieb eine zweite Bestandsuntersuchung durchgeführt.

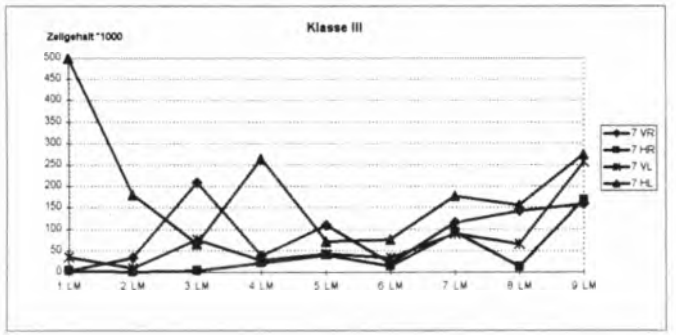
3 Ergebnisse

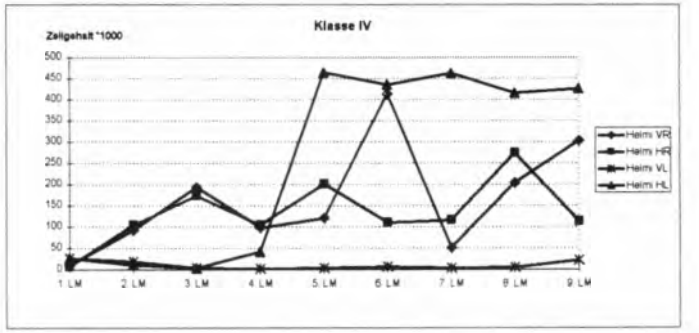
3.1 Ergebnisse der Zellzahluntersuchungen

Es konnten fünf Klassen von Zellzahlverläufen über eine Laktation unterschieden werden. In Abbildung 1 sind Beispiele für jede Klasse dargestellt. In die ersten beiden Klassen sind die Tiere eingestuft worden, die während der Laktation keine oder maximal eine einmalige Zellzahlerhöhung hatten. Tiere, die auf einem Viertel eine Euterentzündung hatten, wurden in Klasse III eingestuft, wobei die Grenze zwischen eutergesund und euterkrank auf 150.000 Zellen/ml Milch festgelegt wurde. In Klasse IV lagen die Zellzahlen mindestens eines Viertels im Bereich zwischen 150.000 und 500.000. Im Unterschied dazu traten in Klasse V auf allen vier Vierteln Euterentzündungen auf, wobei die Zellzahlen von mindestens einem









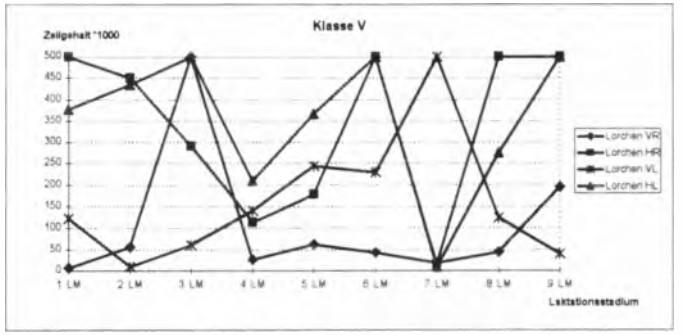


Abb. 1: Einteilung der Zellzahlverlaufstypen in Klassen
Arrangement of the somatic cell courses in classes

Viertel höher als 500.000 waren. Zellgehalte von über 500.000 wurden für die graphische Darstellung durch 500.000 ersetzt.

Die Anzahl der Versuchstiere in den verschiedenen Klassen variierte in den Betrieben sehr stark. Lediglich in zwei Betrieben hatten weniger als 50% der Tiere Eutergesundheitsstörungen. Dagegen blieb in zwei Betrieben kein Tier frei von Zellzahlerhöhungen. In einem Betrieb mußten 90% der Färsen als euterkrank eingestuft werden. Dabei konnten Abhängigkeiten von der Melkstandgröße und dem Alter der Melkanlage gefunden werden.

Der Anteil der Kühe in den einzelnen Klassen, unabhängig von den Betrieben, ist aus Abbildung 2 ersichtlich.

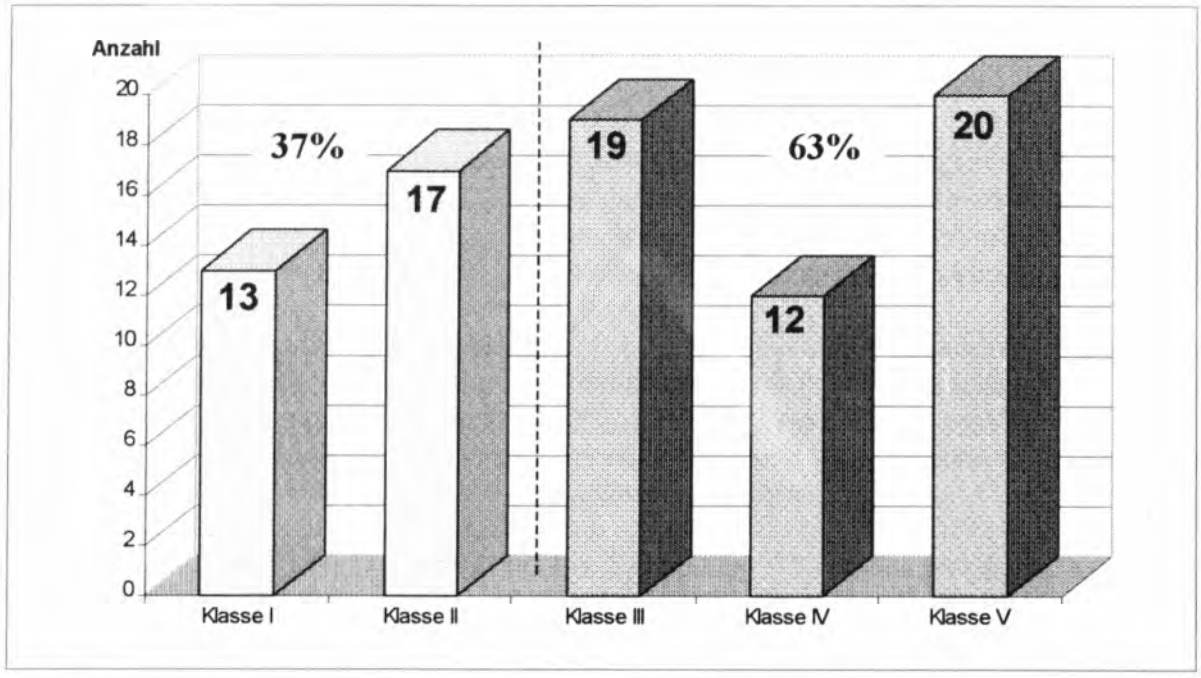


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Klassen (n=81)
Frequency Distribution of the Classes (n=81)

Von den 81 Versuchstieren sind lediglich 13 frei von jeglicher Zellzahlerhöhung geblieben. Dagegen konnten bei 19 Tieren im Laufe der Laktation Eutergesundheitsstörungen auf einem Viertel und bei weiteren 20 Tieren Eutergesundheitsstörungen auf mehreren Vierteln festgestellt werden. In den eutergesunden Klassen I und II befanden sich nur 37% der Versuchstiere, wohingegen 63% aller Versuchstiere innerhalb der ersten Laktation an Mastitis erkrankten.

3.2 Mikrobiologische Ergebnisse

Bestandsuntersuchungen
Sowohl vor als auch nach dem Versuchszeitraum lag die *Staph. aureus* Prävalenz unter 5%, Umweltstreptokokken konnten jedoch in hohem Maße gefunden werden. Die Viertelinfektionsrate mit *Koagulase-negativen Staphylokokken* und *Äskulin-positiven Streptokokken* lag bei Milchproben mit mehr als 100.000 Zellen/ml im Durchschnitt bei 30%.

Monatliche Viertelgemelksprobennahme
Die Infektionsrate mit Umwelterregern war während des Versuchszeitraumes sehr hoch. Die durchschnittliche Infektionsrate mit *Koagulase-negativen Staphylokokken* lag bei 58%, mit *Äskulin-positiven Streptokokken* bei 29% aller Euterviertel. Die Zeitpunkte der Infektionen sind in der nachfolgenden Abbildung 3 dargestellt.

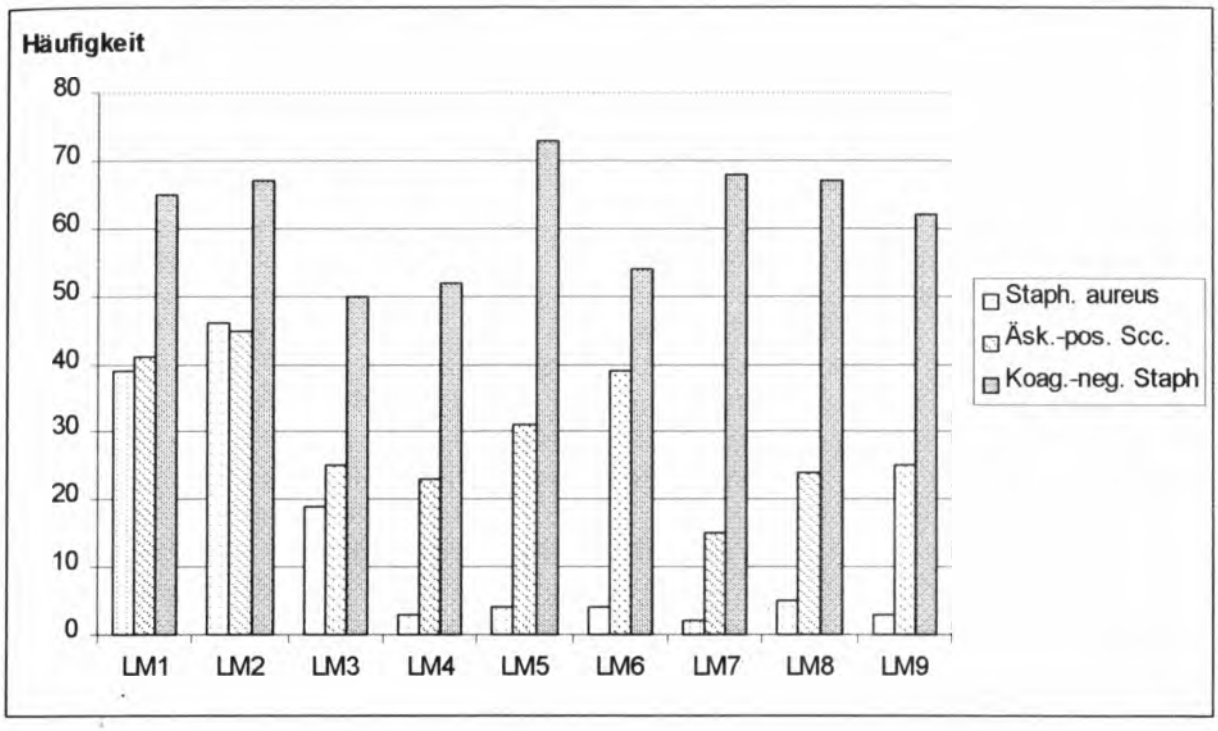


Abb. 3: Zeitpunkte der Infektionen
Time of Infection

Staph. aureus wurde gehäuft in den ersten drei Laktationsmonaten nachgewiesen. Dieser kontagiöse Mastitiserreger konnte durch rechtzeitige Diagnose und entsprechend gezielte Behandlung schnell unter Kontrolle gebracht werden, so daß im weiteren Verlauf des Versuches die wenigen mit *Staph. aureus* infizierten Viertel die massiven Eutergesundheitsstörungen nicht erklären können.

Dagegen sind die Infektionen mit umweltassoziierten Erregern über die ganze Laktation verteilt. Über den gesamten Versuchszeitraum waren mehr als 25% aller Euterviertel mit einem dieser Erreger infiziert. Insbesondere die Gruppe der Umweltstreptokokken bereitete

Schwierigkeiten, da diese Erreger häufig resistent gegenüber der Antibiotikabehandlung sind. Dadurch entstehen erhebliche wirtschaftliche Einbußen durch Wartezeit und Behandlungskosten. Die Häufigkeit des Nachweises und die Neuinfektionsrate mit *Äskulin-positiven Streptokokken* können als Indikatorkeime für die Beeinträchtigung der Abwehrfunktion des Strichkanals gegenüber der Umwelt angesehen werden. Diese Schwächung der Abwehrfunktion kann insbesondere durch Beanspruchung der Zitze während des Melkens auftreten.

Da die Betriebe frei von kontagiösen Mastitiserregern waren, ist der Melkvorgang zur Gesunderhaltung der Milchdrüse von entscheidender Bedeutung gewesen.

4 Literatur

SCHÜRMANN, T. (1996): Milch – zur Geschichte eines Nahrungsmittels. In: OTTENJANN, H. UND ZIESSOW, K.H. (Hrsg.): Die Milch. Cloppenburg

HERRMAN, K. (1996): Vom Röhrchen zum Roboter – Die Geschichte der Melkmaschine. In: OTTENJANN, H. UND ZIESSOW, K.H. (Hrsg.): Die Milch. Cloppenburg

KLEINSCHROTH, E., RABOLD, K. UND DENEKE, J. (1994): Mastitis. top agrar extra, S. 11

5 Summary

Object of this work was to examine possible effects of different milking systems on udder health. Over one lactation the cell content was examined by means of monthly milk samples of each quarter. By this the course of cell numbers was shown for not handicapped first calf cows.

The courses were divided into 5 different classes. The main share of cows was in the classes that indicated a clinical or subclinical mastitis or at least a disorder in udder health. The number of cows in the different classes varied between the examined farms. Only on two farms most cows were without diseases, on one farm nearly all cows had an inflammation of the mammary glands.

By this dependencies were found on udder health on one side and size and age of the milking parlour on the other side.

As all farms were free of infectious germs milking was of decisive importance for udder health.

Quality system for the maintenance of milking machine installations

SONCK, BART

Department of Mechanisation, Labour, Buildings, Animal Welfare and Environmental Protection, Agricultural Research Centre-Gent, Burg. Van Gansberghelaan 115, 9820 Merelbeke, Belgium

1 Introduction

In 1996, new ISO international standards for milking machine installations were introduced: ISO 3918 (Vocabulary), ISO 5707(Construction and performance), ISO 6690 (Mechanical tests). These standards apply to both new installations and to the periodic tests of installations to check their efficiency of operation. Regular testing, service and maintenance of milking equipment is essential to maintain excellent mechanical performance, to improve the speed and completeness of milking and to improve mastitis control (Graeme, 1998). The occurrence of mastitis is influenced by the efficiency and functioning of milking machine components. The milking machine plays an important role in the hygienic quality of the milk whereas financial losses can mainly be attributed to inefficiency. In view of the new ISO standards and the importance of maintenance of milking installations, the Department and the Federation FEDAGRIM – Working Group "Preventive Maintenance" started a project in connection with quality control on milking installation maintenance. The project aims at organising a large scale programme to train and support milking machine technicians, to improve the maintenance service and to promote periodic milking installation check-up to dairy farmers. Each milking machine should be fully tested and serviced at least once a year.
The main goals of the project are:

1) Calibration of the test equipment used by technicians for dry tests and milking-time tests of milking installations;
2) Evaluation of the technicians' reports of the measurements on milking installations;
3) Organisation of courses for milking machine technicians;
4) Organisation of an annual symposium for milking technicians;
5) Study of the influence of maintenance frequency of the milking installations on milking quality and subsequently on milk quality;
6) Studies on milking installations and milking quality.

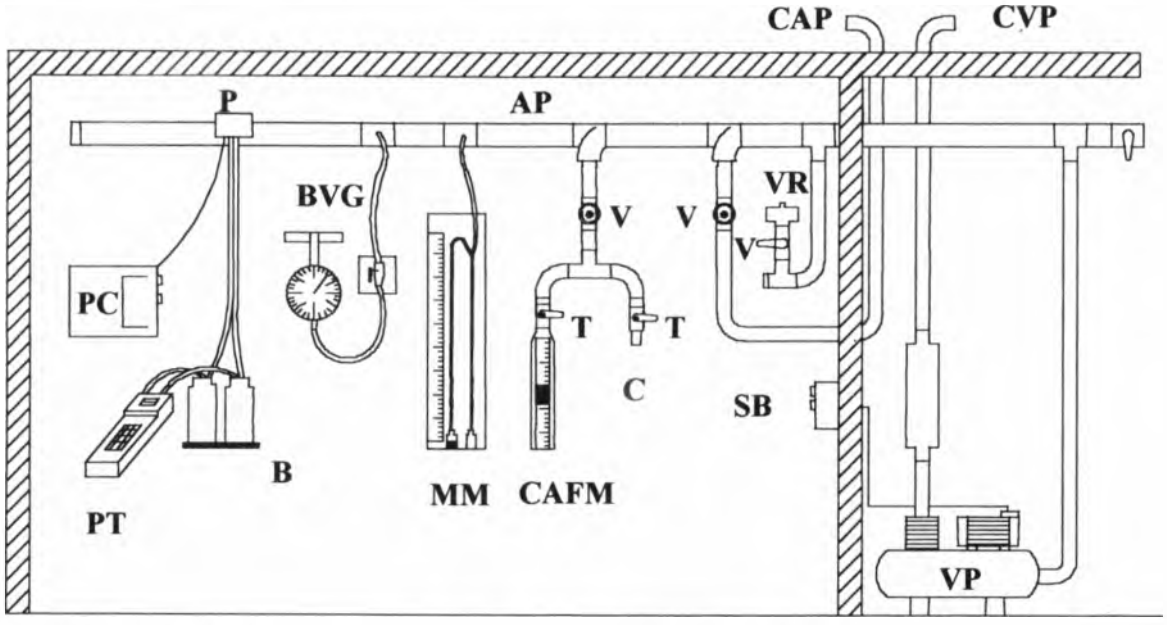
This paper focuses on the first and second goal.

2 Calibration of the test equipment of milking technicians

2.1 Test installation

The test installation, shown in figure 1, is suited to calibrate three types of test equipment of milking technicians: vacuum gauge, air flowmeters and pulsator testers. The test installation works with a vacuum pump (1150-1300 litres/min of free air; 900 rpm). The test installation

is equipped with the following components: a vacuum regulator, a clean air line with two air regulation valves, a Y-shaped vacuum pipeline with connection points for a calibrated air flowmeter (type tube and float: max. capacity of 1290 litres/min) and air flowmeters to calibrate, a mercury vacuum gauge, a calibrated needle pressure sensor with a measuring range +/- 70 kPa (Dimed, type PDCR 810), connection points for vacuum gauges to calibrate, one pulsator controlled by an electronic pulsator controller with a variable pulsation ratio (50/50; 55/45; 60/40; 65/35) and pulsation rate (50 or 60 pulses/min). The electronic pulsator controller has the following controls: simultaneous, alternate or cascade pulsation. The teat cups are simulated by means of two half-litre bottles to which left and right channel of the pulsator tester are connected.



AP	= air line	**P**	= pulsator
B	= half-litre bottles	**PC**	= pulsator controller
BVG	= Bourdon vacuum gauge	**PT**	= pulsator tester
C	= connection points for air flowmeters	**SB**	= switchboard
CAFM	= calibrated air flowmeter	**T**	= tap
CAP	= clean air line	**V**	= valve
CVP	= cut-out vacuum pump	**VP**	= vacuum pump
MM	= mercury manometer	**VR**	= vacuum regulator

Fig. 1: Scheme of the test installation for test equipment calibration of milking technicians

2.2 Test equipment

Measurement of vacuum level:
The instrument used for measuring vacuum level shall have an accuracy of at least $\pm$ 0.6 kPa and a repeatability of at least $\pm$ 0.3 kPa. A vacuum gauge of accuracy class 1.0 will usually meet this requirement if calibrated at a vacuum level close to that measured. The accuracy class is the maximum permissible error expressed as a percentage of the pressure range for the gauge (ISO 6690:1996E). In view of the differences in pressure range of different vacuum gauges, we accept a maximum deviation of a vacuum gauge of 1 kPa. Three types of gauges were calibrated: Bourdon, mercury and electronic vacuum gauges.

Measurement of air flow:
The instrument used for measuring air flow shall have a maximum error of 5% of the measured value and a repeatability of 1% of the measured value or 1 l/min, whichever is the greater, over a vacuum range of 30 kPa to 60 kPa and for levels of atmospheric pressure from 80 kPa to 105 kPa (ISO 6690:1996E)
The air flowmeters on our test installation are usually calibrated at a vacuum level of 50 kPa and at an air flow of 645 litres/min (50% of the measuring range of a calibrated air flowmeter). The maximum allowable deviation for air flowmeters with a float amounts to 3% of the measuring range, whereas that of air flowmeters with little holes is 20 litres/min + 3% of the measured value. In practice, we adjust flowmeters with deviations larger than 20 litres/min, if possible.

Measurement of pulsation characteristics:
The instrument used for measuring pulsation characteristics, including connection tubes, shall have an accuracy of $\pm$ 1 pulse/min for measuring pulsation rate and an accuracy of $\pm$ 1 unit of percentage for measuring the pulsation phases and the pulsator ratio (ISO 6690:1996E).
On the test installation, we compare the measured values of the pulsator tester to calibrate with the standard values of the test installation for different pulsation rates and ratios.

2.3 Results of the test equipment calibration

The test equipment was calibrated in June 1998. In total, 89 pulsator testers, 87 vacuum gauges and 83 air flowmeters were offered for calibration. In total, 66% of the equipment was immediately approved and 20.8% was approved with a remark. The latter means that the measuring device was good with respect to the measuring accuracy but that the general condition in which the device was offered, was not as it should be (e.g. bad protection of the device during transport; pointer of Bourdon vacuum gauge not fixed during transport; battery of pulsator tester needs charging; etc.). In total, 12% of the test equipment showed deviations larger than permitted according to the ISO standard. Only 1.2% of the test equipment was rejected for further use, i.e. 1 pulsator tester and 2 vacuum gauges. Figure 2 shows the calibration results of pulsator testers, vacuum gauges and air flowmeters. The figures in the bars are the absolute numbers of devices approved with or without remark, adjusted or rejected. Two vacuum gauges and one pulsator tester were rejected.
The results indicate that test equipment calibration is really necessary to guarantee accurate measurements on machine milking installations. In fact, in comparison with the milking installation, the test equipment of the technicians should be calibrated at least once a year.
Each approved measuring device receives a sticker with a quality label, the calibration year and a registration number. It is a guarantee to the farmer that its milking installation is tested with accurate measuring devices. The results of the calibration are stored in a computer database (MS Access program). A calibration report is made for each set of test equipment (air flowmeter, vacuum gauge and pulsator tester) and is sent to the technician and the company. The milking machine companies have to follow-up their technicians: rejected test equipment should be replaced.

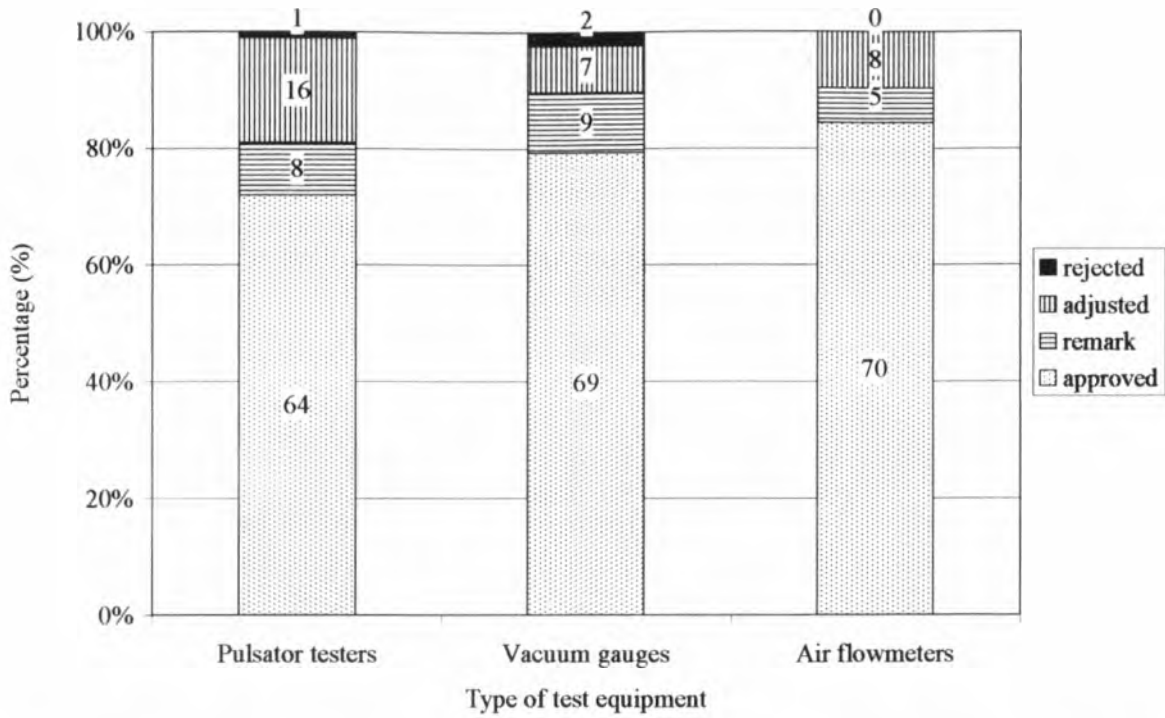


Fig. 2: Results of the calibration of 89 pulsator testers, 87 vacuum gauges and 83 air flowmeters of milking machine technicians

3 Assessment of milking system evaluation and advice forms

Since the introduction of the new ISO standards for milking machine installations the Belgian Working Group developed a new milking system evaluation and advice form (EAF). The new EAF contains six headings. Heading 0 summarises the general characteristics of the milking machine installation and its components, the milk quality, the herd size and the identification of the farmer. Heading 1 is related to the installation vacuum and regulation sensitivity. Effective and manual reserve, regulator leakage, leakage through components, air line and milk system leakages are subjects of heading 2. Heading 3 describes the vacuum drop in the air line. The type of pulsator system, the sequence of the milking stalls and the results of the pulsation tests are mentioned under heading 4. Finally, heading 5 contains the results of a general check of milking machine components like milk meters, ACR, cleaning system, rubber parts, entrance and exit doors etc.

In order to improve the maintenance quality of milking machine installations, it was decided to evaluate also the maintenance technicians. Therefore, all the EAFs of 1997 were collected. A sample of five EAFs of each technician was taken at random and the selected EAFs were reviewed. The EAFs were evaluated on their completeness of filling in the various headings, on the measurements and the interpretation as well as on the conclusions, the remarks and advices by the technician. A score from 0 to 10 was given for each heading. The various headings are weighted in relation to their importance and are all considered in the final assessment. The most important subjects are heading 2 with the air leakage of different components and the measurement of the effective reserve, and heading 4 with the measurement of the pulsation system characteristics. The appreciation score for a technician is the average of the scores of the five selected EAFs. Table 1 shows the results of the

evaluation, done in 1998 and based on the EAFs of 1997. The weighted average was 6.2. Remarkable was the bad score for heading 3 concerning the vacuum drop in the air line. Most technicians did not fill it in because they really did not know how to measure and calculate the vacuum drop in the air line. The rather bad score for heading 1 can be explained by incompleteness, lack of assessment, and the absence of advice to the farmer. The bad score of heading 2 has to do with wrong calculations of the ISO standards (maxima and minima), wrong interpretation and lack of good assessment, while advice to the farmer was often reglected. Heading 0 was often incomplete. Headings 4 and 5 were good. A low total score for the technicians does not necessarily indicate that the quality of maintenance is bad. However, incomplete EAFs increase the likelihood of overlooking something.

Tab. 1: Assessment of the milking system evaluation and advice forms, 1998

Sub-division	**Weighting factor (%)**	**Score**
Heading 0	5	6.6
Heading 1	10	5.3
Heading 2	35	5.6
Heading 3	10	1.2
Heading 4	30	8.3
Heading 5	10	7.1
Total score Weighted average (n=52)	**100**	**6.2**

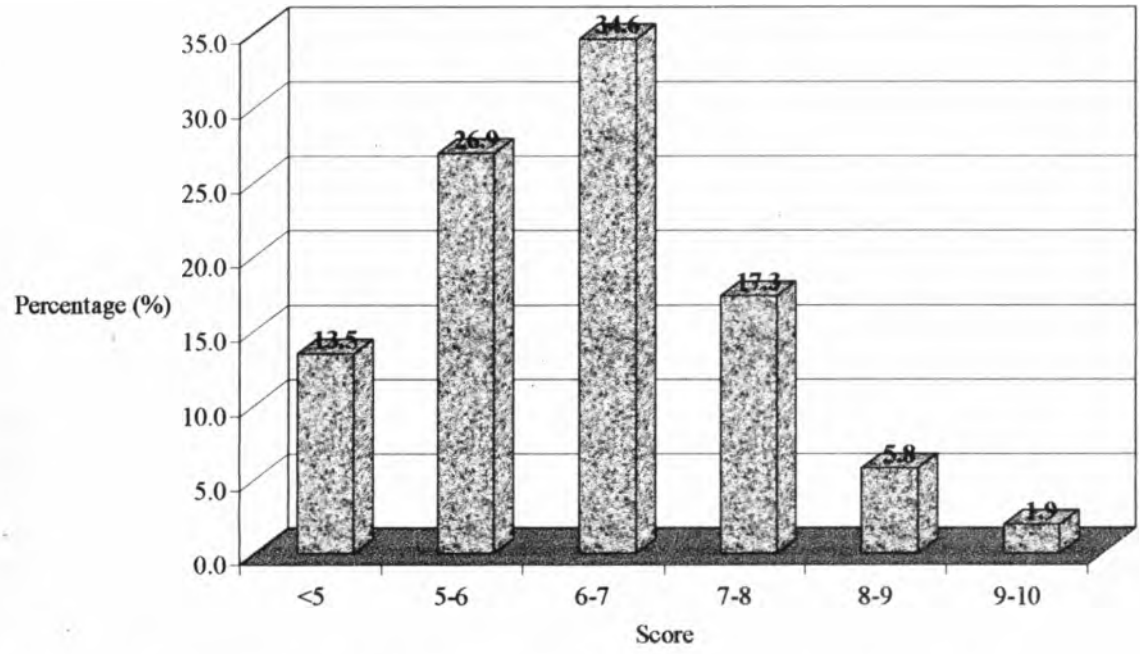


Fig. 3: Frequency distribution in % of the evaluation of 52 maintenance technicians

Figure 3 shows the frequency distribution in percentage of the evaluation of 52 maintenance technicians. In fact 13.5% of the technicians did not succeed (score < 5). Most technicians

received a score between 6 and 7, namely 34.6%. The highest score was 9.14. These EAFs were nearly perfect. All technicians were invited to discuss the assessment of their EAFs. Unclear subjects of the EAF were explained and agreements were made on how to complete the EAF in the future. At the end of this year, all EAFs of 1998 will be collected and the technicians will be re-evaluated.

4 The use of EAFs as study material

The centralized collection of all the EAFs written out in Belgium has the advantage that data on the forms can be used as study material. In total, we collected 2532 forms, 242 of which were used for the assessment of the technicians. These documents were used to study the condition of the pipeline milking machines in stanchion barns and milking parlours and how these installations could meet the new ISO standards. As a number of EAFs were incomplete, only 173 EAFs could be used in this study: 56 stanchion barns and 117 milking parlours. Table 2 shows the results of this survey.

Tab. 2: Defects in pipeline milking machines in stanchion barns and milking parlours

Components	Stanchion barns n= 56	Milking parlours n = 117
Regulation Sensivity	2	0
Effective Reserve	44.4	15.4
Leakage of Regulator	11.1	11.1
Leakage of Claws	24.5	34.8
Leakage of Milk line	33.3	19.3
Leakage of Air line	52.3	31.4
Pulsators	33.3	5.8

In general, more defects appeared in stanchion barns than in milking parlours. In both, air leakage of claws, milk line and air line were frequently measured and needed to be repaired. 44.4% of the pipeline milking machines in stanchion barns did not meet the ISO standards for effective reserve, only 15.4% in milking parlours did not. Although, farmers will not replace their vacuum pump for this reason, we advised the technicians to write this shortcoming as a special remark on the EAF in the future. In one third of the stanchion barns, pulsators show too large deviations according to the ISO standards, only 5.8% did in milking parlours. The figures show clearly that a regular (at least once per year) maintenance of the milking machine installation is really necessary. In addition, immediate additional testing and service is recommended if (1) cows appear to milk slowly, unevenly or incompletely; (2) teatcups slip or fall frequently; (3) teat condition is poor; (4) or if cows appear nervous or uncomfortable (Mein, 1998).

5 Conclusions

1. The results of the test equipment calibration show that about 14% of the test equipment was working inaccurately according to ISO standards. In view of these results it is imperative that all test equipment of the technicians is calibrated at least once per year.
2. The evaluation of the EAFs of the maintenance technicians resulted in a weighted average score of 6.2. About 13.5% of the technicians failed the test and need certainly additional training.
3. The study of the EAFs proves that a yearly maintenance of a milking installation is really necessary. A yearly check-up of the installation, including a dry test, will be performed as a standard part of integrated quality systems for milk.

6 Literature

ISO 3918 (1996): Milking machine installations - Vocabulary.

ISO 5707 (1996): Milking machine installations - Construction and performance.

ISO 6690 (1996): Milking machine installations – Mechanical tests.

MEIN, G.A. (1998): Testing Milking Machines, National Mastitis Council Seminar, January, St-Louis, Missouri, USA.

7 Summary

In 1996, new ISO international standards for milking machine installations were introduced. To meet these standards in practice, the Working Group "Preventive Maintenance" with representatives of each milking machine company started the quality control on maintenance of milking installations. Therefore, the Department at Merelbeke, started to calibrate the test equipment of the maintenance technicians and to evaluate technicians' reports of their measurements during the maintenance. The results of the test equipment calibration and the appreciation scores of the technicians are described and discussed in this paper. The milking system evaluation and advice forms (or reports) were used to study the frequency of defects in pipeline milking machines. More defects were observed in stanchion bars than in milking parlours.

Tier- und Melkverhalten bei automatischen Melksystemen - Ergebnisse von Einsatzuntersuchungen mit Einboxenanlagen

Animal and milking behaviour on automatic milking systems - results of field investigations with single box systems

WENDL, GEORG[1]; SCHÖN, HANS[1]; HARMS, JAN[1]; PURUCKER, STEFAN[1]; PIRKELMANN, HEINRICH[2]

[1] Bayer. Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan
[2] Bayer. Landesanstalt für Tierzucht, Grub

1 Einleitung

Das automatische Melken ist ein weiterer konsequenter Schritt bei der Anwendung der Elektronik in der Milchviehhaltung und stellt eine Ergänzung bisheriger rechnergestützter Systeme zur Tiererkennung, Fütterung, Leistungserfassung und Herdenüberwachung dar. Bei automatischen Melksystemen werden die bisher beim Melken noch vom Menschen auszuführenden Tätigkeiten der Euterreinigung und des Melkzeugansetzens von einem Handhabungsautomaten übernommen. Dadurch ist der Landwirt nicht mehr physisch an das Melken gebunden, so daß die Bindung an feste Melkzeiten entfällt und eine Verringerung der Arbeitszeit sowie der physischen Arbeitsbelastung möglich wird.

Erste automatische Melksysteme wurden 1992 in Praxisbetrieben installiert (ROSSING, 1997). Inzwischen sind es weltweit mehr als 200 Anlagen (VEAUTHIER, 1998), wobei die Mehrzahl der Anlagen in den Niederlanden eingesetzt wird. Derzeit werden von vier Herstellern (Prolion, Manus, Lely und Fullwood) automatische Melksysteme angeboten, weitere Hersteller (z. B. Alfa Laval und Westfalia) befinden sich kurz vor der Markteinführung (ARTMANN, 1998). Vom Prinzip her können die bekannten Systeme in Einboxen-Kompaktanlagen und Mehrboxenanlagen unterschieden werden (SCHÖN, 1997). In diesem Beitrag wird über Einsatzerfahrungen mit Einboxen-Kompaktanlagen (System Lely) berichtet.

2 Material und Methode

Eine Einboxen-Kompaktanlage stellt eine autonome Einheit dar, bei der jede Melkbox mit einem eigenen Handhabungssystem und mit einer eigenen Melktechnik ausgerüstet ist und im wesentlichen aus folgenden Hauptkomponenten besteht:

- Melkbox mit Handhabungssystem für die Euterreinigung, die Positionsbestimmung der Zitzen und zum Ansetzen und Abnehmen der Melkbecher
- Kraftfutterdosieranlage mit elektronischer Tiererkennung
- konventionelle Melk- und Spültechnik (Vakuumaggregat, Milchpumpe, etc.)

- Sensorsystem zur Messung der Leitfähigkeit der Milch, des Milchflusses und der Milchmenge
- Prozeßsteuerungssystem
- PC-gestütztes Herdenmanagement
- sonstige Komponenten (Druckluftanlage, Alarmsystem, etc.).

Eine spezielle Selektionseinrichtung vor dem Melken wie bei Mehrboxenanlagen ist nicht vorhanden. Die Entscheidung, ob eine Kuh gemolken wird oder nicht, wird erst in der Melkbox getroffen. In der Melkbox wird nur Kraftfutter verabreicht, wenn eine Melkung erfolgen soll (WENDL, 1997).

Die Ergebnisse basieren auf Beobachtungen und Erhebungen in drei Praxisbetrieben, die mit einer Melkbox etwa 40 bis 50 Kühe (Rasse Fleckvieh und Schwarzbunt) gemolken haben. Aufgrund der unterschiedlichen Stallgrundrisse der einzelnen Betriebe ist auch der Kuhumtrieb verschieden; ein Betrieb praktizierte einen gelenkten Kuhumtrieb, zwei Betriebe hatten einen teilweise gelenkten Kuhumtrieb. Den Kühen stand das automatische Melksystem 24 Stunden lang mit Ausnahme der Spül- und Reinigungszeiten zur Verfügung. Alle Betriebe praktizierten ganzjährige Stallhaltung mit Silagefütterung. Die Herdenleistung lag zwischen 6.000 und fast 8.000 kg Milch Jahresleistung.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Verteilung der Melkungen während des Tages

Die Anzahl Melkungen pro Tag wird prinzipiell bestimmt von der Herdengröße, der Milchleistung, dem individuellen Tierverhalten, dem gewählten Schwellenwert für die Melkberechtigung und der Häufigkeit, wie oft Kühe zur Melkbox getrieben werden müssen. In den untersuchten Betrieben wurden täglich zwischen 100 und 120 Melkungen durchgeführt. Die Melkungen verteilten sich nicht gleichmäßig über den ganzen Tag, sondern zeigten eine gewisse Tagesrhythmik mit einer höheren und niedrigeren Melkfrequenz zu bestimmten Tages- und Nachtzeiten (Abb. 1). Die zu den Stallarbeitszeiten üblicherweise vorhandene Melkfrequenz kann u. U. dadurch erhöht sein, daß der Landwirt Problemkühe aktiv zum Melken holen muß.

Allen Betrieben ist gemeinsam, daß die minimale Melkfrequenz mit etwa 2 bis 3 Melkungen pro Stunde in den frühen Morgenstunden lag - eine Zeitraum, in der Rinder normalerweise eine geringe Aktivität zeigen (PIRKELMANN, 1992). Die maximale Melkfrequenz lag in den Morgen-, Nachmittags- oder Abendstunden bei etwa 6 bis 7 Melkungen pro Stunde; als maximal mögliche Melkfrequenz pro Stunde wurden etwa 8 Melkungen beobachtet. Zum Zeitpunkt der Milchabholung sank die Melkfrequenz, da die Anlagen zur Milchtankentleerung und -reinigung für etwa 30 bis 45 min. außer Betrieb waren. Dieser Einbruch in der Melkfrequenz könnte durch einen Puffertank vermieden werden, wird aber bei etwa 45 zu melkenden Kühen noch nicht für notwendig erachtet.

Anhand der Verteilung der Melkungen für die gesamte Herde lassen sich keine Aussagen über die Melkzeiten der Einzelkuh machen. Manche Kühe orientierten sich ganz deutlich an den ursprünglichen Melkzeiten, während andere dagegen keine festen Melkzeiten erkennen ließen. Auswertungen an rangniederen Kühen ergaben, daß diese z. T. in ungünstigere Zeiten abgedrängt wurden und gerade in den Perioden mit geringerer Melkfrequenz (z. B. in den frühen Morgenstunden) vermehrt Melkungen aufwiesen.

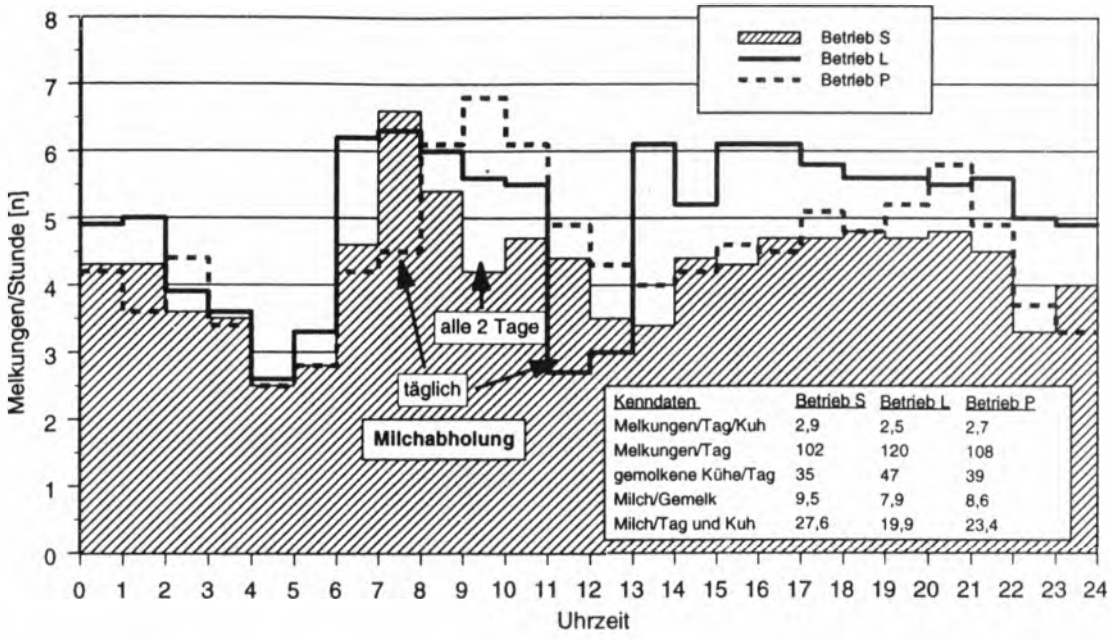


Abb. 1: Verteilung der Melkungen im Tagesablauf (Mittelwert über jeweils einen Monat)

Fig. 1: Number of visits during day (mean over one month)

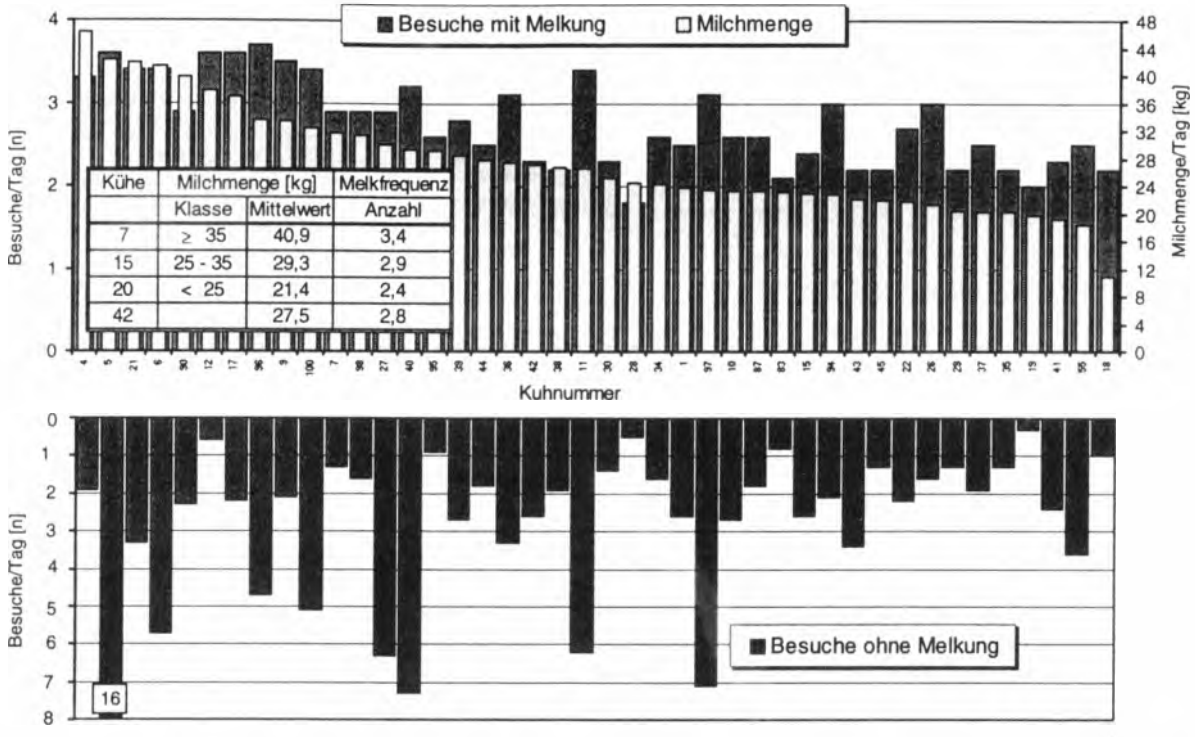
3.2 Besuche in der Melkbox

Die Besuche in der Melkbox sind in Besuche mit Melkung und ohne Melkung zu unterteilen. Ein Melkvorgang wird i. d. R. dann gestartet, wenn die erwartete Milchmenge einen vorgegebenen Schwellenwert überschritten hat. Im Mittel wurden die Kühe pro Tag und Betrieb zwischen 2,5 und 2,9-mal gemolken (s. Abb. 1). Die individuelle Melkfrequenz ist jedoch sehr unterschiedlich. In Abbildung 2 sind beispielhaft für einen Betrieb die tägliche Melkfrequenz, die tägliche Milchleistung und die Besuche ohne Melken über eine Periode von 7 Tagen dargestellt. Zwar sind bei gleicher Milchleistung deutliche Schwankungen in der Melkhäufigkeit vorhanden, dennoch kann festgehalten werden, daß Kühe mit einer höherer Milchleistung i. d. R. auch öfter gemolken werden als Kühe mit niedrigerer Milchleistung.

Nicht nur die Anzahl der Besuche mit Melkvorgang, sondern auch die Anzahl der Besuche ohne Melkung ist tierindividuell sehr unterschiedlich. Durchschnittlich besuchte jede Kuh die Melkbox zusätzlich etwa 3-mal, ohne daß ein Melkvorgang erfolgte. Einige Kühe suchten die Melkbox wesentlich öfter auf, andere dagegen nur etwa einmal. Junge Kühe zeigten meist eine wesentlich höhere Besuchsfrequenz als ältere Kühe.

Ein über die Melkbox gelenkter Kuhumtrieb stellt prinzipiell sicher, daß die Kühe bei jeder Grundfutteraufnahme nach einer Liegephase die Melkbox besuchen müssen. Allerdings kann die Melkbox in diesem Fall z. T. auch ein gewisser Engpaß sein, weil alle Tierbewegungen vom Liege- zum Freßbereich über die Melkbox erfolgen müssen. Deshalb sollte für eine ständige ausreichende Futtervorlage am Futtertisch gesorgt werden, damit die Kühe einerseits zur häufigen Grundfutteraufnahme angeregt werden, andererseits aber auch eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Freßperioden erreicht wird.

Probleme mit einem freiwilligen Besuch der Melkbox können bei manchen Kühen am Ende der Laktation bei einer niedrigen Milchleistung oder bei Klauenproblemen auftreten. Wird der Abstand zur letzten Melkung zu lang, so müssen diese Kühe zur Melkbox geholt werden. Hierzu empfiehlt es sich aus arbeitswirtschaftlichen Gründen, diese Kühe in einen zeitweise abgegrenzten „Wartebereich" vor der Melkbox zu treiben, den die Kühe nur über die Melkbox verlassen können.



Kühe	Milchmenge [kg]		Melkfrequenz
	Klasse	Mittelwert	Anzahl
7	≥ 35	40,9	3,4
15	25 - 35	29,3	2,9
20	< 25	21,4	2,4
42		27,5	2,8

Abb. 2: Anzahl der Besuche mit und ohne Melken und Milchleistung von verschiedenen Kühen (7-Tagesmittel, Betrieb S)

Fig. 2: Number of visits with and without milkings and milk yield of different cows (7-day-average, farm S)

3.3 Verteilung der Zwischenmelkzeiten und Gemelksmengen

Da jede Kuh ihren Melkrhythmus selbst bestimmen kann, ergeben sich variable Zwischenmelkzeiten mit einer starken Häufung im Bereich zwischen 6 und 10 Stunden (Abb. 3). Kurze Zwischenmelkzeiten (< 4 Std.) waren relativ selten und traten nur dann auf, wenn entweder ein Ansetzvorgang nicht erfolgreich war oder wenn ein Melkvorgang abgebrochen wurde und die Kuh kurz nachher wieder zum Melken gekommen ist. Lange Zwischenmelkzeiten (> 15 Std.) wurden ebenfalls nur in geringem Maße ermittelt; sie werden im wesentlichen durch Kühe verursacht, die nicht selbständig die Melkbox aufsuchen oder am Ende der Laktation nur noch einmal pro Tag gemolken werden.

Wie bei der tageszeitlichen Verteilung der Melkungen sind auch bei den Zwischenmelkzeiten der einzelnen Kühe deutliche Differenzen zu beobachten. Offensichtlich orientieren sich man-

che Kühe beim Besuch der Melkbox weniger an der Tageszeit als vielmehr am Euterinnendruck oder am Zeitabstand zur letzten Melkung.

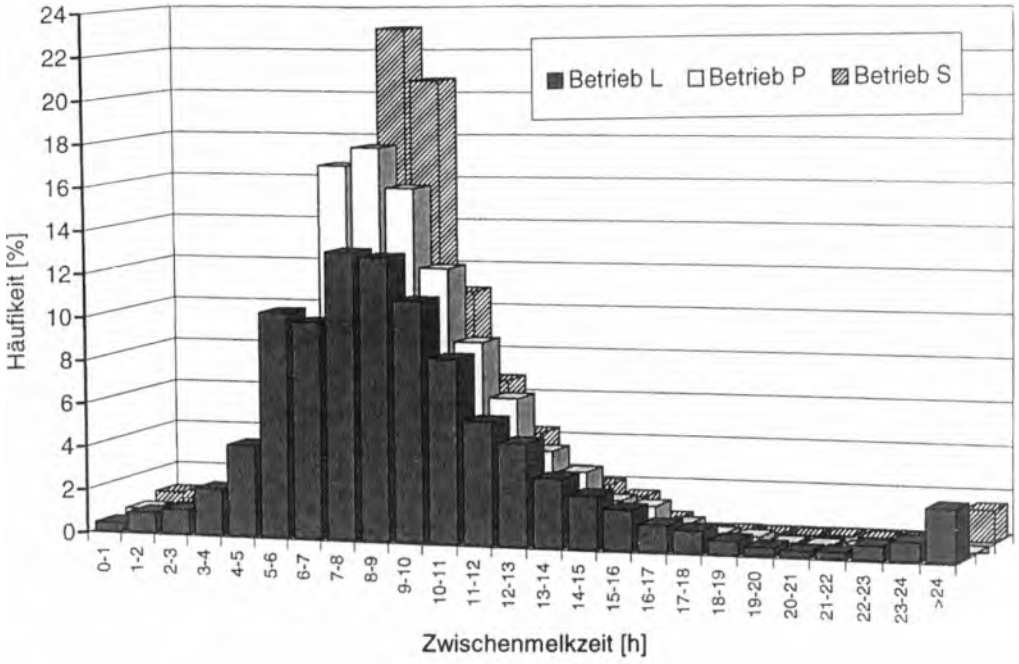


Abb. 3: Verteilung der Zwischenmelkzeiten (Mittelwert über jeweils einen Monat)

Fig. 3: Distribution of milking intervals (mean over one month)

Dadurch, daß die Kühe mehrmals am Tag - hochlaktierende z. T. mehr als dreimal - gemolken werden, kommt es zu gleichmäßigeren Einzelgemelken. Der überwiegende Anteil der Einzelgemelke lag zwischen 6 und 11 kg. Geringe Gemelksmengen unter 4 kg und große Gemelksmengen über 14 kg wurden nicht häufig registriert. Geringe Gemelksmengen treten bei vorzeitigem Abbruch des Melkvorgangs oder bei niedrig eingestelltem Schwellenwert für die Melkberechtigung auf. Große Gemelksmengen werden durch lange Zwischenmelkzeiten verursacht, z. B. wenn die Kuh nicht selbständig zum Melken geht.

Gemelksmengen mit 0 kg wurden mit einer Häufigkeit von ca. 2 bis 5 % registriert. In diesen Fällen hätte die jeweilige Kuh gemolken werden sollen, aber der Ansetzvorgang glückte aus den verschiedensten Gründen nicht. Die somit erzielte Ansetzquote von 95 bis 98 % kann als sehr gut eingestuft werden. Die aufgetretenen mißglückten Ansetzversuche konzentrierten sich meist auf wenige Kühe mit ungünstigen Euterformen.

3.4 Eutergesundheit

Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, daß bei mehrmaligem Melken der somatische Zellgehalt in der Milch abnimmt. Erste Versuchsergebnisse (FÖRSTER, 1997) und eigene Beobachtungen in den Praxisbetrieben scheinen dies beim automatischen Melken zu bestätigen. Es kann aber auch zu einem plötzlichen starken Anstieg somatischer Zellen in der gesamten Herde kommen, wenn erkrankte Kühe übersehen und nicht umgehend behandelt werden. Bei allen derzeitigen automatischen Melksystemen wird bei jedem Melkvorgang die Leitfähigkeit der Milch getrennt nach Eutervierteln erfaßt. Diese Meßwerte müssen vom Landwirt sorgfäl-

tig beachtet werden, um Eutererkrankungen frühzeitig erkennen und behandeln zu können. Dabei ist besonders darauf hinzuweisen, daß in erster Linie nicht die absolute Höhe der Leitfähigkeitswerte, sondern deren Entwicklung die entscheidende Information darstellt. In die Überwachung der Eutergesundheit muß neben der Leitfähigkeit auch die Entwicklung der Milchleistung und die Anzahl der mißglückten Melkversuche mit einbezogen werden, um eine möglichst frühzeitige Erkennung von Euterproblemen zu ermöglichen.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Automatische Melksysteme werden schon in mehr als 200 Praxisbetrieben eingesetzt und haben damit ihre Praxisreife bewiesen. Die Beobachtungen und Auswertungen zum Melk- und Tierverhalten zeigen, daß die Kühe das automatische Melken gut annehmen, wobei über den ganzen Tag verteilt gemolken wird. Die mittlere Melkfrequenz schwankte je nach Betrieb zwischen 2,5 und 2,9 Melkungen pro Kuh und Tag. Tierindividuell bestehen größere Unterschiede bei der tageszeitlichen Verteilung der Melkungen, bei der Zahl der Melkboxbesuche und in den Zwischenmelkzeiten. Gesicherte Aussagen über die Entwicklung der Milchleistung und der Eutergesundheit sind mit den bisherigen Beobachtungen in den Praxisbetrieben noch nicht möglich.

Sicherlich sind noch verschiedene melktechnische und tierphysiologische Fragen in Langzeitversuchen zu klären bzw. weitere technische Verbesserungen hinsichtlich der Euterreinigung, der Melktechnik, der Sensorik zur Überwachung von Milchqualität und Eutergesundheit sowie im Bereich des rechnergestützten Herdenmanagements erforderlich; ohne Zweifel bedarf auch die Wirtschaftlichkeit des automatischen Melkens einer besonders sorgfältigen Prüfung. Es bleibt aber festzuhalten, daß automatische Melksysteme nach entsprechender Bewährung in der Praxis gerade Familienbetrieben mit Milchviehhaltung - wenn auch bei veränderter Struktur - eine Zukunftsperspektive bieten.

Summary

Automatic milking systems are already used on more than 200 practical farms. This report describes results on animal and milking behaviour established on three practical farms equipped with single box systems. The automatic milking is a very promising way for milk production. The technology of automatic milking has reached a high technical level, but further improvements regarding udder cleaning, monitoring of milk quality including udder health and computer controlled herd management are necessary.

Das Literaturverzeichnis kann bei den Autoren angefordert werden.

Danksagung

Den beteiligten landwirtschaftlichen Betrieben wird sehr herzlich für die Unterstützung der Untersuchungen und die Bereitstellung der Daten gedankt.

Planung und Bewertung automatischer Melksysteme (Einboxenanlagen)

Planing and evaluation of automatic milking systems (single box systems)

STOCKINGER, CHRISTIAN [1]; SCHÖN, HANS [2]; RITTEL, LEONHARD [2]; WENDL, GEORG [2]

[1] Bayerische Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur, München

[2] Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, TU München-Weihenstephan

1 Einleitung

Internationale Wirtschaftlichkeitsvergleiche, u. a. von HEINRICH et al., 1998, zeigen, daß Milchvieh-Vollerwerbsbetriebe unter westeuropäischen Hochlohnbedingungen deutliche Arbeitskostennachteile haben. Gerade die mittelbäuerlichen Familienbetriebe Süddeutschlands mit einer Jahresproduktion unter 300.000 kg müssen deshalb zur Sicherung ihrer Wettbewerbsfähigkeit Ansätze zur Produktionssteigerung suchen. Arbeitssparende und gleichzeitig leistungsteigernde Techniken, wie das automatisierte Melken, können unter diesem Aspekt zur Schlüsseltechnologie zukunftsorientierter Betriebe werden. Voraussetzung dafür ist, daß – bei gegebener, praxisbewährter Funktionssicherheit – die Fest- und Finanzierungskosten des Maschineneinsatzes durch maximale Auslastung minimiert werden und der Kostenanstieg des höheren Kapitaleinsatzes durch Leistungssteigerung bzw. Senkung der Arbeitskosten zumindest ausgeglichen werden kann. In der konkreten einzelbetrieblichen Entscheidungssituation ist die Wirtschaftlichkeit der sogenannten Robotermelktechnik vom direkten Leistungs-Kostenvergleich zur konventionellen Alternative abhängig.

2 Planung und Konzeption von AMS-geeigneten Milchviehställen

Automatisches Melken ist nicht nur als robotergesteuerte Melkmaschine, sondern als integraler Bestandteil eines Gesamtsystems zu verstehen. Zur Umsetzung der Anforderungen des automatischen Melkens sind deshalb auf den Produktionsablauf abgestimmte Stallgrundrisse anzustreben, die dem physiologischen Regelmechanismus der Tiere mit 3 – 4 Melkungen und etwa 7 Freßperioden entsprechen (BENNINGER, 1998). Am besten erfüllen kompakte Laufställe mit 4 Liegeboxenreihen, davor liegendem Futtertisch und verkehrsgünstig angeordnetem Melkbereich die gestellten Bedingungen (SCHÖN, 1998). Die damit verbundenen relativ kurzen Freßachsen führen zu einem Liegeplatz-Freßplatz-Verhältnis von 1,25 – 1,33 zu 1 (RITTEL, 1998). Versuchsergebnisse wie auch Erfahrungen aus der Praxis zeigen, daß daraus keine Nachteile zu erwarten sind, wenn den Tieren mit Futtermischwagentechnik total gemixte Rationen ständig bereit gehalten werden (PIRKELMANN, 1998). Ein Vergleich mit der

derzeitigen Standardlösung (drei-reihiger Liegeboxenstall, FGM-Stand stirn- oder außenseitig) zum vierreihigen Stall mit automatischem Melksystem zeigt die Vorteile:

- Minimierung der überbauten Fläche,
- kurze Tierverkehrswege,
- einfache Leistungsgruppenbildung,
- optimale Voraussetzungen für gelenkten Tierverkehr,
- leichte Anordnung der Selektionsräume und –tore,
- geringere Baukosten.

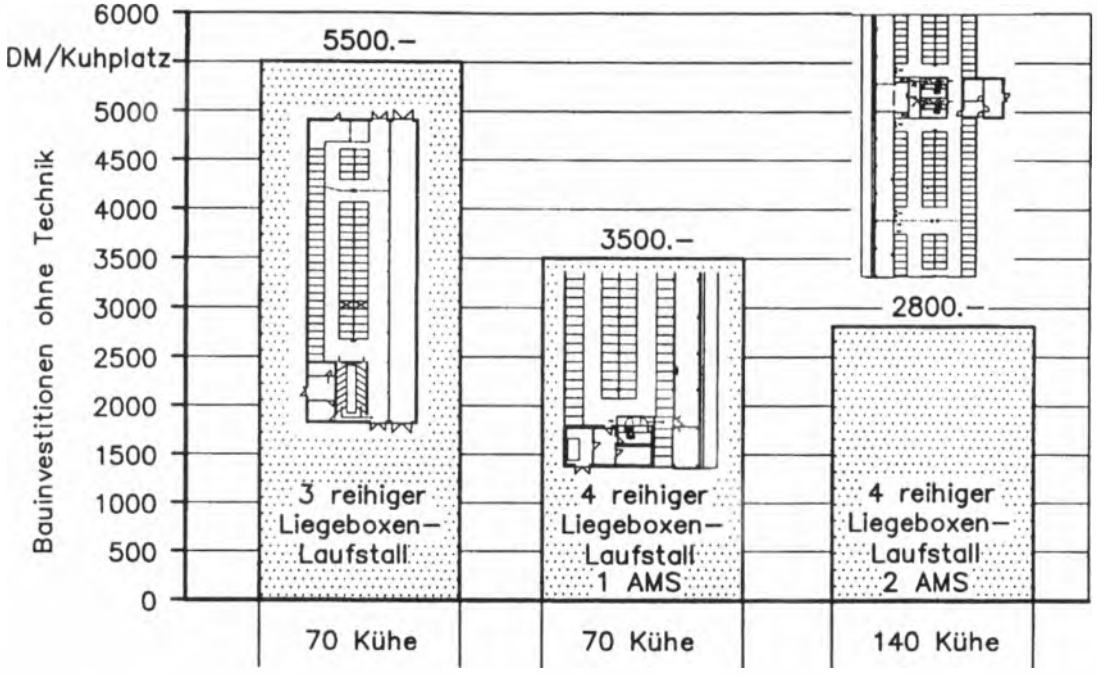


Abb. 1: Vergleich des Investitionsbedarfs von 3-reihigem und 4-reihigem Liegeboxenstall
Fig. 1: Comparison of investment requirements for loose housing systems with 3 or 4 rows

3 Investitionsvergleich

3.1 Gebäudeinvestition

Zur Aufstellung der konventionellen Melktechnik (2 x 6 FGM) sind für 70 – 80 Kühe einschließlich Verkehrsfläche und Warteraum ca. 80 m^2 erforderlich. Der gesamte Platzbedarf für Melken, Milchlagerung und –kühlung sowie Maschinenunterbringung und Nebenräume liegt bei etwa 130 m^2 bzw. 411 m^3. Bei einem Kostenansatz von 320 DM/m^3 ergeben sich daraus bauliche Investitionen von 131.492 DM (siehe Tabelle 1). Eine vergleichbare Einboxen-Kompaktanlage kann dagegen auf einer Fläche von ca. 100 m^2 untergebracht werden. Die dadurch erreichbare Flächeneinsparung verringert die Bausumme um fast 33.000 DM.

3.2 Technikinvestition

Eine Einboxen-Kompaktanlage wird zur Zeit einschließlich Kraftfuttervorlage zum Preis von 300.000 DM inklusive MWSt. angeboten. Für Milchlagerung und -kühlung sind etwa 24.000 DM zu veranschlagen. Eine vergleichbare Fischgrätenmelktechnik kostet mit der in Tabelle 1 zusammengestellten Zusatzausrüstung ca. 141.000 DM, also weniger als die Hälfte. Wird aus Vergleichbarkeitsgründen eine Transponderanlage mit 2 Kraftfutterstationen und EDV-Ausstattung dagegen gerechnet, verbleibt für die stalltechnische Ausrüstung eine Differenz von 147.825 DM. Insgesamt erfordert das automatische Melken mit 426.670 DM eine um 114.852 DM höhere Investitionssumme. Der Kapitalmehrbedarf pro Kuh liegt bei 1.641 DM.

Tab. 1: Investitionsvergleich
Tab. 1: Comparison of investments

Ausstattung		70 Milchkühe, 500.000 kg		Differenz
		2 x 6 FGM Frontausgang	AMS, 1 Me "Lely"	
Bau				
Melkstand	DM	81.920	48.947	-32.973
Lager-, Maschinen- und Nebenraum	DM	49.572	49.572	0
Bau gesamt	**DM**	**131.492**	**98.519**	**-32.973**
Melktechnik				
Melkstand incl. Abnahme	DM	75.000	300.000	225.000
Milchmengenmessung	DM	27.600	0	-27.600
Kuherkennung	DM	9.200	0	-9.200
Vorkühler	DM	4.025	0	-4.025
Kuhkalender	DM	1.150	0	-1.150
Milchlagerung, -kühlung	DM	24.150	24.150	0
Zwischensumme Melken	**DM**	**141.125**	**324.150**	**183.025**
Kraftfuttervorlage				
KF-Stationen	DM	28.000	0	-28.000
Halsbänder	DM	7.200	0	-7.200
KF-Silo	DM	4.000	4.000	0
Zwischensumme Kraftfutter	**DM**	**39.200**	**4.000**	**-35.200**
Technik gesamt	**DM**	**180.325**	**328.150**	**147.825**
Investitionssumme	**DM**	**311.817**	**426.669**	**114.852**

4 Kostenvergleich

Die jährlichen Kosten des Milchentzugs, der Milchlagerung und -kühlung setzen sich aus den Fest- und Finanzierungskosten der baulichen und technischen Anlagen sowie den laufenden Betriebskosten zusammen (siehe Tabelle 2).

Bei Ansatz von 4 % Abschreibung, 1 % Unterhalt und 6 % Zins betragen beim 70-Kuh-Bestand mit 500.000 kg Jahresproduktion die jährlichen Gebäudekosten 10.519 DM (FGM, 2 x 6 Melkstände) bzw. 7.882 DM (Kompakt-Roboter, 1 Einheit). Die automatische Melkvariante verursacht bei 10-jähriger Nutzungsdauer und 6 % Zinsansatz mit 42.660 DM die annähernd doppelten Jahreskosten der FGM-Technik. Für Wartung, Verschleiß, Reparatur und die sonstigen variablen Kosten des Melkens (Reinigung/Desinfektion, Strom, Wasser) entstehen nach Messungen der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik Weihenstephan Mehrkosten

von ca. 12.000 DM/Jahr. Die Gesamtkosten des Robotermelkens liegen mit 76.438 DM/Jahr um ca. 28.000 DM höher als bei der bisher üblichen Melkstandtechnik. Pro Kuh beträgt der Unterschied 406 DM/Jahr, die Kostendifferenz pro kg Milch liegt bei 0,05 DM.

Tab. 2: Kostenvergleich
Tab. 2: Comparison of annual costs

Ausstattung		70 Milchkühe, 500.000 kg		Differenz
		2 x 6 FGM Frontausgang	AMS, 1 Me "Lely"	
Gebäudekosten (Melkbereich)	DM	10.519	7.882	-2.637
Maschinenkosten	DM	23.442	42.660	19.218
Wartungsvertrag	DM	0	6.403	6.403
Verschleißteile	DM	1.280	1.670	390
Reparaturen	DM	5.410	6.563	1.153
Reinigungs- und Desinfektionsmittel	DM	1.460	2.390	930
Strom	DM	5.603	8.460	2.857
Wasser	DM	320	410	90
Gesamtkosten/Jahr	**DM**	**48.034**	**76.438**	**28.404**
Gesamtkosten/Kuh	**DM**	**686**	**1.092**	**406**
Gesamtkosten/kg Milch	**DM**	**0,10**	**0,15**	**0,05**

5 Wirtschaftlichkeitsvergleich

Zur Wirtschaftlichkeitsaussage sind den zusätzlichen Kosten die melktechnisch bedingten Leistungsänderungen gegenüberzustellen. Aus der Literatur sind Milchleistungssteigerungen von 10 bis 15 % bekannt (WOLF et al., 1998). Erste praktische Ergebnisse liegen bei großer Streuung zwischen 5 und 20 %. Sie sind hauptsächlich von der erreichten durchschnittlichen Melkhäufigkeit abhängig.

Bei den derzeitigen Preis-/Kostenverhältnissen der Milchproduktion sind Grenzdeckungsbeiträge von 0,42 DM/kg pro kg höherer Milchleistung zu erwarten. Nach Abzug der Quotenkosten (0,10 DM/kg) verbleiben zum Ausgleich 0,32 DM. Wie aus Abbildung 2 zu entnehmen, werden die um 406 DM/Kuh höheren Kosten der des automatischen Melkens erst ab einer Leistungssteigerung von mehr als 1.250 kg oder ca. 17 % aufgefangen.

Wirtschaftliche Vorteile bringt das automatisierte Melken vor allem in Lohnarbeitsbetrieben. Wenn 50 % der Melkarbeitszeit eingespart werden können (7,5 Stunden/Kuh/Jahr), setzt die Automatisierung mindestens 150 DM/Kuh/Jahr frei (SCHLEITZER, 1998). In diesem Fall ist bereits bei 750 kg Milchleistungszuwachs das automatische Melken rentabel.

Abbildung 3 zeigt die ISO-Kostenbedingungen für eine Einboxenanlage im Vergleich zu einer Fischgrätenmelktechnik mit 2 x 6 Melkplätzen in Abhängigkeit von Leistungssteigerung und Arbeitskostenersparnis.

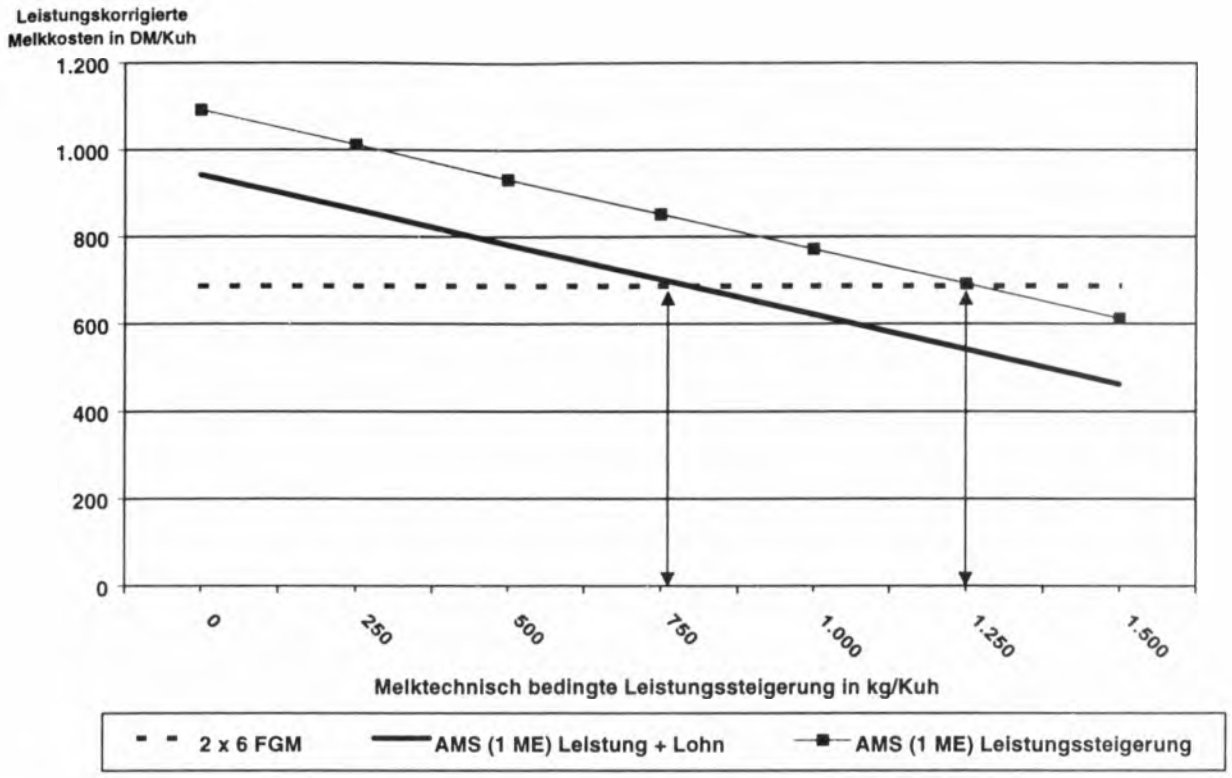


Abb. 2: Wirtschaftlichkeitsvergleich: 2 x 6 FGM zu Einboxen-AMS, 70 Kühe, 500.000 kg Milch
Fig. 2: Comparison of annual costs between herringbone parlour (2x6) and AMS in relation to increase of milk yield and labour savings

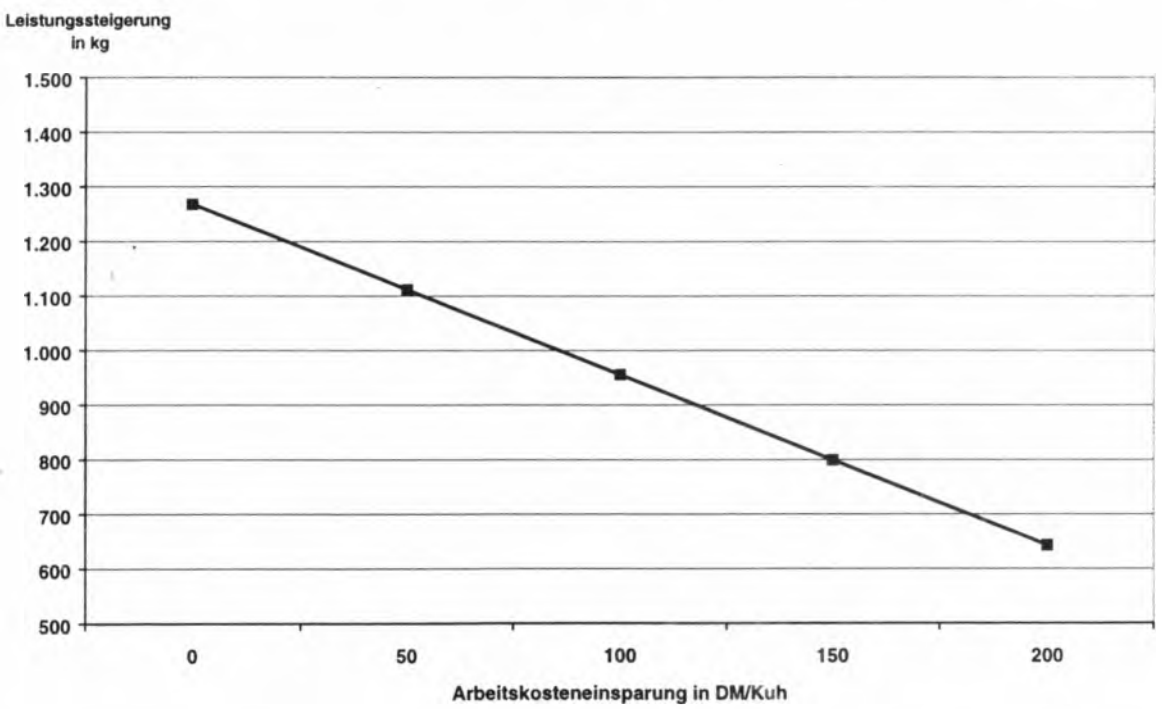


Abb. 3: ISO-Kostenbedingungen (686 DM/Kuh/Jahr) für Einboxen-AMS und 2 x 6 FGM
Fig. 3: Conditions for equal annual costs between conventional and automatic milking

Erste Praxiserfahrungen zeigen, daß die aus Abbildung 3 ablesbaren Bedingungen in der Regel kaum erreicht werden. Viele Betriebe sind deshalb bei grundsätzlicher Kaufbereitschaft zurückhaltend und hoffen wegen kommender Konkurrenzprodukte auf günstigere Preise. In Tabelle 3 sind die für Kostengleichheit zulässigen Höchstpreise von Einboxen-Kompaktanlagen in Abhängigkeit eingesparter Arbeitskosten und melktechnisch bedingter Milchleistungssteigerung zusammengestellt. Für realistische Werte (+ 500 kg Milch, - 150 DM Arbeitskosten) müßte demnach der Kaufpreis auf ca. 275.000 DM inklusive MWSt., d. h. um 10 % zurückgenommen werden. Mit ca. 130.000 EUR Room for investment kommt MANDERSLOT, 1998 bei 10%iger Ertragssteigerung und 30%iger Arbeitsersparnis zu ähnlichen Ergebnissen.

Tab. 3: Maximaler Kaufpreis von Einboxen-AMS zur Erreichung von Kostengleichheit (Vergleichsbasis: 2 x 6 FGM)

Tab. 3: Maximum purchase price for reaching equality of annual costs

Arbeitskosteneinsparung	Leistungssteigerung in kg/Kuh			
in DM/Kuh	0	500	1.000	1.500
0	109.666	195.820	281.974	368.128
50	136.589	222.743	308.897	395.051
100	163.512	249.666	335.820	421.974
150	190.436	276.589	362.743	448.897
200	217.359	303.512	389.666	475.820

Berechnungsgrundlagen:
70 Kühe, 500.000 kg Jahresproduktion, Gesamtkosten des Melkens: 686 DM/Kuh/Jahr, 13 % AfA + Zins für Melktechnik

6 Zusammenfassung

Beträchtliche Anschaffungspreise und höhere laufende Betriebskosten belasten das automatisierte Melken deutlich mehr als die traditionelle Standardtechnik. Da die zur Erreichung der Wettbewerbsfähigkeit erforderlichen Leistungssteigerungen bzw. Arbeitszeiteinsparungen in der Praxis kaum erreichbar sind, fällt der ökonomische Vergleich ohne Berücksichtigung zusätzlicher positiver Effekte (z. B. Befreiung von festen Melkzeiten) nachteilig aus. Ungeachtet dieser, jedoch schlecht quantifizierbarer Vorteile wird deshalb die Anschaffung von AMS nur bei einem merklichen Kaufpreisrückgang wirtschaftlich.

Summary

Automatic milking systems cause higher purchase prices and higher operating costs. This leads to significant higher annual costs compared to conventional standard techniques. Due to the fact, that increases in milk yield and/or reduction of labour input can not be achieved for reaching competitive position by most of the farmers, the economic comparison is not in favour of automatic milking without taking into account additional positive effects (e. g. release from fixed milking times). Therefore, investments into AMS can be justified only as economical, if purchase prices are noticeably reduced.

Das Literaturverzeichnis kann bei den Autoren angefordert werden.

AMS – das Automatische Melk System

UWE OSTHUES

Westfalia Landtechnik GmbH -Werner-Habig-Str. 1 – D-59302 Oelde

Der Gewinnrückgang zwingt die Betriebe zu:

- **größeren Einheiten**

  Um 1 Pfennig weniger Milchgeld auszugleichen, müssen pro Jahr etwa 5% mehr Kühe gehalten werden. Mehr Kühe bedeutet jedoch eine höhere Arbeitsbewältigung insgesamt.

- **höheren Milchleistungen**

  Betriebswirtschaftlich sinnvoll ist das Bestreben nach einer höheren Milchleistung je Kuh Die Deckungsbeiträge innerhalb der Betriebsvergleiche zeigen dies deutlich.

  Verbunden mit höheren Milchleistungen sind steigende Anforderungen an das z.B. Haltungsmanagement (Umfeld Stall), Fütterungsmanagement, Gesundheitsmanagement und Zuchtmanagement

- **Senkung der Kosten**

  Um die Kosten im Betrieb zu senken gilt es, alle Reserven auszuschöpfen.

  Betrachten wir uns in erster Linie den Familienbetrieb

  1. Pauschal bringen größere Bestände auch eine Erhöhung der Arbeitszeit mit sich. Melken, Füttern, Versorgung von Jungvieh und Kälbern wollen organisiert sein. Sehr oft sind die Frauen neben Ihren sonstigen Verpflichtungen stark in diese Arbeiten eingebunden-

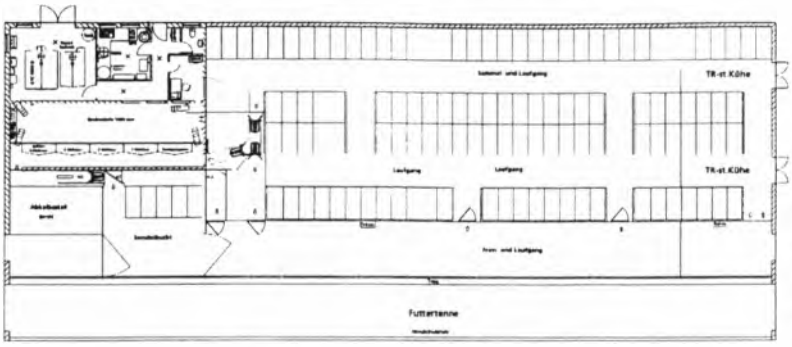
  2. Das tägliche 2-malige Melken an 365 Tagen im Jahr beeinflußt nachhaltig die eigene Lebensqualität und das Familienleben

  3. Die Familie sucht natürlich auch den Anschluß an die dörfliche Gemeinschaft -man möchte auch Zeit finden für Kultur, Sport und aktive Teilnahme an Vereinen.

  4. Neben der Innenwirtschaft will auch die Außenwirtschaft organisiert und bewältigt sein. Arbeitsspitzen während der Erntesaison, gerade bei Mischbetrieben fordern eine große Flexibilität der gesamten Familie.

  5. Und letztendlich vergleicht gerade die junge Generation von Landwirten Ihren Arbeitsplatz mit dem von anderen Berufsgruppen

Im Bild dargestellt ein mögliches Stallkonzept



Stall mit ca. 120 Liegeplätzen, abgetrennt in elkende und trocken stehende Tiere. Die Anordnung der Liegeplätze stellt einen typischen 4-Reihe dar. Ein 4-reihiger Stall ist in der Investition günstig.

(Baueinsparungen zum 3-Reiher betragen ca. 1.500 je Kuh)

Die melkenden Kühe haben keinen freien Zugang zum Futtertisch. Sie müssen über die Vorselektion und werden dort entweder zum Melken oder zum Fressen gelenkt.

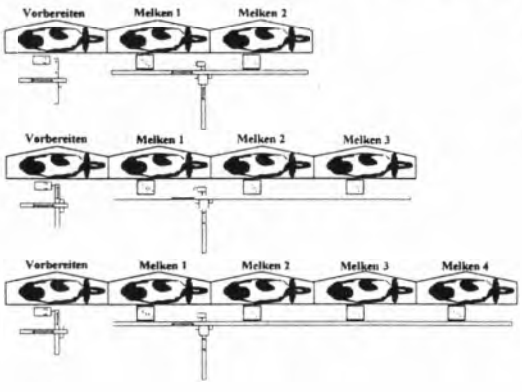
Der Weg vom Freßplatz zur Liegebox ist natürlich demnach auch als Einbahnstraße ausgelegt.

- Die Kuh geht zum Fressen und muß am AMS vorbei.
- Die Häufigkeit der Freßzeiten ist allerdings nicht klar untersucht.
- Mit ständiger Vorlage von hochwertigen Futterrationen wird die Verweildauer am Freßgitter sicher höher und die Kühe insgesamt träger.
- Die Melkhäufigkeit der Kuh /Tag kann voreingestellt werden.

Ziel ist es, durch unser AMS die Leistung der Herde nachhaltig zu steigern.

Durch Abweisen von nicht melkberechtigten Kühen kann unser AMS höher ausgelastet werden. Nach dem Verlasssen des AMS kann weiterhin eine Selektion nach individuellen Kriterien erfolgen. Unser Stallkonzept schließt das Fütterungsmanagement mit ein und bietet:

Der Roboter als modulares System im Mehrboxensystem



Einboxanlagen erreichen ihre max. wirtschaftlichkeit bei Schritten von 60 - 70 Kühen .Das WL-Mehrboxensystem ist auf geringere Wachstumsschritte eingestellt

Der Investitionsbedarf bei Einboxanlagen liegt je Betriebsgröße zwischen DM 5.000 und DM 6.000 pro Kuh.

Die WL-Mehrboxenanlage liegt je Betriebsgröße zwischen DM 3.700 und DM 4.600 je Kuh. Das entspricht ca. DM 1.400 pro Kuh.

Das System ist modular erweiterbar und senkt somit den momentanen Kapitalbedarf

Das WL-Mehrboxensystem ist konzeptionell ausgelegt, um dem Struktruwandel und damit dem Wachstum der künftigen Milchviehbetriebe gerecht zu werden.

Wie sieht dieses Konzept am Beispiel aus:

Die Vorselektion trennt die melkberechtigten Kühe und führt zu zum AMS. Diese führt zu einer Steigerung der Durchsatzleistung.

Die 1. Stufe der Reinigung erfolgt mit warmen Wasser mit einer Temperatur von 36 Grad. Das Euter wird über eine Zeitspanne von 30 Sekunden gebürstet. Anschließend erfolgt ein abtrocknen der Bürste durch hohe Drehzahl. In der 2. Stufe erfolgt ein Befreien des Euters von Tropfwasser. Am Ende fährt die Bürste zurück in die Ruhebox. Dort findet die Desinfektion statt.

Dieser Vorgang erzeugt bei dem Tier eine hohe Melkbereitschaft. Es findet keine Stimulation über die Pulstechnik statt.

Die Vorbereitungsbox sorgt daher für gute Durchsatzleistungen und hat einen wesentlichen Einfluß auf die Milchqualität.

Ein Ansetzarm greift sich den einzelnen Melkbecher und bringt ihn zu einem im Rechner gespeicherten Ansetzpunkt. Zur Feinfindung klappt eine LED-Matrix hoch und führt den Melkbecher an die Zitze. Sollte diese Findung nicht beim 1. Mal funktionieren, so schaltet sich ein Scanner am Greifer zur Grobfindung mit ein.

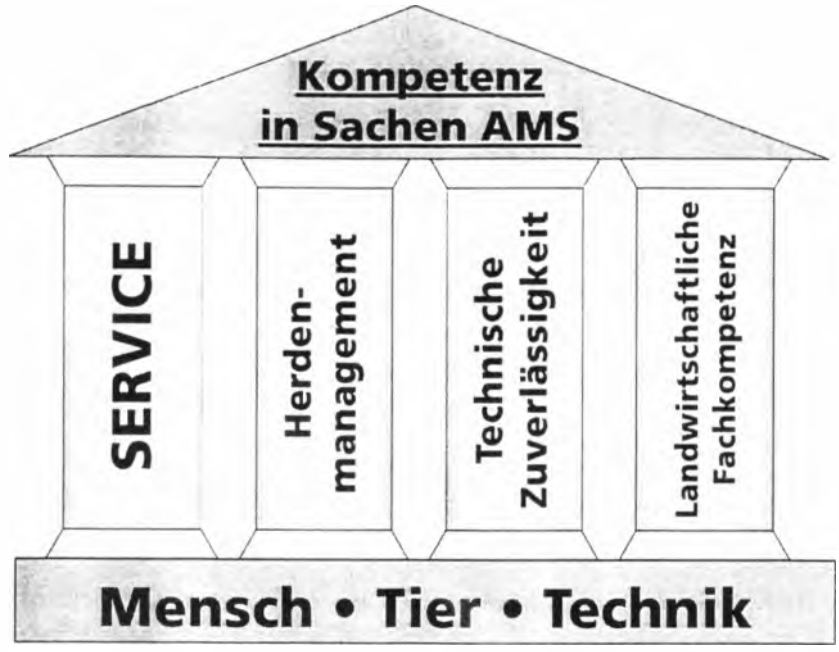
Um eine gute Ansetzsicherheit zu bekommen, werden die aktuellen Positionswerte gespeichert und tendenziell angepaß. Denken wir an die Euterform am Anfang und am Ende einer Laktation.

Zwischenspülung der Melkbecher einstellbar (z.B. nach behandelten Kühen)

Durch einen tiefer liegenden Melkfluß können die Euter sehr gut erreicht werden. Ein separater Melkraum erleichtert den Zugang und sorgt für eine gute Bedienbarkeit der gesamten Technik.

Welchen Einfluß längere Zwischenmelkzeiten auf die Eutergesundheit bzw. auf die Leistung haben ist noch nicht genau analysiert. Es wäre auch möglich, nicht gemolkene Kühe anschließend wieder direkt dem AMS zuzuführen.

Kompetenz in Sachen AMS



Das AMS steht in den Anschaffungskosten direkt im Vergleich zu konventionellen Melkstandsystemen. Der wirtschaftliche Erfolg ist abhängig von:

- Anschaffungskosten im Vergleich zu anderen Melkstandsystemen
- Zeitersparnis (AK-Kosten/Kuh)
- Ausreizen des Freß-/Liegeplatzverhältnisses
- Produktionssteigerung
- Senkung der Behandlungskosten
- geringere Bestandsergänzung, da längere Nutzungsdauer

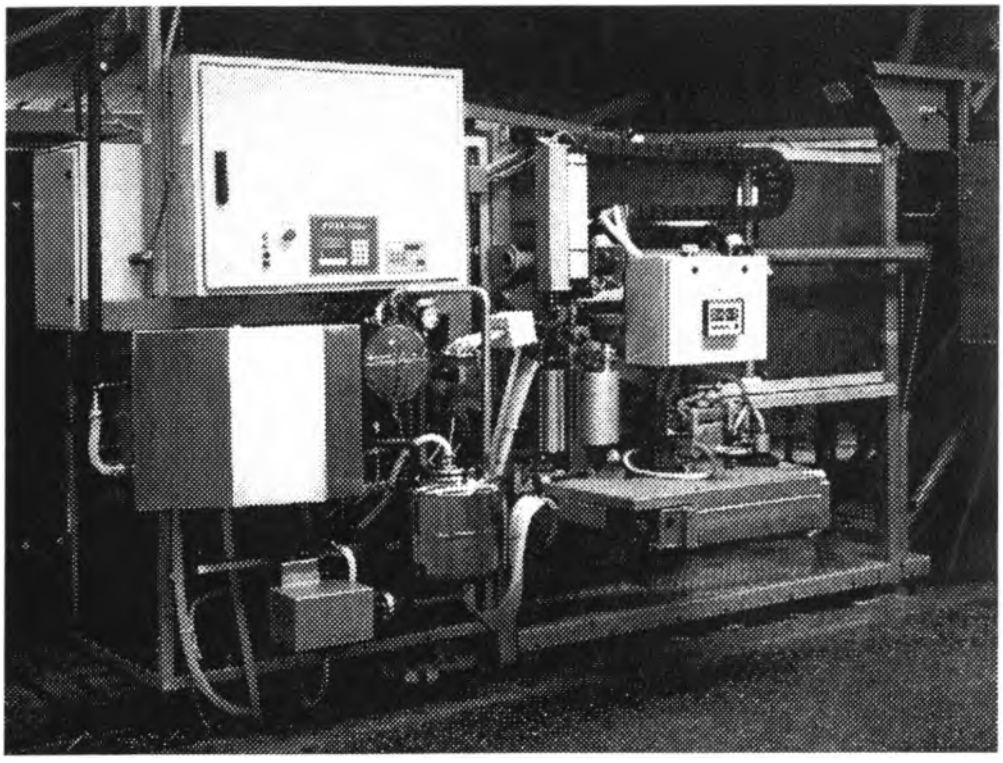
Neuere Entwicklungen für das Automatische Melksystem der Fa. Lemmer-Fullwood

New developments for the automatic milking system of Fullwood

STUMPENHAUSEN, JÖRN
Lemmer-Fullwood GmbH, 53790 Lohmar

1 Einleitung

Ausgehend von den Überlegungen zu den positiven Wirkungen des automatischen Melkverfahrens auf Tierverhalten, Milchleistung und Eutergesundheit sowie Arbeitszeit und Arbeitsbindung wurden schon in den 80er Jahren bei Fullwood konkrete Schritte in Richtung Entwicklung eines Handhabungsautomaten für das automatische Ansetzen des Melkzeuges und der melktechnischen Peripherie unternommen.
Seit 1996 ist das AMS "Merlin" von Fullwood im praktischen Einsatz; inzwischen arbeiten europaweit ca. 30 bis 40 Anlagen. In Deutschland sind neben einigen landwirtschaftlichen Betrieben die Bayerische Landesanstalt für Tierzucht in Grub, die Lehr- und Versuchsanstalt der Landwirtschaftskammer Rheinland Haus Riswick und die Versuchsstation der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode mit dem Fullwood AMS ausgestattet.



2 AMS "Merlin" als Teil eines Gesamtkonzepts

Aufgrund der hohen Fertigungstiefe bei Fullwood und der Kompetenz auch in Fragen des Elektronikeinsatzes für Melken und Tierüberwachung wird das automatische Melken nicht als Insellösung betrachtet, sondern ist Teil einer Komplettlösung für die rationelle Milchproduktion:

- Fütterung
  Kraftfutterfütterung mit bis zu vier Sorten in der Melkbox und über Abrufautomaten,
  kontrollierte Grundfutteraufnahme über idenfikationsgesteuerte Freßgitter mit und ohne Wiegetrögen,
  Kälbertränkeautomaten und Kraftfutterabrufstationen für Kälber;
- identifikationsgesteuerte Selektionstore
  für Vor- und Nachselektion am Melkautomaten,
  für automatische Futtergruppenzuweisung;
- Tierüberwachung
  Erfassung von Milchmenge und Leitfähigkeit,
  Erfassung der Bewegungsaktivität über Pedometer,
  Erfassung der Lebendmasse;
- Milchkühlung
  Eisspeicher-Kühltanks,
  Durchflußrohrkühler;
- Finanzierungsmöglichkeiten;
- flächendeckendes Servicenetz durch Fullwood Vertragspartner.

3 Technische Aspekte

Die Entwicklung von "Merlin" geht zurück auf ein Lizenzabkommen mit der Fa. Lely. Entsprechend wurden das Einboxen-Konzept mit freiem Kuhverkehr und die Zitzenerkennung über ein Lasersystem verwirklicht. Die mechanischen Teile, die Melk- und Reinigungstechnik sowie elektronische Bauteile und Software wurden von Fullwood entwickelt, überwiegend basierend auf vorhandener und erprobter Technologie. Wesentliche Merkmale der Fullwood Technologie in den einzelnen Komponenten des AMS werden im folgenden beschrieben.

3.1 Tiererkennung

Die elektronische Tieridentifikation ist sowohl über Ohrchips, Injektate und Halsbandtransponder als auch über Pedometer möglich. Allerdings werden die Pedometer-(Schrittzähler) mit automatischer Tieraktivitätsmessung favorisiert, da insbesondere beim Einsatz des Melkroboters die Erfassung und Auswertung möglichst vieler individueller Daten zur Tierüberwachung für die Verbesserung des Gesundheits- und Fruchtbarkeitsmanagements von entscheidender Bedeutung ist. Es ist letztlich eine sehr viel abstraktere Form des Herdenmanagements, da der zwangsläufig zweimal am Tag während des Melkens notwendige direkte Tierkontakt wie beim konventionellen Melkverfahren entfällt. Die gemessene Bewegungsaktivität über Schrittzähler ist dabei nicht nur ein wichtiges Hilfsmittel zur Brunsterkennung bei signifikanter Erhöhung, sondern gibt auch Auskunft über Aktivitätsrückgang, der seine Ursache z. B. in Klauenproblemen oder Stoffwechselstörungen haben kann.

3.2 Zitzenfindung

Die Zitzenkoordinaten aus dem Durchschnitt der letzten neun Melkvorgänge werden zur Grobpositionierung des Melkarmes genutzt. Unterstützend wirkt dabei ein Tastschild, das auf dem Becken der Kuh anliegt und auch für das Nachführen des Melkzeuges bei Bewegungen des Tieres sorgt. Die Anlenkung dieses Tastsensors ist bei der aktuellen Version aus dem unteren Schmutzbereich nach oben verlegt worden. Die Feinabstimmung für das Ansetzen der Melkbecher geschieht mittels eines Lasersystems, wobei zwei Zitzen als Referenzzitzen dienen können.

3.3 Melktechnik

Die Melkhäufigkeit ist durch die berechnete tierindividuelle Milchproduktionsrate und die festgelegte Zielgemelksmenge bestimmt. Bei Unterschreiten der Zielgemelksmenge wird der Milchmengenüberhang bei der Berechnung des nächsten Zwischenmelkintervalls berücksichtigt. Milchflußsensoren überwachen den Milchfluß pro Viertel und steuern die viertelgetrennte Abnahme der Melkbecher.
Nach zunächst viertelgetrennter Ableitung der Milch wird diese im Fullflow Milkmeter quantitativ erfaßt und als Gesamtgemelk im Sammelbehälter bis zum Überpumpen in den Kühltank zwischengespeichert. In der Meßkammer des Milchmengenmeßgerätes wird die elektrische Leitfähigkeit der Milch gemessen, die über einen Zeitreihenvergleich von der Software ausgewertet wird, um als Kriterium zur Beurteilung der Milchbeschaffenheit genutzt zu werden. Die als nicht unproblematisch geltende Erfassung der viertelspezifisch im Durchfluß ermittelten Leitfähigkeit ist in der Entwicklung.
Mit dem sogenannten „Shuttle" ist die automatische Milchprobenentnahme von jedem Gemelk realisiert. Dieses Verfahren ist inzwischen vom NRS in den Niederlanden anerkannt.

3.4 Reinigung

Die Hauptreinigung des Melksystems kann programmgesteuert bis zu dreimal täglich mit der integrierten Kochendwasserreinigung durchgeführt werden. Bei diesem auf dem Prinzip der Hitzedesinfektion beruhenden Verfahren wird die gesamte Innenoberfläche der milchführenden Bauteile für mindestens zwei Minuten auf 77 °C erhitzt. Auf den Einsatz von chemischen R+D-Mitteln kann verzichtet werden; es ist lediglich in Abhängigkeit von der Wasserhärte eine Sauerlösung zuzudosieren. Voraussetzung für die Anwendung der Kochendwasserreinigung ist, daß alle milchführenden Bauteile hochtemperaturfest sind, eine Bedingung, die bei Fullwood seit Jahrzehnten erfüllt ist. Der große Vorteil dieses Verfahrens ist die geringe Laufzeit von nur ca. 6 Minuten. Bei drei Hauptreinigungen steht dadurch über eine Stunde mehr pro Tag für Melkvorgänge zur Verfügung.
Zwischenspülungen mit Kaltwasser und ggf. einem Desinfektionszusatz werden automatisch nach einer programmierbaren Anzahl von Melkungen und einer programmierbaren Stillstandszeit des Systems durchgeführt.

3.5 Milchkühlung

Empfohlen wird die Installation eines Eisspeicherkühltanks, der in der Lage ist auch kleinste Milchmengen ohne Gefahr des Anfrierens zu kühlen. Durch die Zwischenschaltung eines Rohrvorkühlers kann die Tankeinlauftemperatur der Milch erheblich gesenkt werden. Die Verwendung von Brunnenwasser zur Vorkühlung und die Möglichkeit, mit der Eiswasserkühlung ausschließlich kostengünstigen Nachtstrom zu nutzen, senken darüber hinaus die Stromkosten für die Milchkühlung beträchtlich.
Mit Hilfe des von Fullwood neu entwickelten Schnellreinigungssystems für Kühltanks ist die Tankreinigung nach ca. 20 Minuten abgeschlossen. Dadurch kann auf einen reinigungstechnisch problematischen Pufferspeicher bei akzeptabler Stillstandszeit des AMS verzichtet werden.

3.5 Software

Die Steuerung und Überwachung des AMS "Merlin" basiert auf dem neuen Fullwood Fusion Network mit dezentralisierten Netzwerk Controllern für Fütterung, Milchdatenerfassung, Identifizierung und Aktivitätsmessung sowie Steuerung des Roboterarmes. Ein übergeordneter Netzwerk Controller stellt die Verbindung zwischen AMS und Herdenmanagementsoftware und die Datenübergabe sicher.
Die neue Generation der "Merlin" Cow Management Software "Fusion CRISTAL" nutzt Windows 95, 98 oder NT als Betriebssystem und ist deshalb auch mehrplatzfähig.
Die in der Datenbank gespeicherten Daten stehen für Auswertungen zur Verfügung und können über selbstdefinierte Listen ausgedruckt werden. Graphische Darstellungen unterstützen den Betriebsleiter bei der Entscheidungsfindung über zu treffende Maßnahmen bezogen auf das Einzeltier, Tiergruppen oder die gesamte Herde. Für kurzfristige Auswertungen ist dabei die 10-Tages-Verlaufskurve mit den Werten für Milchmenge, Leitfähigkeit und Tieraktivität entscheidend. Darüber hinaus können diese Werte auch in Gesamt-Laktationsgrahiken dargestellt werden, die retrospektiv die Beurteilung des Laktationsverlaufes ermöglichen.

4. Ausblick

Bereits im nächsten Jahr werden über 100 Fullwood AMS "Merlin" europaweit im Einsatz sein. Die Zitzenfindung und das Ansetzen der Melkzeuge gelingen mit hoher Sicherheit. Die weiteren Forschungsarbeiten zum automatischen Melken werden sich sehr stark konzentrieren auf die Möglichkeit einer Individualisierung der Melkparameter und auf die Entwicklung spezieller Sensorik für die online-Erfassung spezifischer Milchparameter für die detailliertere Beurteilung des Gesundheitsstatus des Einzeltieres als auch der einwandfreien Milchbeschaffenheit.
Eine flächendeckende Verbreitung dieser ohne Übertreibung als revolutionär zu bezeichnenden Technik ist aber nicht zuletzt abhängig von ihrer Akzeptanz in Praxis, Beratung, Politik und bei den Verbrauchern, von ihrer Konkurrenzkraft gegenüber konventionellen Melkverfahren und von wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen, die den Einsatz von modernster zukunftsorientierter Technologie fördern.

5. Summary

The Fullwood automatic milker "Merlin" is based on the single stall concept. The mechanical parts, the milking and cleaning technology as well as electronic elements and the software are developed by Fullwood. Around the milking robot Fullwood offers a total solution for milkproduction to the farmer, including controlled concentrates and roughage feeding, milk cooling with icebank bulktanks and instant cooling devices, identification controlled separation systems, windows-based cow management software to monitor production, cow health and fertility and finance and exhaustive maintenance service.

Beurteilung von Milchkühen in Ein- und Mehrflächenlaufställen als Verbesserungsgrundlage für die Gestaltung von Lauf- und Liegeflächen

Evaluation of dairy cows in loose housing systems with deep litter and/or different surface of walking areas as basis to improve the design of walking and lying areas

BOCKISCH, FRANZ-JOSEF[1], REUSCH, SABINE[2], STERNEMANN, KARIN[2]

[1] Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

[2] Doktorandinnen am Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen (Klinik für Wiederkäuer und Schweine, em. Prof. Dr. H.-B. Gründer)

1 Einleitung, Problemstellung, Ziel

In Laufstallsystemen für Milchkühe gilt es nach wie vor, die Tier- und hier vor allem die Klauengesundheit durch tierangepaßte Haltungstechnik prophylaktisch zu verbessern. Versucht man derartige Forderungen umzusetzen, so sind meistens auch ökonomische Vorteile zu erwarten wie verringerte Tierarztkosten, verlängerte Nutzungsdauer, geringere Abgangsraten und erhöhte Milchleistungen. Derzeit liegen viele Untersuchungen zur Laufflächenausführung in Bezug auf die Klauengesundheit bei Liegeboxenlaufställen mit perforierten oder planbefestigten Laufgängen vor. Seit einigen Jahren werden jedoch aus unterschiedlichen Gründen (z. B. tiergerechte Haltung, Baukostenreduzierung) wieder Stallsysteme ohne spezielle Liege- und/oder Laufflächenstrukturierung diskutiert und gebaut. Dies sind meistens Ein- oder Mehrflächenlaufställe. Dazu zählen Tiefstreulaufställe, Tiefstreulaufställe mit perforierten oder planbefestigten Laufgängen und Tretmistställe.

Liege- und Freßliegeboxenlaufställe besitzen ausgewiesene Ruhebereiche in Form von Boxen für einzelne Kühe. Untersuchungen von KÖBRICH (1993) haben die Bedeutung der notwendigen Anpassung der Boxen an die Tierkörpergröße und die damit verbundenen Effekte aufgezeigt. In Ein- oder Mehrflächenställen mit Einstreu befinden sich keine Boxen und nicht unbedingt speziell ausgewiesene Laufflächen. Sie bieten allerdings Vorteile hinsichtlich einer flexibleren Grundrißgestaltung (z. B. leichtere Altgebäudenutzung); damit entfällt eine Anpassung der Boxen an die Tierkörpergrößen. Für Liegeboxenlaufställe liegen zahlreiche Untersuchungen zu diesem Themenkomplex vor (z. B. HERMANN, 1996; BOXBERGER u. PFADLER, 1982), es fehlen jedoch detaillierte, quantitative Daten zu Einflächen- oder Mehrflächenställen mit Einstreu.

Im Rahmen einer detaillierten Felddatenerhebung, die in Form von zwei Dissertationen durchgeführt wurde, sollten an vier Laufstallvarianten [Einflächentieflaufstall (EF-TF), Zweiflächentieflaufstall mit perforierten Laufgängen (ZF-TF-pf.L), Zweiflächentieflaufstall mit planbefestigten Laufgängen (ZF-TF-pl.L) und Zweiflächentretmiststall (ZF-TM)] die jeweiligen Erscheinungsbilder und vor allem die Klauenzustände der Tiere adspektorisch und palpatorisch erfaßt werden. Auch sollte die Entwicklung über einen längeren Zeitraum verfolgt und im Zusammenhang zur stallbaulichen Ausführung überprüft werden. Der Erfassung von Haut- und Klauenschäden wird dabei eine systematische Vorgehensweise zu Grunde gelegt, um eine statistisch auswertbare Datengrundlage zu schaffen.

2 Material und Methoden

Bei der Datenerhebung wurde eine Vielzahl von Einfluß- und Zielgrößen erhoben. Mit Hilfe verschiedener Institutionen wurden die zu erfassenden Ställe bzw. Betriebe ausgewählt. Es wurden insgesamt 29 Ställe (EF-TF: 7; ZF-TF pl.L: 8; ZF-TF pf.L: 7; ZF-TM: 7) untersucht. Die Datenerhebungen an den Tieren wurde je zweimal durchgeführt. Die Untersuchungen fanden immer im Winterhalbjahr statt. Zwischen der ersten und der zweiten Untersuchung lag jeweils ein Zeitraum von rd. einem Jahr. Dabei betrug die Gesamtzahl der untersuchten Kühe in der ersten Erfassung 814 und in der zweiten 593. Die Ställe waren zu Beginn der Erhebungen im Durchschnitt gut fünf Jahre alt. Durchschnittlich hatten die Betriebe 47 Kühe mit ca. 5900 kg Jahresmilchleistung pro Kuh, 6,3 m^2 Liegefläche pro Kuh und eine Einstreumenge von knapp 10 kg pro Kuh und Tag. Allerdings war eine große Variation zwischen den Stallvarianten vorhanden. Viele der Betriebe hatten Weidegang (ca. 65 %) mit unterschiedlicher Intensität, mehrere Betriebe hatten einen Laufhof (ca. 35 %) sowie rund 72 % der Betriebe führten regelmäßige Klauenpflege durch und ca. 21 % bei Bedarf. Die Entmistungsfrequenz der eingestreuten Stallflächen reichte beispielsweise in Abhängigkeit von Stallsystem und Betrieb von 1 x pro Monat bis 1 x pro Jahr.

Die Datenerfassung am Tier erfolgte mit Hilfe von Klauenpflegeständen, so daß die Tiere insgesamt genau beurteilt und vor allem die Klauen gut untersucht werden konnten. Die Erfassung erfolgte mit Hilfe eines Datenerhebungsbogens, der auf dem Entwurf von KÖBRICH (1993) und SCHLIMM (1998) basiert und weiterentwickelt wurde. So wurden neben den Tierkenndaten, die adspektorisch und palpatorisch feststellbaren Schäden an Haut und Gelenken ermittelt und in ein Schema eingetragen unter Kennzeichnung der Art und des Schweregrades. Die an den Klauen vorkommenden Veränderungen wurden im zweiten Teil des Erhebungsbogens detailliert aufgezeichnet (Abb. 1). Dabei werden Veränderungen an Ballen, Sohle und Hornschuh sowie Abweichungen der Klauenform und -länge erfaßt. Nach exakter Lokalisation und Eintragung erfolgte eine Klassifizierung mittels eines Buchstaben- und Schweregradcodes. Neben unterschiedlichen Formen von Veränderungen werden auch verschiedene Schweregrade festgehalten.

Da eine Vielzahl qualitativer als auch quantitativer Daten auszuwerten war, ist für die statistische Analyse eine entsprechende Datenaufbereitung notwendig. So wurden z. B. die Veränderungen an Haut und Gelenken unterteilt in Verschmutzungsgrad der Kühe (z.B. 3 Stufen), Hautveränderungen (z. B. 5 Stufen), Schwanzräude, Wunden sowie Liegestellen an den Gelenken und Umfangsvermehrungen. Die Klauenschäden werden unterschieden in insgesamt 11 Hauptvarianten, die in zwei Hauptgruppen aufgeteilt werden: Klauenveränderungen und Klauenerkrankungen. Dabei werden unter Klauenerkrankungen Defekte des Klauenhorns verstanden, die sich als Substanzverluste oder -überstände des Horns, Auffaserungen, Rauhigkeiten und Risse darstellen. Zu den Klauenerkrankungen gezählt werden Limax, Panaritium,

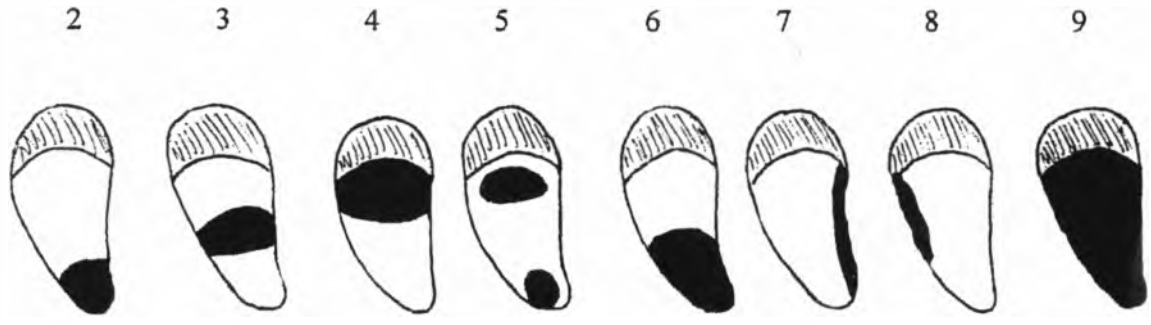


Abb. 1: Beispiele für Formen von Klauenveränderungen – Formen isolierter Ballenveränderungen

Dermatitis digitalis und Klauenlederhautentzündungen. Innerhalb der Varianten wird nach verschiedenen Formen und Gruppen differenziert, die in Schweregrade eingeteilt werden. Die Veränderungen bzw. Erkrankungen wurden je Klauenhälfte erfaßt, so daß jeweils 4 Klauenhälften an Vorder- und Hinterextremitäten berücksichtigt werden. Das Auftreten von Klauenveränderungen oder -erkrankungen der einen Gruppe schließt nicht aus, daß zusätzlich Veränderungen einer anderen Gruppe an derselben Klauenhälfte auftreten können.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen (Dr. Failing et al.) unter Zuhilfenahme des Statistikprogramms BMDP. Nach beschreibenden Auswertungen und Fisher-Test-/Chi-Quadrat-Test-Verfahren, bei denen eine Prüfung auf signifikante Zusammenhänge erfolgt, werden multiple, schrittweise lineare Regressionsanalysen durchgeführt, um die Bedeutung verschiedener Einflußgrößen auf die Ausprägung von Merkmalen und deren Abhängigkeit festzustellen.

3 Ergebnisse

Für die allgemeinen Daten zum äußerlich erfaßbaren Gesundheitszustand seien beispielhaft die Vorkommen für die einzelnen Verschmutzungsgrade und die Liegestellen in den Stallvarianten angeführt. Im zweiten Untersuchungsdurchgang wiesen bei EF-TF und ZF-TF-pl.L von 331 untersuchten Kühen 55 % eine geringe, 38 % eine mittlere und 7 % eine starke Verschmutzung auf. Vergleicht man jedoch den Verschmutzungsgrad zwischen den Haltungssystemen, so ist festzustellen, daß mit starkem Verschmutzungsrad im EF-TF von 12,1 %, im ZF-TF-pl.L von 3,7 %, im ZF-TF-pf.L von 32,1 % und im ZF-TM von 22 % eine große Variation vorzufinden ist. Unabhängig von der Stallvariante nehmen die Verschmutzungen jedoch deutlich ab, wenn die Größe der Liegefläche je Tier und die Einstreumenge je Tier ansteigt.

Als Liegestellen werden Hautveränderungen bezeichnet, die von haarlosen Stellen bis zum Dekubitus reichen. Die Liegestellen werden nach ihrer Lokalisation eingeteilt in Veränderungen der Karpal-, der Tarsal-, der Fesselgelenke der Vorder- sowie der Hintergliedmaßen. Außerdem wird in verschiedene Schweregrade unterschieden. Von allen untersuchten Kühen besitzt keine Kuh Liegestellen an den Fesselgelenken der Vordergliedmaßen. An den Karpalgelenken zeigen weniger als 0,5 % der Tiere haarlose Stellen; der relative Anteil der Kühe ist ebenfalls nicht höher bei Stellen mit verdickter Haut. An den Fesselgelenken der Hintergliedmaßen zeigt ebenfalls keine Kuh Liegestellen. An den Tarsalgelenken weisen weniger als 0,5 % der Tiere haarlose Stellen auf; knapp 2 % der Kühe weisen Stellen mit verdickter Haut auf.

Zu den Liegestellen ist festzuhalten, daß in den untersuchten Haltungssystemen insgesamt nur ein sehr geringer Anteil an Liegestellen auftritt. Ein Grund hierfür ist mit Sicherheit das nicht Vorhandensein von Liegeboxen und die in der Regel weichen Liegeflächen durch die Stroheinstreu. Bei einer weitergehenden differenzierteren Betrachtung wird dieser Aspekt dadurch untermauert, daß das Vorkommen von Liegestellen noch weiter reduziert werden kann, wenn die Einstreumenge zunimmt. Eine weitere wichtige Feststellung ist, daß Umfangsvermehrungen nur in einem sehr geringen Maße auftreten und falls diese vorkommen, so sind es nur gering- oder mittelgradige Änderungen. Da in allen untersuchten Haltungssystemen Umfangsvermehrungen eine unbedeutende Rolle spielen, wird keine weitergehende differenzierte Analyse vorgenommen.

Zusammenhängende Veränderungen von Ballen und Sohle werden als Beispiel für Klauenveränderungen dargestellt. Diese Defekte gehen im Zwischenklauenbereich vom Ballenhorn auf das Sohlenhorn über, wobei verschiedene Formen und Schweregrade unterschieden werden. Es wurde gefunden, daß keine wesentlichen Unterschiede in der Verteilung der Veränderungen auf die Vorder- bzw. Hintergliedmaßen sowie auf die lateralen bzw. medialen Klauenhälften vorhanden sind. Ein Vergleich der vier Haltungsvarianten zeigt, daß es bei der ersten Untersuchung nur unwesentliche Unterschiede in der Auftrittshäufigkeit zwischen den Syste-

men gibt. Bei der zweiten Untersuchung dagegen treten im Einflächen-Tieflaufstall deutlich häufiger zusammenhängende Ballen-Sohlenveränderungen auf.

Wird jedoch z. B. innerhalb der Gruppe ZF-TF-pf.L der Einfluß der Laufflächenausführung auf das Entstehen von zusammenhängenden Ballen-Sohlenveränderungen geprüft, so zeigt sich eine deutlich geringere Frequenz veränderter Klauen bei Vorhandensein von Flächenelementen (Abb. 2). So weisen bei der ersten Untersuchung 6,4 % der Kühe in Ställen mit Flächenelementen und 16 % der Kühe in Ställen mit Einzelbalken Veränderungen auf.

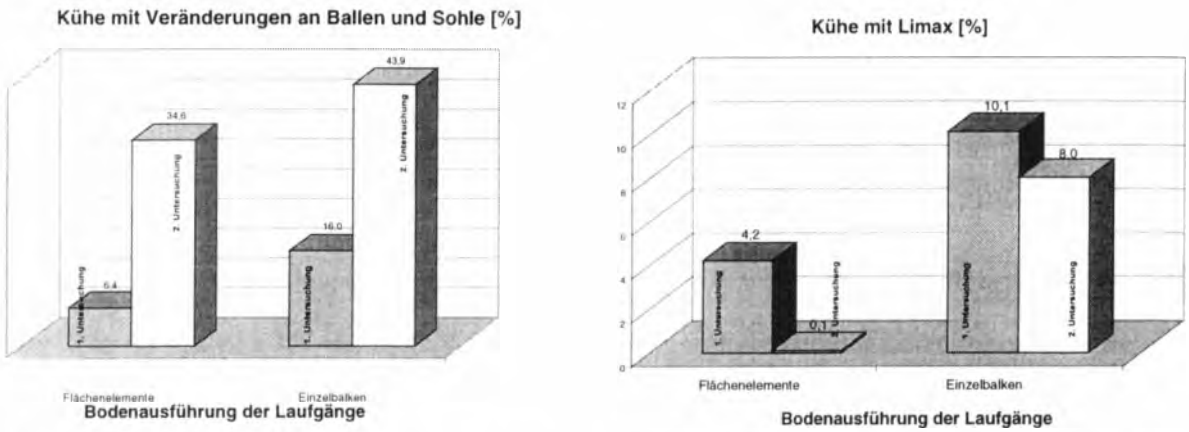


Abb. 2: Vorkommen von zusammenhängenden Veränderungen an Ballen und Sohle sowie des Vorkommens von Limax in Abhängigkeit der Laufgangausführung in Zweiflächentieflaufställen mir perforierten Laufgängen (1. Untersuchung: n = 332 Kühe; 2. Untersuchung: n = 262 Kühe)

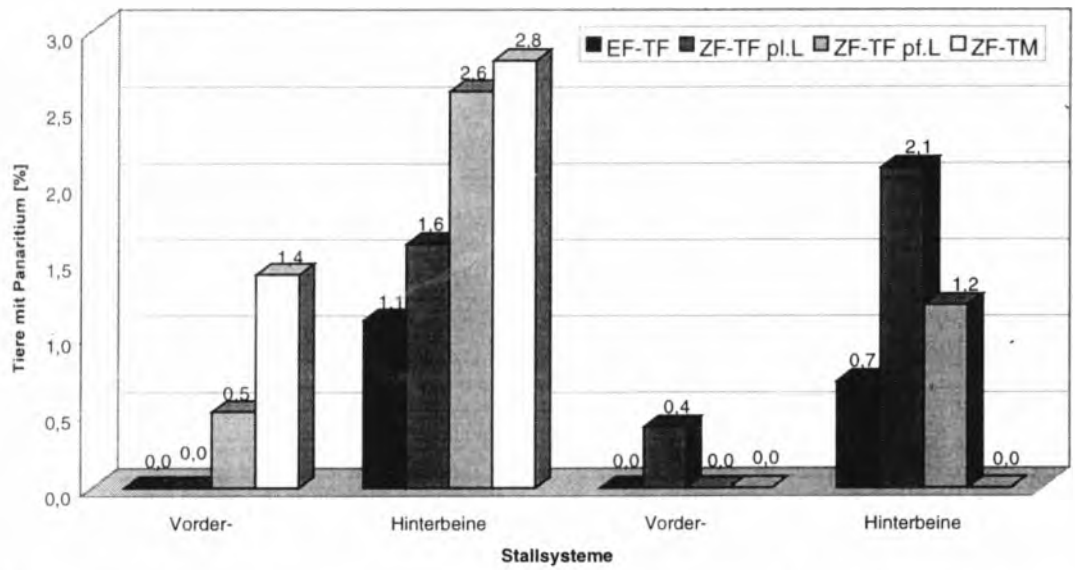


Abb. 3: Verteilung des Vorkommens von Panaritien in den untersuchten Haltungssystemen

Bei Klauenerkrankungen wird beispielhaft auf das Vorkommen von Limax und Panaritium eingegangen. Bei Limax werden 5 Formen unterschieden und jeweils nach Schweregrad und

Häufigkeit differenziert. In den Haltungssystemen tritt Limax insgesamt an den Vorderextremitäten nur bei etwa 2,4 % der Kühe auf; bei den Hinterextremitäten sind es rund 9,4 %. Bei der 1. Untersuchung tritt diese Veränderung insgesamt etwas häufiger im EF-TF und im ZF-TM auf im Vergleich zu den beiden anderen Haltungsvarianten. Innerhalb der Variante ZF-TF-pf.L fällt auf, daß bei einer differenzierteren Betrachtung hinsichtlich der speziellen Laufflächenausführung, das Vorkommen von Limax bei den Flächenelementen deutlich niedriger ist im Vergleich zu den Einzelbalken (Abb. 2, rechts). Panaritien werden nach ihrer Lokalisation und des Schweregrades in 8 Gruppen unterteilt. An den Vordergliedmaßen wurden nur sehr wenig Erkrankungen festgestellt. An den Hinterextremitäten haben bis zu 2,8 % der Tiere diese Erkrankung – z. T. schwer (Abb. 3). Insgesamt treten Panaritien allerdings so selten auf, daß die Bedeutung dieser Krankheit in den untersuchten Haltungssystemen als gering angesehen werden kann.

4 Schlußfolgerungen

Für die Gestaltung von Ein- und Mehrflächenlaufställen für Milchkühe ohne Liege- bzw. Freßliegeboxen ergeben sich aufgrund der vorliegenden Untersuchungen folgende Konsequenzen:

- es sollten nur Zwei- und Mehrflächenställe verwendet werden;
- es sollte eine eingestreute Liegefläche, die trocken und sauber sein sollte, von mehr als 7 m^2 je Kuh zur Verfügung stehen;
- ein Laufhof oder Weidegang bringen für die Klauengesundheit nur dann Vorteile, wenn die Lauf- und Liegeflächengestaltung im Stall unzureichend ist; so bringt ein Laufhof z.B. in Verbindung mit ZF-TM Vorteile und Weidegang bringt Vorteile in Kombination mit EF-TM;
- insgesamt sollten, die Laufflächen möglichst trocken und trittsicher sein, was v.a. bei planbefestigten Laufflächen eine mehrmalige Entmistung pro Tag bedeutet und bei perforierten, daß diese tierangepaßte Funktionsmaße haben und sorgfältig verlegt wurden (s. z. B. BOCKISCH u. GRÜNDER, 1993);
- entgegen vielen Aussagen in der Literatur ist festgestellt worden, unabhängig von der Haltungsvariante, daß eine regelmäßige Klauenpflege nicht dauerhaft zu einer Reduktion von Klauenschäden führt. Es wird vielmehr klar, daß das Haltungssystem gute Voraussetzungen für eine hohe Klauengesundheit bieten muß; z. B. ist in EF-TF ohne Weidegang und Laufhof ein Klauenschnitt häufiger erforderlich als in anderen Varianten. Die Konsequenz daraus ist, daß der Klauenzustand regelmäßig kontrolliert werden muß und bei Bedarf korrigiert wird. Z.B. entfällt dann auch das Warten auf einen festgelegten Klauenpflegetermin und Lahmeiten können sofort behandelt werden;
- für die bauliche Umsetzung kann festgehalten werden, daß die Zweiflächenvarianten ZF-TF-pl.L und ZF-TF-pf.L bei guter Gestaltung der einzelnen Funktionsbereiche gute Voraussetzungen für eine tierangepaßte Milchkuhhaltung bieten, insbesondere wenn die Ergebnisse zu Liegestellen und Umfangsvermehrungen berücksichtigt werden;
- mit Hilfe dieser Datengrundlage wird es eher möglich sein, Bauplanungen, Baukosten- und Verfahrenskostenermittlungen durchzuführen; dabei wird eine Hauptfrage sein, ob durch das Weglassen von Stalleinrichtungen (z. B. Liegeboxen), aber höherem Liegeflächenbedarf und anderen Schwerpunkten bei den Verfahrenskosten, derartige Systeme im Vergleich zu üblichen, Vorteile bieten.

5 Literatur

BOCKISCH, F.-J. U. H.-D. GRÜNDER (1993): Bedeutung der Laufgangausführung in Kuhställen hinsichtlich Tiergesundheit und Tierleistung. Beiträge zur 1. Internationalen Tagung „Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung" in Gießen am 16./17.03.1993, S. 75-86.

BOXBERGER, J. U. W. PFADLER (1982): Anforderungen an Spaltenböden im Liegeboxenlaufstall. Landtechnik 37, S. 41-44.

HERMANN, H.-J. (1996): Einfluß unterschiedlicher Bodenausführung von Laufflächen auf das Verhalten und die Klauengesundheit von Kühen. Diss. Agr. GHK-Kassel-Witzenhausen.

KÖBRICH, S. (1993): Adspektorisch und palpatorisch feststellbare Schäden an Haut, Gelenken und Klauen bei Milchkühen in Abhängigkeit der Boxengestaltung im Liegeboxenlaufstall unter Berücksichtigung der tierindividuellen Körpermaße. Diss. Vet.-Med. JLU-Gießen.

REUSCH, S. (1998): Adspektorisch und palpatorisch feststellbare Schäden an Haut, Gelenken und schwerpunktmäßig an Klauen bei Milchkühen in Einflächen-Tieflaufställen und Zweiflächen-Tieflaufställen mit planbefestigtem Laufgang. Diss. Vet.-Med. JLU Gießen (noch unveröffentlicht).

SCHLIMM, M. (1998): Aspektorisch und palpatorisch feststellbare Veränderungen an Klauen von Milchkühen in Abhängigkeit von der speziellen Lauffläche nausführung in Liegeboxenlaufställen. Diss. Vet. Med. JLU-Gießen (noch unveröffentlicht).

STERNEMANN, K. (1998): Adspektorisch und palpatorisch feststellbare Schäden an Haut, Gelenken und besonders an Klauen bei Milchkühen in Zweiflächen-Tieflaufställen mit planbefestigtem Laufgang. Diss. Vet.-Med. JLU-Gießen (noch unveröffentlicht).

6 SUMMARY

The aim of the investigation was to determine the link between special loose housing systems and claw injuries and also to the skin-status. This enable improved assessments and decisions. This investigation were done in seven deep litter, in eight deep litter systems with conrete walking areas, in seven deep letter systems with slatted floor and in two tract sloped floor with litter and concrete walking areas over a period of 18 month.

Based on the results of the investigations, deep litter loose house systems with concrete walking areas with optimal floor parameters or with slatted floor with optimal functional datas and adequate space for lying (more then 7 m^2) can be recommended.

The findings are showing a highly signifcant influence of the housing system on animal health. Further controlled trials with standardized conditions are recommends to verify these results. But at this time these investigations and results are a good basis to estimate the building costs and process-technique-costs for these loose housing systems.

Auswirkungen unterschiedlicher Fütterungsverfahren auf die Versorgungslage und die Leistung von Milchkühen sowie Möglichkeiten der Verfahrensgestaltung im Milchviehbetrieb

Effects of different feeding systems on energy intake, milk yield and management of dairy cows

FISCHER, BERND; ENGELHARD, THOMAS; HAACKER, WOLFGANG

Lehr- und Versuchsanstalt für Tierhaltung und Technik Sachsen-Anhalt, 39606 Iden

1. Einleitung

Die sinnvolle Auswahl und Nutzung eines geeigneten Fütterungsverfahrens ist von einer Vielzahl konkreter Bedingungen im Betrieb abhängig (PIRKELMANN, 1994). Dabei ist es wichtig die verfahrensseitigen Möglichkeiten und Perspektiven zur Leistungsausschöpfung unter Aufrechterhaltung von Gesundheit und guter Fruchtbarkeit bei steigendem Milchleistungsniveau der Herde einzubeziehen.
So sind an der LVA Iden mehrjährige vergleichende Untersuchungen mit unterschiedlichen Schwerpunkten zwischen dem klassischen Fütterungsverfahren der herdenbezogenen Einzelvorlage des Grundfutters mit leistungsbezogener Kraftfuttergabe und dem Verfahren der Totalen Mischration (TMR) angestellt worden.
Während des ersten Versuches waren die verwendeten Grund-, Kraft- und Mineralfuttermittel in den untersuchten Verfahren einheitlich. Der verfahrenstypische Unterschied beinhaltete im wesentlichen die Form der Futterdarbietung und die konkrete Gestaltung der Leistungsfütterung nach anerkannten und praktizierten Empfehlungen.
Im nachfolgenden zweiten Durchgang sind für das jeweilige Fütterungsverfahren typische Maßnahmen zur Unterstützung von Leistung und Stoffwechselstabilität während der Frühlaktation angewendet worden. Im dritten Versuch lag der Schwerpunkt der Untersuchung auf Auswirkungen der TMR-Fütterung mit und ohne Gruppenbildung hinsichtlich Laktationsverlauf, Tiergesundheit und Futteraufnahme. Diese Ergebnisse werden hier nicht vorgestellt.

2. Tiere und Methode

Alle einbezogenen Kühe sind ab dem 14. Tag vor dem voraussichtlichen Kalbetermin unter einheitlichen Fütterungsbedingungen mit einer Energiekonzentration (EK) von 6,6 MJ NEL/kg Trockenmasse (TM) und 13,5 % Rohprotein/kg TM auf die Kalbung vorbereitet worden. Die Untersuchung begann ab dem 5. d pp mit schwarzbunten Kühen der 1. bis 3. Laktation, rekrutiert aus einer Herde von 460 Milchkühen und endete am 280. Laktationstag. Bei der Gruppenaufteilung in TMR- und Abrufautomatengruppe zu je 36 Kühen wurden die Merkmale k-305 Tageleistung (TL) bei vorhandener Vorlaktation und Laktationsnummer berücksichtigt. Für den Verbleib in der jeweiligen Gruppe galt ein mittleres tägliches Milchmengenlimit von 20 kg bei Färsen und 25 kg bei Kühen nach dem 14. bis 28. Laktationstag. Ausgeschlossene oder abgegangene Kühe während der Untersuchung wurden nicht ersetzt.
Die Kühe befanden sich in einer Haltungsgruppe im Liegeboxenlaufstall (Hochliegebox mit Gummimatte). Täglich wurde einmal gefüttert. Die einzeltierbezogene Erfassung des Grundfutters erfolgte über 36 Tröge mit automatischer Wiegeeinrichtung. Das Tier-Freßplatz-Verhältnis betrug 2:1. In beiden Gruppen ist eine ad libitum Versorgung der TMR- Ration

bzw. mit Silagen sichergestellt worden. Zwei Automaten standen den Kühen der Gruppe Abrufautomat für die gleitzeitgebundene Abholung des Trockenkonzentrats zur Verfügung.
Nachfolgend umfaßt der Begriff Kraftfutter alle Trockenkonzentrate. Grundfutter beinhaltet Mais- und Anwelksilage sowie Biertreber und Lieschkolbenschrotsilage.

2.1. Erster Versuch

Der erste Versuch begann im September 1995 und endete im Oktober 1996. Nach der dreimonatigen alternierenden Aufstallung konnte nach Untersuchungsende 35 TMR- und 34 Kühe der Gruppe Automat ausgewertet werden. Ein Herdenniveau von mindestens 7000 kg natürliche Milch in 305 Tagen war Ziel der Fütterung.

2.1.1. Fütterung der Gruppe Automat

Am Aufstallungstag erhielten die Kühe 4 kg Kraftfutter MLF 18/3. Nachfolgend steigerte sich die tägliche Menge an MLF 18/3 um 0,3 kg bis auf eines für den Versuch gesetztes Maximum von 8,3 kg bei Färsen und 12,5 kg bei Kühen. Nach dem 35. Laktationstag erfolgte die Zuteilung des Leistungsfutters oberhalb der Grundration nach der FECM-Leistung [FECM = Milchmenge in kg x (0,0724 x Eiweißgehalt + 0,1153 x Fettgehalt + 0,3039)] aus den LKV-Kontrollen. Die Schrittweite während der Abfütterung betrug 0,15 kg/d. Die Grundration war bei 14 kg TM und einer EK von 6,4 MJ NEL/kg TM auf 16 kg FECM ausgelegt und bestand aus 21 kg Mais- und 17 kg Anwelksilage sowie aus 1,5 kg Sojaextraktionsschrot, gefüttert als zweite Kraftfuttersorte über den Automaten. In Abhängigkeit von dieser kalkulierten Leistung sind Kraftfuttergaben in Anlehnung an Empfehlungen des DLG-Merkblattes 142/1993 verabreicht worden.

2.1.2. Fütterung der Gruppe TMR

Ab Aufstallung bis zum 35. Laktationstag erhielten Kühe und Färsen die Ration der Leistungsgruppe „Frischmelk" (nach DLG-Information 2/1995). Grund-, Kraft- und Mineralfutter wurden als Futtergemisch angeboten. Nach dem 35. Laktationstag gestaltete sich die Fütterung an Hand der FECM-Leistung der LKV-Kontrollen in drei Gruppen nach DLG-Information 2/1995.
Das Verhältnis von Grund-, Kraft- und Mineralfutter variierte in Abhängigkeit der Leistungsgruppenzuordnung.

2.2. Zweiter Versuch

Der zweite Durchgang begann im Oktober 1996 und endete im Oktober 1997. Für Aufteilung und Verbleib in den Gruppen galten die Kriterien des ersten Versuchs. 31 Kühe der TMR- und 33 Kühe der Automatengruppe waren auswertbar. Die Fütterung zielte auf eine Durchschnittsleistung von 7500 kg natürliche Milch in 305 d ab. Dabei wurden die DLG-Empfehlungen 142/1993 und 2/1995 berücksichtigt.

2.2.1. Fütterung der Gruppe Automat

Ableitend aus Ergebnissen des ersten Versuchs ist die Anfütterung zu Laktationsbeginn modifiziert worden. Ab Aufstallung erhielten Färsen 4 kg/d und Kühe 5 kg/d. Anschließend steigerte sich die Hofmischung (71,5 % Gerste; 25,5 % Sojaextraktionsschrot und 3,0 % Mineral) um 0,4 kg auf maximal 9,6 kg/d bei Färsen und 14,3 kg/d bei Kühen. Nach dem 35. Laktati-

onstag ist das Kraftfutter nach der Methode des ersten Versuchs zugeteilt worden. Die Abfütterung erfolgte um 0,2 kg/d bis zum aktuellen Anspruch.
Die Grundration bestand aus getrennt vorgelegter Mais- und Anwelksilage und war bei 12,6 kg TM und einer EK von 6,3 MJ NEL/kg TM nach Energie und Rohprotein auf 13 kg Milch bilanziert.

2.2.2. Fütterung der Gruppe TMR

Leistungsfördernde Maßnahmen bei der Gestaltung des TMR-Verfahrens beinhalteten neben Mais- und Anwelksilage sowie Sojaextraktionsschrot und Gerste die Fütterung von Lieschkolbenschrot, Biertreber und Ackererbsen- und Rapsextraktionsschrot. Die Methode der Leistungsfütterung glich der des ersten Versuchs.

2.3. Datenerfassung und statistische Auswertung

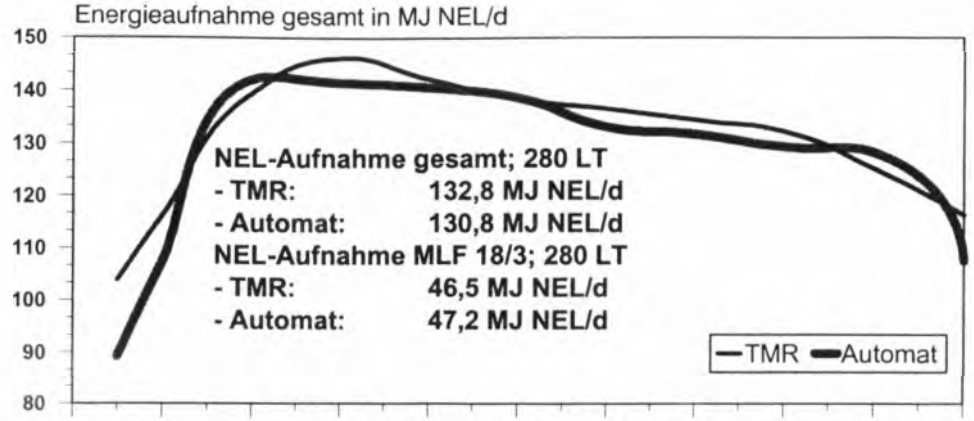
Die Untersuchung umfaßte die Prüfung der wöchentlich erfaßten Milchmenge, Fett-, Eiweiß-, Laktose-, Harnstoff- und Acetongehalt der Milch sowie ausgewählter Fruchtbarkeitskennzahlen und tierärztliche Behandlungen. Die Kühe sind im ein- bis vierwöchigen Abstand gewogen und die Rückenfettdicke per Ultraschall nach STAUFENBIEL (1993) gemessen worden. Die Futteraufnahmeerfassung erfolgte täglich. Die Rohnährstoffe der Grundfuttermittel sind wöchentlich, die der Trockenkonzentrate sind monatlich analysiert worden. Die Berechnung des Energiegehaltes der Futtermittel sowie die Verwendung der Bedarfsnormen entsprach den gültigen DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (6. Auflage, 1991).
Der Einfluß des Fütterungsverfahrens auf normalverteilte Merkmale erfolgte mit dem statistischen Verfahren der einfaktoriellen Varianzanalyse (ANOVA) aus dem Programm SPSS. Durch Abgänge und Ausfälle bedingt, wurde die unterschiedliche Verteilung der Laktationsnummern und ebenso die Vorleistung zwischen den Gruppen als wesentliche nichtversuchsbedingte Störgrößen (Kovariate) eliminiert.
Es bestanden keine signifikanten Wechselwirkungen zwischen Laktationsnummer und Fütterungsverfahren für Milchleistungsmerkmale und überwiegend auch für Parameter der Energie- und Nährstoffaufnahme, so daß die nachfolgenden Ergebnisse gleichermaßen für die erste bis dritte Laktation gelten. Signifikanzen weisen eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\propto \leq 5\ \%$ auf.

3. Ausgewählte Ergebnisse und Diskussion

3.1. Erster Versuch

Im Zeitraum bis zum 14. Laktationstag (LT) ist eine um ca. 15 MJ NEL/d und vom 15. bis 28. LT ist eine um etwa 9 MJ NEL/d statistisch gesicherte höhere Futterenergieaufnahme in der Gruppe TMR nachweisbar (Abbildung 1). Ursache war eine im selben Zeitraum signifikant erhöhte Energieaufnahme von 18 bis 10 MJ NEL/d bzw. eine gesteigerte TM-Aufnahme von 2,3 bis 1,3 kg/d aus MLF 18/3. Dabei nahmen die Kühe der Gruppe Automat bis zum 14. LT 0,6 kg bzw. 3,2 MJ NEL und vom 15. bis 28. LT 0,3 kg bzw 1,7 MJ NEL/d mehr Futter bzw. Energie aus der Grundration auf. Zwischen dem 29. und 56. LT war die tägliche TM- und Energieaufnahme aus MLF 18/3 in der Gruppe Automat signifikant um 0,6 kg bzw. 5 MJ NEL erhöht. Anschließend konnten mit Ausnahme des 10. Laktationsmonats für den gesamten Untersuchungszeitraum keine wesentlichen Unterschiede in Futter- und Energieaufnahme aus der Gesamtration festgestellt werden.

Abb. 1: Vergleich zwischen den Fütterungsverfahren Totale Mischration (TMR) und Fütterung mit Abrufautomat - Futterenergieaufnahme
TMR versus separate feeding - total energy intake



	0	14	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
TMR		103,9	116,3	139,5	146,2	142,2	138,4	136,5	134,4	132,2	125,1	116,3
Automat		89,3	107,6	142,1	141,5	140,6	138,6	133,1	131,7	129,3	128,2	107,6

signifikante Differenzen am 14., 28. und 280. LT

Die Differenzen zwischen den Verfahren im Verlauf von Futter- und Energieaufnahme bis Ende des 2. Laktationsmonats führten zu Parallelen in den Leistungsreaktionen. Die Milchmenge war in der Gruppe TMR mit 28,1 kg/d während der ersten 14 LT um etwa 1 kg/d und anschließend vom 15. bis 28. LT um 0,5 kg/d tendenziell erhöht. Im zweiten Laktationsmonat war eine um 0,2 kg/d gesteigerte Milchmenge in der Gruppe Automat festzustellen. Ein statistisch gesicherter höherer Fettgehalt der Milch bis zum 14. LT von 5,14 % (Automat) zu 4,41 % (TMR) sowie ein signifikant gesteigerter Körpermasseabbau in der Gruppe Automat von -1143 g/d im Vergleich zu -714 g/d (Gruppe TMR) bei geringerer Milchmenge signalisieren während des ersten Laktationsmonats eine erhöhte Stoffwechselbelastung in der Gruppe Automat. Etwa 22 % der Kühe in der Gruppe Automat im Vergleich zu 12 % der Kühe in der Gruppe TMR lagen im Acetongehalt der Milch über 5 ppm während der ersten 14 Laktationstage. Die Körperfettauflage ging in diesem Zeitraum bei den Kühen der Automatengruppe mit 3,7 mm um 0,8 mm stärker zurück als in der Gruppe TMR. Dieser kritische Abbau (STAUFENBIEL, 1993) ist Ausdruck eines hohen Futterenergiedefizits. In der Untersuchung hatte jedoch die ausgeprägtere negative Energiebilanz in der Gruppe Automat während der ersten 14 Laktationstage keine häufigeren Behandlungsmaßnahmen gegen Ketose bzw. keine erhöhte Anfälligkeit gegenüber anderen Krankheiten zur Folge.
Bezogen auf 280 LT betrugen Milchmenge, Fett- und Eiweißgehalt in der TMR-Gruppe 26,8 kg/d; 4,61 % und 3,70 %. Die Kühe der Gruppe Automat erreichten nahezu gleiche Leistungen von 26,7 kg/d, 4,67 % und 3,68 %.
In der Gruppe TMR war der Besamungsaufwand je Trächtigkeit mit 1,22 um 0,17 Besamungen geringer und die Zwischentragezeit mit 91,7 d um 10 d kürzer als in der Gruppe Automat. Die Unterschiede waren statistisch nicht zu sichern.

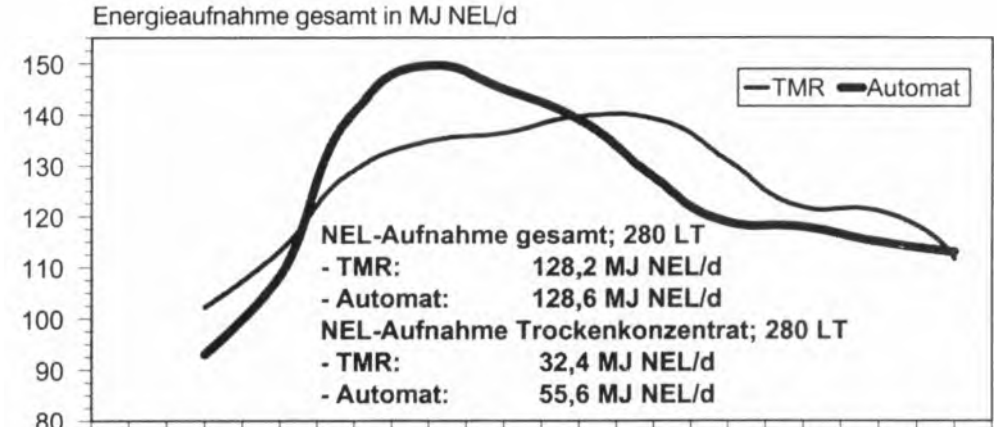
3. 2. Zweiter Versuch

Trotz der modifizierten Anfütterung am Automaten war die Futterenergieaufnahme der TMR-Kühe während der ersten 14. LT um 9,2 MJ NEL/d erhöht (Abbildung 2). Nach dem 2. bis zum 4. Laktationsmonat nehmen die Kühe am Abrufautomaten aufgrund der höheren Kraft-

futteraufnahme signifikant mehr TM und Energie aus der Gesamtration auf. Am 84. LT erreichen die Kühe am Abrufautomaten mit ca. 150 MJ NEL ihre höchste Energieaufnahme. Diese übersteigt mit ca. 15 MJ NEL die Energieaufnahme der TMR-Gruppe. Im Vergleich dazu erreicht die TMR-Gruppe ihre höchste TM- und Energieaufnahme erst zum 140 LT. Zwischen den Verfahren konnten bezogen auf 280 LT keine Unterschiede in der Gesamtenergieaufnahme ermittelt werden (Abbildung 2).

Die TM-Aufnahme an Trockenkonzentrat zum Zeitpunkt der höchsten Energieaufnahme in der Gruppe Automat ist mit 9,8 kg um 4,9 kg höher. Der Verzehr und damit die Rohfaseraufnahme aus Mais- und Anwelksilage war in der Gruppe Automat stets höher als in der TMR-Gruppe. Dennoch mußten im ersten Laktationsdrittel 9 % der Kühe Automatengruppe gegen klinische Verdauungstörungen behandelt werden. In der Gruppe TMR traten keine zu behandelnden Verdauungsstörungen auf.

Abb. 2: Vergleich zwischen den Fütterungsverfahren Totale Mischration (TMR) und Fütterung mit Abrufautomat - Futterenergieaufnahme
TMR versus separate feeding - total energy intake



	0	14	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
TMR		102,2	113,2	129,1	134,8	136,4	139,7	139,2	130,9	121,8	121,1	111,7
Automat		93	108,3	140,6	149,6	145	139	127,7	118,9	117,9	115	113

Laktationstag

signifikante Differenzen am 14., 56., 84., 168. sowie am 196. LT

Differenzen zwischen den Gruppen im Energiedefizit und Stoffwechselbelastung zu Beginn der Laktation waren gegenüber dem ersten Versuch deutlich geringer. Während der ersten 14 LT konnte von ca. 83 % der TMR- und 71 % der Kühe der Automatengruppe der Milchacetongehalt als physiologisch (< 0,2 mmol/l nach STAUFENBIEL, 1998) klassifiziert werden. Am 21. LT erhöhte sich der Anteil in der Gruppe TMR auf 90 % und in der Gruppe Automat auf 94 %. Unterschiede im Fettgehalt (bis 28. LT 5,47 % Gruppe Automat, 5,59 % Gruppe TMR) und im Einschmelzen von Körperfett (pp bis 14. LT -2,4 mm Gruppe Automat; -2,8 mm Gruppe TMR) zu Laktationsbeginn, als Abbild des Futterenergiedefizits, waren tendenziell in der Gruppe Automat günstiger. Die Differenzen in der Milchmenge waren zu Laktationsbeginn am 14. LT mit 29,3 kg/d Gruppe Automat bzw. 29,6 kg in der Gruppe TMR gering. Der weitere Verlauf der fett- und eiweißkorrigierten Milchleistung unterschied sich ab dem 98. Laktationstag signifikant zugunsten der TMR Gruppe. Eine wesentliche Ursache war die bevorzugte Aufnahme von Mais- gegenüber Anwelksilage bei getrennter Vorlage und der damit verbundenen suboptimalen Versorgung von Futterprotein bei ausreichender Energieversorgung im Pansen. Die Kühe der Automatengruppe reagierten mit deutlichem Leistungsabfall, so daß TMR-gefütterte Kühe eine Mehrleistung von 2,3 kg/d FECM bei einer mittleren Leistung von 30,4 kg/d in 280 LT erreichten.

4. Schlußfolgerungen

Die praktische Gestaltung und die Möglichkeiten der betrieblichen Umsetzung, weniger das Fütterungsverfahren an sich, beeinflußen entscheidend die Milchleistung, Stoffwechselbelastung sowie Futter- und Energieaufnahme bei einem Herdenniveau von 8500 kg k 305 TL. Das Vermischen im Vergleich zur Einzelvorlage hatte bei Verwendung einheitlicher Futtermittel keine wesentlichen Leistungsunterschiede im Laktationsverlauf zur Folge. Eine gesteigerte Futterenergieaufnahme sowie die Tendenz einer verminderten Stoffwechselbeanspruchung konnte jedoch während des ersten Laktationsmonats bei der TMR-Fütterung im Vergleich zur Fütterung am Automaten festgestellt werden. Mit der Erhöhung der täglichen Steigerungsrate von 0,3 auf 0,4 kg sowie der Kraftfuttergabe zu Beginn der Aufstallung (ab 5 d pp) am Automaten sind Differenzen des Fett- und Acetongehaltes der Milch und des Körperfettabbaus zu Laktationsbeginn zwischen den Verfahren wesentlich verringert worden. Allerdings erkrankten die Kühe häufiger an Verdaungsstörungen.
Durch die Fütterung am Automaten konnten die Kühe zur Laktationsspitze bedarfsgerechter versorgt werden, ohne das die Höhe der Milchleistung relevant gesteigert und ausgewählte Fruchtbarkeitsergebnisse verbessert wurden.

5. Literaturverzeichnis

PIRKELMANN, H. (1994): Moderne Fütterungssysteme im Milchviehstall. Zeitschrift: Mais 22 Jahrgang (4), 1994, S. 130-133

STAUFENBIEL, R. (1993): Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes unter besonderer Berücksichtigung der Messung der Rückenfettdicke und der Untersuchung von Fettgewebe. Habilitationsschrift 1993, Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin

STAUENBIEL, R. (1998): Möglichkeiten der Herdenüberwachung als Hilfsmittel zur Sicherung der Stoffwechselgesundheit. Vortrag am 04.05.1998 an der LVA Iden

6. SUMMARY

In two experiments we compared total mixed ration (TMR) versus separate feeding (silage and concentrate). 133 German-Holstein cows were monitored for 280 days in milk on dry matter and energy intake, milk yield, health and reproduction. In the first experiment the ration in both groups was based on the same feeding stuffs (maize silage, grassilage and concentrates). In the second experiment in the TMR group about 50 % of the concentrates was substituted with husk silage and brewer's grain silage.
In the first experiment no major differences were observed on feed and energy intake. Milk yield was equal (29,6 kg per day FECM). Metabolic stress was lower in the TMR group.
In the second experiment the separate feeding group showed higher energy intake during early lactation but without any effects on milk yield. This might be due to digestive problems in the separate group.
As conclusion management within feeding systems seem to have more influence on energy intake, metabolism and milk yield than the feeding system itself.

Top-Boden vs. Spaltenboden im Liegeboxenlaufstall für Milchkühe – Vergleichende Verhaltensbeobachtungen*

Effects of floor type (TOP™ vs. slatted floor) on selected behavioural elements in dairy cows

ROß, ANTJE[1];WINCKLER, CHRISTOPH[2]; STEFFENS, GÜNTER[1];
VAN DEN WEGHE, HERMAN[2]

[1] Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt, LUFA, Oldenburg

[2] Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft, Weser-Ems, der Georg-August-Universität Göttingen, Vechta

* gefördert durch die Europäische Union und das Land Niedersachsen im Rahmen des Ziel-5b-Strukturfonds

1 Einleitung

An Stalleinrichtungen bzw. Haltungssystemkomponenten werden vielfältige Ansprüchen hinsichtlich Funktionalität, aber auch Tiergerechtheit und Umweltverträglichkeit gestellt. Der hier untersuchte Top-Boden für Laufgänge in der Milchviehhaltung wurde in erster Linie mit dem Ziel entwickelt, die Freisetzung von Ammoniak im Stall zu reduzieren. Inwieweit diese Bodengestaltung jedoch Auswirkungen auf das Verhalten der Tiere haben kann, sollte in der vorliegenden Untersuchung geklärt werden.

Dazu wurden in einem Praxisbetrieb Untersuchungen zur Präferenz, dem Verhaltensmuster und dem Auftreten verletzungsträchtiger Ereignisse bei konventionellem Spaltenboden und dem sogenannten Top-Boden durchgeführt. Ziel ist es, hinsichtlich der Tiergerechtheit eine Einschätzung beider Bodenvarianten geben zu können.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsstall

Der Untersuchungsbetrieb (Praxisbetrieb) hält 90 Milchkühe in einem doppelseitigen, einreihigen Liegeboxenlaufstall mit Stichfuttertisch (Abb. 2). Beide Stallhälften sind jeweils mit Kraftfutterstation und Tränke ausgestattet; die Laufgänge sind mit herkömmlichen Flächenspalten (Fa. Suding) bzw. dem sogenannten Top®-Boden (Fa. De Boer, NL) ausgeführt. Dieser besteht aus dachartigen, nichtperforierten Betonelementen, die so verlegt werden, daß zwischen den dachartigen Einheiten schmale Spalten entstehen (Abb. 1). Zusätzlich reinigt ein selbstlaufender Elektro-Schieber die Oberflächen in regelmäßigen

Zeitabständen. Vor allem durch schnelles Abfließen des Harns soll eine Emissionsreduzierung im Stallbereich erzielt werden.

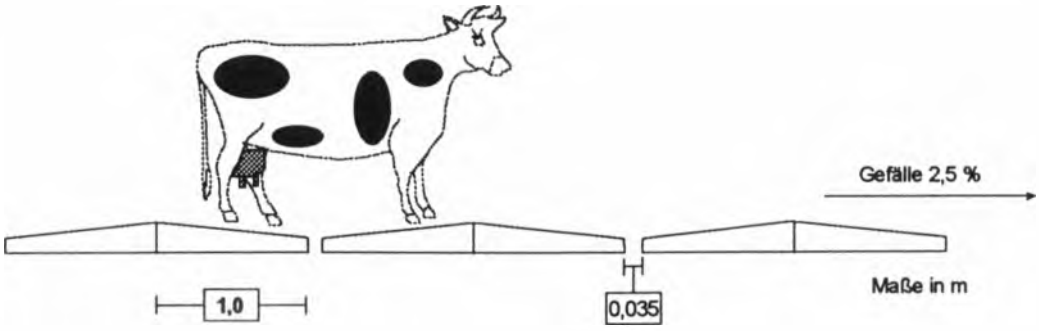


Abb. 1: Schematische Darstellung des Top-Bodens
Fig. 1: TOP-floor characteristics

2.2 Methoden

Im untersuchten Stall konnten zwei flächen- und funktionsgleiche Stallhälften durch geeignete Abtrennungen eingerichtet werden.

Nach zufälliger Verteilung der Tiere auf beide Stallhälften wurden im scan-sampling-Verfahren im 10- Minuten Intervall Direktbeobachtungen aller Tiere über einen Zeitraum von drei Stunden (Beginn 1h nach Futtervorlage) durchgeführt. Dabei wurden die Parameter Stehen/Gehen und Liegen an den Orten Laufgang, Liegebox, Freßgitter, Futterstation und Tränke erfaßt.

Zusätzlich wurden kontinuierlich die Parameter „Aufreiten" von Tieren oder „Ausgleiten" mit und ohne vorhergehende soziale Auseinandersetzung ermittelt. Die Verhaltensweise „Lecken kaudal des Rippenbogens", die nach Herrmann (1997) einen geeigneten Parameter zur Erfassung der Rutschfestigkeit von Bodenbelägen darstellt, wurde ebenfalls kontinuierlich erfaßt.

Zeitgleich erfolgte die kontinuierliche Erfassung aller Bewegungsaktivitäten und -orte von 12 zufällig ausgewählten und nach Laktationsstadium und -nummer gleichverteilten Fokustieren (jeweils 6 Tiere pro Stallhälfte).

Eine videogestützte Beobachtung wurde bei freiem Zugang der Tiere zu beiden Stallhälften im scan-sampling-Verfahren durchgeführt. Dabei interessierte bezüglich der Herde die Aufenthaltsverteilung auf beide Stallhälften, um eine Präferenz von Tieren für eine bestimmte Bodenausführung ermitteln zu können.

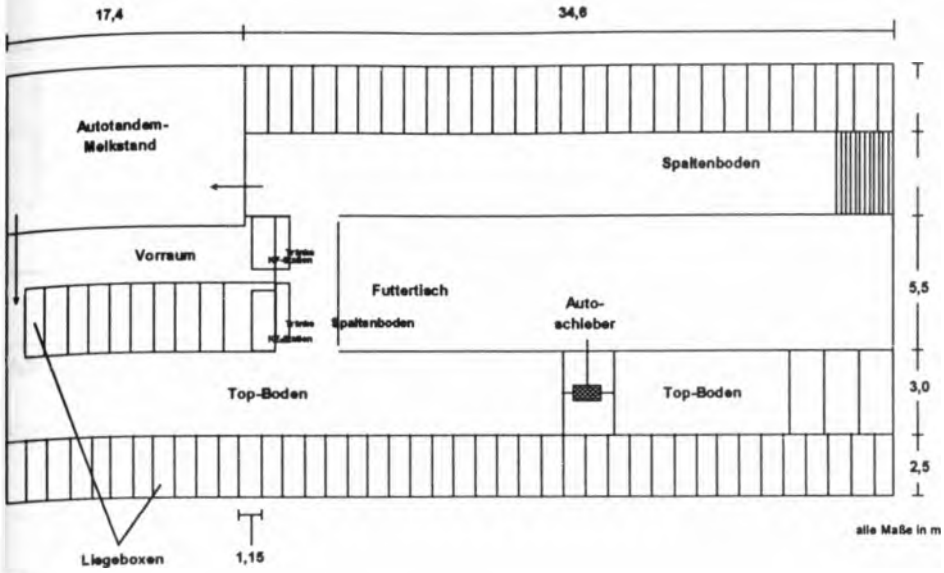


Abb. 2: Grundriß des Versuchsstalles
Fig. 2: ground plan of the (investigated) dairy production unit

Zusätzlich wurden in einem experimentellen Ansatz Gehgeschwindigkeit und Kopfhaltung beim Gehen von 10 Färsen ermittelt, während sie eine festgelegte Wegtrecke auf beiden Bodentypen zurücklegten.

3 Ergebnisse

Aus den videogestützen Beobachtungen der Herde bei freiem Zugang zu beiden Stallseiten konnte keine Präferenz der Tiere für eine Bodenausführung festgestellt werden. Auch der durchschnittliche Anteil der Tiere bei den Verhaltensaktivitäten Stehen an den Orten Laufgang, Freßgitter, Liegebox sowie Liegen in der Box unterschied sich zwischen den Bodenvarianten nicht (Tabelle 1).



Abb. 3: Zeitlicher Verlauf der Verhaltensaktivitäten Stehen/Freßgitter und Liegen; n=11 Tage
Fig. 3: Time course of standing at the feeding gate and lying in the cubicle; n=11 days

Tab. 1: Verhaltensweisen (Anteil Tiere); 3h-Beobachtung, 10min-sampling-Intervall; ns: nicht signifikant

Table 1: Behaviour patterns (percentage of animals); 3h-observations, 10min-sampling interval; ns: not significant

	TOP-Boden n=11 Tage			SpaltenBoden n=11 Tage	
	MW	SEM		MW	SEM
Stehen im Freßgitter [%]	23.2	1.86	ns	23.0	1.71
Stehen im Laufgang [%]	14.4	0.88	ns	13.7	0.52
Stehen in der Box [%]	17.3	1.35	ns	15.8	0.74
Liegen in der Box [%]	41.4	2.14	ns	43.3	1.37
Tränke etc. [%]	3.7	0.43	ns	4.2	0.49

Zu Beginn des Beobachtungszeitraumes standen allerdings prozentual mehr Kühe auf der TOP-Boden-Stallseite im Freßgitter, was gleichzeitig mit einer geringeren Belegung der Boxen verbunden war (Abb. 3).

Die Zeitbudgets der 12 Fokustiere auf beiden Bodenvarianten (Abbildung 4) unterschieden sich ebenfalls nicht und bestätigen damit die scan-sampling-Ergebnisse für die gesamte Herde. Auch die während der Beobachtungszeit durch die Fokustiere zurückgelegten Wegstrecken auf den Laufgängen unterschieden sich nicht signifikant.

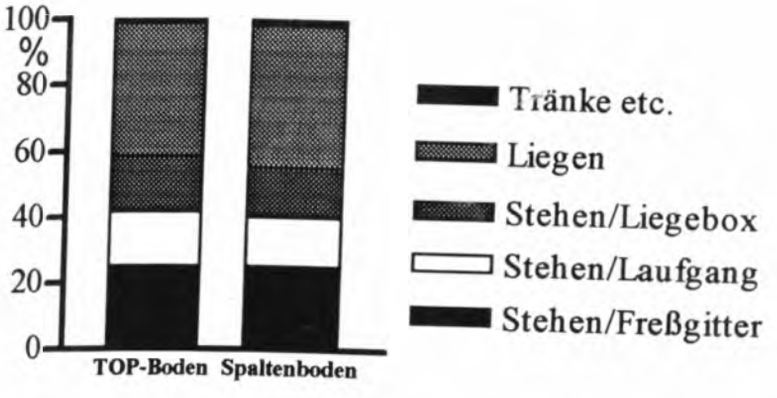


Abb. 4: Zeitbudgets von 12 Fokustieren; 3h-Beobachtungen, n=4-6 Tage

Fig. 4: Time budgets of focal animals (n=12); 3h-observations, n=4-6 days



Abb. 5: Häufigkeit der Verhaltensweisen Lecken kaudal und Ausgleiten; 40 Kühe/Gruppe; n=10 Tage; ns: nicht signifikant, *:p<0,05 (Mann-Whitney-U-Test)

Fig. 5: Frequency of licking at the hindquarter and slipping; 40 cows/group, n=10 days; ns: not significant, *: p<0.05 (Mann-Whitney-U-Test)

Die Verhaltensweise „Lecken kaudal" wurde auf dem TOP-Boden tendenziell öfter ausgeführt, allerdings konnte Ausgleiten häufiger beobachtet werden (Abbildung 5). Dies war nicht ausschließlich auf häufigeres Aufreiten zurückzuführen, wenn brünstige Tiere vorhanden waren, da ein höherer Anteil der Aufreit-Aktivität mit Ausrutschen verbunden war (Tabelle 2).

Tab. 2: Aufreitvorgänge; 3 h Beobachtungsdauer; ns=nicht signifikant

Table 2: Mounting activity; 3 h observations; ns=not significant

	TOP-Boden			Spaltenboden	
	MW	SEM		MW	SEM
Aufreitvorgänge je brünstige Kuh	17.3	8.15	ns	6.75	2.40
	n=6			n=4	
Aufreiten verbunden mit Ausrutschen [%]	50.7			24.0	

4 Schlußfolgerungen

Gemessen an den Verhaltensweisen „Lecken kaudal" und „Aufreiten" zeigten Milchkühe auf dem Top-Boden eine höhere Aktivität. Vermehrtes Ausgleiten deutet aber auf eine verminderte Standsicherheit hin und erhöht damit das Risiko für das Auftreten verletzungsträchtiger Ereignisse.

5 Literatur

HERRMANN, H.-J. 1997: Einfluß unterschiedlicher Bodenausführung von Laufflächen auf das Verhalten und die Klauengesundheit von Kühen. Diss. Universität Gesamthochschule Kassel, ALB Hessen, Bericht Nr. 65.

6 Summary

The TOP™ floor (top floor) has recently been developed for the aim to reduce ammonia emissions from dairy production units. It is characterized by concrete elements with an integrated two-sided 2.5% slope. Relating to aspects of animal welfare, this study focused on ethological indicators of floor slip resistance and behaviour that may be related to injuries. In a cubicle house equipped with both floor types, top-floor and common slatted floor were compared with respect to different behaviour patterns and elements. 80 Holstein-Friesian dairy cows including 12 focal animals were studied by direct observations and video recordings using continuous recording and instantaneous sampling.

The observations revealed no differences in the percentage of animals lying or standing in the cubicle, standing/walking on the feeding area, and standing with the head through the feeding gate. Time budgets of focal animals differed individually between floor types but were not equally influenced by the flooring system. Giving free access to both barn areas cows showed no preference for one floor type. Licking frequency tended to be higher on the top-floor (36.6 ± 4.6 vs. 29.0 ± 2.6 events/40 cows*$3h^{-1}$; mean $\pm$ SE). Mounting activity of animals in heat was also higher on top-floor (18.5 ± 2.7/cow*$3h^{-1}$, $n = 6$) compared with slatted floor (9.8 ± 2.0/cow*$3h^{-1}$, $n = 4$). However, independently of mounting activity, slipping occurred less frequently on the slats. Slipping while licking was not observed.

Based on licking and mounting behaviour, results indicate that dairy cows show higher activity levels on the top-floor. Nevertheless, slipping rate also appeared to be greater on this floor and therefore may bear an enhanced risk for injuries.

Untersuchung und Beurteilung eines Vorrückfreßgitters anhand von Tierverhalten, Tierleistung und Freßplatzgestaltung

Investigation and evaluation of a moving feed rack regarding animal welfare, performance and trough design

HEIKO GEORG[1], CHRISTA HOCH[1], SUSANNE MEYER[2], PETER OBERDELLMANN[3], JAN VAN KOGELENBERG[4], AREND PRINS[4], FRANZ-JOSEF BOCKISCH[1]

[1] Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), D-38116 Braunschweig

[2]Georg-August-Universität Göttingen,

3Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität 5300 Bonn

4 Wageningen Agricultural University

Einleitung

Neuartige Stalleinrichtungen wie das Vorrückfreßgitter (System Weelink) erfordern neue vergleichende und bewertende Untersuchungen, um ethologische Auswirkungen und ökonomische Vor- oder Nachteile einschätzen zu können. Das Vorrücksystem bietet arbeitswirtschaftliche Vorteile und kann die Investitionskosten für Stallgebäude vermindern. Demgegenüber stehen die Kriterien einer artgerechten Tierhaltung, nach denen ein Tier-/Freßplatzverhältnis von 2,5 : 1 (Herstellerempfehlung) wie im Vorrückfreßgitter nicht tiergerecht ist. Probleme bereitet auch, daß das technisch bedingte Standniveau der Tiere gegenüber dem Futtertisch leicht erhöht ist.

Bei der Einhaltung eines Tier- Freßplatzverhältnis von 1:1 geht man davon voraus, daß nur ein bis zweimal am Tag Futter vorgelegt wird. Ähnlich wie bei der Fütterung von TMR ermöglicht ein Vorrückfreßgitter aber die Dauerfütterung der Tiere, so daß man von dieser Regel abweichen kann. Wenn diese Einschränkung des Tier- Freßplatzverhältnis ohne Nachteile für das Tierverhalten und die Leistung bleibt, kann sich der Kostenvorteil des Vorrückfreßgitters durch den verkürzten Futtertischs und geringeren Raumbedarf entsprechend vorteilhaft auswirken.

Die Schwerpunkte dieser Untersuchung ortientierten sich daher an folgenden Fragen:

Wie wirkt sich das Füttern im Vorrückfreßgitter im Vergleich zu konventionellen Fütterungssystemen auf Tierleistung und Tierverhalten aus?

Wie sieht das Freßverhalten und Freßprofil von Kühen im Vorrückfreßgitter aus?

Material und Methoden

Es wurde ein Systemvergleich verschiedener Fütterungssysteme mit dem Vorrückfreßgitter (WS) durchgeführt. Die Vergleichssysteme waren ein Futtermischwagen (FMW) und die manuelle Siloblockvorlage (SBV). Zur Versuchsdurchführung wurden drei Gruppen mit je 19 Milchkühen gebildet (Gruppe I,II und III), die jeweils nach einen Zeitraum von 40 Tagen zwischen den drei Systemen wechselten. Die Gruppengröße betrug 19 Tiere, wobei im Vorrückfreßgitter 10 Tiere zusätzlich über alle drei Versuchsphasen untergebracht waren, um das Tier-Freßplatzverhältnis von 2,5:1 zu erreichen.

Tab. 1: Übersicht zu den Versuchsphasen und zur Gruppeneinteilung in der Vergleichsuntersuchung
Overview of experimental design and periods

	Zeitraum		
Gruppe	**2.4.-11.5.1997**	**12.5. 20.6.1997**	**21.6.-31.7.97**
	P1	**P2**	**P3**
I	FMW	SBV	WS
II	SBV	WS	FMW
III	WS	FMW	SBV
IV	WS	WS	WS

Die Tiergruppen wurden im selben Versuchsstall gehalten (Abbildung 1). Der Grundriß zeigt die Einteilung des Stalls für die drei Gruppen. Die Versorgung der Tiere mit Wasser und Kraftfutter war trotz der Abtrennungen ohne Mehraufwand gewährleistet, wie aus der Skizze ersichtlich ist.

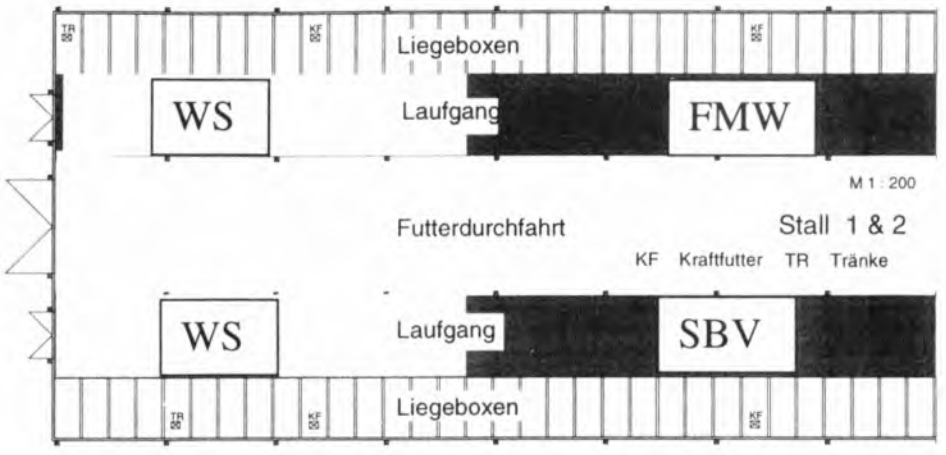


Abbildung 1: Grundrißskizze des Versuchsstalls und Gruppenaufteilung für den Systemvergleich Weelink (WS), Futtermischwagen (FMW) und manuelle Siloblockvorlage (SBV) im Versuchsjahr 1997
Layout of the experimental dairy unit and divided groups Weelink (WS), manual silage distribution (SBV) and mobile feed mixer (FMW)

Zur Bewertung der Tierleistung in Abhängigkeit der Fütterungssysteme wurden während der drei Versuchsperioden folgende Leistungsmerkmale erfaßt:

- Milchmenge [kg] täglich morgens und abends
- Fett- Eiweiß- und Laktosegehalt der Milch [%] wöchentlich morgens und abends
- Grundfutteraufnahme [kg] Trockensubstanz (TS) FMW täglich, WS & SBV 2-3 mal pro Woche
- Kraftfutteraufnahme [kg] täglich

Zur Erfassung des Tierverhaltens wurden 6 Direktbeobachtungen über jeweils 24 h durchgeführt. Die Direktbeobachtungen waren über die Versuchsperioden gleichmäßig verteilt, so daß je zwei Direktbeobachtungen je Versuchsperiode möglich waren. Dabei wurden folgende Parameter erfaßt:

- Grundaktivität: Stehen, Liegen und Laufen
- weitere Aktivität: Ruhen, Wiederkäuen, Koten/Harnen, Verdrängen, Grund- bzw. Kraftfutteraufnahme, Saufen
- Bereiche der Aktivität: Liegebox, Lauffläche, Kraftfutter-/Tränkeautomat, Freßgitter

Die Aktivitäten der Tiere wurden in Abständen von 15 Minuten protokolliert, in der Auswertung blieben die Melkzeiten unberücksichtigt.

Ergänzend zur Direktbeobachtung wurden alle Stallabteile mit Videokameras überwacht, um das Tierverhalten auch über einen längeren Zeitraum auswerten und kontrollieren zu können. In der Auswertung der Videobeobachtung wurden Verdrängungen und Anzahl stehender und liegender Tiere registriert.

Ergebnisse

Wenn Kühen zu wenig Futter oder zu wenig Freßplätze zur Verfügung gestellt werden, bedeutet dies zumeist, daß ranghöhere Tiere rangniedere Tiere von den Freßplätzen verdrängen. Ethologen und Tierschützer fordern daher eine strikte Einhaltung des Tier-/Freßplatzverhältnisses von 1:1, um Rangkämpfe aufgrund von Futterneid zu verringern. Diese Forderung ist in viele Vorschriften und Richtlinien für eine artgerechte Milchviehhaltung eingefloßen und sorgt dafür, daß neuartige Fütterungssysteme, die mit einem eingeschränkten Tier-/Freßplatzverhältnis auskommen, sehr kritisch betrachtet werden.

Ganz ausschließen kann man Verdrängungen aber auch bei einem Tier-/Freßplatzverhältnis von 1:1 nicht. ZEEB (1985) führte daher zu Bewertung von Haltungssystemen einen Grenzwert für anteilige Verdrängungen von 10% /h bezogen auf die Herdengröße ein. Unberücksichtigt bleibt bei der Forderung eines generellen Tier-/Freßplatzverhältnis von 1:1 auch die Tatsache, daß das Fütterungssystem ebenfalls einen Einfluß auf das Tierverhalten ausübt. Hierzu findet sich bei ZEEB (1970) der Hinweis, daß bei Dauerfütterung, zu der auch die TMR gezählt wird, von der Regel 1:1 abgewichen werden kann. Erlaubt ist dann ein Tier-/Freßplatzverhältnis von 2 : 1 oder 3 : 1 wie z. B. bei der Selbstfütterung am Fahrsilo.

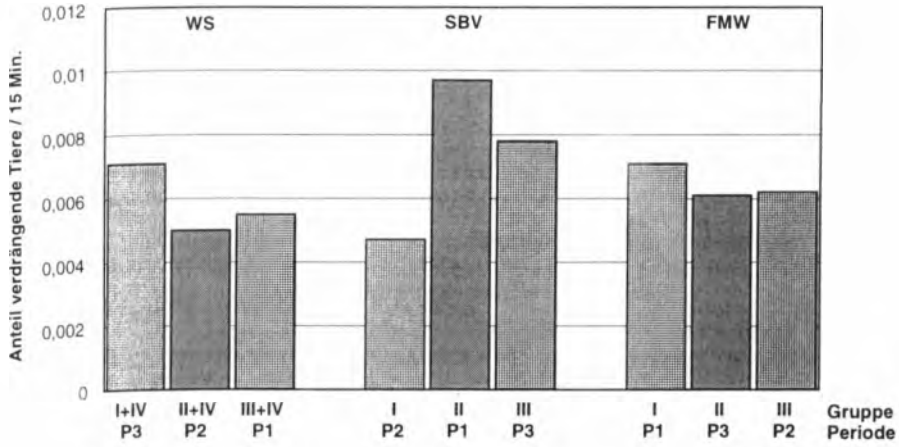


Abbildung 2: relativer Anteil der durchschnittlichen Verdrängungen im Abstand von 15 Minuten bezogen auf die jeweilige Gruppengröße (Melkzeiten nicht berücksichtigt)
relation of cows pushing aside considering group size, (time of milking not included)

Die Darstellung (Abbildung 2) zeigt, daß der Anteil der Verdrängungen für das System Weelink geringer ist als bei SBV und geringfügig niedriger als FMW. Umgerechnet wurden bei dem Vorrückfreßgitter 2,3 %/h Verdrängungen beobachtet, bei FMW 2,6 %/h und bei SBV 3%/h. Bezogen auf den wichtigen Parameter Verdrängung bedeutet dies, daß auch einem Tier-/Freßplatzverhältnis von 2,5 :1 im Vorrückfreßgitter durch die Art der Fütterung (Dauerfütterung) keine Nachteile für die Tiere damit verbunden sind.

Die Versuchsergebnisse (Abbildung 3) weisen im Mittel eine TS-Aufnahme von 11,6 kg für WS, 11,8 kg für SBV und 12,1 für FMW aus. Es konnte keine Signifikanz für einen Einfluß des Fütterungssystems auf die Grundfutteraufnahme gefunden werden, der Einfluß der Tiergruppen auf die Grundfutteraufnahme konnte statistisch nachgewiesen werden.. GERSTLAUER (1979), der das Tier-/Freßplatzverhältnis stufenweise einschränkte (bis 6 :1), konnte in einem ähnlich angelegten Versuch ebenfalls keinen signifikanten Einfluß auf Grundfutteraufnahme und Milchleistung feststellen.

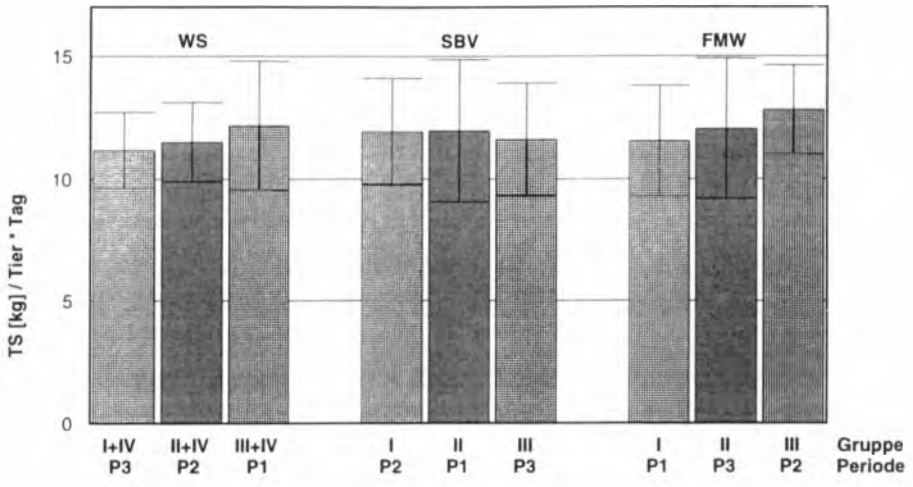


Abbildung 3: Mittlere Grundfutteraufnahme in kg TS je Tier und Tag für alle Gruppen und Versuchsperioden
Roughage intake (kg dry matter per cow and day)

Schlußfolgerungen

- Die Einschränkung des Tier-/Freßplatzverhältnisses im Vorrückfreßgitter zeigt keinen negativen Einfluß auf das Tierverhalten, wenn ständige Futtervorlage gewährleistet ist
- Auf der Basis der dargestellten Versuche gibt es keine nachweisbaren Einflüsse des Vorrückfreßgitters auf Milchleistung und Grundfutteraufnahme

Literatur

ZEEB, K. (1985): Zur Beurteilung von Haltungssystemen für Rinder aus ethologischer Sicht. Tierärztliche Umschau 10: 752-758

Zeeb, K. (1970): Verhaltensbiologische Gedanken zum Problem Rinderlaufstall. Tierzüchter 22 (1970) Nr. 18, S. 578-579

GERSTLAUER, H. (1979): Systematische Untersuchung zur Freßstelleneinschränkung bei Milchkühen im Liegeboxenlaufstall. Diss. Hohenheim, 1979.

Summary

The moving feeding barrier (Weelink System) reduces labour inputs and building costs of cattle housing systems. Against these advantages, the system assumes an animal to feeding place ratio of 2.5 to 1, which is traditionally seen as detrimental to animal welfare. In addtion the height of the trough section is the same as the feed area.

By maintaining an animal: feeding place ratio of 1:1, it is assumed that feeding is not always ad lib. With twice a day feeding. As is the case with complete mixed rations (TMR), the movable feeding barrier enables the feed is provide continously so that a move away from standard 1:1 ratio can be considered. The cost adavantages of the moving feeding barrier can be translated into economic advantages only when the restriction of feeding space has no negative effects on animal behaviour and performance. The aim of this study was to answer the following question: What effect has the moving feeding barrier on animal behaviour and performance?

A system comparison between the Weelink System (WS), complete ration feeding system (FMW) and manual silage block distribution (SBV) was made. A change-over system of allocating animals to treatments was used. The effect of the animal to feeding place ratio was examined. The measurements of the following were made: milk yield, milk composition, feed intake, ethological parameters using video recordings and direct observation.

The data available to date show that an animal:feeding place ratio of 2.5:1 with the WS system has no negative effect on forage intake, aggression and performance. The consideration of other parameters also shows that the WS system has no negative effect on animal behaviour.

Untersuchungen zur Verringerung des gegenseitigen Besaugens bei der Kälberaufzucht mit Tränkeautomaten

Investigations to reduce multiple suckling of calves reared with milk dispensers

SCHUCH, SONJA; WENDL, GEORG; SCHÖN, HANS

Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Vöttingerstr. 36, 85354 Freising

1 Einleitung

Zur Kälberaufzucht werden vielfach rechnergesteuerte Tränkeabrufautomaten eingesetzt. Sie ermöglichen eine naturnahe Gruppenhaltung bei individueller Tränkeversorgung und eröffnen durch die Registrierung der Verzehrsmengen eine rechnergestützte Tierüberwachung. Bei gemischt geschlechtlichen Gruppen mit unterschiedlich alten Kälbern, wie sie in der Milchviehhaltung üblich sind, klagen jedoch Landwirte häufig über gegenseitiges Besaugen der Kälber. Dies stellt eine Verhaltensanomalie dar, deren Folgeschäden bis zur Zuchtuntauglichkeit führen können. Als wesentlicher Grund für gegenseitiges Besaugen wird ein Defizit an Saugtätigkeit bzw. ein unbefriedigtes Saugbedürfnis angeführt [SCHEURMANN 1974]. Obwohl die Kälber bei der Aufzucht mit Tränkeautomaten mehrmals pro Tag Milch abrufen können, haben eigene Analysen gezeigt, daß über 50 % der Besaugungen in Zusammenhang mit einem Standbesuch stehen. Um den Einfluß von Standform und Anzahl von Tränkeintervallen auf das Saugverhalten zu untersuchen, wurden technische Veränderungen am Tränkestand vorgenommen und das Tränkeprogramm variiert. Als Ausgangsbasis für die Veränderungen erfolgten Verhaltensanalysen bei natürlicher Aufzucht.

2 Saugverhalten bei natürlicher Aufzucht unter Konkurrenzsituation

Aus Untersuchungen zum Saugverhalten bei an der Mutter aufgezogenen Kälbern geht hervor, daß das Besaugen bei natürlicher Aufzucht in der Regel nicht auftritt [SAMBRAUS 1991; SCHLEYER u. KAMINSKY 1996]. Da diesen Untersuchungen jedoch ein Kuh:Kalb-Verhältnis von 1:1 zugrunde liegt, wurde zuerst das Saugverhalten bei natürlicher Aufzucht, aber unter einer „Konkurrenzsituation", wie sie bei der mutterlosen Aufzucht am Tränkeabrufautomat auftritt, analysiert.

2.1 Material und Methode

Drei Kälber wurden zu einer jungen, erstmals laktierenden Kuh in eine 12 m² große Bucht gegeben. Die Kälber erhielten zur freien Aufnahme Wasser im Saugeimer, Kraftfutter im Eimer und gutes Kälberheu. Die Verhaltensbeobachtungen erfolgten mittels Videotechnik. Aufgenommen wurde das Verhalten der Kälber im Alter von 3 und 8 Wochen. Je Beobachtungsperiode wurden 3 Tage (3 x 24 Stunden) ausgewertet.

2.2 Ergebnisse und Diskussion

Mit 3 Wochen suchten die Kälber die Kuh durchschnittlich 9 mal pro Tag auf (Tabelle 1). Der zeitliche Abstand des Saugens pendelte in dieser Altersstufe zwischen 1 und 4 Stunden. Die Kälber saugten meist zu zweit oder zu dritt. Im Alter von 8 Wochen holten alle 3 Kälber nahezu gleichzeitig Milch ab, durchschnittlich 4 mal täglich im zeitlichen Abstand von 4 bis 8 Stunden. Sie standen seitlich zur Kuh, zwei auf der einen Seite und das dritte auf der anderen. Während des Saugens kam es vor, daß die Kälber die Saugposition und damit die Zitzen wechselten. Gegenseitiges Besaugen wurde in beiden Beobachtungsperioden nicht registriert.

Tab. 1: Saugverhalten von 3 Kälbern an einer Kuh (2 Beobachtungsperioden)
Tab. 1: Suckling behaviour of three calves kept with one cow (two observation periods)

Alter der Kälber [Wochen]	Durchschnittliche Häufigkeit des Saugens an der Kuh [n/d]	zeitlicher Abstand des Saugens an der Kuh [h]	Verhältnis Kuh:Kalb während des Saugens [n:n]
3	9	1 - 4	1 : 2; 1 : 3 selten 1 : 1
8	4	4 - 8	1 : 3

Auch HUTCHISON et al. [1962] und SAMBRAUS [1978] beobachteten, daß bei jüngeren Kälbern die Saughäufigkeit pro Tag größer ist als bei älteren. Nach HAUPTMANN [1972] sind die Häufigkeit des Saugens und die aufgenommene Milchmenge abhängig von der Melkbarkeit der Kuh und von Alter, Größe, Temperament, Ausdauer und Saugart des Kalbes. Bei der Aufzucht mit Tränkeautomaten ist die Häufigkeit des Saugens mit Anrecht dagegen abhängig vom Mindestmengenanspruch, von der zugeteilten Tagesmilchmenge und bei Festzeitprogrammen zusätzlich von der Anzahl der Intervalle. Bei einer geringen Tagesmilchmenge (z. B. 6 Liter) und einem hohen Mindestmengenanspruch (z. B. 2,5 Liter) oder bei wenig Intervallen (z. B. 2) können die Kälber nur 2 bis 4 mal pro Tag Milch abrufen, was nicht dem natürlichen Saugverhalten von 3 bis 8 Wochen alten Kälbern entspricht. Weiterhin ist bei der Automatentränke in der Regel für eine Gruppe nur eine Saugstelle vorhanden, ein gleichzeitiges Saugen ist damit nicht möglich. Dies kann zu Verdrängungen aus dem Tränkestand führen und das Saugen am Ersatzobjekt fördern.

3 Technische Veränderungen am Tränkestand

Um Verdrängungen aus dem Tränkestand und daraus resultierende Besaugungen zu vermeiden, wurde an der Landtechnik Weihenstephan ein verschließbarer Tränkestand entwickelt [WENDL et al. 1997].

3.1 Beschreibung des Tränkestandes mit Einsperrung

Der neue Tränkestand (Abbildung 1) verfügt über eine gebogene waagrecht pendelnd gelagerte Wippe. Betritt ein Kalb den Tränkestand, so wird durch die Vorwärtsbewegung des Kalbes die Pendelwand zur Seite gedrückt und verschließt durch ihre besondere Form den Stand.

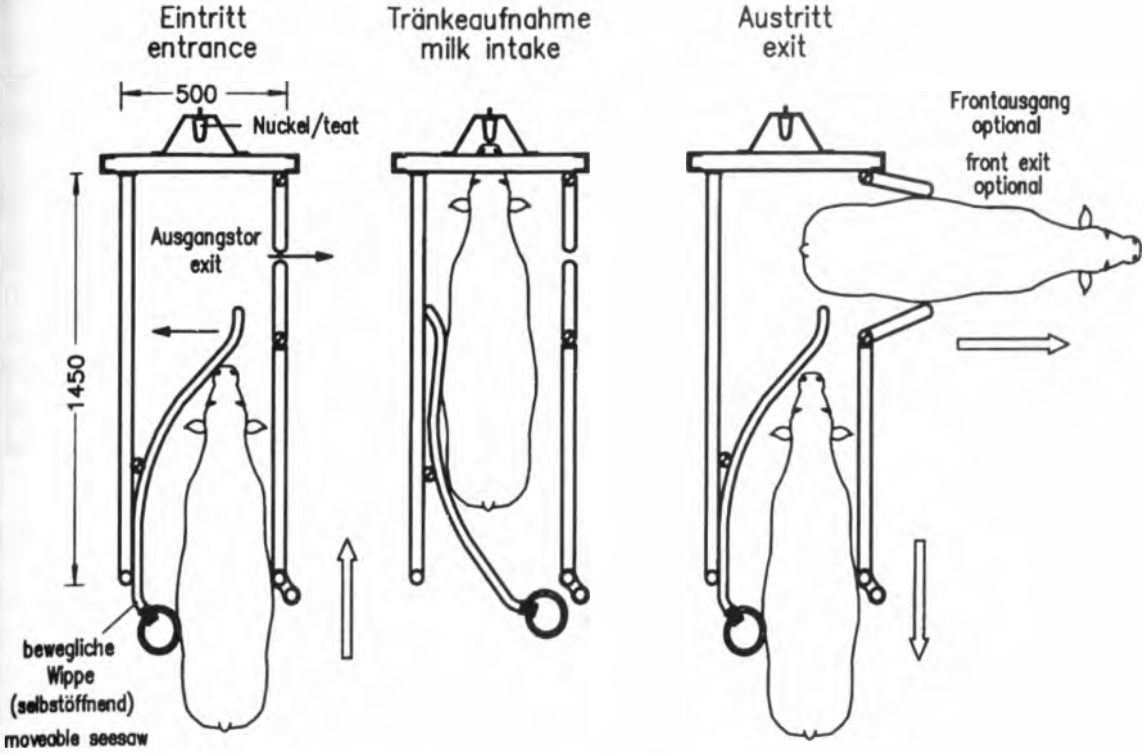


Abb. 1: Verschließbarer Kälbertränkestand
Fig. 1: Closeable drinking station for calf milk dispensers

3.2 Material und Methode

Der Stand wurde in zwei Milchviehbetrieben eingebaut und das Tierverhalten mittels Videotechnik vor und nach der Umrüstung untersucht. Die Kälber wurden nach der Kolostralmilchphase in beiden Betrieben 8 bis 11 Wochen am Tränkeautomaten in gemischt geschlechtlichen Gruppen und mit unterschiedlichem Alter aufgezogen. Die Haltung erfolgte in Gruppenbuchten mit Stroheinstreu. Die Fläche betrug pro Kalb 3,5 bzw. 2,3 m², die Gruppengröße elf und neun Kälber. Die Auswertungen des Tierverhaltens (jeweils 48 Stunden) umfaßte einerseits die Anzahl und die Zeitdauer der gegenseitigen Besaugaktionen, andererseits die Häufigkeit und die Zeitdauer der Standbesuche mit und ohne Tränkeanspruch.

3.3 Ergebnisse und Diskussion

Beide Betriebe unterschieden sich im Auftreten des gegenseitigen Besaugens erheblich (Abbildung 2). Auf Betrieb E wurden pro Tag 128 Besaugaktionen mit einer täglichen Besaugdauer von 4 Stunden registriert, beim Betrieb K dagegen nur 46 Besaugaktionen mit knapp einer Stunde Besaugzeit. In beiden Betrieben konnte durch den verschließbaren Stand sowohl die Anzahl als auch die Zeitdauer der gegenseitigen Besaugaktionen um ca. 90 % reduziert werden.

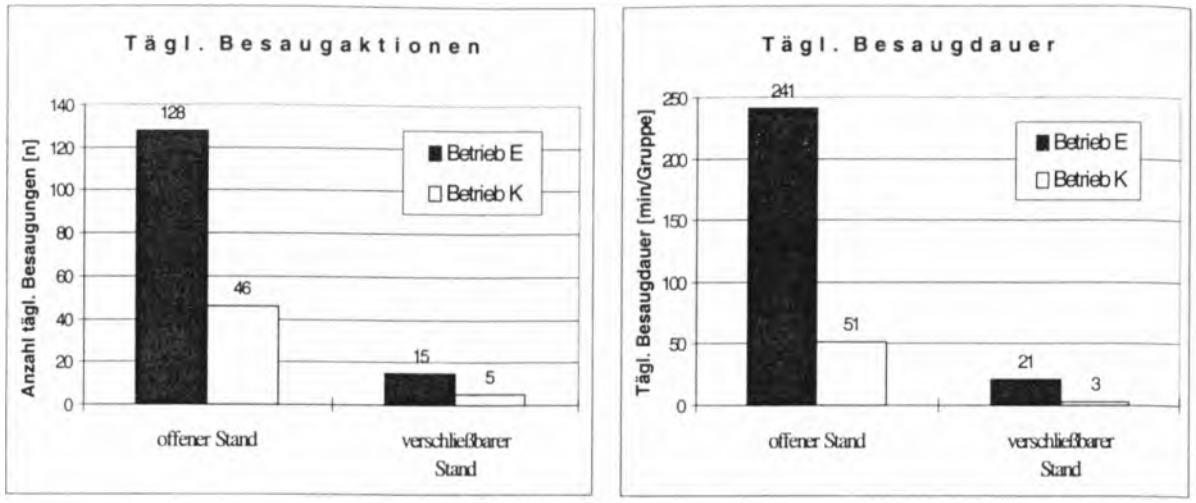


Abb. 2: Umfang des gegenseitigen Besaugens bei offenem und verschließbarem Tränkestand (Betrieb E elf Kälber, Betrieb K neun Kälber)

Fig. 2: Extent of mutual suckling of calves when fed in an open and in a closeable drinking station (farm E eleven calves, farm K nine calves)

Durch den verschließbaren Stand hat sich auch die Häufigkeit der Standbesuche ohne Anspruch und die Dauer der Standbesuche verändert (Tabelle 2).

Tab. 2: Saugverhalten von Kälbern beim offenen und beim verschließbaren Tränkestand (Durchschnitt von 2 Tagen; 9 Kälber; Betrieb K)

Tab. 2: Feeding behaviour of calves in case of an open and in case of a closeable drinking station (mean of two days observation; nine calves; farm K)

	offener Stand	verschließbarer Stand
Dauer eines Standbesuches mit Anrecht [min]	5,7	12,1
Anzahl der Standbesuche mit Anrecht pro Kalb u. Tag [n]	4,3	4,4
Tägliche Standbelegung mit Anrecht pro Kalb [min]	24,5	**53,2**
Besaugdauer pro Kalb und Tag [min]	5,7	0,3
Dauer eines Standbesuches ohne Anrecht [min]	1,6	3,4
Anzahl der Standbesuche ohne Anrecht pro Kalb u. Tag [n]	17,3	8,2

Die Dauer eines Standbesuches mit Anrecht betrug im konventionellen Stand ca. 6, im verschließbaren ca. 12 Minuten. Da die Anzahl der Tränkeintervalle nicht verändert wurde, hat sich durch die doppelt so lange Dauer eines Standbesuches mit Anrecht auch die tägliche Standbelegung mit Anrecht pro Kalb beim verschließbaren Stand in etwa verdoppelt und der Tagessaugdauer an der Kuh (ca. 60 Minuten) angenähert. Daraus ist zu folgern, daß die Kälber ihren Saugtrieb im verschließbaren Stand eher befriedigen konnten als im herkömmlichen.

4 Veränderungen am Tränkeprogramm

Neben konstruktiven Veränderungen am Tränkestand wurde auch der Einfluß des Tränkeprogrammes auf das Saugverhalten analysiert.

4.1 Material und Methode

In zwei nebeneinanderliegenden Tiefstreubuchten mit herkömmlichem Tränkestand wurden je 10 weibliche Kälber mit etwa gleicher Altersverteilung eingestallt. Die Tränkezuteilung erfolgte bei der einen Gruppe mit 3 Anrechtsintervallen pro Tag, bei der anderen mit 16 (Mindestmengenanrecht 0,5 Liter; Festzeitprogramm). Die Aufnahme des Tierverhaltens erfolgte an 6 Tagen (6 x 24 Stunden) mittels Videotechnik. Für die Prüfung der signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten wurde der Mann-Whitney Test verwendet.

4.2 Ergebnisse und Diskussion

Sowohl die tägliche Besaugdauer als auch die täglichen Besaugaktionen waren bei 3 Anrechtsintervallen signifikant größer als bei 16 (Tabelle 3). Bei 16 Intervallen war zwar die durchschnittliche Standzeit mit Anrecht pro Besuch geringer als bei 3, weil auch die aufgenommene Menge pro Besuch weniger war, aber die Anzahl erfolgreicher Besuche war größer.

Tab. 3: Saugverhalten von Kälbern bei 3 und 16 Anrechtsintervallen (Durchschnitt von 6 Beobachtungstagen, 10 Kälber pro Gruppe)

Tab. 3: Suckling behaviour of calves in case of three and sixteen drinking intervalls a day (mean of six observation days, ten calves per group)

	Anrechte		
	3	16	Signifikanz ($p \leq 0,05$)
Tägliche Besaugdauer [h]	1,9	0,7	*
Tägliche Besaugaktionen [n]	58,0	36,0	*
Dauer eines Standbesuches mit Anrecht [min]	8,8	5,4	*
Anzahl dér Standbesuche mit Anrecht pro Kalb [n]	2,8	7,8	*
Abgerufene Menge pro Standbelegung [l]	2,3	0,8	
Tägliche Standbelegung mit Anrecht pro Kalb [min]	24,5	**41,7**	*
Besaugdauer pro Kalb und Tag [min]	11,4	4,2	*
Dauer eines Standbesuches ohne Anrecht [min]	2,9	2,8	n. s.
Anzahl der Standbesuche ohne Anrecht pro Kalb [n]	47,0	44,0	n. s.

Insgesamt ergab sich bei 16 Intervallen eine deutlich höhere Tagessaugdauer pro Kalb als bei 3. Nach WEBSTER u. SAVILLE [1982] saugen Kälber (8 Wochen) in 24 Stunden 8,1 mal durchschnittlich 7,1 Minuten am Automaten mit unbeschränkter Mengenzuteilung, freiem Zugang und genügend Saugstellen. Daraus ergibt sich eine Tagessaugdauer im Stand mit Anrecht von 57 Minuten. Unter diesen Bedingungen wird gegenseitiges Besaugen kaum oder nur vereinzelt beobachtet. Demnach hatten die Kälber bei 3 Tränkeintervallen ein Saugdefizit.

5 Schlußbetrachtung

Bei der rechnergesteuerten Automatenfütterung kann das gegenseitige Besaugen in nicht unbeträchtlichem Ausmaß auftreten. Bei einer verschließbaren Standform wurden deutlich weniger Besaugungen registriert. Auch häufigere Tränkevorgaben trugen zu weniger Besaugungen bei. Wesentlich ist, daß in beiden Fällen die Aufenthaltsdauer im Stand mit Anspruch pro Kalb und Tag erhöht und der Tagessaugdauer bei natürlicher Aufzucht angenähert werden konnte.

6 Literatur

Das Literaturverzeichnis ist bei den Autoren erhältlich.

7 Summary

Suckling behaviour of three calves by one cow

Usually there is no mutual suckling in suckler herds (cow:calf 1:1). Considering that machine-fed calves cannot drink at the same time (one teat per group!) the suckling behaviour of three calves at one cow was recorded by video cameras in two observation periods. On average calves drank nine times a day at three weeks of age and four times a day at eight weeks of age. It was noticed that calves preferred to drink at the same time. There was no mutual suckling observed.

Suckling behaviour of calves in case of a closeable drinking station

In order to avoid drives out of the station a closeable station was developed. Suckling behaviour on conventional and new drinking station was recorded on two farms. Frequency and duration of mutual suckling could be reduced around 90 %. Mean duration of drinking session as well as total drinking time was twice as long in case of the closeable drinking station.

Suckling behaviour of calves reared with two different drinking programmes

Suckling behaviour of two groups (group one: three drinking intervals a day; group two: sixteen drinking intervals a day) of calves (ten calves each) was recorded on six days. Daily frequency and duration of mutual suckling was significantly reduced in case of sixteen intervals. Total drinking time was longer ($p \leq 0,05$) in case of 16 intervals (41.73 min) than in case of three intervals (24.53 min).

It seems to be important to prolong total drinking time to about 60 minutes a day (mean suckling duration in suckler herds).

Danksagung

Den Praxisbetrieben und dem Versuchsbetrieb Achselschwang wird herzlichst für die Unterstützung der Versuche sowie der DFG für die finanzielle Förderung gedankt.

The effect of a gated feeding stall on the cross-suckling of calves housed in group pens.

WEBER, ROLAND

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Tänikon

1 Einleitung

Beim Einsatz eines Tränkeautomaten in der Kälberaufzucht ist häufig das Besaugen von Artgenossen zu beobachten. Dieses tritt vor allem unmittelbar nach der Milchaufnahme eines Kalbes auf. Bevorzugt besaugt wird ein Kalb, das im Tränkestand steht. Als Ursache des Besaugens wird vermutet, dass das Saugbedürfnis der Kälber zu wenig befriedigt wird, da die Saugtätigkeit bei der Tränke gegenüber der natürlichen Aufzucht reduziert ist (Graf et al. 1989; Mees und Metz 1984; Metz und Mekking 1987). Deshalb wird für die Aufzucht mit Tränkeeimern empfohlen, die Kälber nach der Milchaufnahme ungefähr zehn Minuten im Fressgitter zu fixieren, bis der Saugdrang nachgelassen hat. Dies ist bei der Verwendung eines Tränkeabrufautomaten nicht möglich.

Ein früherer Versuch, in dem die Saugzeit an Tränkeautomaten durch eine Reduktion des Milchschlauchdurchmessers verlängert wurde (Aurich und Weber, 1994), brachte keine Verbesserung der Situation. Es konnte jedoch festgestellt werden, dass das Besaugen von Artgenossen selten auftrat, wenn ein Kalb nach dem Milchtrinken längere Zeit im Tränkestand verweilte und am Nuckel leersaugte.

Nachfolgend wird ein Versuch beschrieben, in dem das Verhalten von Kälbern in einer Bucht mit einem konventionellen Tränkestand mit dem Verhalten von Kälbern in einer Bucht mit einem verschliessbaren Tränkestand verglichen wurde. Im verschliessbaren Tränkestand konnte ein Kalb, ungestört von anderen Kälbern nach dem Milchtrinken noch im Stand verweilen und am Nuckel leersaugen, bis das Saugbedürfnis abgeklungen war. Die Hypothese war, dass dadurch das Besaugen von Artgenossen deutlich verringert wird.

2 Methode

2.1 Verschliessbarer Tränkestand

Der im Versuch verwendete verschliessbare Tränkestand wurde von der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik entwickelt (Wendl et al., 1997). Er beinhaltet eine gebogene, waagrecht pendelnd gelagerte Wippe (Abb. 1). Durch eine Feder wird diese im ungenutzten Zustand offen gehalten. Betritt ein Kalb den Stand, wird die Wippe zur Seite gedrückt und verschliesst den Eingang. Dadurch kann das Tier während seines Aufenthaltes im Stand von anderen Kälbern weder von der Seite noch von hinten besaugt und auch nicht aus dem Tränkestand verdrängt werden. Das Kalb kann solange darin verweilen, bis es den Stand von sich aus wieder verlassen will.

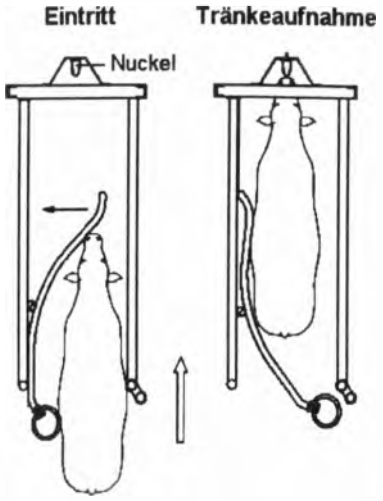


Abb. 1: Funktionsprinzip des verschliessbaren Tränkestandes. Quelle: Bayerische Landesanstalt für Landtechnik (Wendl et al., 1997)

Operating principle of the gated feeding stall. Source: Bavarian Institute for Agricultural Engineering (Wendl et al., 1997)

2.2 Versuchsaufbau

Die Kälberaufzucht erfolgte in zwei Tiefstreubuchten in einem nichtisolierten Jungviehstall. In einer der beiden Buchten war der verschliessbare Tränkestand eingebaut. In der anderen Bucht konnten die Kälber in einem herkömmlichen, hinten offenen Stand trinken. Beide Tränkestände wurden von einem einzigen Tränkeabrufautomaten versorgt.

Die auf dem Versuchsbetrieb geborenen Kälber wurden zufällig auf eine der beiden Buchten verteilt. Es wurde darauf geachtet, dass in beiden Buchten immer etwa gleich viele Kälber mit einer ähnlichen Altersstruktur anwesend waren. Auf Rasse (Braunvieh, Fleckvieh und Kreuzungen dieser beiden Rassen mit Limousin), Geschlecht und Nutzungsrichtung wurde keine Rücksicht genommen. Das durchschnittliche Einstallalter der Kälber betrug zehn Tage. Das Ausstallen erfolgte zwischen dem 100. und 110. Lebenstag (90 bis 100 Tage am Automaten).

Die Kälber erhielten als Tränke Vollmilch nach einer festgelegten, altersabhängigen Tränkekurve. Der Tränkeautomat verfügte über ein sogenanntes Intervall-Fütterungsprogramm, das mit einer Mindestansparmenge von 1,5 Litern eingestellt war. Je nach Tagesmilchmenge konnte ein Kalb somit zwei bis fünf Mal Milch aufnehmen.

Neben der Milch erhielten die Kälber Heu zur freien Verfügung und täglich etwas Kraftfutter in einem Trog. Zudem war in jeder Bucht ein Leckstein angebracht.

2.3 Verhaltensbeobachtungen

Beide Kälbergruppen wurden an je sieben Tagen zwischen Dezember 1997 und Februar 1998 direkt beobachtet. Die Beobachtungsdauer pro Tag betrug sieben Stunden (4 bis 8 Uhr und 18 bis 21 Uhr). Diese Beobachtungszeiten entsprachen den Zeiten, zu denen der Tränkestand am häufigsten aufgesucht und auch am häufigsten Milch abgerufen wurde. Die im Beobachtungszeitraum geborenen Kälber wurden jeweils mindestens fünf Tage vor einer Beobachtung in die jeweilige Gruppe eingestallt.

Es wurden folgende Verhaltensweisen protokolliert:

- Dauer der Standbesuche vom Betreten bis zum Verlassen, wobei eine Unterscheidung erfolgte, ob dabei Milch aufgenommen wurde oder nicht (**Standbesuch mit Milchaufnahme** und **Standbesuch ohne Milchaufnahme**). Das Kalb musste mindestens mit den Vorderbeinen im Stand stehen.
- Dauer des Leersaugens am Nuckel, wobei eine Unterscheidung erfolgte, ob vorher MIlch aufgenommen wurde oder nicht.
- Versuch eines Kalbes, ein anderes Kalb aus dem Stand zu verdrängen (Verdrängversuch). Das bedrängte Tier liess sich nicht vertreiben.
- Verdrängen eines Kalbes aus dem Stand (Verdrängerfolg). Das bedrängte Kalb verliess den Stand.
- Besaugen von Artgenossen. Das Kalb besaugte ein anderes Tier an den Ohren oder zwischen den Hinterbeinen. Trat das Besaugen innerhalb von 15 Minuten nach einer Milchaufnahme auf, so wurde dies als **Besaugen nach Milchaufnahme** registriert. Trat es ausserhalb dieser Zeitspanne auf, so war dies ein **Besaugen ohne Milchaufnahme** (das heisst, das Besaugen hatte keinen zeitlichen Zusammenhang mit der Milchaufnahme).

Bei der Auswertung wurden sämtliche Werte (Dauer und Häufigkeiten während eines Beobachtungstages) der Verhaltensweisen eines einzelnen Kalbes über alle Beobachtungstage, an denen das Kalb anwesend war, für dieses Tier gemittelt (nicht alle Kälber waren an sämtlichen sieben Beobachtungstagen in der Gruppe, da einige schon vor Ende des Versuches ausgestallt und andere erst während der Versuchszeit eingestallt wurden). Mit diesen Einzeltier-Mittelwerten wurden die statistischen Tests durchgeführt, wobei der Mann-Whitney U Test für den nichtparametrischen Vergleich zweier unabhängigen Stichproben zur Anwendung gelangte.

3 Ergebnisse

3.1 Dauer der Standbesuche und des Leersaugens am Nuckel

Die Kälber in der Gruppe mit dem verschliessbaren Stand verbrachten bei Standaufenthalten mit Milchaufnahme (Tab. 1) mit 6,4 Minuten fast doppelt so viel Zeit im Stand wie die Kälber der Gruppe mit offenem Stand (3,4 Minuten). Dies lag vor allem daran, dass die Kälber im verschliessbaren Stand nach der Milchaufnahme deutlich länger am Nuckel leersaugten (3,3 Minuten) als diejenigen im offenen Stand (2,1 Minuten). Bei der Dauer des Leersaugens am Nuckel bei Standbesuchen ohne Milchaufnahme bestand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Tränkeständen.

3.2 Häufigkeiten des Verdrängens und des Besaugens

Die Kälber in der Gruppe mit offenem Tränkestand wurden signifikant häufiger von anderen Tieren im Stand bedrängt und liessen sich auch signifikant häufiger aus diesem verdrängen als die Kälber im verschliessbaren Stand (Tab. 2). Erwartungsgemäss sollten im verschliessbaren Stand weder Verdrängversuche noch -erfolge auftreten. Dass dies trotzdem einige wenige Male vorkam, lag daran, dass kleine Kälber die Pendelwand nicht immer ganz zur Seite drückten, so dass der Eingang nicht vollständig geschlossen war. Dadurch war es möglich, dass ein anderes Kalb den Kopf in den Stand schieben und das darin befindliche Tier bedrängen konnte. Das bedrängende Kalb konnte jedoch nie ganz in den Stand hinein, womit es nie zu einem Verdrängerfolg kam.

Tab. 1: Durchschnittliche Besuchsdauer und Dauer des Leersaugens am Nuckel pro Standaufenthalt in Minuten (Zahlen in Klammern sind Standardabweichungen)
Average duration of stall visits and duration of suckling of the dry artificial teat per visit expressed in minutes (figures in brackets are standard deviations)

	Tränkestand / Feeding stall		
	Offener Stand Open stall	Verschliess-barer Stand Gated stall	Signifikanz Significance (p = 0,05)
Anzahl Kälber / Number of calves	15	14	-
Standaufenthalt / Stall visits:			
• mit Milchaufnahme / with milk ingestion	3,4 (1,2)	6,4 (2,2)	*
• ohne Milchaufnahme / without milk ingestion	1,1 (0,4)	2,3 (0,9)	*
Leersaugen am Nuckel / Suckling of dry artificial teat:			
• nach Milchaufnahme / with milk ingestion	2,1 (1,3)	3,3 (1,5)	*
• ohne Milchaufnahme / without milk ingestion	1,0 (0,4)	1,3 (0,8)	n.s.

Tab. 2: Durchschnittliche Häufigkeiten von Verdrängen und Besaugen pro Tier und Beobachtungstag (Beobachtungstag = sieben Stunden Beobachtung; Zahlen in Klammern sind Standardabweichungen)
Average frequency of forcing out of the the stall and of cross-suckling per animal per day of observation (day of observation = seven hours of observation; figures in brackets are standard deviations)

	Tränkestand / Feeding stall		
	Offener Stand Open stall	Verschliess-barer Stand Gated stall	Signifikanz Significance (p = 0,05)
Anzahl Kälber / Number of calves	15	14	-
Verdrängen aus Stand / Calves forced out of the stall:			
• Versuch / attempted	0,6 (0,9)	0,1 (0,1)	*
• Erfolg / successful	0,5 (0,7)	0,0 (0,0)	*
Besaugen von Artgenossen / Cross-suckling:			
• nach Milchaufnahme / after milk ingestion	1,3 (0,8)	0,2 (0,4)	*
• ohne Milchaufnahme / without milk ingestion	2,6 (2,0)	2,0 (2,0)	n.s.

Bei den Kälbern in der Gruppe mit verschliessbarem Stand trat Besaugen von Artgenossen nach der Milchaufnahme nur 0,2 mal pro Beobachtungstag auf. In der Gruppe mit dem offenen Stand hingegen war dieses Verhalten 1,3 mal zu beobachten. Kein signifikanter Unterschied wurde bei der Häufigkeit des Besaugens festgestellt, das zeitlich unabhängig von der Milchaufnahme auftrat.

Von insgesamt 107 erfassten Standbesuchen mit Milchaufnahme im verschliessbaren Stand war bei 92 % anschliessend kein Besaugen von Artgenossen zu beobachten. Beim offenen Stand (insgesamt 125 Standbesuche mit Milchaufnahme) betrug dieser Anteil nur 62 %.

Wendl et al. (1997, 1998) konnten in ihrer Untersuchung des verschliessbaren Tränkestandes auf zwei Praxisbetrieben ebenfalls eine deutliche Reduktion des Besaugens von Artgenossen feststellen.

3.3 Einflussfaktoren auf das Besaugen von Artgenossen

In Tabelle 3 ist die Dauer des Leersaugens am Nuckel in Abhängigkeit davon festgehalten, ob nach der Milchaufnahme Besaugen auftrat oder nicht. Die Daten der beiden Tränkestände sind kombiniert. Es wird deutlich, dass die Kälber bei Standbesuchen, bei denen im Anschluss kein Besaugen auftrat, mit 3,5 Minuten signifikant länger am Nuckel leersaugten als bei Standbesuchen mit anschliessendem Besaugen (1,8 Minuten).

Bei drei Vierteln der Standbesuche mit Milchaufnahme ohne anschliessendem Besaugen betrug die Zeit des Leersaugens am Nuckel mehr als 1,7 Minuten, bei einem Viertel mehr als 4,6 Minuten. Trat im Anschluss an einen Standbesuch mit Milchaufnahme Besaugen auf, so wurde vorher in der Hälfte der Fälle weniger als 1,6 Minuten lang am Nuckel leergesaugt. Bei einem Viertel dieser Standbesuche wurde allerdings eine Leersaugzeit am Nuckel von über 2,5 Minuten festgestellt. Langes Leersaugen am Nuckel verhindert demnach nicht in jedem Fall das Besaugen von Artgenossen, reduziert aber die Wahrscheinlichkeit für dessen Auftreten beträchtlich.

Tab. 3: Dauer von Leersaugen am Nuckel in Minuten bei Standbesuchen mit Milchaufnahme in Abhängigkeit davon, ob anschliessend Besaugen von Artgenossen auftrat oder nicht (Datengrundlage: alle erfassten Standbesuche mit Milchaufnahme bei beiden Tränkeständen)
Duration of suckling of the dry artificial teat expressed in minutes for stall visits with milk ingestion, according to the occurrence or absence of subsequent cross-suckling (basis for the data: all recorded stall visits involving milk ingestion for both types of stall)

Besaugen von Artgenossen nach Milchaufnahme / Cross-suckling following milk ingestion::	Anzahl Standbesuche / Number of stall visits	Mittelwert (Stdabw.) / Mean (Stddev.)	Minimum / Minimum	Untere Quartile / Lower quartile	Median / Median	Obere Quartile / Upper quartile	Maximum / Maximum
• nein / no	175	3,5 (2,8)	0,0	1,7	3,1	4,6	17,6
• ja / yes	57	1,8 (1,5)	0,0	0,5	1,6	2,5	8,7

Signifikanter Unterschied zwischen den beiden Mittelwerten (p = 0,05)
Significant difference of mean values (p = 0,05)

4 Literatur

AURICH K.; WEBER, R., (1994): Einfluss eines erhöhten Saugwiderstandes auf das Saugverhalten einer Kälbergruppe. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1993, KTBL-Schrift 361, S. 154-166.

GRAF, B.; VERHAGEN, N.; SAMBRAUS, H.H., (1989): Reduzierung des Ersatzsaugens bei künstlich aufgezogenen Kälbern durch Fixierung nach dem Tränken oder Verlängerung der Saugzeit. Ztschr. f. Züchtungskunde, 61, Heft 5, S. 384-400.

MEES, A.M.F.; METZ, J.H.M., (1984): Saugverhalten von Kälbern - Bedürfnis und Befriedigung bei verschiedenen Tränkesystemen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1983, KTBL-Schrift 299, S. 82-91.

METZ, J.H.M.; MEKKING, P., (1987): Reizqualitäten als Auslöser für Saugen bei Kälbern. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1986, KTBL-Schrift 319, S. 228-236.

WEBER, R., (1998): Verschliessbarer Tränkestand für Kälber - Deutlich weniger Besaugen von Artgenossen. FAT-Berichte Nummer 527. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Tänikon.

WENDL, G.; SCHUCH, S.; WENDLING, F., (1997): Ein geschlossener Tränkestand zur Verringerung des gegenseitigen Besaugens in der Kälberaufzucht mit rechnergesteuerten Tränkeautomaten. In: WENDL, G. (Hrsg.) Aussenklimaställe und automatische Melksysteme in der Milchviehhaltung. Tagungsband zur Landtechnisch-Baulichen Jahrestagung der Landtechnik Weihenstephan und der ALB Bayern (Landtechnik-Schrift 7), S. 81-90.

WENDL, G.; SCHUCH, S.;CALLIAN, B.; WENDLING, F., (1998): Besaugen verhüten. Ein verschliessbarer Tränkestand für Kälbertränkeautomaten zur Verringerung des gegenseitigen Besaugens. Landtechnik , 53, Heft 4, S. 264-265.

5 Summary

Cross-suckling may be a problem in group-housed calves. The behaviour occurs mainly after milk ingestion. Therefore, calves which are fixed in a feeding rack during milk ingestion are not allowed to leave the rack after drinking for about ten minutes. In this period, suckling motivation decreases, and cross-suckling is much reduced afterwards. In recent times, however, automatic feeders are used more and more. In these feeders it was not possible until now to keep the calves fixed after drinking. As a consequence, calves are typically forced by a pen mate to leave the feeder immediately after milk ingestion, and cross-suckling is frequent in such housing systems.

In the present study, a new type of a gated stall was tested in comparison with an open stall. With the gated stall the calves fastened themselves in an entry and could not be forced out by other calves after milk ingestion. As a consequence, they stayed longer in the feeding stall then calves in a pen with an open feeding stall and spent more time suckling the artificial teat after milk ingestion (3.3 minutes versus 2.1 minutes per visit to the stall involving milk ingestion). After milk ingestion, cross-suckling was much reduced in the pen with the gated stall compared to the pen with the open stall (0.2 times versus 1.3 times). In the pen with the gated stall no subsequent cross-suckling was observed in 92% of stall visits involving milk ingestion. With the open stall, the corresponding figure was only 62%. Half of the calves in the pen with the gated stall never showed cross-suckling after milk ingestion. In the pen with the open stall, on the other hand, all animals showed this behaviour at least once after milk ingestion. Neither breed, gender nor age had a significant affect on the frequency of cross-suckling after milk ingestion. Cross-suckling which occured without temporal association to milk ingestion was not significantly reduced in the pen with a gated feeding stall.

Investigations on suckler calf rearing with different concentrate feeding techniques

ANDREAS DEININGER[1], MARKUS KÄCK[2]

[1]Fachgebiet Agrartechnik der Universität Gesamthochschule Kassel, 37213 Witzenhausen

[2]Förster-Technik GmbH, 78234 Engen

1 Einführung

Prozeßrechnergesteuerte Tränkeautomaten haben sich in der landwirtschaftlichen Praxis auf breiter Front durchgesetzt. In Verbindung mit tierfreundlichen eingestreuten Haltungssystemen dienen sie zur Aufzucht von Kälbern während der ersten Lebensmonate. Als Gründe hierfür lassen sich die tierphysiologischen Vorteile der Verabreichung von Tränke in kleinen, stets frisch zubereiteten Portionen über den gesamten Tag verteilt sowie die enorme Arbeitszeitersparnis beim Einsatz dieser Automaten anführen (BÜSCHER und KÄCK, 1995). Des weiteren bestehen beim Einsatz dieser Fütterungstechnik verbesserte Möglichkeiten der tierindividuellen Steuerung und der Überwachung des gesamten Fütterungsprozesses. Die Möglichkeiten und Grenzen dieser tierindividuellen Steuerung sollen für die neu entwickelten Kraftfutterautomaten in der Kälberaufzucht ausgelotet werden. Dazu wird ihre Praktikabilität und ihr Nutzen bewertet und sie werden anderen, einfacheren Fütterungsverfahren gegenübergestellt.

2 Kraftfuttervorlage bei Kälbern

2.1 Vorgaben der Tierernährung

In der Kälberaufzucht gibt es mehrere gute Gründe für ein möglichst frühzeitiges Absetzen der Kälber von der Tränke, etwa die hohen Kosten des einzusetzenden Milchaustauschers oder die Durchfallprobleme bei mit Milch gefütterten Kälbern. Ein Kalb kann dabei i. d. R. dann problemlos entwöhnt werden, wenn es ein Kilogramm Kraftfutter pro Tag aufnimmt (WEBSTER, 1989). Bei den herkömmlichen Tränkeverfahren findet die Entwöhnung der Kälber jedoch mit einem bestimmten Alter statt, da die individuelle Kraftfutteraufnahme nicht bekannt ist. Da bei der Kraftfutteraufnahme von Kälbern gleichen Lebensalters eine enorme Bandbreite zu verzeichnen ist (KUNZ, 1996), wird das altersabhängige Abtränken den tatsächlichen Verhältnissen nicht gerecht. Wird sehr früh entwöhnt, besteht die Gefahr, daß es bei den wenig entwickelten Tieren zu Rückschlägen kommt (WEBSTER, 1989), bei später Entwöhnung wird das Einsparpotential gut entwickelter Kälber nicht ausgeschöpft. Des weiteren ist eine graduelle Reduzierung der Milchmenge anzustreben. Wird, wie bei Eimertränkeverfahren üblich, die Milch abrupt abgesetzt, so kann es infolge der verringerten TS-Aufnahme leicht zu einer negativen Energiebilanz für das Kalb kommen, zumal durch die fehlende Tränkegabe zusätzlicher Streß verursacht wird.

2.2 Kraftfuttervorlage an Automaten

Da bei der Verwendung von prozeßrechnergesteuerten Kraftfutterautomaten die individuell aufgenommene Kraftfuttermenge bekannt ist, bietet sich die Möglichkeit, bei Erreichen eines gewissen Schwellenwertes ein tierindividuelles, graduelles Abtränken vorzunehmen (BÜSCHER, 1997). Dadurch kann den Anforderungen des Einzeltieres viel besser entsprochen werden als beim abrupten Absetzen der Tränke bei Erreichen eines bestimmten Lebensalters.

2.2.1 Technische Anforderungen und Lösungen

In jüngster Zeit werden Kraftfutterautomaten für Kälber auf dem Markt angeboten, welche eine tierindividuelle Versorgung der Kälber ermöglichen und mit denen die tatsächliche Verzehrsmenge für jedes Kalb täglich erfaßt werden kann. Vom Aufbau her ähneln diese Automaten den Kraftfutterstationen für Milchkühe in einem kleineren Maßstab. Da die Kälber erst mit dem Futtermittel Kraftfutter vertraut werden müssen, ist an solchen Automaten eine zusätzliche Verzehrskontrolle obligatorisch. Diese kann entweder mechanisch, etwa über eine Pendelklappe vor dem Futterauslauf, oder elektronisch, etwa über einen Lichtsensor am Grund der Futterschale, bewerkstelligt werden. In Verbindung mit der Ausdosierung von Kleinstportionen im Grammbereich wird dadurch der Raub von Futterportionen durch ältere Kälber zuverlässig verhindert.

2.2.2 Bisherige Untersuchungsergebnisse

Eine Reihe von Untersuchungen hat sich mit diesen neuen Automaten beschäftigt. PIRKELMANN und FREIBERGER (1997) überprüften den Einsatz der Automaten in der Fresserproduktion mit gutem Erfolg. Weitere Versuche wurden von BIESINGER (1996), KUNZ (1996), LAUKEMPER (1997), VICK (1995) sowie im Hause FÖRSTER-TECHNIK (1996) unternommen. Alle Autoren stimmen darin überein, daß hinsichtlich der Kraftfutteraufnahme, die zugleich ein Indikator für die Vormagenentwicklung der einzelnen Kälber ist, große Unterschiede bestehen. Das Einsparpotential an Tränke bzw. Milchaustauscher wird jedoch stark unterschiedlich bewertet. Da alle aufgeführten Untersuchungen mit nur kleinen Tiergruppen durchgeführt wurden, deren Aufzucht oft stark zeitversetzt erfolgte, schien ein weiterer Versuch in einem größeren Maßstab angebracht.

3 Eigene Untersuchungen

3.1 Tiere, Material und Methoden

3.1.1 Versuchsstandort und -zeitraum

Zur Klärung der angesprochenen Fragen wurde in der Milchviehanlage der Agrarproduktion Breitenworbis GmbH, welche über eine 900-köpfige Milchviehherde auf der Rassengrundlage des schwarzbunten Milchrindes verfügt, ein erster Versuch zur Aufzucht von Kälbern mit unterschiedlicher Kraftfuttervorlagetechnik durchgeführt. Der Versuchszeitraum erstreckte sich dabei von April bis September 1998. Die Kälber wurden zunächst für ca. 4 Wochen im K0-Bereich am Stammsitz der Milchviehanlage in Breitenworbis aufgestallt, bevor sie noch wäh-

rend der Tränkephase in den Aufzuchtstall nach Kirchworbis umgestallt wurden, wo sie bis zu einem Alter von ca. 9 Monaten verbleiben.

3.1.2 Versuchsdesign

Insgesamt wurden 4 Versuchsgruppen mit jeweils 20 Tieren gebildet. Die Bildung der Gruppen erfolgte, indem bereits im K0-Bereich jeweils 20 Tiere zu einer Gruppe aufgestockt wurden, was zwischen 2 und 4 Wochen dauerte. Diese so gebildete Gruppe wurde dann komplett umgestallt, blieb also während der gesamten Aufzuchtperiode als Herdenverband zusammen. Wie aus Tabelle 1 ersichtlich, wurde innerhalb der Gruppen eine Unterteilung nach der Art der Kraftfuttervorlage (Fütterung am Automaten bzw. Trog) vorgenommen, wobei innerhalb der Automaten- bzw. Troggruppe nochmals eine Unterteilung hinsichtlich der Art des Abtränkens bzw. des Tier-Freßplatz-Verhältnisses am Trog stattfand.

Tab. 1: Eckdaten der vier Versuchsgruppen

Table 1: Basic data of the four different experimental groups

	Gruppe A	**Gruppe B**	**Gruppe C**	**Gruppe D**
Art der Kraftfuttervorlage	Kraftfutterautomat		**1.** Abschnitt: **Nuckelflasche** **2.** Abschnitt: **Trogfütterung** mit Tier-Freßplatz-Verhältnis 1:2	1:1
Abtränken nach	KF-Verzehr (Beginn bei 700 g, Ende bei 1200 g KF-Aufnahme)	Alter (70 Tage)	Alter (70 Tage)	Alter (70 Tage)
Tränkeperiode	59 - 70 Tage	70 Tage	70 Tage	70 Tage
Tiere pro Gruppe	18	17	20	21
Geburtsdatum	31.3. - 13.4.98	2.5. - 23.5.98	16.4. - 2.5.98	23.5.- 19.6.98
Altersspanne	14 Tage	21 Tage	17 Tage	27 Tage
Umstalldatum	5.5.98	27.5.98	22.5.98	1.7.98
Alter beim Umstallen	28 - 42 Tage	4 - 25 Tage	20 - 37 Tage	11 - 38 Tage

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Erfolgsgrößen während der Tränkeperiode

Tabelle 2 zeigt die in den Versuchen erzielten Ergebnisse. Im Widerspruch zu allen bisherigen Untersuchungen konnte die Tränkedauer durch die kraftfuttergesteuerte Tränke nur unbedeutend, die während der Tränkeperiode aufgenommene Tränkemenge gar nicht reduziert werden. Das relativ niedrige Zunahmeniveau kann im Zusammenhang mit dem restriktiven Tränkeplan sowie der Verwendung von Nullaustauscher gesehen werden, ferner gab es eine unerklärte Wachstumsdepression ab der 6. Lebenswoche.

Tab. 2: Ausgewählte Versuchsergebnisse und Erfolgsgrößen der vier Versuchsgruppen

Table 2: Results of the investigations on suckler rearing for the four different experimental groups

	Gruppe A (n=18)	**Gruppe B (n=17)**	**Gruppe C (n=20)**	**Gruppe D (n=21)**
Tränketage	64,5 ± 4,1	70	70	70
Tränkeverbrauch [l] in Prozent der Sollmenge [%]	327^{ab} ± 8,5 93,9	332^{ab} ± 7,2 95,4	$335,5^{a}$ ± 11,1 96,4	321^{b} ± 21,2 92,2
Tränke-TS-Verbrauch [kg]	$32,3^{ab}$ ± 0,9	$33,0^{bc}$ ± 0,7	$33,3^{c}$ ± 1,1	$31,9^{a}$ ± 2,1
Kraftfutterverzehr [kg]	31,6 ± 10,8	25,5 ± 11,3	33,4	18,2
Zunahme [Gramm pro Tag]	475^{b} ± 95	416^{ab} ± 145	418^{ab} ± 139	384^{a} ± 123
Zuwachs [kg]	33,3 ± 6,7	30,4 ± 10,1	28,2 ± 9,7	26,9 ± 8,6
Futterverwertung	1,96 ± 0,34	2,14 ± 0,81	2,63 ± 0,85	2,39 ± 2,39
Futterkosten [DM]	$66,81^{ab}$ ± 3,04	$65,60^{b}$ ± 3,97	$69,21^{a}$ ± 1,85	$61,30^{c}$ ± 3,57
Futterkosten je kg Zuwachs [DM/kg]	2,09 ± 0,51	2,49 ± 0,57	2,59 ± 0,68	2,89 ± 2,7

Hochgestellte Buchstaben a, b und c zeigen signifikante Mittelwertsunterschiede an. Irrtumswahrscheinlichkeit 5%

3.2.2 Tierentwicklung nach dem Absetzen

Alle bisherigen Untersuchungen beschränkten sich lediglich auf den Bereich der Tränkeperiode der Kälber, die Entwicklung im Anschluß an das Absetzen wurde nicht mehr verfolgt. Da dies die Aussagekraft der erzielten Ergebnisse erheblich schmälert, wurde in der vorliegenden Untersuchung die Gewichtsentwicklung der Tiere bis zu einem halben Jahr beobachtet. Es zeigte sich, daß es durch das knappe Tränkeangebot sowie das frühzeitige Absetzen der Kälber sehr gut gelang, die Tiere an die Aufnahme von Grundfutter zu gewöhnen. Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, konnten in der unmittelbar an die Tränkeperiode anschließenden Aufzuchtphase tägliche Zunahmen von durchschnittlich 900 bis 1100 g realisiert und somit die mäßigen Zunahmen in der Tränkephase teilweise kompensiert werden. So waren bis zu Beginn der 21. Lebenswoche für die Gruppen A bis D mittlere Zunahmen von 773, 646, 686 und 544 Gramm pro Tag zu verzeichnen.

4 Diskussion

Die relativ geringe Variabilität bei der von den Tieren aufgenommenen Kraftfuttermenge sowie die daraus resultierende Tatsache, daß die Tränkedauer sowie die aufgenommene Tränkemenge bei kraftfutterabhängigem Abtränken kaum reduziert werden konnte, widersprechen den bisher vorliegenden Untersuchungen. Bei der Interpretation der Ergebnisse sind dabei jedoch unbedingt die Rahmenbedingungen des Versuchs mit ins Kalkül zu ziehen:

5 Literatur

BIESINGER, U. (1996): Verfahrenstechnische Untersuchungen zur computergesteuerten Kraftfutterfütterung bei Aufzuchtkälbern. Diplomarbeit, Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim

BÜSCHER, W. (1997): Abrufstationen für Kraftfutter in der Kälberaufzucht. In: Bau und Technik in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 3. Internationalen Tagung vom 11. und 12. März 1997 in Kiel, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität Kiel (Hrsg.), Kiel, S. 24-27

BÜSCHER, W. UND M. KÄCK (1995): Prozeßrechnergesteuerte Tränkeautomaten zur Kälberfütterung - Arbeits- und Managementhilfe. In: Zeitschrift für Agrarinformatik, Jg. 3., Heft 5, S. 113-116

FÖRSTER-TECHNIK GMBH (1996): Tränkeverabreichung nach Kraftfutterverzehr – Erste Ergebnisse. Interner Firmenbericht, unveröffenlicht.

KUNZ, H.-J. (1996): Kälberhaltung: Kraftfutter - der Appetit darauf ist unterschiedlich. Bauernblatt Schleswig-Holstein und Hamburg, Jg. 50/146, Heft 47, S. 40-42

LAUKEMPER, I. M. (1997): Untersuchungen zu einem tierindividuellen Kälbertränkeverfahren. Abschlußarbeit, Universität-Gesamthochschule Paderborn, Abteilung Soest, Fachbereich Agrarwirtschaft

PIRKELMANN, H. UND F. FREIBERGER (1997): Einsatz von Kraftfutterabrufautomaten in der Kälberhaltung. Gruber INFO 3/97, S. 49-63

WEBSTER, A. J., F. (1989): New techniques in calf production. In: Phillips, C. J. C. (Ed.): New techniques in cattle production. London

VICK, S. (1995): Das Futteraufnahmeverhalten von Aufzuchtkälbern. Diplomarbeit, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Christian-Albrechts-Universität Kiel

6 SUMMARY

In order to examine the functionality and feasibility of computer controlled concentrate feeders during the suckling period of rearing calves, investigations have been conducted with four groups of twenty calves allocated to different concentrate feeding techniques (dispense at computer controlled feeding machines versus trough feeding ad libitum). The use of these automatic feeders offers the possibility to reduce the amount of milk given to the calves according to their actual concentrate intake. Contrary to other investigations, it was found that the use of this feeding regime did not affect the amount of milk consumed during the suckling period. The length of the 70-day milk period could only be reduced to 64 days on the average. This seems to be mainly a consequence of the strict feeding regime used in the trials, where only about 33 kg milk-DM were being used for each calf during the whole rearing period. The use of this feeding regime encouraged the calves to start with the intake of concentrates and roughage early. This favoured the further development of the calves.

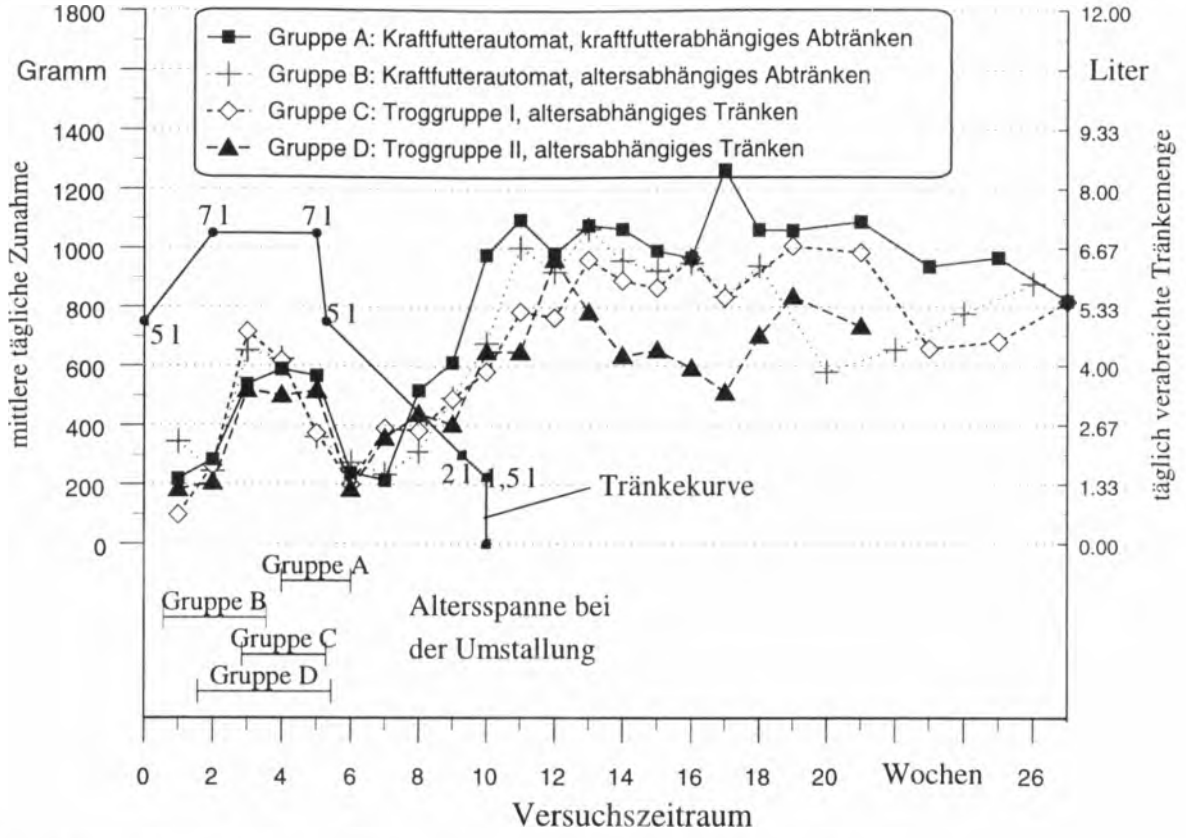


Abb. 1: Entwicklung der Zunahmen während und nach der Tränkephase

Fig. 1: Mean daily body weight gain of the four experimental groups during and after the suckling phase

- Mit 35 Kilogramm Tränke-TS war der Tränkeplan sehr knapp gehalten (vgl. Abbildung 1), was die Möglichkeit zur Einsparung von Tränke offensichtlich von vornherein stark einschränkte. Ebenso war auch die Tränkedauer mit 70 Tagen sehr kurz gehalten.
- Alle Tiere kamen bereits mit durchschnittlich 3 bis 4 Tagen Lebensalter an den Tränkeautomaten. Dadurch wurden die Tiere spätestens mit 73 bis 74 Tagen von der Milch abgesetzt, die Entwöhnung erfolgte weit früher als in den meisten bisherigen Untersuchungen.
- Eine Gruppe wurde durch Aufstockung von 20 Tieren im K0-Bereich gebildet und blieb fortan während der gesamten Tränkeperiode und noch darüber hinaus als Herdenverband zusammen. Die sich daraus ergebenden Effekte, auch infolge der aufgebauten Rangordnung, sollten nicht unterschätzt werden. So erzielten die älteren Tiere einer Gruppe bis zur 21. Lebenswoche fast durchweg bessere Zunahmen als die jüngeren Tiere derselben Gruppe.

Es bleibt festzuhalten, daß Kraftfutterautomaten für die Kälberaufzucht konstruktiv ausgereift sind, ihr Einsatz ist unter technischen Aspekten problemlos. Das über den Einsatz solcher Automaten realisierbare Einsparpotential an Tränke wird offensichtlich entscheidend von den Rahmenbedingungen der Aufzucht und dabei insbesondere vom angewandten Tränkeplan beeinflußt. In jedem Fall schlägt aber positiv zu Buche, daß beim Einsatz der Automaten über die tierindividuell aufgenommene Kraftfuttermenge - im Gegensatz zum Tiergewicht – ein sehr sensibler Parameter für den Gesundheitszustand der Einzeltiere zur Verfügung steht.

Automatische Messung der Zungentemperatur bei Kälbern zur Gesundheitsüberwachung und Krankheitsfrüherkennung

Automatic measurement of tongue-temperature for health-monitoring and early disease-control in calves

RICHTER, THOMAS und BORIS DOBLER

Fachhochschule Nürtingen, Neckarsteige 6-10, 72622 Nürtingen

Einleitung:

Drei Binsenweisheiten standen am Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchung:
1. die meisten wirtschaftlich bedeutsamen Kälberkrankheiten gehen mit einer erhöhten Körpertemperatur einher;
2. je früher eine Krankheit erkannt und behandelt wird, um so größer sind die Heilungschancen, um so geringer sind die Leistungseinbußen und um so geringer sind die Arzneimittel- und/oder Tierarztkosten und
3. keinem Landwirt ist es zuzumuten täglich bei allen Kälbern Fieber zu messen.

Ideal wäre also eine automatische Erfassung der Körpertemperatur, die am Besten mit einer Alarmfunktion eines Computers oder Dataloggers verbunden sein sollte.
Die Fragen, die in der Untersuchung geklärt werden sollten, lauteten also: wo und wie läßt sich die Körpertemperatur automatisch erfassen?

Stand des Wissens:

Körpertemperatur bei Kälbern:

Gesunde Kälber haben eine Rektaltemperatur zwischen 38.5°C und 39,5°C. Zyklische Infektionskrankheiten, wozu die meisten virusbedingten Atemwegserkrankungen wie die enzootische Bronchopneumonie („Rindergrippe") die IBR, BRSV, MD-BVD und viele andere gehören, zeichnen sich durch eine Erhöhung der Körpertemperatur aus. Manche Verläufe weisen eine zweizackige Fieberkurve auf (SCHRAG, 1984). Von besonderer praktischer Bedeutung ist, daß der Anstieg der Körpertemperatur bzw. die erste Fieberzacke meist zu einem Zeitpunkt stattfinden, zu dem die Tiere sonst noch keine, oder sehr undeutliche Krankheitssymptome zeigen. Die Krankheit bleibt dem Tierbesitzer in diesem Stadium also normaler Weise verborgen. Durch die automatische Erfassung könnte das erste kranke Tier sofort erkannt und wesentlich früher, als herkömmlich reagiert werden.

Temperaturmessung:

In der landwirtschaftlichen und tierärztlichen Routine wird die Körpertemperatur mittels elektronischer oder Quecksilberthermometer im Rektum gemessen. Dieser Meßort ist für eine automatische Messung schlecht zugänglich, hier liegt also ein technisches Problem vor.

Versuche, die verschiedentlich unternommen wurden, die Temperatur durch subcutan implantierte Mikrochips oder über berührungslose Infrarot-Messung zu erfassen, müssen dagegen aus biologischen Gründen scheitern. Die Haut stellt eines der wichtigsten Organe der Thermoregulation dar, wie BEAKLEY und FINDLAY schon 1955 (zit. nach NICHELMANN in LYHS, 1971[1]) feststellten. Ist die Umgebungstemperatur gering, wird die Hautdurchblutung gedrosselt, um Wärme zu sparen. Ist die Umgebungstemperatur hoch, wird die Hautdurchblutung gesteigert, um Wärme abzugeben. Die Hauttemperatur ist damit sehr stark von der Umgebungstemperatur abhängig und hat mit der Körperkerntemperatur nur wenig zu tun. Gleiches gilt für die Erfassung der Oberflächentemperatur mittels Infrarotthermometrie.

Bei Menschen wird die Körpertemperatur häufig in der Mundhöhle gemessen. Die Zunge der Kälber ist, zumal während der Milchaufnahme, sehr gut durchblutet. Da Kälber die Tränke häufig über Gumminuckel aufnehmen, die sie freiwillig ins Maul nehmen, wäre eine Messung der Zungentemperatur über den Nuckel technisch möglich. Erfolgt die Tränkeverabreichung durch einen rechnergesteuerten Tränkeautomaten, ist auch die Weiterverarbeitung der Daten kein unlösbares Problem.

Zur elektronischen Temperaturmessung stehen zur Verfügung:
- Temperatur abhängige Widerstände (PTC, NTC)
- Thermo-Spannungs-Elemente (Nickel-Chrom-Nickel-Elemente)
- Infrarotthermometrie

Da die Infrarotthermometrie nur Oberflächentemperaturen messen kann, scheidet sie aus den o.a. Überlegungen zur Körpertemperaturmessung aus.

Tiere, Material und Methode:

Die Rektaltemperaturen wurden bei allen Messungen mit einem kommerziell erhältlichen elektronisches Fieberthermometer erfaßt (Fa. Microlife®).

In Vorversuchen an 43 Kälbern (23 SMRxHF, 10 Fleckvieh, 10 Schwarzbunte) sollte festgestellt werden, ob ein Zusammenhang zwischen Zungentemperatur und Rektaltemperatur besteht. Zu diesem Zweck wurde ein kommerziell erhältliches elektronisches Fieberthermometer (Fa. Microlife®) zerlegt und der Meßfühler in einen Tränkenuckel eingebaut. Durch den Nuckel floß während der Vorversuche keine Milch.

Für die Hauptversuche wurden die Zungentemperaturen bei 20 SMRxHF Tiere mit folgenden Fühlern gemessen:
- Folienthermometer mit Kaptonfolie (Polyimid); Fa. Telemeter Elektronic
- Pt 100 Keramiksensor; Fa. JUMO

- Pt 100 Platin-Chip; Fa. JUMO
- Oberflächenthermoelement (NiCr-Ni); Fa. Ahlborn
- Thermodraht (NiCr-Ni) TB190/4; Fa. Ahlborn

Die Fühler wurden wie in Abbildung 1 dargestellt, in Naturkautschuknuckel der Fa. HIKO selbst eingebaut. Die Oberfläche der Sensoren wurde durch ein vergoldetes Kupferblättchen auf der Außenseite des Nuckels geschützt. Die metallischen Verbindungen wurden gelötet, die Verbindung zum Nuckel mit Cyanacrylat 1 Komponentenkleber geklebt.
Eine Verbindung der Sensoren zum Nuckelinnenraum darf nicht bestehen, da sonst die Milchtemperatur und nicht die Zungentemperatur gemessen wird. Die Nuckel wurden in „stand alone" Tränkeautomaten der Fa. Förster-Technik eingesetzt. Durch die Nuckel floß während der Hauptversuche in 3/4 der Fälle Milch, in 1/4 der Fälle keine Milch. Die Ergebnisse wurden mit dem Datalogger ALMEMO MA 3190/8 aufgezeichnet.

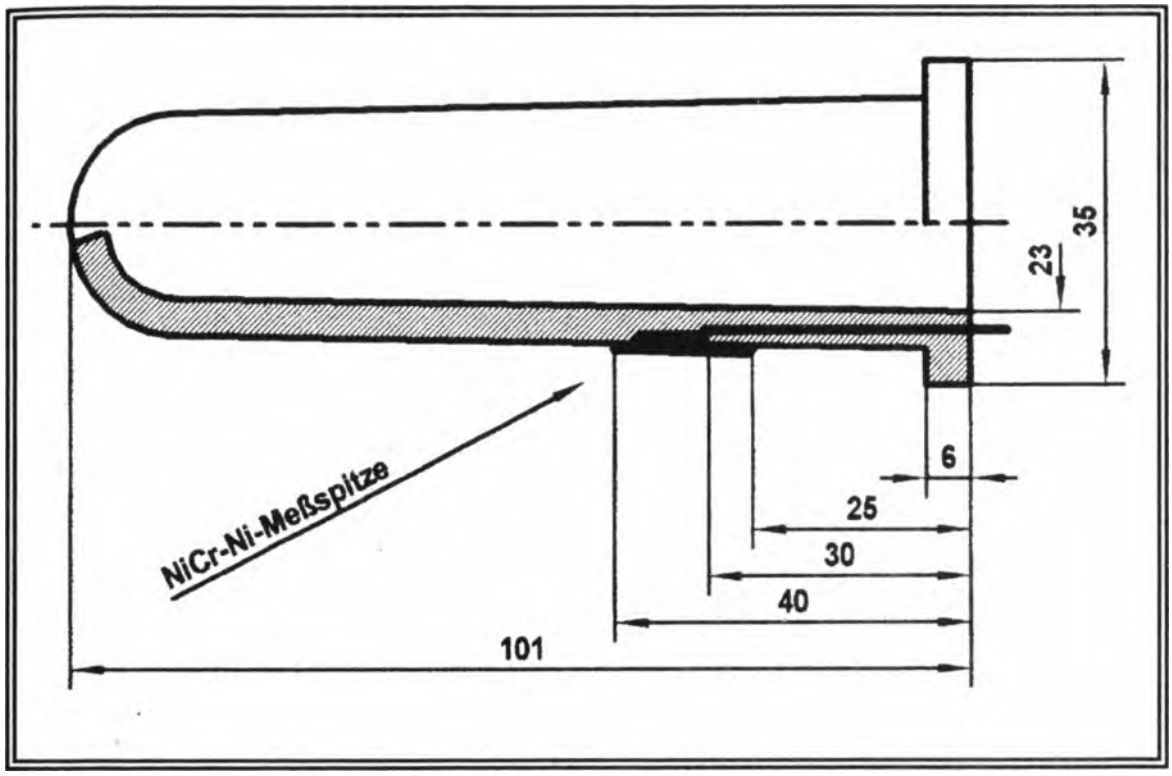


Abb. 1: Nuckel mit Temperaturfühler
Fig. 1: Teat with temperature-sensor

Ergebnisse:

In den Vorversuchen zeigte sich, daß die auf der Zunge gemessenen Temperaturen mit den Rektaltemperaturen gut übereinstimmen.

In den Hauptversuchen konnte gezeigt werden, daß eine Messung der Körpertemperatur von Kälbern durch in Tränkenuckel integrierte Sensoren möglich ist.

Die Ergebnisse der Temperaturmessung waren von der Art und Weise abhängig, mit der die Kälber die Nuckel in das Maul nahmen. Nur bei ausreichendem Kontakt für mindestens 2 Minuten konnte ein brauchbares Meßergebnis gewonnen werden.

Ein typisches Ergebnis eines Hauptversuches stellt die Abbildung 2 dar. Zu erkennen ist, daß die Temperaturkurve in den ersten 120 sec. bis auf Höhe der Rektaltemperatur ansteigt. Dieser langsame Anstieg ist durch die Trägheit des Meßfühlers bedingt. Kurzfristig wird die Rektaltemperatur um 0,2 K überschritten, ansonsten berührt die Kurve die Rektaltemperatur mehrfach. Ein wesentlicher Unterschied der Ergebnisse mit und ohne Milchfluß konnte nicht erkannt werden (Δ T 0,2 K).

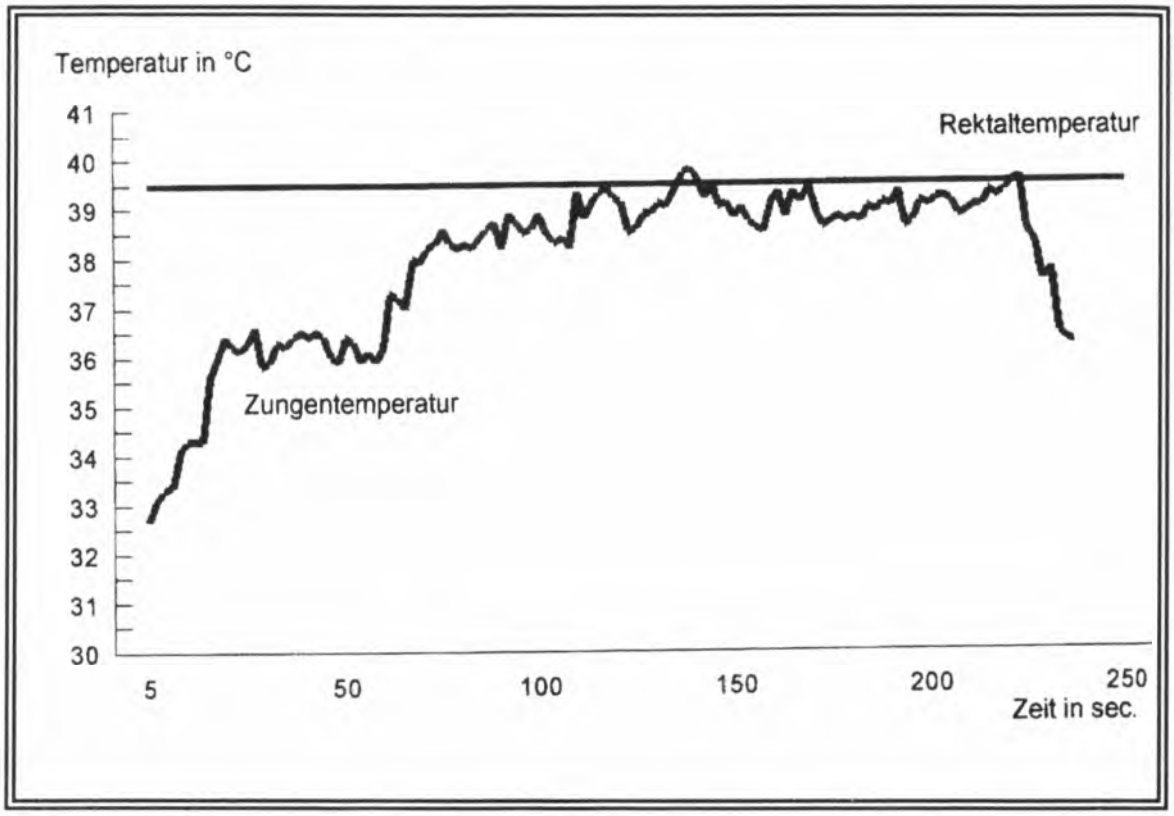


Abb. 2: Zungentemperaturmessung mit NiCr-Ni-Thermodraht
Fig. 2: Tongue-temperature measurement with NiCr-Ni-wire-sensor

Die verschiedenen Temperatursensoren bewährten sich unterschiedlich.

- der Thermodraht NiCr-Ni erwies sich als am Besten geeignet.
- das Folienthermometer mit Kaptonfolie (Polyimid) ergab zwar gute Meßwerte, war aber der mechanischen Belastung nicht gewachsen.
- die übrigen Konstruktionen waren auf Grund der Materialschwäche nach wenigen Einsätzen ohne Funktion.

Diskussion:

Von vorrangiger Bedeutung für die Brauchbarkeit des Meßergebnisses war der Zungenkontakt. Sollte die Methode zur Praxisreife weiterentwickelt werden, ist auf jeden Fall dieser Kontakt zu messen. Vorgeschlagen wird, den Abstand des Flotzmaules zur Frontplatte der Standbegrenzung durch einen Näherungssensor zu erfassen. Auch die Messung des Abstandes mittels Lichtschranke wäre möglich. Eine Nutzung der Leitfähigkeitsmessung scheidet dagegen wegen der technischen Anfälligkeit wohl aus.

Da die Meßfühler wesentlich teurer sind, als die Gumminuckel und da die Gumminuckel an der Spitze recht schnell verschleißen, muß noch eine Lösung gefunden werden, um den Nuckel ersetzen und den Fühler weiter nutzen zu können. Dies könnte über in Aussparungen eingesteckte Fühler geschehen oder durch eine Zweiteilung des Nuckels in eine langlebige Basis mit integriertem Sensor und eine auswechselbare Spitze.

Nuckelmaterial und Nuckelkonstruktion müssen so gestaltet sein, daß der Sensor gegen die Temperatur der im Nuckel fließenden Milch geschützt ist. Dies könnte über eine langlebige Nuckelbasis mit Wechselspitze leichter geschehen, als wenn der gesamte Nuckel als Wegwerfteil ausgebildet ist, da dann über die Wandstärke, eventuell mit Einlage von isolierendem Material oder von Lufttaschen, eine Abschirmung zwischen Nuckel und Sensor vorgesehen werden kann.

Ausblick:

Die Zungentemperaturmessung wurde bei Kälbern erprobt, da diese freiwillig Nuckel ins Maul nehmen und über die Tränkeautomaten eine elektronische Datenerfassung leicht möglich ist. Da auch für andere Tierarten die Kenntnis der Körpertemperatur ein gutes Hilfsmittel im Management darstellt, sollte diese Technik an deren Verhalten angepaßt werden. Bei Schweinen könnte man sich z.B. eine Messung über Breinuckelautomaten, Wassertränkenippel oder über Beißspielzeug vorstellen.

Literatur

DOBLER, B. (1996): Nutzung der elektronischen Körpertemperaturmessung zum Kälbermanagement, Diplomarbeit, FH-Nürtingen

NICHELMANN, M. in LYHS, L. (1971): Der Wärmehaushalt landwirtschaftlicher Nutztiere, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

SCHRAG, L. (1984): Gesunde Kälber - gesunde Rinder, Schober Verlag, Hengersberg

Summary

Diseases in calves are mostly accompanied with fever. The sooner a disease is recognised, the sooner therapy starts, as less calves suffer or die and there are lower drug and veterinary costs. Therefore fever-check should be taken out daily. But on the farms this can not be carried out. Automatic body-temperature measurement would be very useful for health-monitoring and early disease-control in calves. Subcutan implanted microchips as well as touchless infrared-sensors take the skin-temperature and not the body-temperature. But the skin-temperature changes greatly depending upon the environmental temperature. Therefore these methods are not suitable. In the described research, measuring of the tongue-temperature by a sensor integrated in the teat of an automatic calf-feeder was tested. The tongue-temperature changes in line with the rectal-temperature. Measuring the tongue-temperature proved possible and useful.

Automatische Gesundheitsüberwachung mit Hilfe von injizierbaren Temperaturtranspondern in der Kälberaufzucht

Automatic health monitoring with injectable temperature transponders in calf rearing

KAMANN, BERND[1] ; KLINDTWORTH, KLAUDIA[2]; WENDL, GEORG[2];

KRAETZL, WOLF-DIETER[3]; SCHÖN, HANS[2]; HARTUNG, JÖRG[1]

[1] Institut für Tierhygiene und Tierschutz, Tierärztliche Hochschule Hannover

[2] Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik der Technischen Universität München, Freising-Weihenstephan

[3] Institut für Physiologie, Forschungszentrum für Milch und Lebensmittel, Freising-Weihenstephan

1 Einleitung

Veränderungen der Körpertemperatur stehen in Wechselbeziehung zu einer Vielzahl physiologischer und pathologischer Vorgänge. Sie stellen damit ein wichtiges Merkmal zur Gesundheitskontrolle dar. Für die Messung der Körpertemperatur bei Kälbern werden bisher üblicherweise Thermometer rektal eingeführt und nach einer gewissen Zeit abgelesen. Eine kontinuierliche Erfassung der Körpertemperatur könnte dazu beitragen, Krankheiten oder Streßsituationen während der Kälberaufzucht rechtzeitig zu erkennen, um so frühzeitig geeignete Gegenmaßnahmen einzuleiten. Mit injizierbaren Transpondern, die einen Temperatursensor enthalten, kann die Temperatur mehrmals am Tag berührungslos und automatisiert erfaßt werden. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die verfügbare Technik unter Praxisbedingungen bei jungen Kälbern einzusetzen. Dabei sollte einerseits die Genauigkeit der Technik überprüft sowie andererseits die Beziehung zwischen der rektal gemessenen Referenztemperatur und der Transpondertemperatur im zeitlichen Verlauf untersucht werden.

2 Material und Methode

2.1 Meßtechnik

Zur automatischen Erfassung der Körpertemperatur bei Kälbern wurden injizierbare Transponder „Temp-it® Sensor" der Firma INSENTEC (international sensor technology, Niederlande) eingesetzt. Der passive Temperaturtransponder besteht aus einer Ferritantenne, einem hochintegrierten Elektronikbaustein (ASIC) sowie einem temperaturempfindlichen Widerstand (NTC) und ist mit einer Glashülle ummantelt (Größe: 3,85 x 32 mm ∅ x L). Der Meßbereich

dieser Transponder liegt zwischen +10 und +60 °C, bei einer Meßgenauigkeit von 0,01°C (Herstellerangaben). Zunächst durchgeführte Laborversuche im Wasserbad zeigten, daß zwischen der eingestellten Temperatur (38 °C) und der Temperaturwiedergabe der Transponder lediglich eine Differenz von 0,1 K bestand.

Befindet sich ein Transponder im Empfangsbereich einer Antenne, erhält er über induktive Kopplung Energie und übermittelt daraufhin in codierter Form die Identifikationsnummer und den unkalibrierten Signalwert für die Temperatur des umliegenden Gewebes. Aus diesem unkalibrierten Sensorwert wird anschließend von einem Lesegerät mit Hilfe von vorher bestimmten Kalibrierungsdaten der eigentliche Temperaturwert berechnet und angezeigt (Abb. 1). Zur Auslesung der Transponder kam in den vorliegenden Untersuchungen ein Handlesegerät (Temp-it® Reader) zum Einsatz.

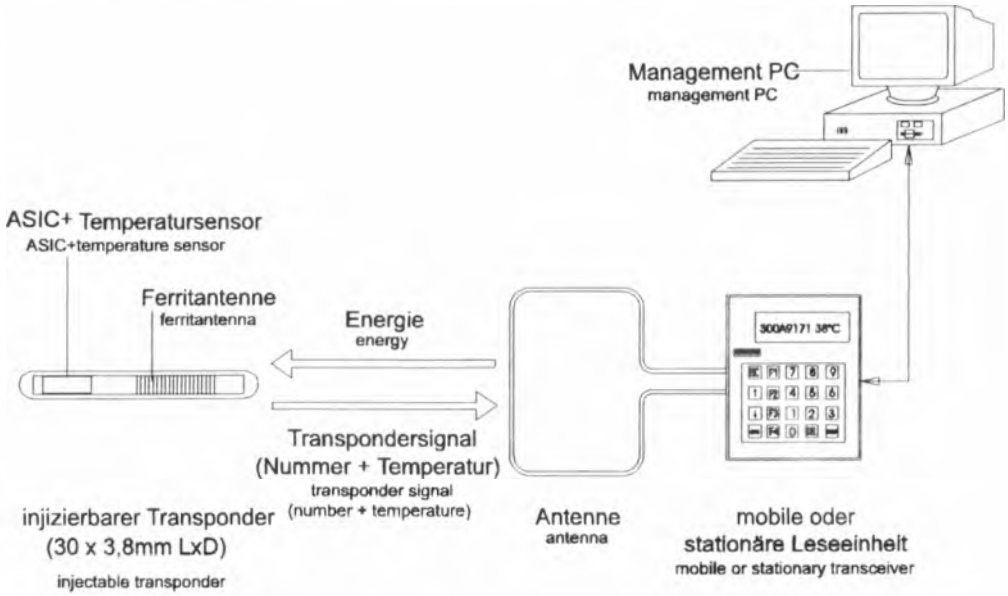


Abb. 1: Schematischer Aufbau der Prozeßtechnik zur automatisierten Körpertemperaturmessung über injizierbare Transponder

Fig. 1: Principal scheme for automatic recording of body temperature with an injectable sensor

Die Messung der Rektaltemperatur als Referenzwert erfolgte mit einem handelsüblichen, digitalen Maximum-Thermometer der Firma HARTMANN (HARTMANN DIGITAL WATERPROOF), dessen Meßbereich bei 32 bis 42°C liegt und bei Temperaturen zwischen 38 und 42°C eine Meßgenauigkeit von 0,15°C besitzt.

2.2 Tiere und Haltungsbedingungen

Für die Untersuchungen standen insgesamt 15 männliche Kälber (Fleckvieh x Rotbunt) zur Verfügung. In den ersten 3 Lebenswochen wurden die Kälber in Einzelboxen auf Stroh gehalten. Danach fand eine Umstallung in Gruppenbuchten mit jeweils 4 Tieren statt. Die Boxen waren mit Stroh eingestreut und mit absperrbaren Tränkeständen ausgestattet. Die Tiere wurden nach einem betriebseigenen Tränke- und Fütterungsplan aufgezogen. Im Bereich der

Einzelboxen traten Lufttemperaturschwankungen in Abhängigkeit von der Außentemperatur auf. Im Jungviehstall wurde dagegen trotz der winterlichen Außentemperaturen eine konstante Temperatur von 14 °C gemessen.

In einer zweiten Versuchsperiode wurde die Meßgenauigkeit des Systems bei Hyperthermie untersucht. Zu diesem Zeitpunkt standen die Tiere in Gruppenbuchten zu 8 Tieren auf Spaltenböden. Die hochsommerlichen Temperaturen während des Versuchszeitraumes hatten zur Folge, daß die Stalltemperatur im Jungviehstall bis zu 25°C betrug.

2.3 Versuchsdurchführung

Die Kennzeichnung der 15 Kälber mit den Temperaturtranspondern erfolgte in der zweiten Lebenswoche subcutan unter den Dreiecksknorpel am Ohransatz (Scutulum). Mit diesem Applikationsort liegen bezüglich Tierverträglichkeit, Wanderungen, Lesesicherheit und Entnahme im Schlachthof sehr gute Erfahrungen vor (KLINDTWORTH und WENDL, 1997). Nach der Injektion wurde über einen Zeitraum von 70 Tagen die Temperatur unter dem Scutulum mit einem Handlesegerät erfaßt. Zeitgleich erfolgte die Bestimmung der Rektaltemperatur mit Hilfe des digitalen Fieberthermometers. Dabei wurden täglich 6 Messungen zu festgelegten Zeiten durchgeführt (9.00; 10.00; 12.30; 13.30; 16.00 und 17.00 Uhr).

Zur Überprüfung der Meßgenauigkeit des Systems wurden in der zweiten Versuchsperiode 10 der 15 Kälber (Lebendgewicht 250 - 320 kg) einer durch E.coli-Endotoxin ausgelösten Hyperthermie ausgesetzt. Es handelte sich um ein phenolextrahiertes Lipopolysaccharid des E.coli-Serotypen O111:B4 (Sigma-Aldrich Chemie GmbH), welches intravenös in die große Halsvene (Vena jugularis) mit einer Dosis von 0,05 Mikrogramm/kg Körpergewicht, gelöst in 2 ml physiologischer Kochsalzlösung injiziert wurde. Anschließend wurde bis zum Abklingen der Hyperthermie alle 30 Minuten zeitgleich die Rektal- und Scutulumtemperatur festgehalten.

3 Ergebnisse und Diskussion

Aus der ersten Versuchsperiode (2. - 11. Lebenswoche) ergab sich eine gute Übereinstimmung von Scutulumtemperatur und rektal gemessener Körpertemperatur. Obwohl die Schwankungsbreite der Einzelwerte unter dem Scutulum größer war als die der Rektaltemperatur, wurden auch einzelne Temperaturspitzen im Tagesverlauf in ihrer Höhe vom Sensor richtig erfaßt. Die gemessenen Extremwerte der Rektaltemperatur betrugen 38,1 und 41,4 °C, die der automatisch erfaßte Scutulumtemperatur dagegen 36,0 und 40,7 °C. Während des gesamten Zeitraumes von 70 Tagen zeigte sich jedoch, daß die Scutulumtemperaturen immer unterhalb den entsprechenden Rektaltemperaturen lagen. Im Mittel über alle 15 Kälber betrug diese Differenz 1,1 K. Als Ursache für diese Differenz können u.a. die von LYHS (1982) sowie SCHEUNERT und TRAUTMANN (1987) beschriebenen topographischen Unterschiede der Körpertemperatur angesehen werden. So ist die Durchschnittstemperatur im Körperkern höher als die Temperatur der Körperschale (Extremitäten, Haut, Unterhaut, Akren) (HENSEL, 1982). Bei landwirtschaftlichen Nutztieren kann diese Differenz bis zu 1 K betragen (LYHS, 1982). Werden unterschiedliche Versuchszeiträume betrachtet, so zeigt sich, daß zu Beginn der Versuchsperiode die Differenz der Tagesmittelwerte (15 Kälber) offensichtlich höher lag als im späteren

Verlauf der Untersuchung. Aus Abbildung 2 wird deutlich, daß sich vor allem während der ersten Tage der Abstand zwischen der Scutulum- und Rektumtemperatur veränderte. So betrug die Differenz in der ersten Woche durchschnittlich 1,5 K, berechnet über die neun weiteren Wochen jedoch nur noch 1,0 K. Ein Grund könnte die zunächst geringe Gewebeüberdeckung im Bereich des Scutulums sein, die mit dem Alter zunimmt und mögliche äußere Einflußfaktoren (Umgebungstemperatur, Luftfeuchtigkeit sowie Luftgeschwindigkeit) abschwächt.

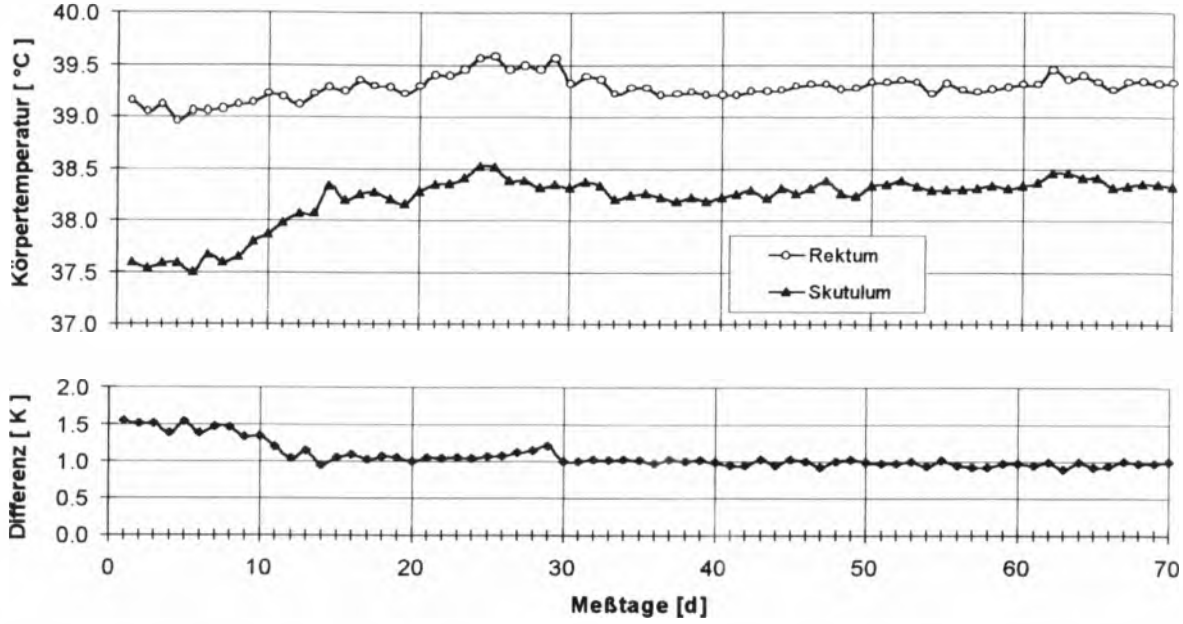


Abb. 2: Verlauf und Diffenrenz der gemessenen Körpertemperatur unter dem Scutulum und im Rektum (Mittelwert über 15 Tiere)

Fig. 2: Temperature curves measured under scutulum and in rectum (mean value of 15 calves)

Die Korrelationskoeffizienten, berechnet über die ersten 8 Tage (r = 0,25) und über die gesamte Versuchsperiode (r = 0,82) verdeutlichen diesen Sachverhalt. Anzumerken ist jedoch, daß hier eine Gesamtauswertung der Tagesmittelwerte für alle Kälber vorgenommen wurde. Mögliche Einflußfaktoren wie Stalltemperatur, Umstallungsstreß oder Krankheitsgeschehen wurden bei dieser Auswertung nicht detailliert betrachtet.

Die Endotoxingabe in der zweiten Versuchsperiode löste bei den Versuchstieren einen biphasigen bzw. mehrphasigen (wellenartigen) Verlauf der Fieberkurve aus. Die Erhöhung und der folgende Abfall der Rektaltemperatur konnte auch vom Sensor unter dem Scutulum erfaßt werden. Insgesamt wurde eine rektale Temperaturerhöhung bereits nach einer Stunde registriert, die ihr Maximum nach 3,5 Stunden p.i. mit 1,4 K erreichte (Tab. 1). Dagegen stieg die Scutulumtemperatur im Durchschnitt um 1,2 K. Das Maximum konnte hier im Mittel nach 3,7 Stunden erfaßt werden.

Tab. 1: Erhöhung der Körpertemperatur nach Endotoxingabe
Tab. 1: Increase of body temperature after injection of an endotoxin

	Kalb										
	1	**3**	**4**	**6**	**8**	**9**	**10**	**11**	**14**	**15**	$\bar{x}$
Temperaturanstieg Rektum [K_{max}]	1,0	2,8	1,4	1,1	1,6	1,2	1,6	1,4	0,7	1,4	1,4
Temperaturanstieg Scutulum [K_{max}]	1,0	2,3	1,2	0,8	1,3	1,2	1,2	1,1	0,7	1,2	1,2
Zeitpunkt d. Maximums Rektum [h] **p.i.**	5,0	3,5	3,5	3,5	4,5	3,0	1,0	5,5	3,0	2,5	3,5
Zeitpunkt d. Maximums Scutulum [h] **p.i.**	4,5	3,5	3,0	4,0	5,0	3,5	2,5	5,5	3,0	2,5	3,7

Der Verlauf der beiden Temperaturkurven, bei dem jeweils zeitgleich gemessene Temperaturwerte gemittelt wurden, zeigt, daß der Temperaturanstieg und - abfall sowohl für das Rektum als auch für das Scutulum relativ gleichmäßig ist (Abb. 3). Dies wird durch den Korrelationskoeffizienten (r = 0,88) verdeutlicht. Auch AUERNHAMMER (1995) stellt als Fazit heraus, daß sich der Bereich des Ohrgrundes als Implantationsstelle für Temperatursensoren besonders eignet. Die Differenzwerte während des Endotoxinversuchs betrugen im Durchschnitt 0,5 K und waren somit um ca. 0,5 K geringer als bei den vorangegangenen Messungen im ersten Versuchsabschnitt im Kälberalter. Ähnlich geringe Unterschiede zwischen Rektal- und Scutulumtemperatur wurden von WENDL und KLINDTWORTH (1997) mit dem gleichen System bei Fressern festgestellt.

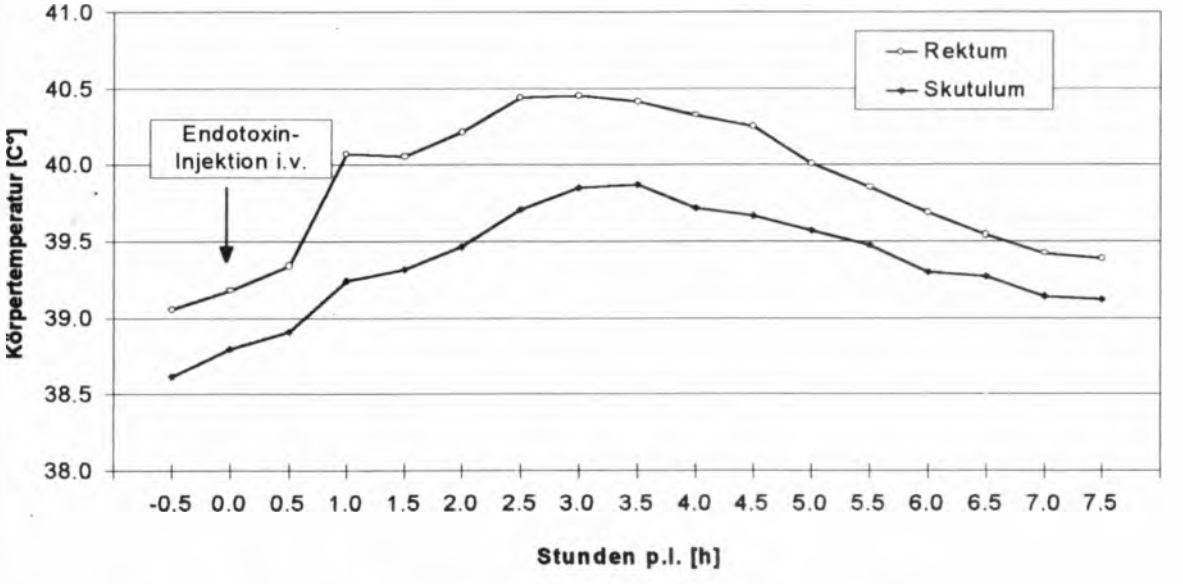


Abb. 3: Scutulum- und Rektaltemperatur während induzierter Hyperthermie (Mittelwert über 10 Tiere)
Fig. 3: Temperature under scutulum and in rectum during an induced hyperthermie (mean value of 10 animals)

5 Zusammenfassung

Bei 15 Kälbern wurde ein injizierbarer Temperaturtransponder zur automatischen Erfassung der Körpertemperatur unter dem Scutulum eingesetzt. Zeitgleich zur Auslesung der Transponder wurde die Rektaltemperatur erfaßt. Über eine Versuchsperiode von 70 Tagen konnte eine gute Übereinstimmung der gemessenen Rektaltemperatur und der Scutulumtemperatur festgestellt werden (r = 0,82). Obwohl die Scutulumtemperatur immer auf niedrigerem Niveau lag, wurden Temperaturmaxima und -minima der Rektaltemperatur in gleicher Weise wiedergegeben. Die Parallelität der beiden Temperaturkurven wurde auch während einer künstlich eingeleiteten Hyperthermie deutlich.

6 Literatur

AUERNHAMMER, R. (1995):Untersuchungen über die Eignung verschiedener Körperstellen zur automatisierten Messung der Körpertemperatur beim Rind. Diss. med. vet. München

KLINDTWORTH, M.; WENDL, G. (1997): Die elektronische Kennzeichnung von Rindern mit Injektaten. Ein Vergleich verschiedener Injektionsorte unter Berücksichtigung verfahrenstechnischer Aspekte. In: Bau, Technik und Umwelt in der Landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. Beiträge zur 3. Internationalen Tagung, 11./12.03.97, Kiel, Hrsg.: Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, S.307-315

LYHS, L.(1982): Physiologie der landwirtschaftlichen Nutztiere. Hirzel Verlag, Leipzig

SCHEUNERT, A.; TRAUTMANN, A. (1987): Lehrbuch der Veterinärphysiologie, Thermophysiologie, Paul Parey Verlag, Hamburg, S. 143-158

WENDL, G.; KLINDTWORTH, K. (1997): Injektate mit Temperatursensoren. Ein weiterer Schritt in der Tierüberwachung. In: Landtechnik 52, Nr. 4, S. 202-203

7 Summary

Injectable temperature sensors were tested for a period of 70 days under practical conditions in young and juvenile calves. The results showed a high correlation (r = 0,82) between temperature values under the scutulum and in the rectum. This positive experiences was confirmed in a trial with an induced fever reaction.

Danksagung
Den beteiligten Versuchsbetrieben „Hirschau" und „Grub" sowie der Firma INSENTEC wird für die Unterstützung der Untersuchungen gedankt.

Sensorgestützte Datenerfassung bei Rindern zur Weiternutzung im Herdenmanagement

Sensors for measurements in cattle to improve the management

BREHME, ULRICH; BRUNSCH, REINER; SCHERPING, EIKE; WERNER, DETLEF
Institut für Agrartechnik Bornim e. V. (ATB), Max-Eyth-Allee 100,
D-14469 Potsdam

1 Einleitung

Bau- und haltungstechnische Verbesserungen zur Umsetzung von Tier- und Umweltschutzforderungen, die Integration neuer Technologien (automatische Melksysteme AMS) und elektronischer Mess- und Kontrollsysteme (Implantate, Boli, Pedometer) aber auch neue Formen der Zusammenarbeit bzw. Kooperation mehrerer Betriebe zur besseren Wettbewerbsanpassung sind für die Zukunft deutscher Landwirtschaftsbetriebe unvermeidlich. Der Trend geht auch in Zukunft zu tierfreundlichen Außenklimaställen, die für die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere eindeutige Vorteile haben.

Bei weiter sinkenden Tierzahlen und gleichzeitiger Steigerung der Leistung des Einzeltiers kommt der intensiven, kontinuierlichen Betreuung und Überwachung des Einzeltiers im Herdenverband durch integrierte sensorgestützte Kontroll- und Identifikationssysteme und ihre Einbindung in das betriebliche Herdenmanagement eine große Bedeutung zu. Die kontinuierliche Messung und tagfertige Auswertung relevanter tierphysiologischer Parameter, die dem Landwirt eine aktuelle Einschätzung des Einzeltiers hinsichtlich seines Gesundheitszustands im Allgemeinen und der Eutergesundheit im Speziellen, aber auch über den Stand des Reproduktionszyklus der Tiere erlauben, wird zukünftig für jeden Betriebsleiter eine normale Aufgabe sein. Sensorgestützte Messsysteme sind dabei ein unumgängliches Hilfsmittel für die Erfassung von Parametern wie **Körpertemperatur (KT), Körperkerntemperatur (KKT), Leitfähigkeit des Vaginalschleims, Milchtemperatur und Leitfähigkeit der Milch je Euterviertel, Aktivitätsverhalten, Herz- oder Pulsfrequenzmessungen und Hormonmessungen.** Dabei liegen die Schwerpunkte neben der Messwerterfassung auch bei der Datenaufbereitung, die eine Kombination unterschiedlicher Messgrößen zur Verbesserung der Aussagesicherheit einschließt. Ziel dieser Entwicklung muss es sein dem Tierhalter ein funktionssicheres, leicht handhabbares Datenmess- und Übertragungssystem auf der Basis integrierter Sensoren in Implantaten, Boli oder miniaturisierten Chips bereitzustellen, dessen Nutzen die Kosten übertrifft. Nachfolgend wird über Erfahrungen zur Messwertgewinnung mittels Injektaten mit integriertem Thermosensor und Zweikanal-Langzeitdatenloggern zur Erfassung und Nutzung von Tierdaten (KT, KKT) unter differenzierten Bedingungen berichtet.

2 Material und Methode

Die vorgestellten Untersuchungen finden im Rahmen eines langangelegten Forschungsthemas am ATB statt und haben das Ziel den Einfluss differenzierter Umgebungsbedingungen auf den Aussagewert von Körpermessdaten zu analysieren. Abbildung 1 zeigt die in den Versuchen eingesetzten Mess- und Identifikationssysteme und die unterschiedlichen Messpunkte für die erfassten tierphysiologischen Parameter **KT, KKT, Leitfähigkeit des Vaginalschleims, Bewegungsaktivität.** Erste Untersuchungen wurden an Mutterkühen der Rassen tschechisches Fleckvieh und Saler durchgeführt. Dabei stand die Ermittlung des günstigsten Implantatorts zur Messung von Körpertemperaturwerten bei ganzjährig im Freiland gehaltenen Tieren im Vordergrund. Gleichzeitig galt es zu klären, welchen Einfluss die Außenklimaverhältnisse auf die Messwerterfassung haben, um zu sichern, dass wissenschaftlich fundierte und für den Landwirt brauchbare Resultate beim Parameter Körpertemperatur gemessen werden.

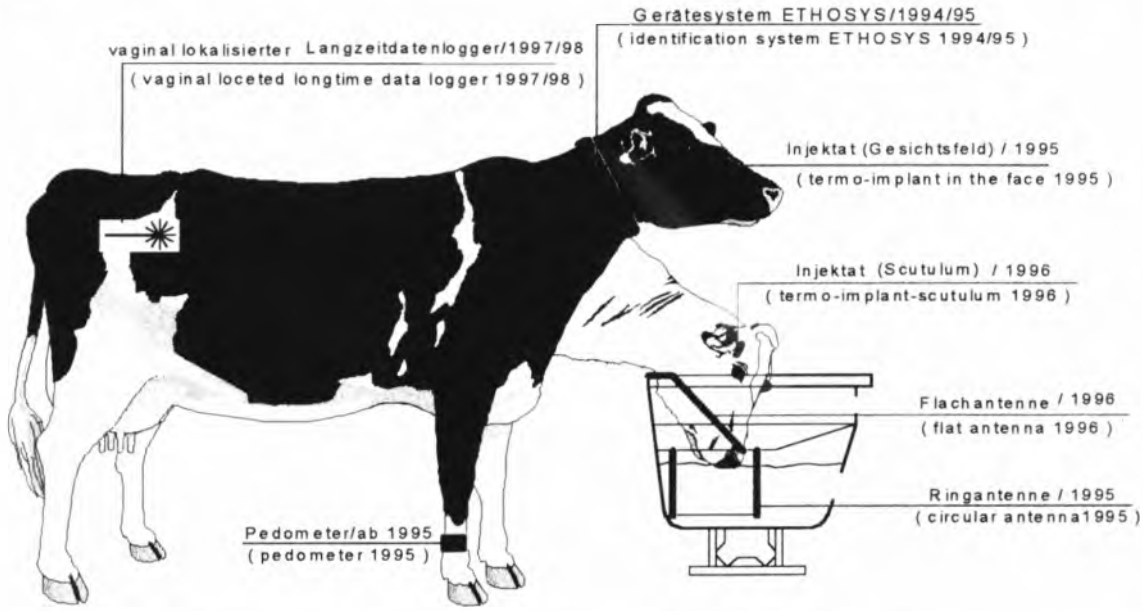


Abb. 1: Eingesetzte Mess- und Identifikationssysteme im Institut für Agrartechnik Bornim

Fig. 1: Checked measurement and identification systems in Bornim

Der Verlauf der KT/KKT gilt mit seinen Abweichungen vom Normalverlauf als ein sicherer Indikator für Erkrankungen, eine bevorstehende Brunstperiode oder den nahenden Kalbezeitpunkt beim Tier. Ähnlich verhält es sich im ethologischen Bereich mit den Bewegungsaktivitäten der Tiere im Tagesverlauf. Auch hier sind Abweichungen von der Norm in den negativen Bereich (Rückgang/Abfall) wie in den positiven Bereich (Anstieg/Zunahme) ein sicheres Zeichen für die genannten Kriterien. Die Ergebnisse zur Leitfähigkeit des Vaginalschleims werden in einem späteren Beitrag vorgestellt.

Für Aktivitätsmessungen wurden Pedometer verwendet, die den Tieren am Fesselbein des linken Vorderfußes angelegt wurden. Zur Überprüfung der mit Injektaten am Scutulum gemessenen Körpertemperaturen und ihrer Relevanz für die wissenschaftliche und praktische Nutzung wurde ein für industrielle Zwecke entwickelter Zweikanal-Langzeitdatenlogger am

ATB für Tierversuche modifiziert und für die Messungen eingesetzt. Der Logger erfasst intra vaginal die Leitfähigkeit des Vaginalschleims und die KKT bei einem einstellbaren Messintervall zwischen 1 sek. bis 24 Stunden und einer Speicherkapazität von 265 kB. In einem Klimakammerversuch am Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere Rostock-Dummerstorf wurde im Frühjahr 1998 mit vier Milchrindfärsen ein Kontrollversuch durchgeführt. Dabei sollte die Aussagesicherheit der in mehreren Jahren bei im Freiland gehaltenen Mutterkühen erfassten Daten der KT geprüft werden. Alle Färsen wurden dabei mit einem Thermoimplantat (Scutulum) und einen vaginal lokalisierten Langzeitdatenlogger zur Erfassung von KT bzw. KKT ausgestattet. Stufenweise wurde die Umgebungstemperatur von 5 °C auf 15 °C, 25 °C und 30 °C verändert, der Verlauf der KKT in einem Messintervall von 2 min gemessen und gespeichert. Die KT am Scutulum wurde täglich dreimal als Momentwert manuell mit Handlesegerät erfasst. Die Messperioden für die einzelnen Umgebungstemperaturen betrugen 4 (5 °C), 3 (15 °C), 3 (25 °C) und 3 (30 °C) Tage. Für alle Tiere wurden aus den Messwerten Mittelwerte von KT und KKT für die Messperioden der Umgebungstemperaturstufen errechnet. Innerhalb jeder Stufe wurde außerdem die Futterration einmal geändert (hohes Ernährungsniveau: 3 kg Heu, 5 kg Konzentrat/Hungertag:1 kg Heu). Drei Färsen wurden in Klimakammern, eine Färse als Referenztier in Anbindehaltung im Versuchsstall bei annähernd gleichbleibenden Stalltemperaturen von 15,0 °C bis 18,5 °C aufgestallt.

3 Ergebnisse

Die Körpertemperatur unserer Nutztiere unterliegt verschiedenen exogenen und endogenen Einflussfaktoren, deren Wirkung in hohem Maße vom gewählten Messpunkt abhängig ist. Insbesondere bei ganzjährig im Freiland gehaltenen Mutterkühen haben die Außenklimafaktoren Wind, Luftfeuchtigkeit, Globalstrahlung und Niederschlag großen Einfluss auf Messwerte der KT, wie BREHME (1998) berichtet. Danach muss eingeschätzt werden, dass die Nutzung von Temperaturdaten mit Thermoinjektaten in Körperoberflächennähe (Gesichtsfeld, Scutulum) bei Mutterkühen für Herdenmanagementaussagen nicht möglich ist. Die Wirkung der o. g. Außenklimafaktoren ist bei allen geprüften Messpunkten so gravierend, dass die Daten der KT keinen oder nur einen geringen Zusammenhang zur KKT erkennen lassen. Die zusammengefassten Ergebnisse des Klimakammerversuchs sind in Tabelle 1 dargestellt.

Bei der Ergebnisbetrachtung ist eine hohe Übereinstimmung der tierindividuellen Temperaturverhältnisse beider Messwerte ebenso festzustellen, wie die minimalen Veränderungen von KT und KKT bei den im Versuch gewählten Umgebungstemperaturstufen. Die Ursachen für diesen Ergebnisverlauf liegen nach unserer Ansicht in den klar definierten Umgebungstemperaturen unter Ausschaltung solch gravierender Einflussgrößen wie Wind, Luftfeuchtigkeit, Golbalstrahlung und Niederschlag. Optimaler Messort für Temperaturmessungen mit sensorgestützten Implantaten in Körperoberflächennähe ist der Scutulumbereich (Ohrgrund). Die gemessene KT hat an diesem Punkt eine enge Beziehung zur KKT. Die beim Versuch von BREHME und CHUDY (1998) festgestellten Differenzen von durchschnittlich 1,1 °C bis 1,7 °C zwischen KKT und KT bestätigen die Ergebnisse von AUERNHAMMER aus dem Jahre 1995.

Tab. 1: Messergebnisse zum Körpertemperaturverlauf mit Färsen im Klimakammerversuch (BREHME, U.; CHUDY, A., 1998)

Table 1: Results from course of body temperature with heifers in respiraration-rooms (BREHME, U.; CHUDY, A., 1998)

	Umgebungstemperatur in °C			
	+5 °C	**+15 °C**	**+25 °C**	**+30 °C**
Färse 1 Klimakammer				
- Scutulumtemperatur (KT)	38,2 °C	38,4 °C	38,4 °C	38,4 °C
- Körperkerntemperatur (KKT)	39,5 °C	39,6 °C	39,5 °C	39,7 °C
- Differenz KKT - KT	1,3 °C	1,2 °C	1,1 °C	1,3 °C
Färse 2 Klimakammer				
- Scutulumtemperatur (KT)	38,3 °C	37,9 °C	38,2 °C	38,2 °C
- Körperkerntemperatur (KKT)	39,6 °C	39,6 °C	39,6 °C	39,8 °C
- Differenz KKT - KT	1,3 °C	1,7 °C	1,4 °C	1,6 °C
Färse 3 Klimakammer				
- Scutulumtemperatur (KT)	38,4 °C	38,3 °C	38,4 °C	38,5 °C
- Körperkerntemperatur (KKT)	39,5 °C	39,7 °C	39,6 °C	39,7 °C
- Differenz KKT - KT	1,1 °C	1,4 °C	1,2 °C	1,2 °C
Referenzfärse Versuchsstall	Stalltemperatur im Versuch 15 °C bis 18,5 °C			
- Scutulumtemperatur (KT)	38,5 °C	38,3 °C	39,8 °C*)	38,3 °C
- Körperkerntemperatur (KKT)	39,7 °C	39,4 °C	41,3 °C*)	39,6 °C
- Differenz KKT - KT	1,2 °C	1,1 °C	1,5 °C*)	1,3 °C

Alle Ergebnisse sind Mittelwerte für die Messperioden der Temperaturstufen.
*) in Messperiode 3, Zeitraum 24. bis 26. April fiebrige Erkrankung der Färse

In Abbildung 2 wird der aufgezeichnete Verlauf der KKT einer Färse in der Klimakammer bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturstufen und ihren Messperioden dargestellt. Trotz der hohen Datendichte (Messintervall: 2 min) sind bei einer Umgebungstemperaturdifferenz von 25 K kaum spürbare Veränderungen der KKT (Mittelwerte der Messperioden zwischen 39,4 °C und 39,8 °C) erkennbar.

Abbildung 3 zeigt die Ergebnisse beim Referenztier im Versuchsstall.

Der Verlauf der KKT entspricht praktisch den unter Klimakammerverhältnissen gefundenen Messwerten (Mittelwerte der Messperioden zwischen 39,4 °C und 39,7 °C). Der rapide Anstieg der Temperatur im Zeitraum 24. bis 26. Versuchstag ist auf eine fiebrige Erkrankung des Tieres (zweimalige Behandlung) zurückzuführen. Damit werden die in langjährigen Versuchen mit Mutterkühen in Freilandhaltung gewonnenen Ergebnisse bestätigt, die einen starken Einfluss der Witterungsfaktoren Wind, Luftfeuchtigkeit, Globalstrahlung und Niederschlag

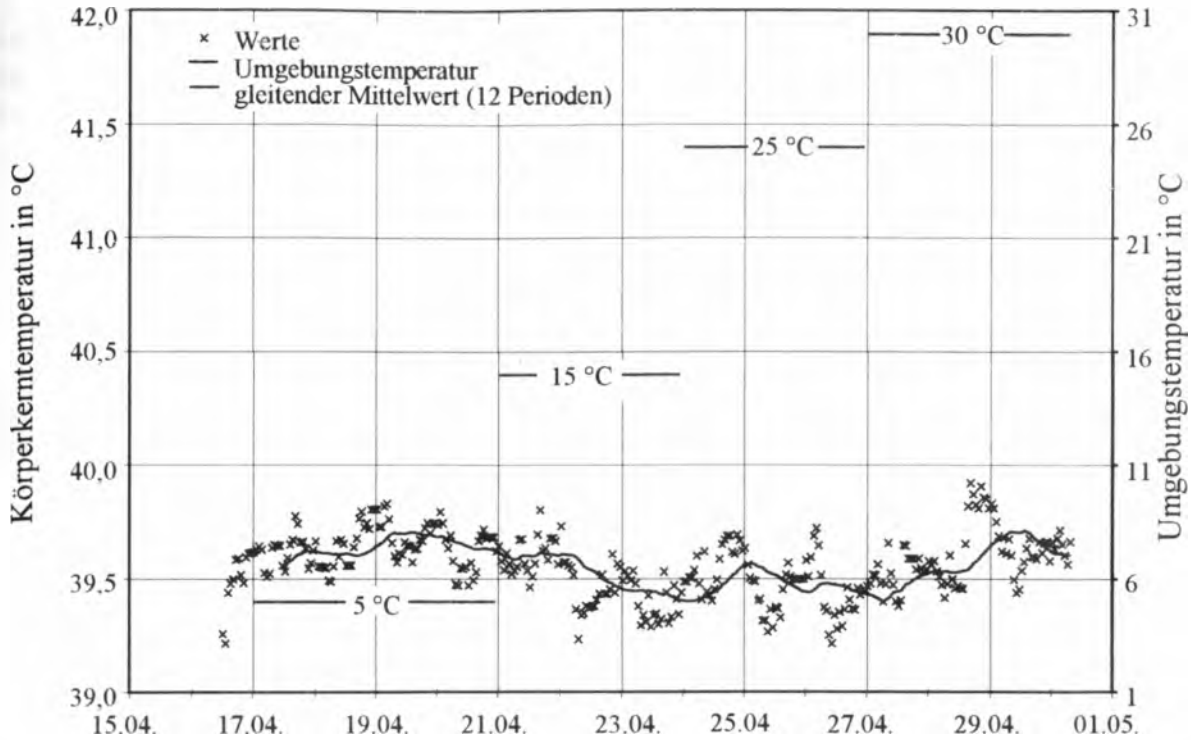


Abb. 2: KKT-Verlauf einer Färse im Klimakammerversuch - unterschiedliche Umgebungstemperatur

Fig. 2: Course of body nucleus temperature (KKT) by a heifer in clima room with different environs temperature

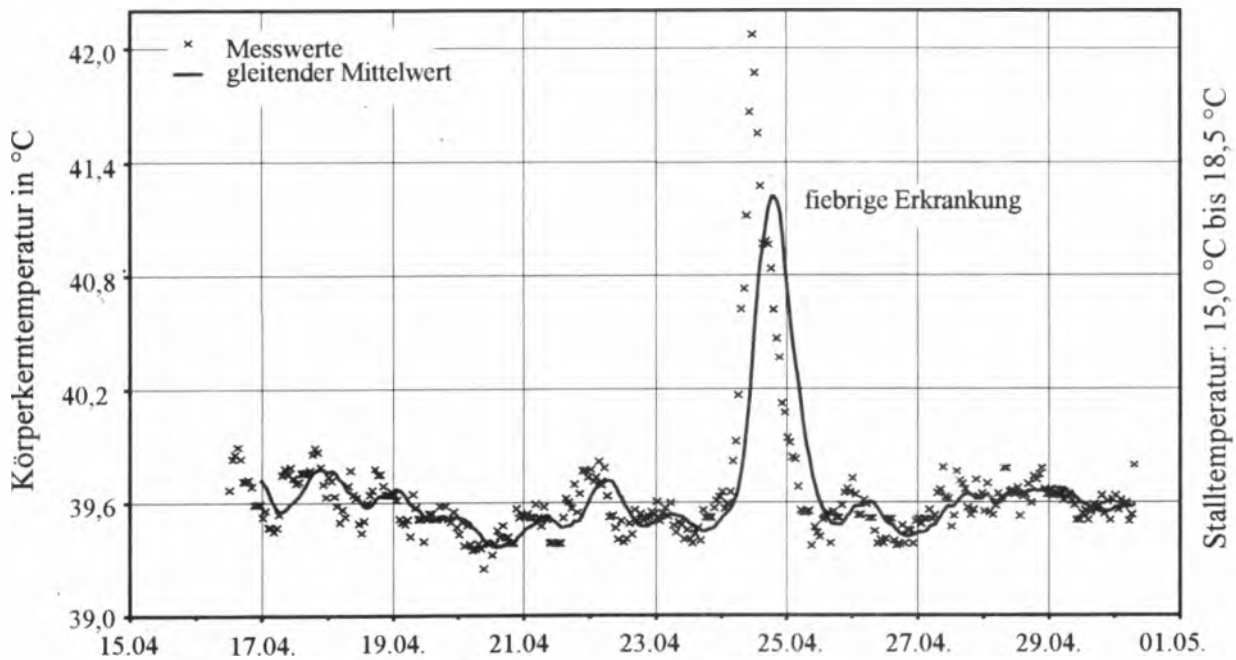


Abb. 3: KKT-Verlauf einer Referenzfärse unter Stallbedingungen

Fig. 3: Course of body nucleus temperature by a reference heifer under stable conditions

auf Messwerte der KT mit Thermoimplantaten im Scutulum gezeigt haben. Die Versuche bestätigen, dass die Verwendung von Thermoimplantaten zur Gewinnung und Nutzung von Körpertemperaturdaten bei Rindern, für Aussagen zum betrieblichen Herdenmanagement an definierte Bedingungen gebunden ist.

4 Schlussfolgerungen

Aus den Untersuchungen lassen sich folgende Erkenntnisse ableiten:

1. Unter definierten Stallbedingungen und Ausschaltung von Witterungseinflüssen wie Wind, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit und Globalstrahlung sind am Scutulum gemessene KT für Herdenmanagementaussagen bei Milchviehhaltung gut nutzbar.
2. Die ermittelten Messdatenreihen bei der KT zeigen bei allen Färsen (Klimakammer und Stall) übereinstimmende Verhältnisse. Danach liegen die Werte der KKT um ca. 1,1 °C bis 1,7 °C höher als die am Scutulum gemessene KT.
3. Das hohe Adaptationsvermögen des tierischen Organismus bei Veränderungen der Umgebungstemperatur zeigen die Klimakammerversuche bei allen drei Testfärsen. Bei einem Temperaturgefälle von 25 K liegen die Schwankungen der KT im Vergleich der Mittelwerte der Tiere lediglich zwischen 0,2 °C bis 0,4 °C.
4. Bei der Komplexität der herrschenden Außenklimaverhältnisse (ganzjährige Freilandhaltung) können im Scutulum gemessene Temperaturwerte der KT nicht als Referenzwerte zur KKT genutzt werden.

5 Literatur

AUERNHAMMER, R. (1995): Untersuchungen über die Eignung verschiedener Körperstellen zur automatisierten Messung der Körpertemperatur beim Rind. Diss. TF der Luf-wig-Maximilian-Universität München.

BREHME, U. (1998): Gewinnung von Tierkenndaten durch sensorbestückte Injektate Pedometer und Datenlogger bei Rindern. KTBL-Arbeitspapier 258 Elektronische Tieridentifizierung, S. 59-69.

BREHME, U. UND A. CHUDY (1998): Klimakammeruntersuchungen (unveröffentlicht)

6 Summary

Thermoimplants and an adapted datalogger were used for measurements of body temperature (KT) and body nucleus temperature (KKT) in cattle under different climate conditions. Outside climate over the year has an important influence of KT. The correlation between KT and KKT under inside stable conditions is high, if the ambient temperature varies too.

Sensor for recording the duration and frequency of cows' resting behaviour

HAUSER RUDOLF, SCHAUB JASMIN, FRIEDLI KATHARINA

Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine,
Bundesamt für Veterinärwesen, FAT, CH-8356 Tänikon

1. Einleitung

Das Liegeverhalten des Rindes hat sich in einer Vielzahl von Arbeiten (z.B. BREITENBAUMER, 1998; MOGENSEN et al. 1997; OERTLI et al. 1994, 1995) bei der Beurteilung auf Tiergerechtheit von Haltungssystemen und Stalleinrichtungen als wichtiges Kriterium erwiesen.

Bisher konnten die exakten Liegezeiten nur mit personalaufwendigen Direktbeobachtungen oder mit Videobeobachtungen erhoben werden, was aber in grossen Herden material- und zeitaufwendig sein kann. Der selbstentwickelte Liegesensor erfasst mit wenig Zeitaufwand exakt die Aktivitäten „Liegen" und „Stehen" einer Kuh oder eines Rindes.

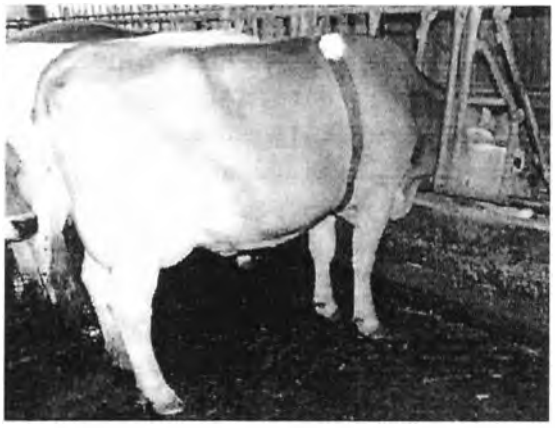


Abb. 1: Liegesensor am Tier befestigt
Fig. 1: Resting sensor strapped to the animal

2. Aufbau und Funktionsprinzip des Liegesensors

Auf der Innenseite eines, breiten, elastischen und längenverstellbaren Gurtes mit Schnellverschluss ist mit Laschen ein Druckgeber aus PVC (DWS-P, Bircher AG, CH-8222 Beringen) montiert. Abbildung 1 zeigt den Gurt am Tier festgeschnallt.

Der Druckgeber hat eine Länge von ca. ¾ Brustumfang einer Kuh (130 cm) und ist mit einer Niete am Gurt befestigt. Er bildet zusammen mit einem Druckwellenschalter (DW 30d, Bircher AG, CH-8222 Beringen) ein geschlossenes System (Abbildung 2). Im DW 30d ist eine Kontaktmembrane so eingebaut, dass mit einer Schraube (K) der Kontaktabstand und damit die Empfindlichkeit des Sensors eingestellt werden kann. Die Entlüftungs-

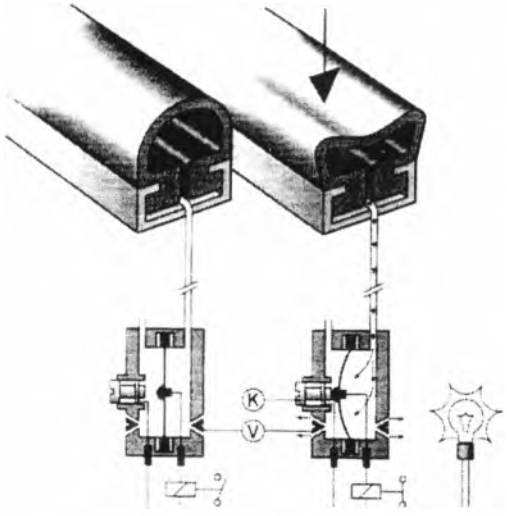


Abb. 2: Funktionsprinzip des Liegesensors
Fig. 2: Operating principle of the resting sensor

ventile (V) sind für eine höhere Druckbelastung durch dichte Stopfen ersetzt worden.

Der DW30d ist mit Goldkontakten ausgestattet. So wird einer vorzeitigen Oxidation durch häufige Schaltungen mit niedriger Spannung vorgebeugt.

In einem am Gurt festgeschraubten Kunstoffgehäuse (8x8x4 cm) ist der DW30d zusammen mit einem Minidatenlogger eingebettet und mit Trockensalz gegen Feuchtigkeit geschützt (Abbildung 3).

Der Datenlogger (Tinytag®, OTLM Software) speichert in frei wählbaren Zeitintervallen den Zustand "geschlossen" für Stehen oder "offen" für Liegen bis zum Erreichen der Speicherkapazität auf. Mit den 16'000 Speicherplätzen lassen sich zum Beispiel bei einem Intervall von 15 Sekunden während 2 Tagen und 19 Stunden Daten erheben. Die Speicherung als "first in – first out" ist möglich. Der Logger erlaubt auch einen verzögerten Start.

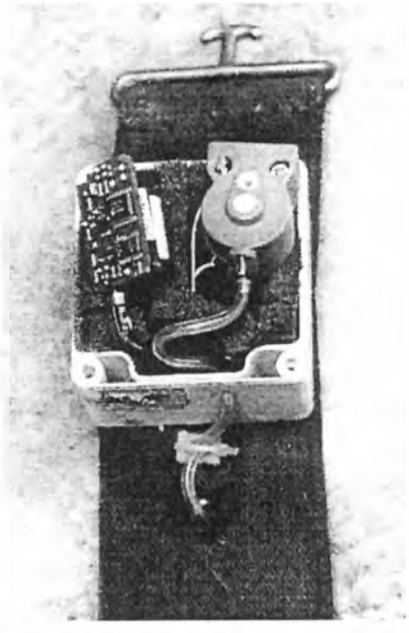


Abb. 3: Datenlogger und Druckschalter
Fig. 3: Data logger and pressure switch.

3. Datenauswertung

Die zum Logger mitgelieferte Steuer- und Auswertungssoftware (Tinytalk®, OTLM Software) stellt die Daten als Graphik (Abbildung 4) und als Textfile zur Verfügung.

Mit Microsoft® Excel werden die Daten übernommen und als Tabelle gespeichert. Ein freizugängliches Makroprogramm übersetzt die Daten beim Umwandeln von "txt" nach "xls" in Nullwerte für "Stehen" oder Einswerte für "Liegen". Ausreisserwerte können mit individuell wählbaren Kriterien korrigiert werden.

Als Beispiel zeigt die Abbildung 4 das Liegeverhalten einer Kuh während dreier Tage mit Originaldaten. Hier bedeuten Nullwerte "Liegen", 2500 mV "Stehen". Die Ausreisserwerte

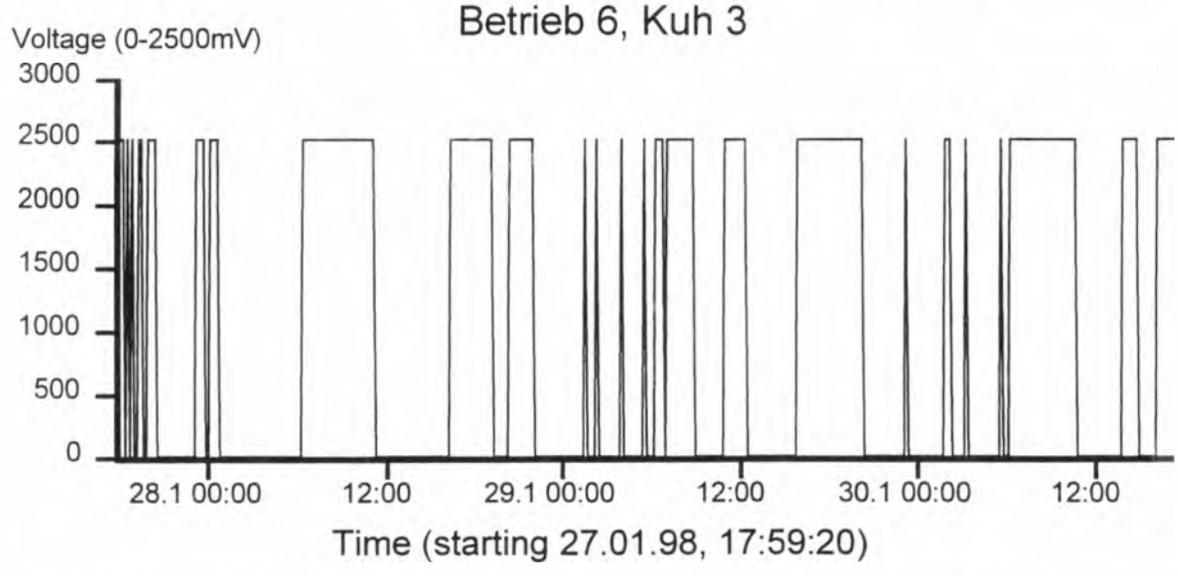


Abb. 4: Liegeverhalten einer Kuh während dreier Tage mit Originaldaten. (Intervall = 16 Sek., Nullwerte = "Liegen", 2500 mV = "Stehen")

Fig. 4: Raw data representing the resting behaviour of a cow over a three-day period. (Interval = 16 sec., null values = "lying down", 2500 V = "standing")

Tab. 1: Excel-Tabelle mit Balkendiagrammen für das Liegeverhalten von 2 Kühen während 3 Tagen (schwarz = liegen)

Tab. 1: Excel table with bar charts representing the resting behaviour of 2 cows over a 3-day period (black = lying down)



werden mit den Bedingungen - mindestens 80 Sek. für „Liegen" und mindestens 48 Sek. für „Stehen" - herausgefiltert.

Ein weiteres Makro errechnet für jedes Tier die Gesamtliegezeit und die Anzahl der Liegeperioden. Daraus errechnet sich die durchschnittliche Liegezeit pro Liegeperiode. Zusätzlich werden die Werte für eine wählbare Nachtphase berechnet (z.B. von Abend- bis Morgenmelken). Eine Pivot-Tabelle erstellt im selben Arbeitsgang die Mittelwerte plus die Standardabweichungen über alle erfassten Tiere der Herde.

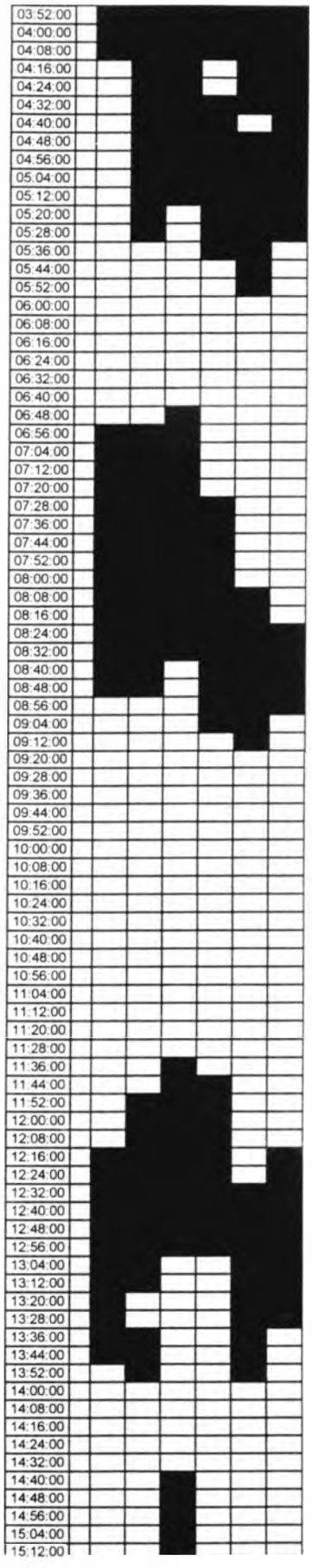
Weiter erstellt das Programm nach Wunsch eine Übersicht über das Liegeverhalten aller Tiere pro Betrieb mit fortlaufenden Balkendiagrammen. Die Tabelle 1 stellt z.B. mit zwei Tieren einen Ausschnitt aus dem Liegeverhalten einer Herde dar. Melk- und Fütterungszeiten lassen sich so optisch rasch ermitteln.

4. Validierung der Daten aus dem Liegesensor

Die Zuverlässigkeit der Werte aus den Liegesensoren wurde in der Entwicklungsphase optisch mit den paralell erhobenen Videoaufzeichnungen verglichen. Die Wechsel der Zustände von „Liegen" zu „Stehen" oder umgekehrt ,stimmten auf ca. 20 Sek. genau mit den Videoaufzeichnungen überein.
Zusätzlich lässt der Vergleich mit Daten aus direkter Beobachtungl eine Schätzung der Sicherheit zu. Die Durchschnittswerte des Liegeverhalten der Kühe, die an unserer Forschungsanstalt auf Strohmatratze gehalten werden, sind in verschiedenen Untersuchungen erhoben worden und in Tabelle 2 den Daten aus den Liegesensoren gegeübergestellt. Die Gesamtliegedauer war beim Liegesensor 1.6 % und bei den Nachtliegezeiten 2.6 % höher.

Technische Probleme bestanden zu Beginn des Einsatzes der Liegesensoren darin, dass einige der DW30d nicht auf Druckfestigkeit geprüft und somit nach kurzer Zeit undicht wurden. Diese Schalter ersetzte die Lieferfirma kostenlos.

Es zeigte sich auch,dass zur Erhöhung der Datensicherheit, der Startzeitpunkt der Datenaufnahme um mindestens eine Nachtphase verschoben werden sollte, z.B. Montage des Sensors beim Morgenfüttern – Start beim nächsten Morgen-



melken, damit sich die Tiere an den Gurt gewöhnen können. Brünstige Tiere beeinflussen die Resultate.

Tab. 2: Datenvergleich: direkte Beobachtung (aus Oertli et al. 1994, 1995) vs. Liegesensor

Tab. 2: Data comparison: firsthand observation (source: Oertli et al. 1994, 1995) versus resting sensor

		$\bar{x}$	($\bar{s}$)
∅-Gesamtliegezeit			
Direktbeobachtung	Min.	728	92
Liegesensor	Min.	740	60.5
∅-Nachtliegezeit			
1. Direktbeobachtung	Min.	459	63
2. Direktbeobachtung	Min.	462	51.0
3. Direktbeobachtung	Min.	458	50.0
Liegesensor	Min.	472	67.3

5. Anwendungsbeispiel des Liegesensors

Ein wichtiges Kriterium für die Beurteilung auf die Gleichwertigkeit der Liegequalität von weichen Gummimatten zu Strohmatratzen in Liegeboxen für Milchvieh ist das Liegeverhalten (SCHAUB et al. 1999). Auf 18 Praxisbetrieben wurde im Winter 97/98 mit jeweils 10 Sensoren über 3 x 24 Stunden das Liegeverhalten von 10 Kühen auf 4 verschiedenen Bodenbelägen erhoben (Tabelle 3).

Tab. 3: Vergleich des Liegeverhaltens von Kühen auf Strohmatratze vs. weiche Matten (Nachtliegezeit = Abend- bis Morgenmelken)

Tab. 3: Comparison of the resting behaviour of cows on straw bedding versus soft matting (nocturnal resting period = from evening milking to morning milking)

Bodenmaterial	Betriebe n	∅-Gesamtliegezeit $\bar{x}$ ($\bar{s}$), Min./d	p[1]
Strohmatratzen	5	706 (78.4)	
Matte 1	3	677 (97.5)	n.s.
Matte 2	3	645 (117.1)	n.s.
Matte 3	4	687 (87.6)	n.s.
Matte 4	3	657 (111.5)	n.s.

Bodenmaterial	Betriebe n	∅-Nachtliegezeit $\bar{x}$ ($\bar{s}$), Min./Nacht	p[1]
Strohmatratzen	5	468 (57.4)	
Matte 1	3	450 (68.1)	n.s.
Matte 2	3	406 (88.7)	n.s.
Matte 3	4	460 (64.0)	n.s.
Matte 4	3	417 (79.2)	n.s.

[1] Student's t-Test, df = 1

Für weitergehende Untersuchungen, die auch physiologische Parameter einbeziehen, wird der Liegesensor mit einem Pulsmesser (POLAR®, Horse Trainer) für die Herzfrequenz und einem Temperaturfühler (HOBO, StowAway) für die Oberflächentemperatur ergänzt. Der erste Testeinsatz mit diesen erweiterten Sensoren findet im Winter 98/99 statt.

6. Literatur

BREITENBAUMER, O. (1998) Vergleich des Liegeverhaltens von Milchkühen und des Arbeitszeitbedarfs im Tretmiststall und Liegeboxenlaufstall. Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.

MOGENSEN, L., KROHN, C. C., SORENSEN, J. T., HINDHEDE, J., AND NIELSEN, L. H. (1997) Association between resting behaviour and live weight gain in dairy heifers housed in pens with different space allowance and floor type. Applied Animal Behaviour Science, 55: 11-19.

OERTLI, B., JAKOB, P., AND FRIEDLI, K. (1994) Erarbeitung der Grundlagen zur Prüfung von Bodenbelägen im Boxenlaufstall für Milchkühe auf Tiergerechtheit. Schlussbericht, BVET, Prüfstelle für Stalleinrichtungen, Tänikon.

OERTLI, B., TROXLER, J., AND FRIEDLI, K. (1995) Der Einfluss einer Kunststoffmatte als Bodenbelag in den Liegeboxen auf das Liegeverhalten von Milchkühen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1994, KTBL-Schrift 370: 118-126. KTBL, Darmstadt.

SCHAUB, J., FRIEDLI K. UND WECHSLER B. (1999) Sind weiche Liegematten in Boxenlaufställen für Milchvieh besonders tierfreundlich? FAT-Berichte, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Tänikon (in print).

7. SUMMARY

An important criterion in the assessment of cows' resting areas and housing systems is their lying-down behaviour. A pneumatically operated resting sensor fitted in a belt continuously records the exact duration and frequency of the cows' lying-down behaviour. By means of a macro-programme, the duration of each resting period is plotted in a bar chart for each animal and, at the same time, the animal's overall resting time per 24-hour period and per nocturnal phase is also calculated, together with the corresponding number of resting periods. The values thus obtained are then also used in the calculation of a herd average.

The data were validated both by visual comparison with simultaneously filmed video recordings and by being compared with the results of firsthand observation in the same stall at the same saison.

Technical problems may arise from breaks in the circuits of the pressure switches. It is recommended that the belts are worn during a nocturnal phase and for at least 12 hours before data sampling begins to allow the animals to become accustomed to the sensors.

A comparative study of soft rubber matting with straw bedding demonstrated the suitability of the resting sensors for the purposes of these specific questions.

Einfluss verschiedener Haltungsverfahren für Mastschweine auf die Tiergerechtheit, Umwelteinflüsse und arbeits- und betriebswirtschaftliche Bewertung

Influence of different kinds of fattening pig housings according to well-being, environment and economics

RATSCHOW, JENS-PETER

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Schorlemerstraße 26, 48143 Münster

Einleitung

Haltungsverfahren für Mastschweine werden heute nicht nur nach arbeits- und betriebswirtschaftlichen Bewertungen ausgewählt, sondern vielmehr auch hinsichtlich ihrer Tiergerechtheit und ihrer Umwelteinflüsse. Besonders schwierig erweist sich dabei eine objektive Bewertung der Tiergerechtheit, da der Tiergerechtheitsindex (TGI 200), als Maßstab für die Tiergerechtheit die Auslauf- und Weidehaltung besonders stark in den Vordergrund stellt. Auch die Einflussbereiche „Bewegungsverhalten" und „Komfort-/Erkundungsverhalten" werden hoch angesetzt. Da in diese Bewertung direkt die absolute Grundfläche je Mastschwein einfließt, wird keine Rückkopplung zur Gruppengröße und damit zur freien Bewegungsfläche vorgenommen. Deshalb werden nach diesem Maßstab auch moderne Großgruppenhaltungen trotz wesentlich größerer freier Bewegungsfläche nachteilig beurteilt.

Einschätzung der Tiergerechtheit

Modernen Haltungssystemen ohne Einstreu wird angelastet, dass das arteigene Verhalten der Hausschweine nur wenig oder gar nicht ausgeübt wird. Geht man jedoch davon aus, dass nicht alle Technopathien systembedingt, sondern sehr häufig ausführungsbedingt und damit prinzipiell vermeidbar sind, so ergeben sich Lösungsansätze, die haltungsbedingten Belastungen deutlich zu verringern. Deshalb wird nicht umsonst die Forderung aufgestellt, dass die Entwicklung von tiergerechten Haltungssystemen das natürliche arteigene Verhalten der Tiere stärker berücksichtigen muss. Im Einzelnen sind hier zu nennen:

- mehr Bewegungsraum für die einzelnen Tiere,
- bessere Strukturierung des Raumes und
- Herstellung stabiler Sozialkontakte.

Durch die Großgruppenhaltung von Mastschweinen mit 40 und mehr Tieren je Bucht bei einer Flächenzumessung von 0,7 m^2/Mastschwein steht den Tieren gegenüber der konventionellen Kleingruppenhaltung freier Bewegungsraum in dreifacher Größe zur Verfügung. Darüber hinaus wird durch das arteigene Liegeverhalten der Tiere (Löffel-Liegen in Seitenlage) auch der effektive Bewegungsraum objektiv größer. Damit haben gerade die jüngeren Tiere bis zu einem Lebendgewicht von etwa 60 kg die Möglichkeit, ihren Spieltrieb auszuleben. Das arttypische Verhalten, wie das gegenseitige Bespringen (Sexualverhalten), das „Fang-mich-Spie-

len" (Fluchtverhalten) und die Sozialkontakte untereinander (Schubbeln, Schnüffeln, Beknabbeln, Aneinanderliegen), sind deutlich ausgeprägt. Deutliche Ruhephasen mit Seitenlage der Tiere und Aktivitätsphasen lösen einander im Rhythmus ab. Bei Großgruppenhaltungen von Mastschweinen werden selbstständig neben der Fresszone, die durch die Fütterung vorgegeben ist, auch Bewegungs-, Liegezonen und Kotplätze ausgebildet. In der größeren Gruppe ist der Kotplatz wesentlich deutlicher räumlich ausgeprägt. Damit steht für die anderen Bereiche mehr Fläche zur Verfügung (Tabelle 1). Die enge Kotplatzbegrenzung verringert auch die NH_3-Emissionen.

Tab. 1: Kotplatzgröße bei unterschiedlichen Gruppengrößen
Different plots of slurry in various group pennings

Gruppengröße	Kotfläche/Tier [m^2]	Kotfläche/Bucht [%]
12	0,15	21,4
25	0,12	17,1
50	0,058	8,3

Besondere Bedeutung haben für das Erkundungsverhalten und den Spieltrieb der Schweine auch die in den Großgruppen eingesetzten Scheuerbäume. Nach bisherigen Untersuchungen scheint es vorteilhaft zu sein, für 20 Mastschweine einen Scheuerbaum mit angehängter Kette einzubauen, um so die Körperpflege zum einen an den Flanken und am Rückenbereich zu ermöglichen und gleichzeitig dem Spieltrieb mit Bebeißen der Kette und des Holzes Rechnung zu tragen.

Das veränderte Tierverhalten in der Großgruppe wird daran deutlich, dass die Mastschweine als solche ausgeglichen sind, keine Aggressionen auftreten, die zu Verletzungen führen, und lediglich zu Beginn der jeweiligen Fütterungszeiten der biologisch ausgeprägte Futterneid einsetzt. Bei Kleingruppenhaltungen mit Quertrogaufstallung und zweimal täglicher Fütterung ist dieser wesentlich stärker ausgebildet. Bei Rohrbreiautomaten-Fütterung ist ein Tier-/Fressplatz-Verhältnis von 10 : 1, bei Sensorfütterung und Naßfütterung von ca. 8 : 1 sinnvoll. Neben der absoluten Anzahl der Tiergruppe hat auch das Alter der Tiere für das Tierverhalten ausschlaggebene Bedeutung. Ab etwa 60 kg Lebendegewicht läßt die Aktivität der Tiere nach. Die Ruhephasen sind stärker ausgebildet und der Spieltrieb geht zurück.

Mit diesem neuen Haltungsverfahren der Großgruppenhaltung auf Vollspaltenboden mit Rohrbreiautomaten-Fütterung oder Sensor-Flüssigfütterungssystem wird, ähnlich wie bei eingestreuten Ställen, dem Tierverhalten stark Rechnung getragen. Die positiven Effekte einer qualitativ guten Einstreu hinsichtlich der Beeinflussung des Stallklimas und der möglichen Ausbildung eines Mikroklimas werden durch die kombinierten Lüftungs- und Heizungssysteme bei vollwärmegedämmten Ställen erreicht. Sie werden durch die automatische Klimasteuerung besser eingehalten als durch jede noch so sorgfältige Einstreu. Lediglich das Wühlverhalten der Schweine kann bei strohloser Aufstallung nicht ausgelebt werden. Bei strohlosen Systemen entsteht jedoch weniger Staub und die Hygiene ist insgesamt deutlich verbessert.

Einschätzung der Umweltwirkungen

Landwirte arbeiten zurzeit nach drei Verhaltensmustern:

1. Es wird nur das gemacht, was die Rechtssetzungen fordern und/oder was Genehmigungsbestandteil für die Tierhaltungsanlage ist.
2. Es wird darüber hinaus das umgesetzt, was ökonomische Vorteile bringt.
3. Es wird alles umgesetzt, was zur Verrringerung der Umweltbelastung führt und gleichzeitig dem Tierschutz dient.

Diese dritte Form präsentiert den sogenannten „prozessintegrierten Umweltschutz" im Sinne einer nachhaltigen Landwirtschaft und führt die verschiedenen Themenbereiche von Ethologie, Ökologie und Ökonomie zusammen. In der Landwirtschaft wird zurzeit überwiegend der zweite Lösungsansatz praktiziert. Beim prozessintegrierten Umweltschutz sind Vermeidungs- und Verminderungsstrategien zu formulieren, die sich unabhängig von der Tierart grundsätzlich umsetzen lassen.

Vermeidungsstrategien

Die Aufgaben der Tierzucht innerhalb des prozessintegrierten Umweltschutzes sind

- Erzeugung von gesunden, leistungsstarken und -stabilen Tieren,
- dem Markt angepasste Zuchtziele hinsichtlich Produktqualität und Haltungsverfahren und
- Entwicklung von geeigneten Prüf- und Selektionsverfahren.

Auch der Tierernährung kommt hinsichtlich der Vermeidungsstrategien eine hervorragende Stellung zu. Die nährstoffangepasste oder umweltoptimierte Fütterung wird sowohl bei Trocken- wie auch Flüssigfütterung bei den Mastschweinen von der Mehr- zur Multiphasenfütterung entwickelt. Folgende Entwicklungsstufen lassen sich aufzeigen:

Tab. 2: Ammoniakemissionen verschiedener Haltungsverfahren
Ammonia emissions of various types of pig housings

	Einstreu	Tiefspalten	Vollspalten
durchschnittliches Tiergewicht [kg]	4517	6328	6668
m^2 Stallfläche/Tier [m^2/Tier]	1,03	0,86	0,78
Ammoniaklast [kg/100 kg]	3,79	3,31	3,25
Ammoniaklast [g NH_3/100 kg/ m^2]	50,91	42,57	41,72
Luftmenge/100 kg Tier [m^3/h]	142,7	82,5	84,5
Ammoniaklast [%]	131,6	110,8	100

- umweltoptimierte (nährstoffangepasste) Fütterung,
- leistungsoptimierte Fütterung,
  - hoher Hygienestatus,
  - hoch verwertbare Futtermischungen,

⇒ umweltoptimierte und leistungsoptimierte Fütterung durch

- Rückkopplung von Leistung und Futterangebot hinsichtlich Rezeptur und Futtermenge
- Rückkopplung zur Produktqualität.

Die leistungsoptimierte Fütterung berücksichtigt das genetische Potential der Tiere. Hoher Hygienestatus des Futters hilft, die Tiergesundheit zu verbessern. Durch den Einsatz hochwertiger Futtermischungen wird der Um- und Ansatz verbessert. Durch diese Maßnahmen insgesamt wird die leistungsoptimierte Fütterung zunehmend durch die umwelt- und leistungsoptimierte Fütterung abgelöst. Bei diesem zuletzt genannten Programm wird hinsichlich Futterrezeptur und -menge eine Rückkopplung zwischen Leistung und Futterangebot vorgenommen - bei gleichzeitiger Rückkopplung zur Produktqualität. Dies setzt eine vertikale Integration von den Erzeugerstufen bis zu den Schlachtstätten voraus und ist sicherlich deutlich erweiterungs- und verbesserungsfähig.

Verminderungsstrategien

Die Verminderungsstrategien beinhalten alle Aufgabenstellungen, die der Landwirt direkt aktiv gestalten kann, um zu einer Verringerung der Umwelteinwirkungen oder zur Verbesserung anderer Teilaspekte zu kommen. Im Einzelnen sind hier zu nennen:

- das Haltungsverfahren,
- die Lüftungseinrichtungen und Heizungen,
- die Fütterung und Fütterungstechniken,
- der Komplex der Güllelagerung und -ausbringung,
- das Flüssigmist-Management und
- die Verwendung der eingesetzen Mineraldünger.

Diese einzelnen Ansatzpunkte machen deutlich, dass durch den Input von Stoffen, Energieträgern und Energie in die Tierhaltungssysteme und die Landwirtschaft insgesamt eine direkte Beeinflussung des Outputs vorgenommen wird hinsichtlich der Produkte, aber auch der stofflichen und energetischen Emissionen (Abbildung 1). Für die Mastschweinehaltungen ergibt sich, dass die Flüssigmistverfahren aufgrund der hohen Ammonium-Stickstoff-Gehalte in der Gülle bei entsprechendem Güllemanagement zu einem besseren Führen der Pflanzenbestände und damit weniger Belastungen hinsichtlich der Luft und der Gewässer führt. So beträgt der NH_4-Stickstoffgehalt am Gesamt-N etwa 66 % in der Schweinegülle, im Schweinefestmist dagegen nur 10 %. In der Schweinejauche ist der NH_4-N mit etwa 94 % anzusetzen. Auch die Emissionen bei Stallhaltung werden im Flüssigmistverfahren deutlich verringert. Aus der Tabelle 2 ergibt sich, dass bei Strohhaltung etwa 51 g NH_3 je 100 g Fleischzuwachs und m^2 Stallfläche ausgewiesen sind, dagegen bei Vollspaltenböden nur etwa 42 g. Dabei ergibt sich eine Erhöhung der Ammoniaklast von 30 % bei Strohstallungen. Auch für andere Schadgase lassen sich derartige Zusammenhänge aufzeigen.

Arbeitszeitbedarf und Wirtschaftlichkeit

Geht man davon aus, dass Mastställe grundsätzlich Rein-Raus betrieben werden sollten, um den Hygienevorteil zu nutzen, so muss sich die Abteilgröße nach der Möglichkeit des Ferkelbezuges richten. Da in der Bundesrepublik in fast jeder Region Ferkelpartien von 200 Ferkeln mit einheitlichem Hygienestatus angeboten werden, sollten zur Kostenverbesserung keine Stallabteile unter 200 Plätzen je Abteil gebaut werden. Es sollten ausschließlich Ferkelpartien mit nachgewiesener Herkunft von max. zwei Züchtern gemeinsam aufgestallt werden. Für strohlose Systeme ergibt sich ein Gesamtarbeitszeit-Bedarf incl. Güllebehandlung und Ausbringung von 1,1 Stunden/Mastplatz und Jahr bei gutem und 1,6 bei weniger gutem Manage-

ment. Dieser Wert erhöht sich bei Strohhaltungssystemen auf 3 bis 3,6 AKh/Platz und Jahr. Darüber hinaus muss die Strohbergung und das Verteilen des Mistes zusätzlich bewertet werden.

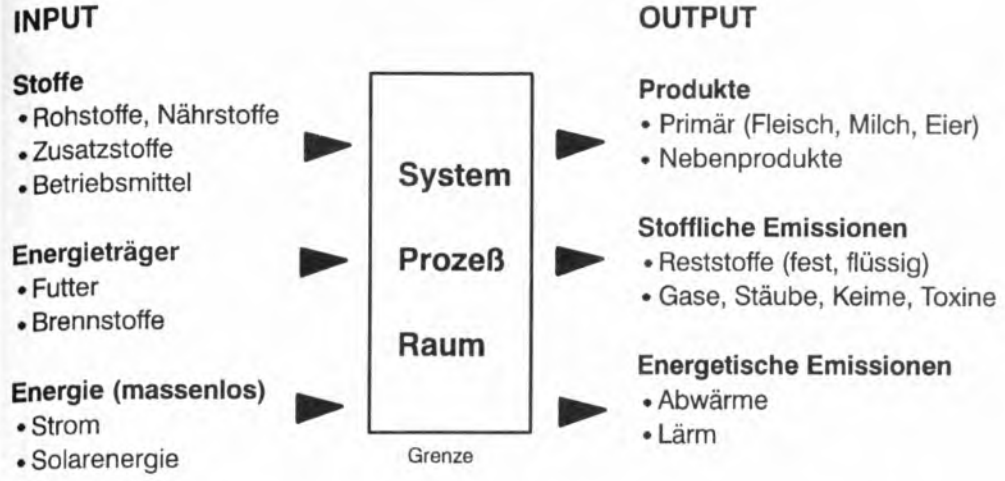


Abb. 1: Input/Output-Ströme auf System-, Prozess- oder Raumebene
(nach Schnitzer, 1998)

Input/output flow at system, process and housing level
(according to Schnitzer, 1998)

Die Bau- und die Arbeitskosten belasten die Mastschweinehaltung zu etwa 15 bis 20 %. Die wärmegedämmten strohlosen Systeme mit Investitionen zwischen 700,-- bis 800,-- DM/Mastplatz werden, sofern der Stallplatz auf Stroh tatsächlich weniger kostet, durch die Kosten für die Bergung des Strohs und die zusätzlichen Arbeitseinheiten mehr als kompensiert.

Bewertung der Haltungsverfahren

Unter ökonomischen Aspekten ist die Haltung von Mastschweinen auf Vollspalten am günstigsten zu beurteilen, da sie bei geringen Investitionen mit dem geringsten Arbeitszeitaufwand zu betreiben ist, gute Tierkontrolle ermöglicht und keine Kosten für Stroh und die damit verbundene anfallende Arbeit anfallen. Aber auch unter ökologischen Aspekten schneiden die strohlosen Haltungsverfahren günstiger ab. Unter dem Aspekt der Tiergerechtheit haben die Haltungsverfahren mit Einstreu den Vorteil, dass sie den Tieren eine abwechslungreichere Umwelt, Beschäftungs- sowie Spielmöglichkeiten bieten. Durch die Großgruppenhaltung wird die an sich reizarme Umwelt in den strohlosen Haltungsvarianten deutlich aufgebessert. Die große freie Bewegungsfläche, das Einbringen von Scheuerbäumen mit eingehängter Kette werten dieses Verfahren durch ausgeprägte artgerechte Verhaltensmuster deutlich auf. Die Aufgaben der Einstreu hinsichtlich der Klimagestaltung sind durch Optimierung der strohlosen Haltung mehr als ausgeglichen. Strohlose Varianten haben darüber hinaus den Vorteil der geringen Staub- und Keimbelastung in der Stallluft. Fasst man die Bewertung der unterschiedlichen Haltungsverfahren (Tabelle 3) hinsichtlich der tierischen Leistung, des Arbeitszeitaufwandes, der Umweltverträglichkeit (durch Luft- und Gewässerreinhaltung), der Tiergerechtheit (durch Luftqualität, Sozialkontakte und Strukturierung des Raumes) zusammen, so wird

deutlich, dass es zurzeit keine Alternative zur Großgruppenhaltung von Mastschweinen mit Rohrbreiautomaten oder Flüssigfütterung mit Sensor gibt.

Tab. 3: Bewertung verschiedener Haltungsverfahren
Appraisal of various types of fattening pig housings

Kriterien/Stall	Einstreu	Teilspalten	Vollspalten 10 Tiere	Vollspalten Großgruppe
Tierische Leistungen	—	+	+	++
Arbeitsaufwand	——	—	++	++
Tiergerechtheit [1] :				
• Umgebung/ Aktivität	++	—	—	++
• Luftqualität	—	0	+	++
• Sozialkontakte	+	—	—	++
• Strukturierung des Raumes	0	—	0	++
Umweltwirkungen [2] :				
• Luftreinhaltung	—	0	+	++
• Gewässerreinhaltung	0	+	+	+
Gewinnerwartung [3] :	0	+	+	++

1) ++ ≙ hoch 0 ≙ verbesserungswürdig
2) ++ ≙ gering — ≙ hoch
3) ++ ≙ sehr gut — ≙ schlecht

Literatur kann beim Autor angefordert werden.

Zusammenfassung

Die verschiedenen Haltungsverfahren für Mastschweine beeinflussen sehr stark das Wohlbefinden der Tiere, die Belastung der Umwelt und die arbeits- und betriebswirtschaftlichen Ergebnisse. Die Großgruppenhaltung von Mastschweinen auf Vollspaltenböden erfüllt in allen in der Matrix aufgeführten Bewertungskriterien diese aufgestellten Forderungen besonders gut.

Summary

The different systems of pig housings have great influence on well-being of the animals, on encumbrance of environment and on labour- and farmeconomical results. The group penning of fattening pigs in great groups on slatted floor satisfies the criteria of appraisal, which are mentioned in the matrix above, in a very good way.

Schrägbodenbuchten in der Schweinemast: Die funktionssichere und kostengünstige Tierschutzalternative zum Vollspaltenboden

Sloped floor systems for fattening pigs: The functional, economic and animalfriendly alternative to fully slatted floor pens

BARTUSSEK Helmut[1], Anton HAUSLEITNER[1] und Katharina ZALUDIK[2]

[1] Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A 8952 Irdning

[2] Institut für Tierzuchtwissenschaften der Rheinischen Friedrich-Wilhelms Universität, D 53115 Bonn

1 Einleitung und Problemstellung

Einstreu steigert die Mastleistung (BARTUSSEK u.a. 1992) und wird von der Öffentlichkeit gefordert. Schrägodenbuchten bleiben ohne händisches Eingreifen ausreichend sauber und kommen mit wenig Stroh aus: Beim schottischen „Straw-Flow-System" (BRUCE 1990ab 1991, GADD 1992, AREY 1993) wird in Einflächenbuchten (nur 0,5 m²/80 kg Endmasttier !) mit 6% Bodenneigung, Trockenfutterautomaten und spritzwasserfreien Tränkebecken (BAXTER 1990), mit 0,1 kg Langstroh/Tier*Tag Festmist erzeugt. In Mastmitte ist teilweises Umbuchten nötig (AREY u. BRUCE, 1993). Das „Schrägmistverfahren" (GEBBE 1991, HESSE 1992, 1994ab) mit Breifutterautomaten und tierfreundlicher Besatzdichte (1 m²/Endmasttier) erzeugt ebenfalls Festmist (0,2 bis 0,4 kg Häckselstroh/Tier*Tag). Die Praxis fordert aber die Ermöglichung von Flüssigfütterung und Flüssigentmistung und Verzicht auf Umbuchten. Dazu wurden tierfreundliche Zweiflächen-Schrägbodenbuchten „System Gumpenstein" mit nur 0,05 kg/Tier*Tag Langstroh in zwei Varianten entwickelt (UBBELOHDE 1992, BARTUSSEK 1993ab, BARTUSSEK u.a., 1995, BARTUSSEK u. ZALUDIK, 1997):

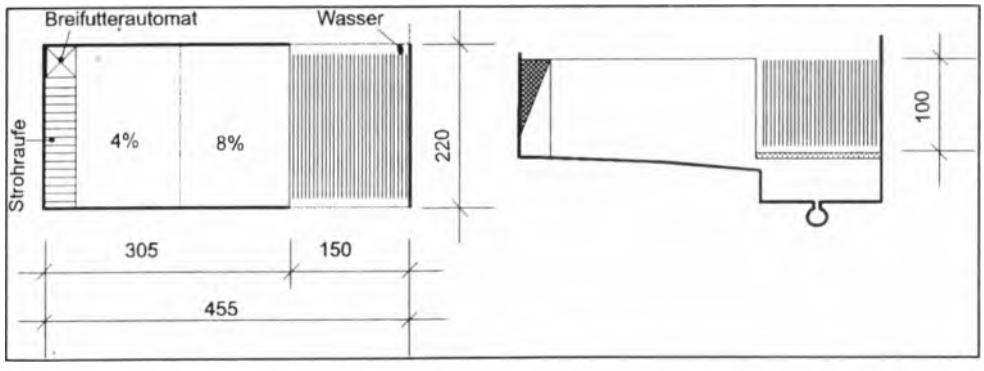


Abb. 1: Schrägbodenbucht „System Gumpenstein" für 10 Mastschweine mit Breiautomat, Strohraufe und angehobenem Spaltenboden mit Unterflurentmistung (Grundriss und Schnitt).
Sloped floor pen („system Gumpenstein") for 10 fattening pigs with feeder for moist feed, straw rack, elevated slatted floor at dunging area and dung scraper beneath slats (ground plan and section).

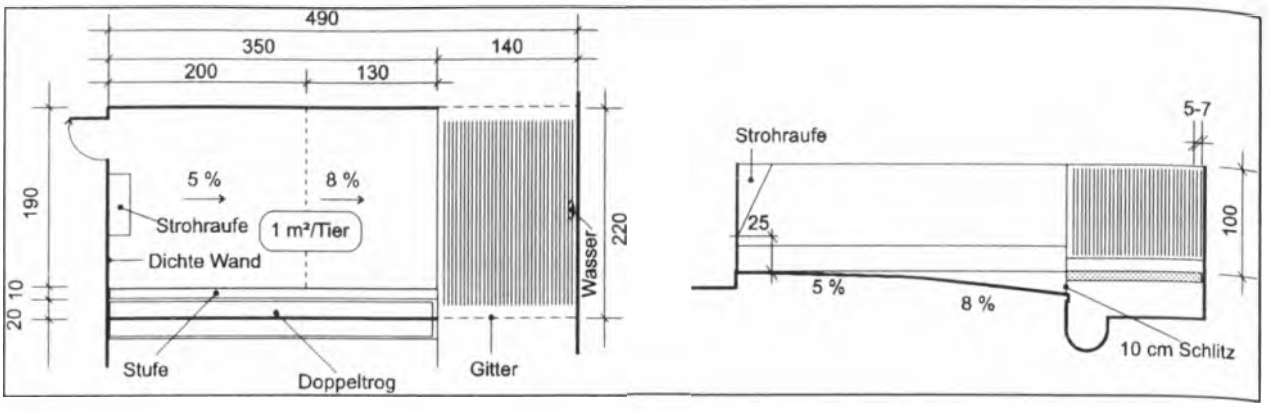


Abb. 2: Schrägbodenbucht „System Gumpenstein" mit Flüssigfütterung und Rinnenentmistung für 10 Tiere (Grundriss und Schnitt). Sloped floor pen („system Gumpenstein") with liquid feeding at trough for 10 pigs and liquid manure disposal

Die Funktionsfähigkeit einer Buchtenstruktur gemäß Tabelle 1 war in der Praxis zu überprüfen.

Tab. 1: Struktur der Gumpensteiner Schrägbodenbuchten. Structure of sloped floor pens

- 1 m² (bis etwa 1,3 m²) Gesamtbuchtenfläche pro Endmastschwein (tierfreundlich)
- Bucht mindestens 1,5 besser 2 mal tiefer als breit (bei Flüssigfütterung > Quertroganordnung)
- Flächenverhältnis Liegefläche zu Mistplatz ca 2 : 1
- Liegefläche in der oberen Hälfte 4%, in der unteren 8 % geneigt (langsamerer Strohfluss)
- erhöhter Spaltenboden am Mistgang; Mistschlitz max. 12 cm hoch; zur Aussenwand 7 - 8 cm breit
- Gefälleausgleich zum waagrechten Trog bei Flüssigfütterung durch vorgelagerte 10 cm breite Stufe
- dichte Buchtenumwandungen im Bereich der geneigten Liegefläche (auch über Doppelquertrog)
- gitterförmige Buchtenwände und Wassernippel ad lib. am Mistgang
- ca. 50 g/Tier Langstroheinbringung über Raufe (Stababstand 7 - 10 cm) täglich frisch am Morgen
- Flüssigentmistung als Rinnenentmistung mit Spülmöglichkeit oder mit Unterflurschieber.

2 Erhebungen auf einem Praxisbetrieb mit Flüssigfütterung

2.1 Material und Methode

In einer Raus-rein-Einheit für 180 Tiere wurden 6 gleiche Buchten für je 9 Tiere gemäß Abbildung 2 beobachtet. Drei mal täglich wurde flüssig am Doppelquertrog gefüttert. Je zwei Buchten wurden strohlos, zwei mit je 50 g Stroh/Tier*Tag und zwei weitere mit 100 g Stroh/Tier*Tag betrieben. Es sollte geklärt werden, wie sich dies auf das Verhalten und die Verschmutzung (in drei Verschmutzungsklassen - sauber/trocken, feucht/ mäßig verkotet und nass/stark verkotet) auswirkt. Die Beobachtungen wurden zu Beginn, in der Mitte und am Ende einer Mastperiode durchgeführt. Die Untersuchung fand im Sommer bei Stalltemperaturen zwischen 17 und 26 °C statt. Verhaltensmerkmale wurden mittels Videotechnik kontinuierlich über je einen Lichttag beobachtet. Die varianzanalytische Auswertung erfolgte nach Dauer und Häufigkeit. Buchten- und Tierverschmutzung wurden in Stufen bonitiert. Die Funktion der Entmistung wurde beobachtet, der Aufwand für das Einstreuen und die Baukosten erhoben.

2.2 Ergebnisse

2.2.1 Entmistung

Bei rund 50 g Stroh/Tier,Tag fallen täglich ca. 4,5 l/Tier Gülle an. Die Einstreu mindert nicht die Pumpfähigkeit des Mistes, doch war für den Mistabfluss ein erheblicher Umspülaufwand erforderlich. Der Kot der Tiere wird durch die Erhöhung des Anteils unverdauter Fasern fester, vermischt sich schlechter mit dem Harn und bleibt im Kanalsystem stellenweise liegen. Bei der Einrichtung eines zweiten Stallabteils wurde deshalb ein Unterflurschieber eingebaut, der die Gülle am Ende der Kanäle in Abflussrohre (mind. 400 mm NW) befördert. Dies funktioniert.

2.2.2 Verschmutzung

Sowohl im Winter als auch im Sommer bleiben Buchten und Tiere in einem ausreichenden Maß sauber. Die Befürchtungen, dass flüssiges Futter verspritzt und die Liegeflächen stärker verschmutzt würden, sind widerlegt: Nach der Leerung der Tröge trocknen die Troginnenflächen und geringfügige Pfützen ausserhalb des Troges in kurzer Zeit wieder vollständig auf. Tabelle 2 zeigt die Verschmutzungsgrade an den Beobachtungstagen (durchschnittliche Anzahl von Tieren in drei Verschmutzungsklassen und mit dem Verschmutzungsgrad gewichtete Summen; je höher dieser Wert, umso schmutziger die Gesamtsituation; min = 9; max. = 27; Mittel = 18).

Tab 2: Tierverschmutzung (Verschmutzungsklassen und gewichtete Mittelwertsumme)
Dirtyness of animals (mean of groups over 3 observations) within 3 categories (1 clean, 2 partly dirty, 3 fully dirty) and sums of means weighted by numbers of categories

	Mittelwerte = durchschnittliche Anzahl der Tiere		
Verschmutzungsgrad	Gruppe 1 (strohlos)	Gruppe 2 (50 g Stroh)	Gruppe 3 (100 g Stroh)
1 = sauber	3,33	1,33	1,67
2 = Bauch/Schenkel verschmutzt	3,67	4,67	4,33
3 = wie 2 + Rücken verschmutzt	2,00	3,00	3,00
Gewichtete Summe	***16,67***	***19,67***	***19,33***

Die statistische Prüfung ergab keine Signifikanz der Gruppenunterschiede. In der Tendenz blieben die strohlos gehaltenen Tiere etwas sauberer. Die Beurteilung der Sauberkeit der Buchtenböden in ebenfalls drei Klassen zeigt ein ähnliches Ergebnis und belegt, dass die planbefestigten schrägen Liegeflächen an allen Beobachtungsterminen und bei allen drei Gruppen zumindest zu drei Vierteln der Länge auch im Sommer sauber und trocken blieben. Bei den Strohgruppen erstreckte sich die Verschmutzungsklasse 2 (feucht + mäßig verkotet) vom Spaltenboden geringfügig in den untersten Bereich des Schrägbodens.

2.2.3 Tierverhalten

Stroh wird aus den Raufen intensiv herausgearbeitet, bearbeitet, zerbissen, verteilt sich am Boden und wird in Richtung des Gefälles verschoben. Reste bleiben im Liegebereich. Am unteren Ende des Gefälles ankommendes zerkleinertes Stroh verschwindet im Laufe des Tages durch den Mistschlitz in den Kanal unter dem Spaltenboden. Tabelle 3 zeigt einige Ergebnisse der Untersuchung als Mittelwerte der drei Beobachtungen in Bezug auf die Beschäftigung und das Liegeverhalten der Tiere [in Stunden eines 12-stündigen Lichttages]. Beschäftigung mit Ge-

genständen bedeutet jede Art der Manipulation ausser an Tieren oder mit Stroh (Bauteile, Buchtenbegrenzungen, Boden ohne Stroh usw.).

Tab. 3: Verhaltensmerkmale der Versuchsgruppen (signifikante Unterschiede sind mit unterschiedlichen Buchstaben gekennzeichnet). Duration and frequency of behavioural elements of groups (significant differences are marked by different letters)

Merkmal	Dauer in Stunden pro Lichttag		
	Gruppe 1 (strohlos)	Gruppe 2 (50 g Stroh)	Gruppe 3 (100 g Stroh)
Beschäftigung mit Artgenossen	0,48	0,21	0,37
Beschäftigung mit Gegenständen	3,54[a]	1,32[b]	2,80[ac]
Beschäftigung mit Stroh	-	1,56	1,93
Liegen auf Spaltenboden	1,54	2,11	1,50
Liegen am Schrägboden	5,38[a]	6,38[a]	4,94[b]
Sitzen	0,44	0,11	0,58
	Häufigkeit pro Stunde		
Beschäftigung mit Gegenständen	2,44[a]	1,84[b]	1,76[b]
Gesamtbeschäftigung ohne strohgerichtetes Verhalten	3,13[a]	2,39[b]	2,42[b]

Die Tiere in den eingestreuten Buchten beschäftigten sich durchschnittlich 1,56 bis 1,93 Stunden pro 12- stündigem Lichttag mit dem Stroh. Die strohlos gehaltenen Schweine beschäftigten sich länger und häufiger mit Artgenossen und Gegenständen, doch konnte die Dauer nur zur Strohgruppe 1 und nur bei der Beschäftigung mit Gegenständen statistisch abgesichert werden. Die Hypothese, dass strohbezogenes Verhalten (Erkunden, Verändern, Vertragen usw.) mit steigender Strohmenge zu- und diesbezüglich ersatzbezogenes Verhalten (an Buchtengenossen und Stalleinrichtungen) abnimmt, konnte nicht deutlich belegt werden. Klare Unterschiede in dieser Richtung zwischen dem Verhalten strohlos gehaltener Tiere und denjenigen mit der geringeren Strohmenge, wurden bei Zunahme der Strohgabe wieder verwischt. Auch beim Sitzen als Hinweis auf eine unsichere Motivationslage ist dies erkennbar. Hier muss auf die sehr kleine Stichprobe (n = 9) und auf einen PRRS bedingten Krankheitsausbruch während des Versuches hingewiesen werden.

2.2.4 Leistung

Die besseren Leistungen bei Einsatz von Stroh konnten auch hier in der Tendenz belegt werden. Der geringe Versuchsumfang und die gesundheitlichen Beeinträchtigungen erlauben aber nicht eine statistische Absicherung der in Tabelle 4 angeführten insgesamt nicht sehr guten Ergebnisse (Irrtumswahrscheinlichkeit des Vergleiches strohlos - mit Stroh = 0,147).

Tab. 4 Durchschnittliche tägliche Zunahmen (TZ) der Versuchsgruppen und der Geschlechter
Average daily gain of groups and sexes

Gruppen	Verfahren	n (Versuchstiere)	TZ [g/Tag]
Gruppe 1	strohlos	18	659
Gruppe 2	50 g Stroh/T.*T.	18	703
Gruppe 3	100 g Stroh/T.*T.	16 (2 Ausfälle)	707
Weiblich	gesamt	25	655
männl. Kastraten	gesamt	27	724

2.2.5 Baukosten

Inklusive 20 % Mehrwertsteuer, Aufstallung und Stalltechnik (gesamte Flüssigfütterung) ergaben sich bare Aufwendungen von DM 547,-- pro Mastplatz. Bei Berücksichtigung der Eigenleistung (17,20 DM/h) erhöhen sich die Mastplatzkosten auf DM 645,--. Bewertet man die Flüssigfütterung im Rechnungsbetrag der Aufstallungsfirma mit geschätzten DM 35.700,-- und legt diesen Betrag auf die damit versorgten insgesamt rund 750 Tiere um, dann verringern sich die Kosten des Brutto-Mastplatzes (mit Eigenleistung) auf DM 590,-. Damit liegt man trotz rund 40 % größerem Flächenangebot für die Tiere keinesfalls höher als bei heute üblichen Vollspaltenställen.

2.2.6 Arbeitsaufwand für das Einstreuen

Für den Arbeitsaufwand des Einbringens von 70 - 80 g Stroh/Tier*Tag in die Raufen wurden insgesamt (einschließlich Antransport und Herrichten des Strohs ab Rundballen auf Lagerboden) 7 Minuten pro erzeugtem Mastschwein erhoben (BARTUSSEK u. GEISPERGER 1998). Bei diesem Wert muss berücksichtigt werden, dass angesichts der Automatisation aller übrigen Arbeitsverrichtungen (Füttern, Ausmisten, Lüften) mit der insgesamt sehr geringen Strohgabe eine ideale Möglichkeit der Tierkontrolle verbunden ist.

3 Literatur

AREY, D.S. (1993): Effect of straw on the behaviour and performance of growing pigs in Straw-Flow pens. Farm Building Progress, 1993, 112, p. 24-25.

AREY, D.S. and J.M. BRUCE (1993): A note on the behaviour and performance of growing pigs provided with straw in a novel housing system. Animal Production, 56, 1993, p. 269-272.

BARTUSSEK, H. (1993a): Vollspaltenboden oder Tieflaufstall bei Mastschweinen ? - Weder - noch ! Der Fortschrittliche Landwirt, 1993, 8, S. 18-19 und 1993, 9, S. 18-19.

BARTUSSEK, H. (1993b): In der Schweinemast: Verdrängen Schrägböden die Vollspaltenbucht ? Traktor Aktuell, 1993, 2, S. 22-25.

BARTUSSEK, H., R. STEINWENDER, A. HAUSLEITNER, A. SCHAUER und J. SÖLKNER (1992): Die Leistung von Mastschweinen in Gruppen auf Vollspalten und in dänischen Buchten mit Stroh - im Warm- und Kaltstall. Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein, Heft 17, Irdning, 1992.

BARTUSSEK, H., A. HAUSLEITNER, A. SCHAUER, R. STEINWENDER und J. UBBELOHDE (1995): Schrägbodenbuchten für Mastschweine. Veröffentlichungen der BAL Gumpenstein, Heft 23, Irdning, 1995.

BARTUSSEK, H. und K. ZALUDIK (1997): Erfahrungen und Ergebnisse mit Schrägbodenbuchten. In: Gumpensteiner Bautagung 1997, BAL Gumpenstein, Irdning, 1997, S. 57-61.

BARTUSSEK, H. und W. GEISPERGER (1998): Schweine auf der schiefen Bahn. Schrägbodenbuchten für Mastschweine bewähren sich. DLZ-Agrobonus, 1998, 3, S. 16-21.

BAXTER, M.R. (1990): Pig drinkers. Farm Building Progress, 1990, 100, P. 6.

BRUCE, J. (1990a): Straw-Flow welfare system for pigs. Farm Building Progress, 1990, 100, p. 6-7.

BRUCE, J. (1990b): Straw-Flow: a high welfare system for pigs. Farm Building Progress, 1990, 102, p. 9-13.

BRUCE, J. (1991): Characteristics of waste from Straw-Flow. Farm Building Progress, 1991, 106, p. 15-20.

GADD, J. (1992): New system makes straw-bedding much more attractive. Pigs Misset, 8, 1992, p. 4.

GEBBE, N. (1991): Schweinemast auf 10 % Gefälle. DLG-Mitteilungen/agrar-inform, 8/1991.

HESSE, D. (1992): Schrägmistverfahren „Mastschweine" - Tiere misten selber. Agrar- Übersicht, 1992, 9, S. 80-82.

UBBELOHDE, J. (1992): Untersuchungen über das Schrägbodensystem in der Mastschweinehaltung. Diplomarbeit Inst.f.Tierzucht und Haustiergenetik, Fachgebiet Nutztierökologie, Univ. Gießen, 1992.

4 SUMMARY

Multiple area sloped floor pens for fattening pigs (according pictures 2) with elevated slatted floors in dunging area, liquid feeding and slurry production, were installed at a practical farm. Function of system during critical warm weather season (cleanliness of pigs and pens), behaviour of animals in pens without straw litter or with 50 or 100 g straw per animal*day, animal performance and investment costs for the stables were recorded. Main results are:

- Sloped floor systems with elevated slatted floor areas as dunging places - with or without straw litter - proved sufficient function in respect to cleanliness under hot weather conditions.
- Daily amount of 50 g straw per animal provided by straw rags is sufficient for straw directed animal behaviour, improves animal performance (≈ 45 g higher daily gains) and is compatible with slurry production. Removal of slurry with residues of straw should occure by scrapers.
- Labour for preparation and application of straw needs 7 minutes per produced pig and preferably can be combined with necessary daily control of animals.
- Also with liquid feeding sufficient cleanliness of animals and pens is assured, even in summer.
- Construction costs are comparable to those of fully slatted floor systems although animals have 40 % more place available.

Stroh als Beschäftigungsmaterial in der einstreulosen Schweinemast unter besonderer Berücksichtigung des Tierverhaltens*

Straw as a material for occupying fattening pigs in a fully slatted floor system taking animal behaviour into special consideration

KRESS, BETINA MONIKA[1], A. ROß[2], H. VAN DEN WEGHE[1], G. STEFFENS[2]

[1]Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Driverstraße 22, 49377 Vechta

[2]Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt der Kammer Weser-Ems, Jägerstraße 23-27, 26121 Oldenburg

*gefördert durch die Europäische Union und das Land Niedersachsen im Rahmen des Ziel 5b-Strukturfonds

1 Einleitung

Durch den einfachen Einsatz von Strohraufen soll Mastschweinen in einstreulosen Ställen Zugang zu Rauhfutter zur Beschäftigung ermöglicht werden. Ohne die Verfahrenstechnik der Haltungssysteme zu verändern, gibt das Stroh den Tieren die Gelegenheit verschiedene Verhaltensweisen auszuführen und kann somit Anomalien, wie Schwanz- und Ohrenbeißen vorbeugen. Neben der Beschäftigungsfunktion des Strohs wird eine Diätfunktion mit günstiger ernährungsphysiologischer Wirkung erwartet.

2 Material und Methoden

2.1 Tiere und Stallgebäude

In den beiden Vorversuchen auf dem Lehr- und Versuchsgut der Kammer Weser-Ems in Wehnen wurden Weser-Ems-Hybriden der Generation F1 eingesetzt. Die Tiere wurden getrenntgeschlechtlich mit einem Durchschnittsgewicht von 47,5 kg aufgestallt. Die Versuche fanden in einem zweireihigem Endmastabteil mit getrennten Güllekanälen statt. Jede Abteilreihe umfaßte 5 Buchten mit je 9 Tieren. Die Unterdrucklüftung erfolgte computergesteuert, die Zuluft gelangte durch eine Porendecke in den Stallinnenraum. Bei der Entmistung handelte es sich um eine Rinnenentmistung mit Gußschieber und zusätzlicher Spülleitung.

Die Hauptversuche wurden in drei Abteilen eines Kammstalles durchgeführt. Bei den Tieren handelte es sich um Mehrfachkreuzungen. Die Aufstallung erfolgte mit ca. 25 kg Durchschnittsgewicht geschlechtergetrennt. Pro Abteil befanden sich in 2 mal 6 Buchten jeweils 10 Tiere. Alle Buchtenböden waren mit Vollspaltenboden ausgestattet. Die Entmistung war als Staumist-Verfahren ausgeführt.

2.3 Raufen und Stroh

Um den Fragestellungen der Vorversuche gerecht zu werden, wurden in zwei Mastdurchgängen zwei verschiedene im Handel erhältliche Standraufen mit Trogschale und zwei im Ei-

genbau erstellte Raufen (Gitterraufe, Rundraufe aus Abflußrohr) getestet. Im wöchentlichen Wechsel wurden zudem verschiedene Häcksellängen (einschließlich Langstroh) eingesetzt. Im ersten Durchgang wurde Weizentroh ad libitum vorgelegt, im zweiten Vorversuch erfolgte eine Rationierung von Gerstenstroh. Von den in den Vorversuchen getesteten Raufentypen wurden zwei zum Einsatz in den Hauptversuchen ausgewählt:

- handelsübliche Standraufe (Firma Agro Products, DK) mit Trogschale; Volumen 40 Liter
- Gitterraufe (Eigenkonstruktion); nach unten angeschrägter Vorratsbehäter; Montage an die Buchtenwand; Maschenweite des Gitters 50x50 mm

In den vier Praxisversuchen wurde einmal wöchentlich ausschließlich Weizenlangstroh befüllt.

2.4 Datenerfassung

2.4.1 Strohverbrauch

Das eingesetzte Stroh wurde durch Einwiegen und Auswiegen rechnerisch ermittelt. Aus versuchstechnischen Gründen war es leider nicht möglich zwischen verzehrtem Stroh und solchem welches lediglich zur Beschäftigung diente zu unterscheiden. Im Nachfolgenden wird deshalb von „verbrauchtem Stroh" gesprochen. In den Vorversuchen wurden die Raufen bei Bedarf täglich gefüllt. In den Hauptversuchen erfolgte das Abwiegen des Strohs einmal wöchentlich.

2.4.2 Verschmutzung der Buchtenböden und der Tiere

Die Tier- und Buchtenverschmutzung wurde im 1. Vorversuch an 5 Tagen die Woche zweimal täglich bonitiert. Hierzu wurden Kotmuster angefertigt, sowie die Menge der Verschmutzung des Bodens graduell erfaßt. Die Verunreinigung der Tiere wurde für jedes einzelne Tier nach Stärke und Lokalität am Tierkörper ermittelt. Im 2. Vorversuch und in den Praxisversuchen (Fokusbuchten) erfolgte diese Bewertung einmal wöchentlich.

Durch die Ermittlung der Verschmutzungen sollte geklärt werden, ob Tiere und Buchten mit Strohraufen eine größere Verunreinigung mit Kot, Stroh oder Mist aufweisen.

2.4.3 Bonitierung des Integumentes der Tiere

In den Praxisversuchen wurde dreimal (Beginn, Mitte und Ende der Mastperiode) pro Durchgang eine Bewertung von Veränderungen und Verletzungen am Tier (jeweils 6 Fokusbuchten) durchgeführt. Die Bewertung erfolgte in Anlehnung an die „Methode EKESBO". Die Erfassungsmethode wurde, mit besonderem Schwerpunkt auf Nasenrücken-, Ohren- und Schwanzverletzungen, auf Mastschweine angepaßt.

2.4.4 Tierverhalten

Die Beobachtungen erfolgten mittels Infrarotkamera einmal wöchentlich (Vorversuche 24h, Hauptversuche 48h) und per Direktbeobachtung.

Während des 1. Vorversuches wurden zweimal wöchentlich Direktbeobachtungen durchgeführt. Die Beobachtungen fanden jeweils in 2-Stunden-Blöcken direkt nach dem Füttern bzw. unmittelbar davor statt. Folgende Verhaltensparameter sind hierbei im 5-Minuten-Rhythmus in ihrer Frequenz ohne Einzeltierkennung erfaßt worden:

(1)	gehen/stehen	(5)	Kontakt mit dem Trog
(2)	Aggressionen	(6)	spielen mit der Kette
(3)	Schwanzbeißen	(7)	Raufenkontakt
(4)	Kontakt mit Boden+Wand	(8)	Beschäftigung mit Stroh

Die Auswertung der Direktbeobachtungsdaten erfolgte durch Tabellenkalkulation. Hierbei sind alle erfaßten Frequenzen auf 30min- Werte gemittelt worden.

Weitere Direktbeobachtungen wurden während des 3. und 4. Hauptversuches jeweils in der 5., 10. und 15. Mastwoche durchgeführt. Die Beobachtungen umfaßten jeweils 3 Tage á 6 Stunden an denen 5 Fokustiere im continuous-sampling-Verfahren überwacht wurden

2.4.5 Gasmessungen

Gaskonzentrations- und -emissionsmessungen erfolgten in den Mastabteilen lediglich im Hauptversuch. Die Konzentrationen von NH_3, CO_2, N_2O und CH_4 wurden alle 3 Wochen über mindestens 48h mit Hilfe einer fotoakkustischen IR-Meßtechnik ermittelt. Zudem wurden die Abluftventilatoren mit Meßventilatoren ausgestattet, um den Luftvolumenstrom der einzelnen Abteile zu ermitteln.

2.4.6 Erfassung der Tierleistungen

Alle Versuchstiere wurden zu Beginn, in der Mitte und zu Ende der Mast gewogen. Jeweils 60 Tiere (6 Fokusbuchten) waren hierzu mit individuellen Ohrmarken gekennzeichnet. Alle Tiere wurden buchtenweise (Fokustiere mit fortlaufender Nummer einzeln) tätowiert, um am Schlachtband eine eindeutige Identifizierung vornehmen zu können.

2.4.6 Untersuchungen zur Tiergesundheit

In Zusammenarbeit mit der Tierärztlichen Hochschule Hannover, Außenstelle Bakum wurden die Mägen der Tiere hinsichtlich Veränderungen der Magenwände untersucht. Hierbei wurden Hyperkeratosen, Erosionen und Ulcera in ihrem Ausprägungsgrad erfaßt.

3 Erste Ergebnisse

3.1 Strohverbrauch

In den ersten fünf Wochen des 1. Vorversuches schwankte der Strohverbrauch sehr stark. Dies war auf die wöchentliche Modifizierung der Raufen (Gitter- und Schlitzweite) zurückzuführen. In den Wochen 6 und 7 pendelte sich der Verbrauch zwischen 70 und 119 g ein. Der identische Strohverbrauch der Buchten in den letzten 2 Wochen des Versuches begründete sich durch die niedriger angesetzte Rationierung. Die gesamte Tagesration wurde hier in allen Buchten verbraucht. Die Tiere nahmen, nach einer kurzen Gewöhnungsphase, das Stroh sehr gut an. Die Strohgabe wurde jedoch aus verfahrenstechnischen Gründen in den weiteren Versuchen stark gesenkt.

Tab. 1: Durchschnittlicher Strohverbrauch (g/Tier u. Tag) im 1. Vorversuch

Tab. 1: Mean straw consumption (g/animal and day) in the first pre-trial

Raufe	Domino	Domino	Gitterraufe	Gitterraufe	Rundraufe
Strohart	Lang-stroh	Häcksel	Lang-stroh	Häcksel	Häcksel
durchschn. Stroh-verbrauch in g/Tier und Tag	69	42	60	47	77

Tab. 2: Durchschnittlicher Strohverbrauch (g/Tier u. Tag) im 2. Vorversuch

Tab. 2: Mean straw consumption (g/animal and day) in the second pre-trial

Raufe	Rundraufe	Gitterraufe	AP Halm	Domino
Strohart	Langstroh	Langstroh	Langstroh	Langstroh
durchschn. Stroh-verbrauch in g/ Tier und Tag	12	17	18	5

In den Hauptversuchen erfolgte in Abteil A eine wöchentliche Strohrationierung von anfangs 500g, später 800g pro Bucht. In Abteil B wurde zu Beginn der Mast einmal wöchentlich 500g pro Bucht gegeben, im weiteren Verlauf der Mast zweimal wöchentlich 600g.

3.2 Tier- und Buchtenverschmutzung

Eine Sichtung der angefertigten Kotmuster ergab, daß die Tiere aller Buchten vornehmlich entlang der hinteren Buchtenwand koteten. Eine Beeinflussung des Kotverhaltens durch die Lage der Tränkenippel wurde nicht beobachtet. Es haben sich keine Festmiststellen in der Bucht gebildet d.h. der Kot wurde weiterhin durch die Spalten getreten. Im Verlauf des 1. Vorversuches nahm in den Referenzbuchten ohne Stroh, sowie in den Versuchsbuchten mit Stroh, der Anteil der sauberen Tiere ab. Im Durchschnitt waren in dem erfaßten Mastabschnitt 38,7% der Versuchstiere mit Stroh sauber, in den Buchten ohne Strohgabe hingegen nur 18,8% aller bonitierten Tiere.

3.3 Tierverhalten

Die auf der y-Achse aufgetragenen Häufigkeiten beziehen sich auf 9 Tiere einer Bucht in einem Beobachtungsintervall von 30 min.

3.3.1 Beschäftigung mit Raufe und Stroh

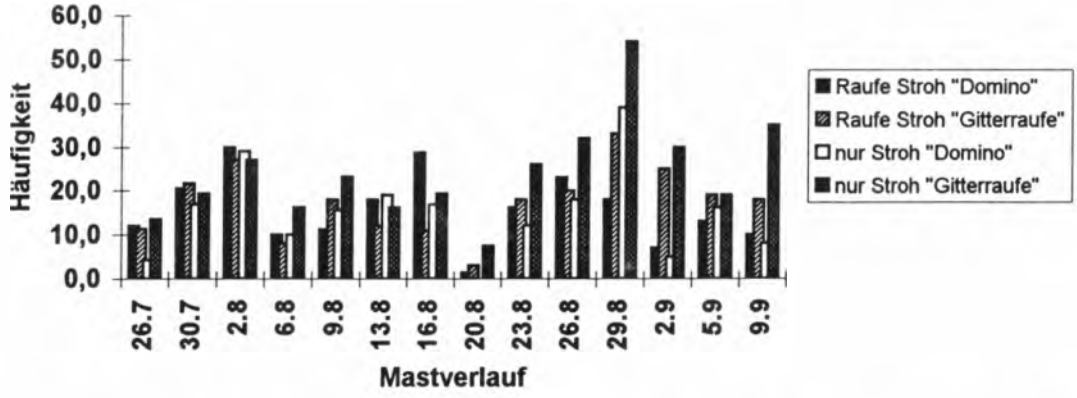


Abb.1: Beschäftigung der Tiere mit Raufe + Stroh, bzw. nur mit Stroh (gemittelte 30min-Werte)

Abb. 1: Activity directed towards the rack + straw, resp. only straw (observing interval of 30 minutes)

Alle beobachteten Tiere beschäftigten mit dem ihnen angebotenen Stroh und auch der Raufe. Die starken Schwankungen in der Häufigkeit der Stroh und/oder Raufenkontakte spiegelte sich

auch in dem Strohverbauch während der Mast wieder. Neben tierindividuellen Schwankungen spielte hierbei sicherlich die Strohqualität, der Gesundheitsstatus der Tiere, deren Alter sowie die Fütterung der Tiere eine große Rolle.

3.3.2 Spielen mit der Kette

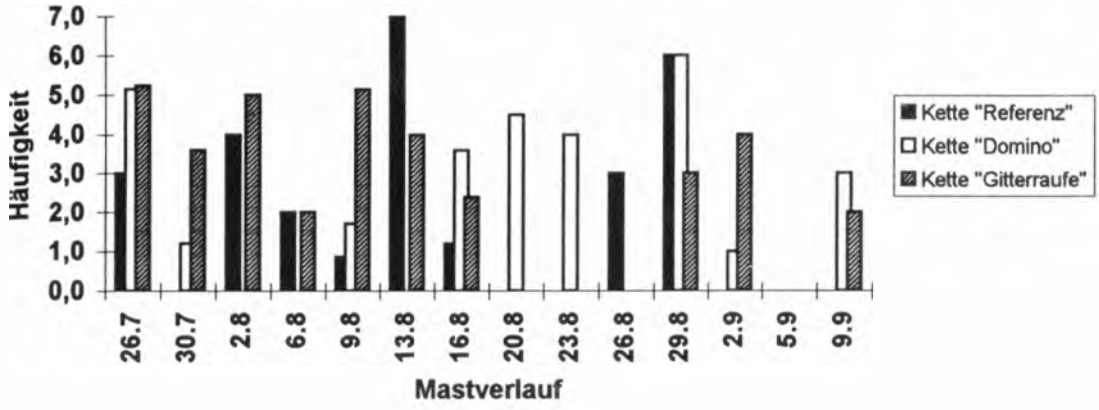


Abb. 2: Spielen mit der Kette (gemittelte 30min-Werte)

Abb.2: Activity directed towards the chain (observing interval of 30 minutes)

Das Spielen mit der Kette fand während den Beobachtungen in den Buchten zwischen 0 und 7 mal in 30 min. statt, d.h. jedes Tier beschäftigte sich in dieser Zeit rein rechnerisch bis zu 0,7 mal mit der Kette. Abbildung 2 zeigt, daß die Tiere in den Buchten nicht durchgehend mit der Kette spielten. Auch waren die Häufigkeiten des Verhaltensparameters „Spielen mit der Kette" mit max. 7/30min. gegenüber der Parameter „Beschäftigung mit Raufe und/oder Stroh" mit Höchstwerten bis zu 54/30min. deutlich vermindert.

4 Summary

Until now, both pre-trials as well as the three already finished practice trials have shown that the employ of straw-racks in a fully slatted floor system is principally possible. All straw-racks have proved their ability to function. Only the rack made from a draining pipe has partially shown malfunctions and has to be filled with care in order to avoid blockages. According to requirements and management structure, a gridded rack, resp., a stationery rack issued with a trough, is to be recommended. The amount of straw to be used is very much depending on the prevailing de-manure system. No problems have occurred in the case of the tested groove-rinse manure system and the block-up-and-rinse system. In a practical trial, 11-17g of straw/animal/day are being used at present. The aim, however, is to keep the amount of straw down at a minimum, yet enough to enable the animals to have some straw during the week in order to keep them occupied. The evaluation of the direct observations has shown that the straw offerings clearly reduce the tendency of tail and ear-biting. The animals are intensively occupied with the rack and the straw so that the use of straw racks in problematic livestock situations is clearly not only an emergency solution. Owing to the straw, the animals will be able to practice direct species-specific behaviour patterns like e.g., rooting. The attraction of the „straw-toy" will stay effective during the entire fattening phase and will prove to be advantageous for the improvement of the management system.

Beschäftigungstechnik für Mastschweine in intensiven Haltungssystemen im Vergleich

Comparison of occupational techniques for pigs in intensive housing systems

STUBBE, ANGELA[1], JÜRGEN BECK[1], THOMAS JUNGBLUTH[1] U. JOSEF TROXLER[2]

[1]Institut für Agrartechnik, Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen, 70599 Stuttgart, Garbenstr. 9

[2] Lehrstuhl für Tierhaltung und Tierschutz, Veterinärmedizinische Universität Wien, Josef-Baumann-Gasse 1, A-1210 Wien

1 Einleitung

Da in vielen intensiven Haltungssystemen für Mastschweine aus arbeitswirtschaftlichen und ökonomischen Gründen Möglichkeiten zur Beschäftigung fehlen, können die Tiere ihr ausgeprägtes Erkundungsverhalten nicht ausreichend befriedigen. Neben weiteren möglichen Einflußfaktoren, wie kurzen Freßzeiten, vor allem bei Flüssigfütterung, hohen Belegdichten oder erhöhten Schadgasgehalten in der Stalluft, führt dies verstärkt zu aggressiven Auseinandersetzungen sowie Schwanz- und Ohrenbeißen zwischen den Gruppenmitgliedern. Die Konsequenzen, die sich daraus für den Landwirt ergeben, reichen von erhöhtem Arbeitsaufwand für Umbuchten und Tierbehandlung bis hin zu finanziellen Einbußen durch Tierverluste.

2 Problemstellung

Um bestehende und bewährte einstreulose Haltungssysteme hinsichtlich ihrer Tiergerechtheit nachhaltig zu verbessern, ohne daß der Landwirt aufwendige bauliche Änderungen am Haltungssystem vornehmen muß, wurde am Institut für Agrartechnik der Universität Hohenheim ein Beschäftigungsgerät für Mastschweine entwickelt. Durch den Einsatz in mehreren Mastdurchgängen in teil- und vollperforierten Buchten sollte vor allem die Frage geklärt werden, ob die neue Beschäftigungstechnik während der gesamten Mastperiode attraktiv bleibt und ob es möglich ist, dadurch Verhaltensauffälligkeiten wie Schwanz- und Ohrenbeißen dauerhaft zu reduzieren bzw. sogar zu vermeiden. Dies erfolgte im Vergleich zu Buchten mit Beschäftigungsketten und Buchten ohne Beschäftigungsangebot.

3 Material und Methode

3.1 Beschäftigungstechnik

Das Beschäftigungsgerät (Abbildung 1) besteht aus einem Vorratsbehälter für Halmgut mit einer Querstange im Inneren, an welcher drei Metallketten befestigt sind. Zwei dieser Ketten führen durch den Behälter nach unten und sind am Ende mit einem frei drehbaren Holzstück (Fichte, 8 cm Durchmesser) zum Benagen verbunden. Die mittlere Kette ist frei beweglich. Durch Rütteln und Ziehen an den Ketten oder Bewegen des Holzbalkens können die Tiere Stroh nach unten in die Auffangschale fördern. Die Auslaßöffnung wird durch ein verstellbares Blech an das jeweilige Halmgut angepaßt. Die geschlossene Frontseite des Vorratsbehälters ist herausnehmbar und kann wahlweise durch ein Gitter ersetzt werden. Das Gitter ermöglicht zusätzlich selektives Herauszupfen einzelner Strohhalme aus dem Vorratsbehälter.

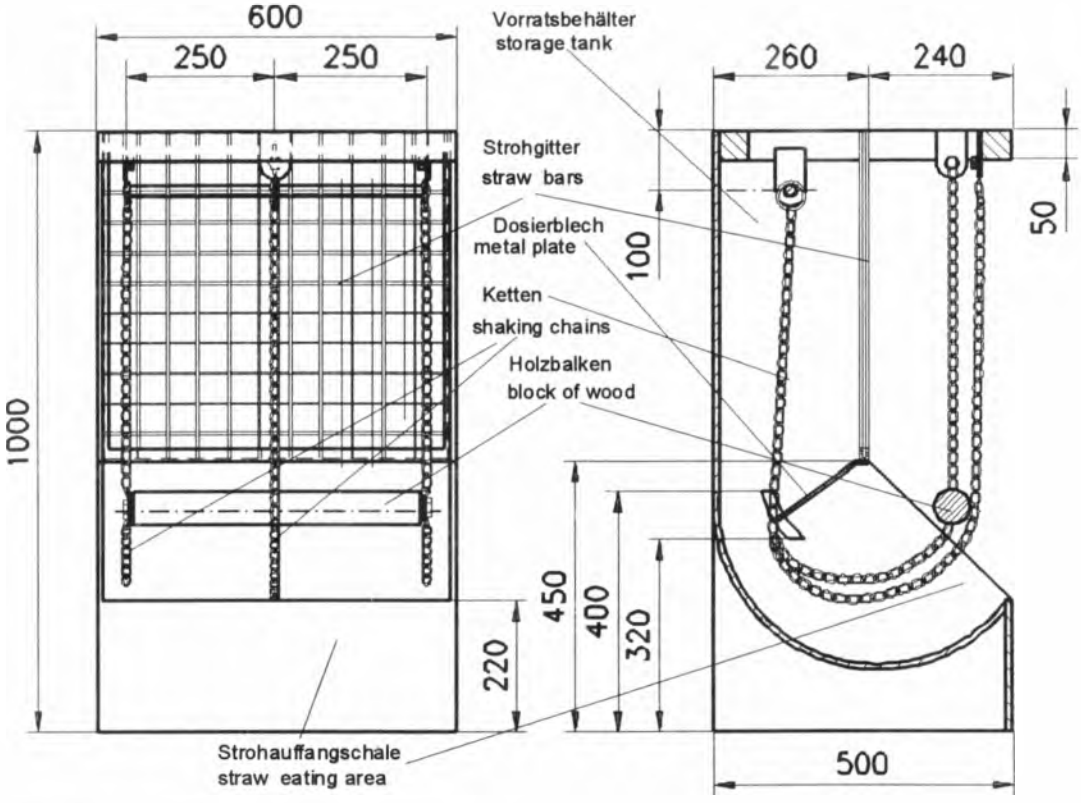


Abb. 1: Beschäftigungsgerät
technique for occupation

3.2 Versuchsdurchführung

Nach Abschluß der technischen Entwicklung wurden zunächst drei Mastdurchgänge à 12 Wochen im Teilspaltenbodensystem durchgeführt. Dazu wurden pro Durchgang insgesamt 60 Ferkel der Rasse Deutsche Landrasse x Pietrain aus der Nachzucht der Versuchsstation für Tierhaltung, Tierzüchtung und Kleintierzucht „Unterer Lindenhof" in sechs gemischtgeschlechtlichen Gruppen à 10 Tieren in einstreulosen Buchten aufgestallt. Das Einstallgewicht der Tiere betrug durchschnittlich 35 kg. Bei jeweils einer Gruppe pro Variante waren die Schwänze nicht kupiert worden, alle männlichen Tiere waren kastriert. Jedem Tier stand eine Nettobuchtenfläche von 0,93 m² zur Verfügung. Die Buchten wurden über einen Gitterrostanteil von einem Meter Breite an der Buchtenrückwand durch einen Klappschieber unterflur entmistet. Die dosierte Sattfütterung erfolgte morgens und abends mit Mastschweine-Alleinfutter über den Trog als Trockenfütterung. Im Anschluß an die Untersuchungen im Teilspaltenbodensystem wurden drei weitere Mastdurchgänge im Vollspaltenbodensystem mit Flüssigfütterung durchgeführt. Hier stand jedem Tier eine Nettobuchtenfläche von 0,72 m² zur Verfügung, bei allen Tieren waren die Schwänze kupiert worden. Alle weiteren Rahmenbedingungen blieben unverändert.

Insgesamt wurden drei verschiedene Versuchsvarianten gewählt, die in jeweils zwei Buchten pro Durchgang untersucht wurden. Bei Variante 1 war in der Mitte der Bucht eine ca. 10 cm über dem Boden endende, frei von der Decke hängende Metallkette angebracht. Variante 2 verfügte über das Beschäftigungsgerät, die Kontrollbuchten waren ohne jegliches Beschäftigungsangebot. In den Ketten- und Kontrollbuchten waren an gleicher Position wie die Beschäftigungsgeräte Metallbehälter identischer Größe aufgestellt worden, um in allen Gruppen ein einheitliches Platzangebot zu gewährleisten.

3.3 Datenerfassung

Die Beobachtung der Tiere erfolgte mit Hilfe eines Multivision Prozessors zeitgleich durch insgesamt acht Videokameras. Direktbeobachtungen wurden nur während der Voruntersuchungen durchgeführt. Wie sich bei mehreren Stichprobenbeobachtungen mittels Infrarotkameras zeigte, waren die Tiere während der Nacht abgesehen von kurzen Positionswechseln nicht aktiv. Die Beobachtungszeit wurde daher auf die Zeit zwischen 6.00 Uhr und 18.00 Uhr beschränkt. Davon wurden pro Mastwoche jeweils sechs Stunden der Hauptaktivitätszeit im time-sampling Verfahren (2-min-Intervalle) ausgewertet. Die Auswertung erfolgte rechnergesteuert mit Hilfe des Softwarepakets „Observer" der Firma Noldus.

4 Ergebnisse

4.1 Verfahrenstechnik

Die neuentwickelte Beschäftigungstechnik zeichnete sich durch sehr gute technische Funktion aus und zeigte keinerlei Störanfälligkeiten. Das verstellbare Auslaßblech ermöglichte es,

Häckselstroh unterschiedlicher Art und Länge zu verwenden. Die Vorratsbehälter der Geräte können bei entsprechender Positionierung vom Futtergang aus einfach befüllt werden. Dies erfolgte einmal pro Woche vorzugsweise während der Kontrollarbeiten. Der durchschnittliche Strohverbrauch aus drei Mastdurchgängen im Teilspaltenbodensystem betrug 20 g/Tier u. Tag. Im Vollspaltenbodensystem ergab sich ein etwas höherer Strohverbrauch von 30 g/Tier u. Tag, wodurch das Entmistungssystem jedoch nicht beeinträchtigt wurde. Für den Holzbalken hat sich Fichtenholz von 8-9 cm Durchmesser als geeignet erwiesen. Der Balken war problemlos und schnell auszuwechseln und mußte im Teilspaltenbodensystem innerhalb eines Durchgangs nicht erneuert werden. Im Vollspaltenbodensystem mußte er in mehreren Buchten in der letzten Mastwoche ersetzt werden, da ihn die Tiere durchgenagt hatten. Die Geräte wurden im Rahmen der üblichen Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen nach jedem Durchgang gereinigt.

4.2 Tierverhalten

Im Teilspaltenbodensystem war die Akzeptanz der Beschäftigungsgeräte durch die Tiere gegenüber den Ketten deutlich höher und blieb bis zum Ende der Mastperiode bestehen (Abbildung 2). Sie waren vor allem vor der Futterzuteilung stark frequentiert.

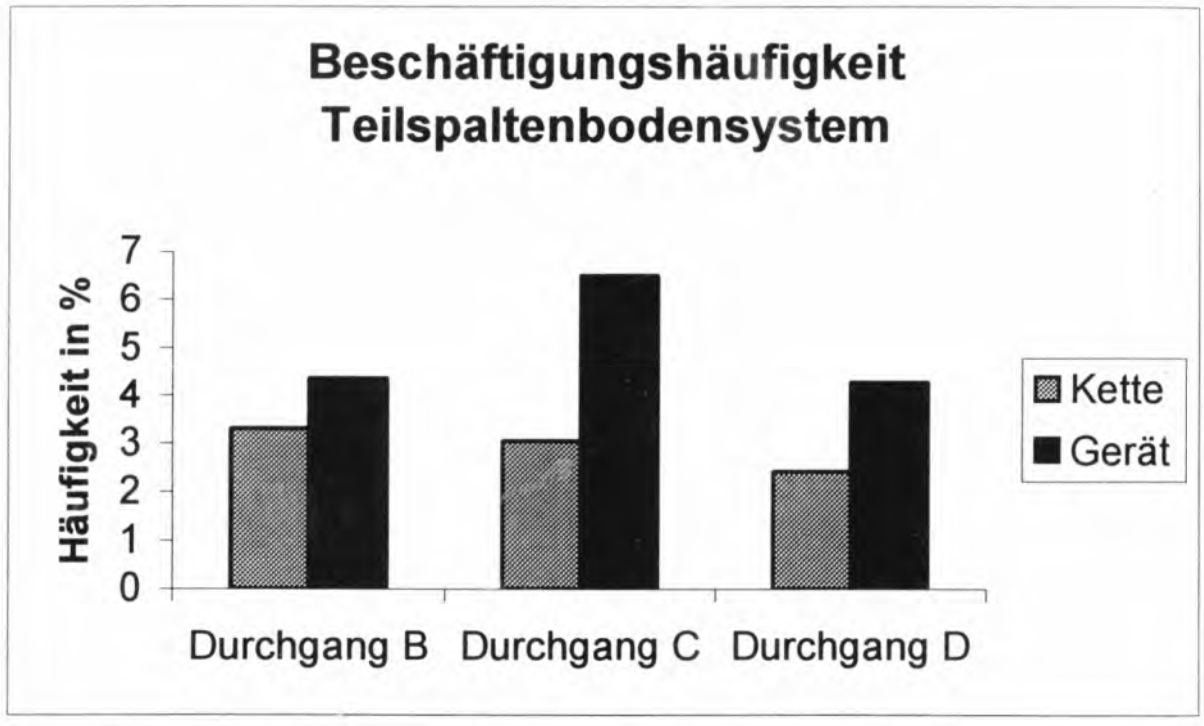


Abb. 2: Beschäftigungshäufigkeit im Teilspaltenbodensystem
Frequency of occupation in a partly slatted housing system

Von den vier Teilelementen des Gerätes beschäftigten sich die Tiere in allen drei Durchgängen im Teilspaltenbodensystem am häufigsten mit den Elementen „Trog" und „Balken" (Abbildung 3).

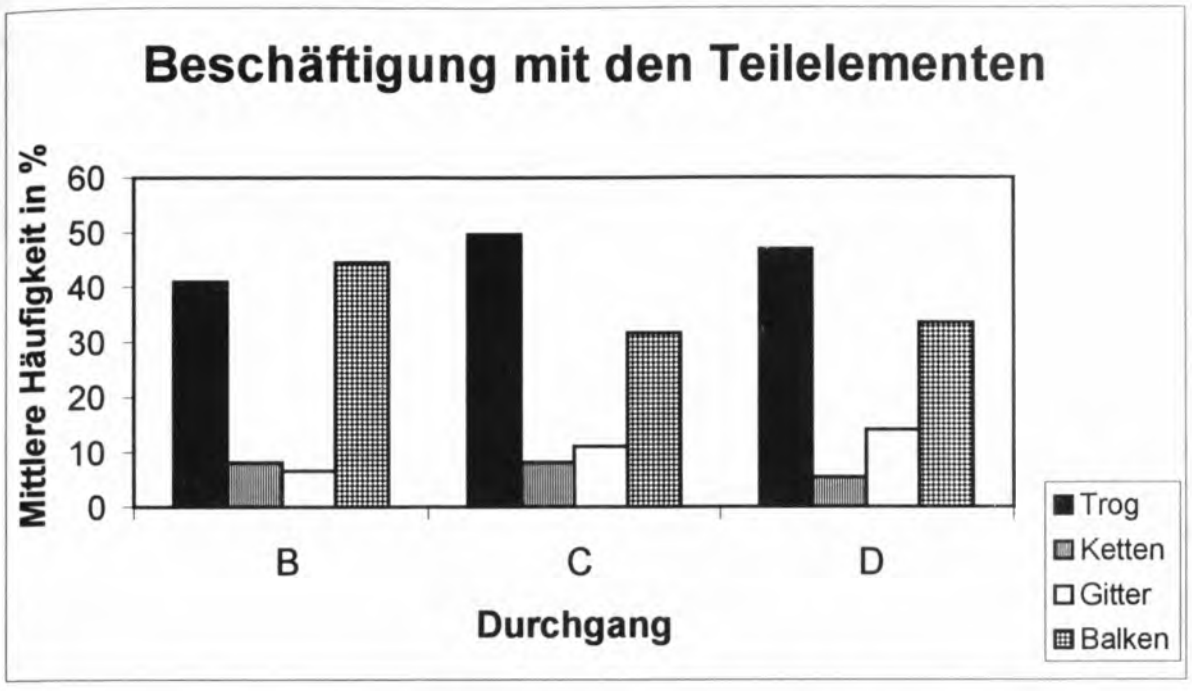


Abb. 3: Beschäftigungshäufigkeit an den Teilelementen des Beschäftigungsgerätes im Teilspaltenbodensystem
Frequency of occupation at the elements of the technique for occupation in a partly slatted housing system

Sowohl im Teilspaltenboden- als auch im Vollspaltenbodensystem trat in Ketten- und Kontrollbuchten wiederholt Schwanzbeißen innerhalb der Tiergruppen auf. Die Metallkette war nicht attraktiv genug, um die Tiere dauerhaft zu beschäftigen und Manipulationen an den Buchtengenossen langfristig zu verhindern. Die Auswertung des Verhaltens von 40 Einzeltieren an der Beschäftigungstechnik zeigte, daß die Geräte von allen Tieren einer Gruppe genutzt wurden. Ein Einfluß von Geschlecht, Gewicht oder Abstammung auf die Beschäftigungshäufigkeit konnte dabei nicht festgestellt werden. Agonistisches Verhalten um den Zutritt zum Beschäftigungsgerät wurde im Rahmen dieser Untersuchung insgesamt nur einmal beobachtet. Weitere Ergebnisse aus dem Vollspaltenbodensystem werden nach Abschluß aller Mastdurchgänge bis zur Tagung vorliegen.

5 Schlußfolgerungen

Die Beschäftigungstechnik für Schweine in intensiven Haltungssystemen hat sich in mehreren Mastdurchgängen im Teil- und Vollspaltenbodensystem aus verfahrenstechnischer und ethologischer Sicht gut bewährt. Es zeigte sich, daß die Beschäftigungsgeräte zur Reduzierung bzw. Vermeidung von Schwanzbeißen innerhalb der Mastgruppen deutlich effektiver sind als einfache Metallketten. Stroh spielt in Verbindung mit den anderen Elementen der Beschäftigungstechnik eine wesentliche Rolle. Da es gefressen werden kann und vor allem immer neu manipulierbar ist, bleibt es für die Tiere dauerhaft attraktiv. Dabei waren geringe Mengen pro Tier und Tag ausreichend, so daß bei der Entmistung keinerlei Probleme auftraten.

6 Summary

Occupational or rooting materials are recommended in several national and international laws. Nevertheless there is often a lack of opportunities of occupation for the animals. In order to reach solutions which could improve the housing conditions in intensive systems, we have developed a new technique, which combines wellknown techniques for occupation and which should reduce caudophagia and aggression within the animal groups. Groups with simple metal chains and groups without any occasion for occupation were compared with groups with the new technique. Several fattening periods in housing systems with partly and fully slatted floors were carried out. Criteria for a final judgement were animal behaviour, health and growth performance. During the whole duration of the experiment the new technique was much better accepted by pigs than the simple metal chain. It reduced agression, ear- and tail-biting among the animals. The need of straw was low enough and did not influence the function of the dung system.

Fütterungsverfahren in der Gruppenhaltung tragender Sauen
Feeding systems of pregnant sows in group housing

Renate Küchenhoff, Dr. Eckhard Meyer, Dr. Klaus Hörügel

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Am Park 3, 04886 Köllitsch

1 Einleitung

Die Gruppenhaltung tragender Sauen hat aufgrund der Vorschriften der Schweinehaltungsverordnung wieder eine stärkere Verbreitung gefunden. Sie ermöglicht den Sauen die für die Konstitution so wichtige Bewegung und Sozialverhalten zwischen den Sauen. Da die Fütterung am langen Trog in der Gruppenhaltung aufgrund der strengen Rangfolge nur schlecht möglich ist, wurden verschiedene Fütterungsverfahren entwickelt. Untersuchungen zur Dribbelfütterung und ad libitum Fütterung werden im folgenden vorgestellt.

2. Dribbelfütterung

2.1 Material und Methode

Die Untersuchung zur Dribbelfütterung wurde in einer sächsischen Sauenzuchtanlage (Typenprojekt für 1275 Sauen) an vier Wochengruppen von ca. 60 Tieren durchgeführt. Zwei Abteile eines Wartestalles mit Anbindehaltung wurden für insgesamt 270 Plätze zur Gruppenhaltung mit Dribbelfütterung umgebaut. Die Freßstände wurden im Stall belassen und nach jedem 5. Stand ein Gitter als Buchtenabtrennung eingebaut, so daß Gruppenbuchten für jeweils 10 Sauen entstanden. Der mittige Entmistungsgang wurde verbreitert, mit Gußspalten abgedeckt, und ist als Wechselstaukanal mit Spüleinrichtung zu betreiben.

Die Kosten für den Einbau der Fütterungsanlage betrugen 300,- DM, einschließlich der Baumaßnahmen wurden 400,- DM je Platz investiert. Die vorliegende Umbauvariante wurde zwar mit geringem Investitionsaufwand getätigt, läßt aber keine höhere Belegung der Ställe zu, da die breiten Gänge, die für die mobile Fütterung vorhanden waren, nicht in die Buchtenfläche integriert wurden.

Die Sauen werden in den Gruppenstall nach der Trächtigkeitskontrolle in der 6. Trächtigkeitswoche nach Gewicht sortiert eingestallt und bleiben dort bis zum 112. Trächtigkeitstag. Für die Untersuchungen wurden die Gewichtsentwicklung und Leistung der Sauen von vier Gruppen zu 55 - 60 Tieren erfaßt. Zur Beurteilung der Futterdosierung wurde in allen Durchgängen an jeweils drei Tagen während der Fütterung die ausdosierte Menge an durchschnittlich acht verschiedenen Rohren gemessen. Für Verhaltensbeobachtungen dienten Videoaufnahmen in einer zufällig ausgewählten Bucht mit Altsauen. Die Auswertung erfolgte in fünf Minuten Intervallen.

2.2 Ergebnisse und Diskussion

Die ausdosierte Menge je Minute schwankte zwischen den Tagen erheblich (Abbildung 1). Auffallend sind die hohen Mengen von 154 g an den beiden ersten Septembermessungen. Zu dieser Zeit wurde gekrümeltes Futter gefüttert. Vom geschroteten Futter wurde im Mittel pro Tag eine Menge von 114 $\pm$ 8 g je Minute ausdosiert. Die Differenzen zwischen den Rohren innerhalb einer Fütterung lagen innerhalb des Meßfehlers.

Die Unterschiede sind auf unterschiedliche Futterzusammensetzung oder Konsistenz zurückzuführen. Die Ergebnisse der Futteruntersuchungen zeigen, daß die Komponenten im Futter sehr stark schwankten. Dadurch hatte das Futter eine unterschiedliche Dichte und das Ausdosieren einer konstanten Menge war nicht möglich. Die Dosiermenge von 114 g/ min ist als günstig zu beurteilen, da es während der Fütterungszeit sehr ruhig war und die Tiere selten den Freßplatz wechselten. Von pelletiertem Futter nahmen die Sauen ohne Probleme 155 g/ min auf.

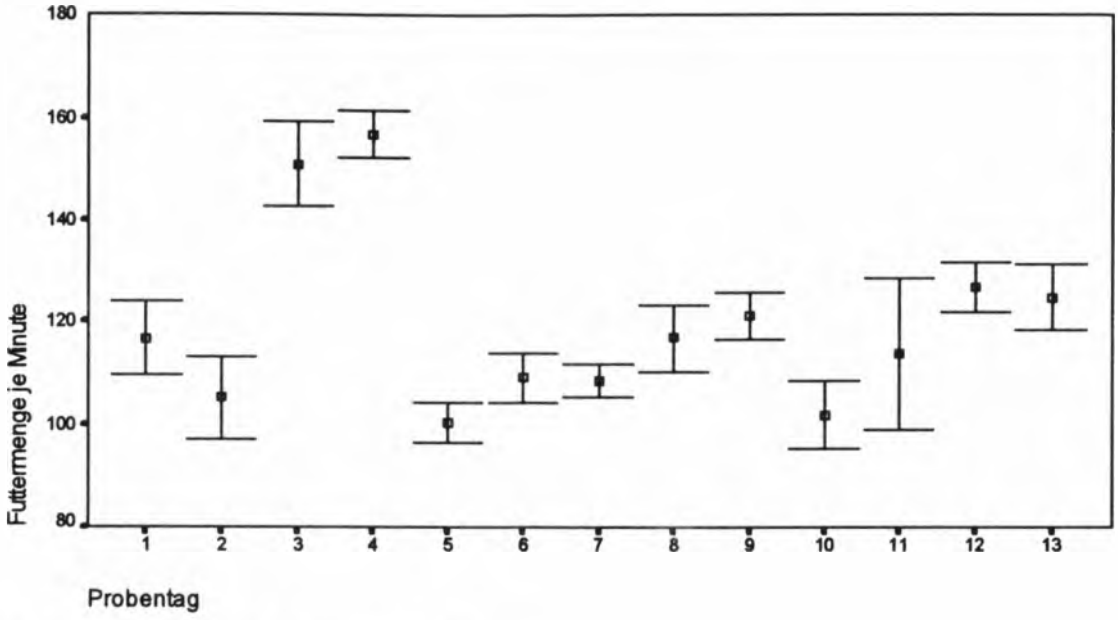


Abb. 1: Ausdosierte Futtermenge / Minute
Picture 1: dosed feed per minute

Aufgrund von technischen Mängeln bei der Einstellung sowie schwankender Futterzusammensetzung des Mischfutters wurden die Sauen nicht in allen Durchgängen bedarfsgerecht versorgt. Dies spiegelt sich in der Gewichtsentwicklung und in den Leistungen wider. Im Durchschnitt der drei erfaßten Gruppen hatten die Sauen 10,3 lebend geborene Ferkel mit einer Geburtsmasse von 1,3 kg. Eine Korrelation zwischen den Ferkelgeburtsmassen, Sauenmassen oder -zunahmen ist jedoch nicht statistisch abzusichern. Einfluß hatte die Wurfzahl und die Ferkelanzahl/Wurf.

Mit Hilfe der Verhaltensuntersuchungen sollten Aussagen zur Buchtengestaltung und Fütterungsablauf gemacht werden. Bei der Einstallung in die neu errichteten Gruppenställe gab es in den Gruppen nur wenige Auseinandersetzungen. Traten Aggressionen auf, zogen sich schwächere Sauen in die Stände zurück, so daß es selten zu Kämpfen kam. Angriffe von hinten, wie sie bei der Abruffütterung zu beobachten sind, gab es nicht. Durch die Strukturierung der Bucht konnte das Aggressionsniveau auch in den ersten Tagen trotz der völlig neu zusammengestellten Gruppen niedrig gehalten werden.

Insgesamt lagen die Sauen zu 75,9 %, sie saßen zu 2,7 % und sie standen zu 20,3 % des Tages. Die Sauen hielten sich zu 75,4 % der Zeit an den abgetrennten Freßplätze auf, sie legten sich dort nach dem Fressen nieder.

Aus Abbildung 3 ist deutlich zu erkennen, daß die Sauen ihren Bewegungsraum erst kennenlernen mußten. Allerdings wurde die Freifläche nicht so intensiv genutzt wie erwartet.

Die Sauen konnten in den Buchten nicht ungestört zusammenliegen, da sie hinter den Ständen liegen mußten und von aufstehenden Sauen aufgetrieben wurden. In Gruppenbuchten sollten daher Liegekojen oder Ruhezonen für 5 - 8 Sauen geschaffen werden, damit die Sauen sich ungestört in Gruppen zurückziehen können.

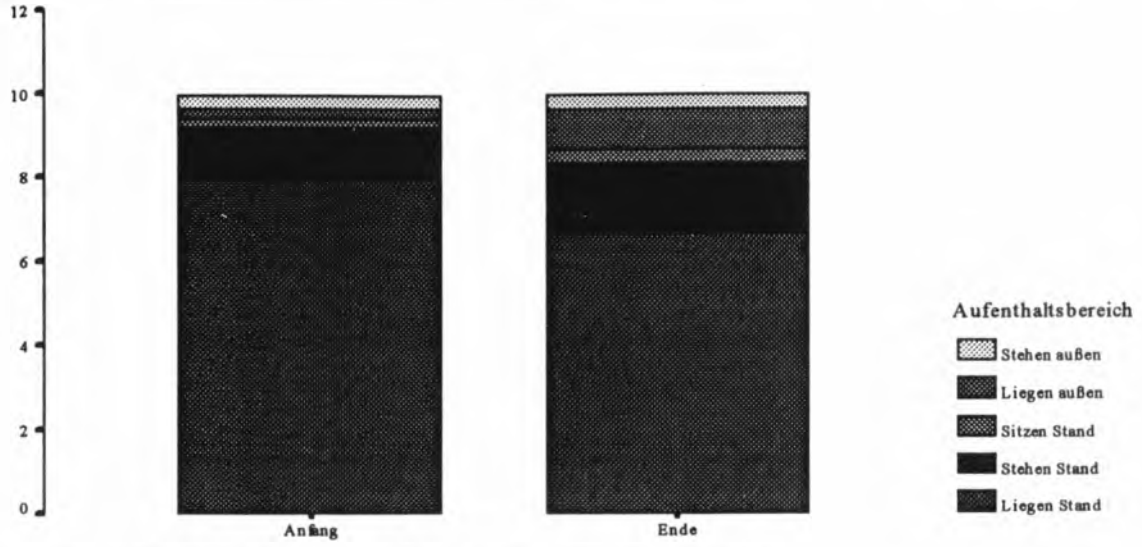


Abb. 3: Aktivität zu Beginn und am Ende der Gruppenhaltung
Picture 3: Activity in the beginning and the end of the group housing

Die Fütterung verlief ohne häufige Futterwechsel. Nur einzelne Sauen verließen am Ende der Fütterung die Stände und versuchten bei anderen die geringen Reste aufzulecken. Vorteil war sicher auch die gleichmäßige Gruppenzusammensetzung und die relativ kleinen Gruppengröße von 10 Tieren Sonderbuchten für nichttaugliche oder aggressive Sauen wurden im vorliegenden Stall nicht benötigt.

3. Ad libitum Fütterung

Untersuchungen zur ad libitum Fütterung wurden ausgehend von der Anforderung, kostengünstige und einfache Verfahrenslösungen zu realisieren, durchgeführt. Zur Realisierung dieser Zielstellungen wurde das Verfahren der ad libitum Fütterung eines energiereduzierten, rohfaserreichen Alleinfuttermittels über Breifutterautomaten bei Gruppenhaltung der Sauen vom 35. bis 110. Trächtigkeitstag geprüft. Der erste Teil der Untersuchung wurde in einem Praxisbetrieb durchgeführt, Exaktversuche finden jetzt im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch statt.

3.1 Material und Methode

Die Praxisuntersuchungen wurden in einer Tiefstreubucht mit 5 Breifutterautomaten ohne Wasseranschluß für 35 Sauen (Sauen einer Wochengruppe) an fünf Gruppen durchgeführt. Die Versuchsbucht im Lehr- und Versuchgut Köllitsch ist eine Spaltenbodenbucht für 15 Sauen mit 3 Automaten mit Einzeltiererkennung und automatischer Erfassung der Futteraufnahme. Zum Einsatz kommt in beiden Untersuchungen ein rohfaserreiches, energiereduziertes Alleinfuttermittel mit einem Energiegehalt von 9,5 MJ ME.

Es wurden der Futterverbrauch an den einzelnen Futterautomaten, die Körpermassen der Sauen beim Absetzen, Einstallen in die Gruppenhaltung und Ausstallen in den Abferkelstall

sowie die Wurfleistungen einschließlich der Wurfmassen am 1. Lebenstag erfaßt. Die Verhaltensbeobachtungen erfolgten mit Hilfe von Videoaufnahmen.

3.2 Ergebnisse

Die Futteraufnahme betrug im Mittel auf dem Praxisbetrieb 4,5 kg und in den laufenden Untersuchungen 4,2 kg pro Sau und Tag. Letzteres entspricht einer Energiezufuhr von 40,5 MJ ME bei einem Bedarf nach der gewichtsabhängigen Formel von Kirchgessner von 39,5 MJ ME. Daher nahmen die Sauen ca. 1,0 bzw. 0,7 kg mehr Futter auf als sie mit Normalfutter für tragende Sauen benötigen. Unterschiede zwischen Rohfaserträgern können erst nach Abschluß der Untersuchungen festgestellt werden. Die Gewichtsentwicklung ist in Tabelle 1 für die Versuche im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch aufgezeichnet. Die Sauen wogen im Durchschnitt beim Einstallen 316 kg und nahmen im Durchschnitt 56 kg zu. Die Sauen, die ad libitum gefüttert wurden unterschieden sich weder im Gewichtszuwachs noch in der Leistung von der Kontrollgruppe signifikant.

Tab. 1: Gewichtsentwicklung und Leistungen
Table 1: weight gain and litter size

	Gruppe 1	**Gruppe 2**	**Kontrollgr.**
Absetzgewicht, kg	206	230	212
Einstallgewicht, kg	222	255	
Ausstallgewicht, kg	265	278	274
Zuwachs Trächtigkeit, kg	58	48	62
leb. geb. Ferkel, Anzahl	12,00	10,07	10,10
mittleres Wurfgewicht, kg	18,6	15,9	16,8
mittlere Ferkelmasse kg	1,60	1,60	1,66

Untersuchungen mit unterschiedlichen Abständen zwischen den Automaten ergaben, daß erst bei einem Abstand von 1 m alle Automaten gleichmäßig genutzt werden und Ruhe in der Sauengruppe herrscht. An den Futterautomaten kam es nur selten zu geringen Aggressionen, die sich als Vertreiben äußerten. Während der Beobachtungstage war der Zugang zu den Automaten nur zu 2 % durch davorliegende Tiere versperrt. Der geringe Streß könnte langfristig zur Verbesserung der Fruchtbarkeitsleistungen führen.

Die Futterautomaten waren täglich vor allem zu den Hauptaktivitätszeiten insgesamt 9,02 h belegt. Nachts nehmen nur vereinzelt Tiere Futter auf, wie aus Abbildung 2 zu erkennen ist.

In der Hauptaktivitätphase gab es bis zu 25 Besuche / Stunde. Im Durchschnitt wurden die Automaten 8,6 mal pro Stunde besucht. Diese Belegung der Automaten ermöglicht ausreichend Freßzeit für alle Sauen im Laufe des Tage. Die arttypische Nachtruhe kann von allen Sauen eingehalten werden. Das Tier-Freßplatzverhältnis von 7 – 10 : 1 kann daher als günstig beurteilt werden.

3.3 Wirtschaftlichkeit

Vergleicht man die beiden Verfahren miteinander, so kann bei unten beschriebenen Annahmen festgestellt werden, daß aus Sicht der Wirtschaftlichkeit beide Verfahren etwa gleichwertig zu

beurteilen sind (Tabelle 2). Mögliche langfristige Leistungsunterschiede, die aufgrund der besseren Ruhe im Stall auftreten können sind hierbei nicht berücksichtigt.

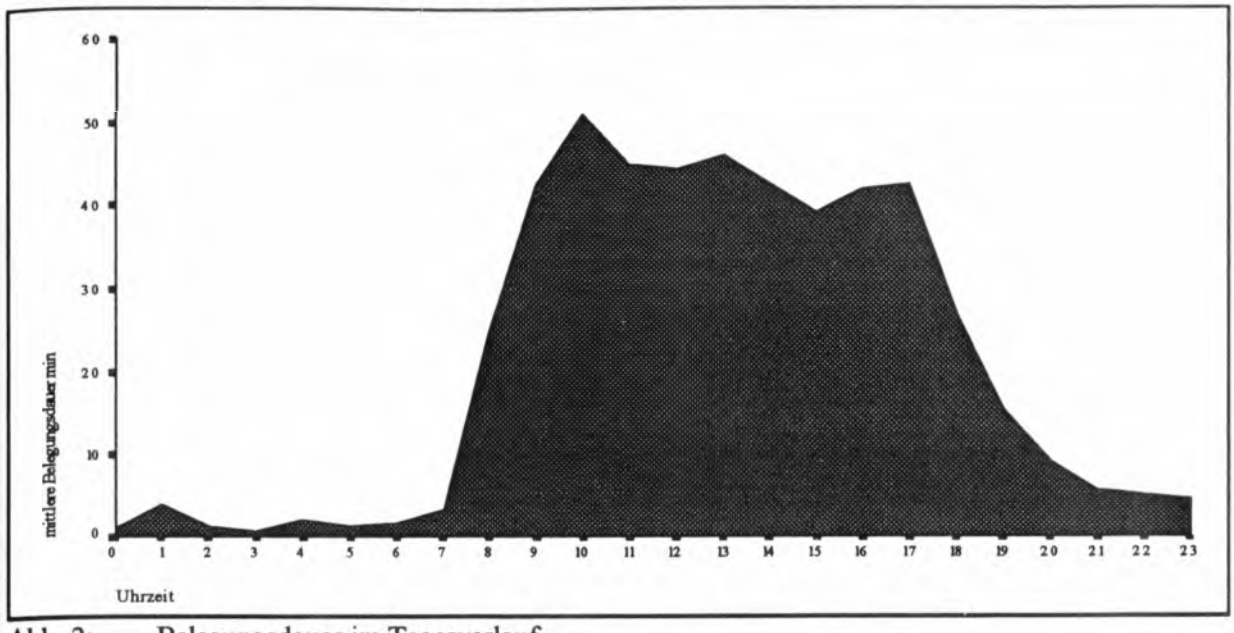


Abb. 2: Belegungsdauer im Tagesverlauf
Picture 2: Time of using during the day

Annahmen

- Belegung: 350 Tage (4,75 Durchgänge mit 3 Tagen Reinigung und Desinfektion)
- Jahreskosten: 10 % Abschreibung, 6 % Zins und 5 % Instandhaltung
- Futterpreis: 30,- DM/dt für Standardfutter, 28,- DM/dt für energiereduziertes Futter
- Futterverbrauch: 3 kg/Tag (Dribbelfütterung), 4 kg/Tag (ad libitum Fütterung) (Sauenmasse von 240 kg)
- Die benötigte Stallfläche pro Sau bleibt in der Kalkulation unberücksichtigt, da sie sich kaum unterscheidet.

Tab. 2: Wirtschaftlichkeit
Tabel 2: economic efficiency

	ad libitum Fütterung	**Dribbelfütterung**
Investition/Platz	**100,-**	**550,-**
Kosten/Jahr	18,-	99,-
Futterkosten/Jahr	392,-	315,-
Summe	**410,-**	**414,-**

4. Vergleich der beiden Fütterungsverfahren

Dribbelfütterung und ad libitum Fütterung stellen geeignete Fütterungsverfahren für die Gruppenhaltung dar. Ein Anlernen ist nicht erforderlich. In der folgenden Tabelle sind die beiden Verfahren verglichen.

Tab. 3: Vergleich von Dribbelfütterung und ad libitum Fütterung
Table 3: Comparison of driple feeding and ad libitum feeding

	Dribbelfütterung	**ad libitum Fütterung**
Futter	rationiert, Futter für tragende Sauen	ad libitum, energiereduziert (9,5 MJ ME), 0,7 – 1,0 kg Mehrverbrauch
Gruppen-größe	10 – 25 Sauen, Jungsauen getrennt	mindestens 15 Sauen, Jungsauen getrennt
Tier : Freß-platz-Ver-hältnis, Anordnung	1 : 1 Anordnung einseitig in der Bucht am langen Trog oder mittig als Rundtrog	6 – 9 : 1 Anordnung der Automaten im Abstand von mindestens 1 m
Futterzu-teilung	gruppenweise über Dosiereinrichtung nach Zeit, 110 – 120 g/min, Auslitern erforderlich, zusätzliche Tränke	ad libitum, nur über Gesamtfutterverbrauch, zusätzliche Tränke
Tierkontrolle	einfach nur während der Fütterung	erschwert durch unterschiedliche Freßzeiten der Einzeltiere, Aussonderung von einzelnen Tiere kann nötig sein
Leistungen	hohe Leistungen möglich	hohe Leistungen möglich
Verhalten	Unruhe vor der Fütterung	ständig Ruhe in der Gruppe
Investitions-kosten	550,- DM, hoher technischer Aufwand	100,- DM, einfach

Die Dribbelfütterung eignet sich zum Einbau in einen vorhandenen Langtrog oder als Rundtrog zur mittigen Installation. Die Tiere werden bedarfsgerecht gefüttert. Die Tierbeobachtung ist stark vereinfacht. Zur ad libitum Fütterung können die Automaten sehr flexibel in vorhandene Gebäude bei geringen Investitionskosten eingebaut werden. Die Entscheidung zwischen den Verfahren muß nach den einzelbetrieblichen Gegebenheiten entschieden werden.

Summary

Pregnant sows in groups were fed with a driple feeder. The dosed food per minute was 114 ± 8 g/min, but depended from the contents of food. The number and weight of the born piglets did not depend from the weight gain of the sows. The videos of the behaviour showed that you should put the trough only on one side of the pen and on the other side the sows can lay down. The feeding time was very calm the sows did not change often their places on the trough. In another experiment sows were fed ad libitum with energy reduced food (9,5 MJ ME). You need one feeder for 6 – 9 sows. The necessary distance of the feeders was 1 m. The food intake was 0,7 – 1,0 kg more than fed with normal food. The weight gain was 53 kg and was the same as sows fed with normal food in cubicles. The controlling of the animals was more difficult. The economic comparison of the two feeding systems demonstrated that the driple feeders are more expensive than the ad libitum feeders. But therefore you have to buy more food feeding ad libitum.

Vergleich zwischen einer Bewegungsbucht und dem konventionellen Kastenstand im Abferkelstall hinsichtlich des Sauenverhaltens, der Produktionsleistung und des Arbeitszeitbedarfes.

Comparison between a farrowing pen and a conventional farrowing crate concerning the behaviour of sows, productivity and working hours

ARKENAU, ENGEL F.[1]., KOLWEYH, URTE[1], VAN DEN WEGHE, HERMAN[2]

[1]Institut für Agartechnik der Georg-August-Universität Göttingen, Gutenbergstr. 33, 37075 Göttingen

[2]Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Georg-August-Universität Göttingen Universitätsstr. 7, 49364 Vechta

1 Einleitung

Bis Ende der 80ziger war die Ferkelproduktion in der BRDeutschland primär durch Steigerung der Tierleistung und der Arbeitsproduktivität geprägt. Bei der Realisierung dieser Leistungs- und Produktivitätssteigerungen blieben die Auswirkungen sowohl auf die Tiere als auch auf die Umwelt weitestgehend unberücksichtigt. Die wichtigste ökonomische Kenngröße in der Ferkelproduktion ist die Anzahl aufgezogener Ferkel pro Sau und Jahr. Direkt und indirekt verantwortlich für Ferkelverluste sind nach AUMAITRE und LE DIVIDICH (1984) die Haltungsbedingungen der Tiere. Nach KUNZ (1986) sind knapp die Hälfte aller Ferkelverluste während der Säugezeit auf Erdrückungen zurückzuführen. Dieser hohe Anteil der Erdrückungsverluste führte zur Entwicklung des Kastenstandes im Abferkelstall. Der Kastenstand schränkt die Mobilität der Sau weitestgehend ein, so daß das Risiko von Erdrückungen minimiert wird. Jedoch gerät dieser Kastenstand bezüglich der tiergerechten Haltung von Sauen zunehmend in Kritik, so daß in einer Studie die Einsatzfähigkeit einer Bewegungsbucht im Abferkelstall untersucht wurde. Im Folgenden werden die Auswirkungen der Bewegungsbucht auf das Sauenverhalten, die Produktionsleistung und den Arbeitszeitbedarf mit denen des konventionellen Kastenstand verglichen.

2 Material und Methode

Die Versuche wurden im Abferkelstall der LVAL Futterkamp der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein durchgeführt. Hierfür stand ein zwangsbelüftetes Abteil der Größe 5 m x 10 m zur Verfügung. Auf der linken Seite des Abteiles befanden sich vier Bewegungsbuchten, rechts vom Futtergang waren vier Kastenstände (Buchtengröße: 2,40 m x 1,95 m, Diagonalaufstellung) angeordnet. Der Grundriß der Bewegungsbucht ist in

der Abbildung 1 dargestellt. Alle acht Buchten in diesem Abteil verfügten über identische Fußböden und über identische Ferkelnester.

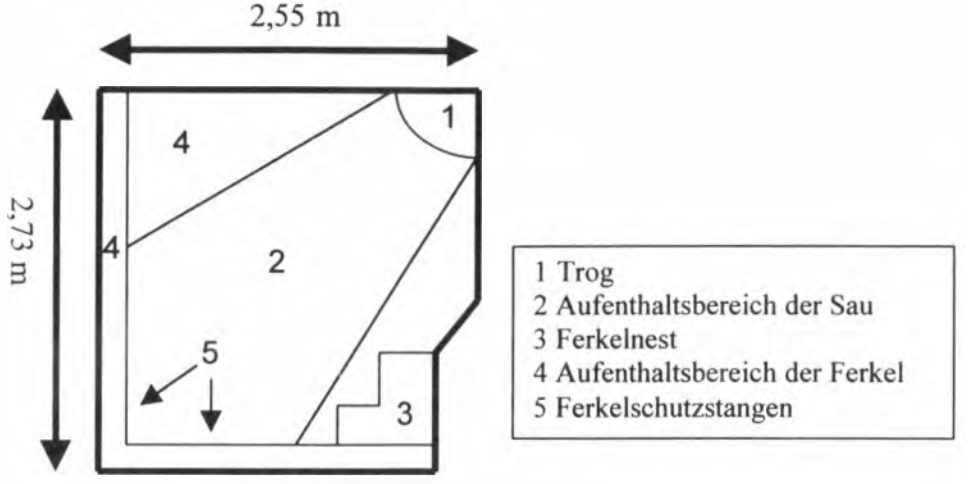


Abb. 1: Grundriß der Bewegungsbucht
Outline of farrowing pen

Bei den Versuchstieren handelte es sich um Sauen des Bundeshybridzuchtprogrammes. Die Herde umfaßte etwa 90 produktive Sauen bei einer Remontierung von 38 %. Im Wartestall wurden die Tiere in Gruppe mit Abruffütterung gehalten. Fünf Tage vor dem errechneten Geburtstermin wurden die Sauen in die Abferkelbuchten umgestallt. Nach der ersten Mahlzeit der Sau post partum wurden die Ferkel an ihrem ersten Lebenstag einzeln gewogen, Geschlecht und Besonderheiten wurden aufgezeichnet. Bei sehr großen Würfen oder bei Sauen mit Milchmangel wurde Milchaustauscher hinzugefüttert. Routinemäßig wurden nach dem Abferkeln die Anzahl der tot und lebend geborenen Ferkel registriert. Bei verendeten Ferkeln wurden Gewicht, Geschlecht, Lebenstag und Tageszeit erfaßt. Die Untersuchungen wurden von Juli 1997 bis Juni 1998 durchgeführt.

Die Erhebung der Verhaltensdaten wurde sowohl direkt als auch per Video durchgeführt. Ein Schwerpunkt bei der Verhaltensauswertung lag in den 48 Stunden vor und den 48 Stunden nach der Geburt. An diesen Tagen wurde das Sauenverhalten direkt im Stall beobachtet, alle fünf Minuten wurde in dem Zeitraum 6.00 Uhr bis 22.00 Uhr das Verhalten der Tiere notiert.

Die aufgewendeten Arbeitszeiten, die benötigt wurden, um die Sauen per Hand zu füttern, die Buchten der Sauen zu säubern und die Ferkel einzusammeln, wurden mittels Stoppuhr gemessen. Die ermittelten Zeiten wurden auf eine Einheit umgerechnet, so daß die Zeiten für ein Ferkel, eine Sau bzw. einer Bucht vorliegen.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programmpaket SAS. Insgesamt wurden bei hierbei 66 Sauen und ihre 755 Ferkel berücksichtigt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Verhalten der Sauen

Das Verhalten der Sauen ist unterteilt in Aktiv, wozu das Stehen und Sitzen gezählt wird, und in Passiv, welches die Liegepositionen Bauch-, Schräg-, und Seitenlage beinhaltet. In der Bewegungsbucht sind die Sauen signifikant aktiver. Dieser Unterschied beträgt während der 16-stündigen Beobachtung 34 Minuten. Bei der Betrachtung der verschiedenen Liegepositionen fällt auf, daß die Sauen gute 1,5 Stunden länger am Tag die Seitenlage einnehmen. Der Kastenstand schränkt die Sauen ein, sich ungehindert in die Seitenlage zulegen, so daß die Tiere in diesem Haltungssystem nicht deutlich die Seitenlage bevorzugen, sie verbringen ebenso lange in der Seitenlage wie in der Schräglage (Tabelle 1).

Tabelle 1: Least Square Means (LSM) und Standardfehler (SE) der beobachteten Aktivitäten in Abhängigkeit vom Haltungssystem (9795 Einzelbeobachtungen)
Least Square Means (LSM) und Standarderror (SE) of the observed activities depending on the housing system

	Bewegungsbucht (n=578 Stundenmittelwerte)		Kastenstand (n=562 Stundenmittelwerte)		
	LSM	SE	SE	LSM	t Test
Aktiv (%)	18,76	0,83	15,11	0,82	**
Passiv (%)	81,24	0,83	84,89	0,82	**
Stehen (%)	13,92	0,74	9,69	0,82	**
Sitzen (%)	4,84	0,44	5,42	0,43	n.s.
Seitenlage (%)	52,06	1,43	43,63	1,41	***
Bauchlage (%)	1,64	0,24	0,66	0,23	**
Schräglage (%)	27,54	1,26	40,60	1,29	***

n.s. = nicht signifikant, ** = $P < 0,01$, *** = $P < 0,001$

Bei der Anzahl an Positionswechsel zwischen Aktiv und Passiv kann zwischen den Haltungssystemen kein Unterschied festgstellt werden (Tabelle 2). Bei zwölf möglichen Wechseln in der Stunde wechselten die Sauen beider Haltungssysteme an den beiden Tagen vor der Geburt zwei- bis dreimal stündlich ihre Position, nach dem Abferkeln fand dieser Wechsel weniger als einmal pro Stunde statt.

Die Sauen in der Bewegungsbucht hatten die Möglichkeit Drehungen von 180° durchzuführen. An dem Tag vor der Geburt nutzten die Tiere diese Möglichkeit am häufigsten, durchschnittlich 1,5 Drehungen pro Sau und Stunde werden beobachtet (Tabelle 3).

Tab. 2: Anzahl von Positionswechsel zwischen Aktiv und Passiv innerhalb einer Stunde (maximal zwölf Wechsel pro Stunde möglich)
Number of position changing between active and passive in one hour (maximum score: twelve changings)

	Positionswechsel pro Stunde				
	Bewegungsbucht (n=578)		Kastenstand (n=562)		
Tag	LSM	SE	SE	LSM	t-Test
2 Tage a.p. (n=108)	2,07	0,16	2,44	0,19	n.s.
1 Tag a.p. (n=107)	2,86	0,16	3,05	0,17	n.s.
1 Tag p.p. (n=153)	0,86	0,14	0,56	0,16	n.s.
2 Tage p.p. (n=130)	0,80	0,15	0,68	0,16	n.s.

n.s. = nicht signifikant, a.p. = ante partum, p.p. = post partum

Tab. 3: Anzahl der 180° Drehungen und Positionswechsel in der Bewegungsbucht je Sau pro Beobachtungsstunde (maximal zwölf Drehungen pro Stunde möglich)
Number of 180° turn and postition changing in the farrowing crate per sow in one obseration hour maximum score: twelve turns)

	180° Drehungen /Stunde	
Tag	Mittelwert	Standardabweichung
2 Tage a.p. (n=108)	0,92	1,26
1 Tag a.p. (n=107)	1,67	1,79
1 Tag p.p. (n=153)	0,46	1,01
2 Tage p.p. (n=130)	0,45	1,03

a.p. = ante partum, p.p. = post partum

Aufgrund der höheren Anzahl von Positionswechsel in beiden Haltungssystemen und 180° Drehungen in der Bewegungsbucht zeigt sich das Sauen an den Tagen vor der Geburt ein größeres Aufgrund der höheren Anzahl von Positionswechsel in beiden Haltungssystemen und 180° Drehungen in der Bewegungsbucht zeigt sich, daß Sauen an den Tagen vor der Geburt ein größeres Verlangen nach Bewegung haben als nach der Geburt.

Produktionsleistung

In der Tabelle 4 sind die Absetzgewichte und die erzielten Zunahmen während der Säugeperiode korrigiert auf das Geburtsgewicht aufgeführt. In der Bewegungsbucht liegen die Zunahmen der Ferkel um 366 g höher als im Abferkelstall. Dieser Unterschied konnte statistisch abgesichert werden.

Hinsichtlich der gesamten Ferkelverluste unterscheiden sich die Systeme nicht voneinander, bezüglich der Verlustursache verenden in der Bewegungsbucht signifikant mehr Ferkel aufgrund von Erdrückungen durch die Sau, im Kastenstand sterben hingegen mehr an Lebensschwäche. Die in der Bewegungsbucht verendeten Ferkel wiegen gut 200 g mehr als die im Kastenstand. Verendete Ferkel, deren Muttertier im Kastenstand steht, sterben im Mittel 2,4 Tage nach der Geburt, die verendeten Ferkel, die in der Bewegungsbucht geboren werden, sterben im Mittel erst 3,1 Tage nach der Geburt (Tabelle 5).

Tab. 4: Least Square Means (LSM) und Standardfehler (SE) vom Absetzgewicht und von der Gewichtszunahme in Abhängigkeit vom Haltungssystem
Least Square Means (LSM) und Standarderror (SE) of the weight at weaning and weight gain depending on the housing system

	Bewegungsbucht (n = 382)		Kastenstand (n =347)		
	LSM (g)	SE (g)	LSM (g)	SE (g)	t-Test
Absetzgewicht	6599,94	86,74	6233,92	92,91	**
Zunahmen	5091,92	86,74	4725,91	92,91	**

** = P<0,01

Tab. 5 : Least Square Means (LSM) und Standardfehler (SE) des Gewichtes der toten Ferkel, der Zunahmen bis zum Tod und des Todestages in Abhängigkeit vom Haltungssystem
Least Square Means (LSM) und Standarderror (SE) of weight of death piglets, weight gain until death and day of dying depending on the housing system

	Bewegungsbucht (n= 58)		Kastenstand (n=53)		
	LSM	SE	LSM	SE	t-Test
Gewicht (g)	6136,08	69,84	5913,56	71,75	**
Zunahmen (g)	4607,05	69,84	4384,53	71,75	**
Todestag (d)	3,11	0,58	2,40	0,61	n.s.

n.s. = nicht signifikant, ** = P < 0,01

3.1 Arbeitszeitbedarf

Hinsichtlich der benötigten Arbeitszeiten können zwischen den beiden Buchtentypen signifikante Unterschiede festgestellt werden. Das Füttern einer Sau in der Bewegungsbucht dauert 15 Sekunden länger als im Kastenstand. Die um 27 Sekunden geringere Reinigungszeit pro Bewegungsbucht gegenüber dem Kastenstand kann vermutlich auf Selbstreinigung durch Bewegung der Sau und damit verbunden Durchtritt des Kotes zurückgeführt werden. Das Einsammeln der Ferkel zwecks Behandlungen dauert in der Bewegungsbucht deutlich länger.

Im Vergleich zum Kastenstand wird pro Ferkel die doppelte Zeit benötigt, um diese einzusammeln. Dieser Unterschied ist auf die Konstruktion des Kastenstandes zurückzuführen. Flüchten die Ferkel in den Aufenthaltsbereich der Sau, muß die einsammelnde Person in diesen hineinsteigen, was mit zusätzlichen Zeitaufwand verbunden ist (Tabelle 6).

Tab 6: Least Square Means (LSM) und Standardfehler (SE) der Arbeitszeiten für das Füttern einer Sau, der Reinigung einer Bucht und das Einsammeln eines Ferkels
Least Square Means (LSM) und Standarderror (SE) of working hours for feeding one sow, cleaning one farrowing crate/pen and gather one piglet

	Bewegungsbucht		Kastenstand		
	LSM (sec)	SE (sec)	LSM (sec)	SE (sec)	t-Test
Füttern der Sauen (n=173)	36,38	0,81	21,13	0,85	***
Reinigung der Bucht (n=38)	15,42	0,50	42,08	1,06	***
Einsammeln der Ferkel (n= 45)	14,76	0,95	7,69	1,17	***

***= $P < 0{,}001$

4 Literatur

AUMAITRE, A. und LE DIVIDICH, J. (1984): Improvement of piglet survival rate in relation to farrowing systems and conditions. Annales de Rech. Vet. **15**, 173-179.

KUNZ, H. J. (1986): Abgangsursachen bei Ferkeln und Sauen. Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierverhalten der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Heft 32.

5 Summary

In pig production the number of weaned piglets is the most important economical number. The high crushing rate of nursed pigets led to the development of farrowing crates, which restrict sows in their movements and with these crates piglet losses due to crushings are supposed to be minimized. In this paper the conventional farrowing crate is compared with a farrowing pen without confinement of the sow. In the following a comparison concerning the behaviour of sows, productivity and working hours is made.

Results show that sows housed in farrowing pens spent more time in active positions like walking, standing and sitting. Less time of the day the sows were lying in their pens. There could no significantly difference between total piget losses be observed, but in the farrowing crates more piglet losses were due to crushing by sows, whereas in the farrowing crates more losses were due to runts. In the farrowing pens more working time is needed for feeding the sows and collecting the piglets.

Gruppenhaltung für tragende Sauen - Ergebnisse eines IGN-Seminars zur ethologischen Bewertung verschiedener Haltungssysteme (Grouphousing of pregnant sows - Results of a workshop on ethological evaluation of different housing systems)

BEATE BÜNGER

Institut für Tierzucht und Tierverhalten der FAL Braunschweig, Mariensee, Institutsteil Trenthorst/Wulmenau, 23847 Westerau

1 Einleitung

Die Gruppenhaltung tragender Sauen wird seit mehreren Jahren in den Staaten der Europäischen Union und in der Schweiz vom Gesetzgeber und den Verbrauchern befürwortet oder sogar durch die vorgeschriebene Möglichkeit zur motorischen Bewegung während der Zwischensäugezeit direkt oder indirekt gefordert (z.B. Schweinehaltungsverordnung, Deutschland, 1995; Vereinbarung über den Schutz von Nutztieren in der Landwirtschaft, Art. 15a BV-G, Österreich, 1995; Tierschutzverordnung, Art. 22 u. 22a, Schweiz ,1997)

Dabei spricht der Gesetzgeber jedoch nur ganz pauschal von Gruppenhaltung, ohne weitere Differenzierungen vorzunehmen, beispielsweise hinsichtlich der Größe der Sauengruppen, der anzuwendenden Fütterungstechnologie oder der zuzubilligenden Raumgröße. Das erweckt den Eindruck, daß schon allein mit der Haltung der Sauen in Gruppen alle Anforderungen an eine tiergerechte Unterbringung erfüllt würden. Es verwundert daher nicht, daß in den einzelnen Staaten bereits sehr unterschiedliche Gruppenhaltungsysteme existieren und weitere erprobt werden. Vergleichende wissenschaftliche Untersuchungen zu unterschiedlichen Gruppenhaltungssystemen für tragende Sauen, aus denen die konkreten Vor- oder Nachteile abzuleiten sind, fehlen. Der Aufwand dafür wäre auch als sehr hoch einzuschätzen und bedürfte eines länderübergreifenden Projektes der Staatengeneinschaft der Europäischen Union.

Um die bereits vorliegenden umfangreichen praktischen Erfahrungen mit stark differierenden Gruppenhaltungssytemen auszunutzen, wurde von der Internationalen Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN) ein Workshop initiiert, der im September 1998 an der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irdning, Österreich, stattfand und an dem 13 Experten (Landwirte, Tierärzte, Biologen, Ethologen bzw. Verfahrenstechniker) aus 6 europäischen Ländern teilnahmen[1].

---

[1] **H. Bartussek**, Fed. Res. Inst. of Agriculture in Alpine Regions, BAL Gumpenstein, Irdning, **Austria**; **B. Bünger**, Fed. Agricult. Res. Ctr., Braunschweig, FAL, Inst. of Anim. Sci. & Anim. Behav., Mariensee/Trenthorst, **Germany**; **S. A. Edwards**, Scott. Agricult. College, Anim. Biol. Div., Aberdeen School of Agriculture, SAC, Aberdeen, Scotland, **United Kingdom**; **B. Haidn**, Bavar. Res. Ctr. of Agricult. Engineering of the Techn. Univ. of Munich, Freising,; **K. Hjelholt-Jensen**, Dan. Inst. of Agricult. Sci., Res. Ctr. Foulum, Tjele, **Denmark**; **F. Krispel**, President of the Vet. Chamber of Styria, St. Johann-Eichberg, **Austria**; **G. van Putten**, Inst. of Anim. Sci. & Health (ID-DLO), Lelystad, **Netherlands**; **A. Steiger** (Chairman), Swiss Fed. Vet. Office, Bern, **Switzerland**; **J. Troxler**, Univ. of Vet. Med., Inst. of Anim. Husbandry & Anim. Welfare, Vienna, **Austria**; **R. Weber** & **B. Wechsler**, Swiss Res. Inst. of Agricult. Economics & Engineering, Ctr. for proper housing of ruminants and pigs, FAT, Tänikon, **Switzerland**; **H.M. Vermeeer**, Res. Inst. for Pig Husbandry, Rosmalen, **Netherlands**; **R. Wiedmann**, Governm. Committee Tübingen, Dept. of Agriculture, Div. Anim. Production, Tübingen, **Germany**

Ziel dieses Workshops war es, ein generelles Bewertungsschema für die Fülle unterschiedlicher Gruppenhaltungssyteme von Sauen zu entwickeln, um jedes einzelne System nach einem einheitlichen Vorgehen analysieren sowie spezifisch die Vorzüge und Mängel aufzeigen zu können. Konsens bestand von Anfang an bei allen Experten, daß die Tiergerechtheit der Haltungssysteme am ehesten anhand ethologischer Kriterien einzuschätzen ist.

Grundlage und Prüfstein für dieses zu entwickelnde generelle Bewertungsschema waren 16 ausgewählte, stark differierende Haltungssysteme für Sauen (Tab. 1), die in den entsprechenden Ländern gesetzlich zugelassen sind sowie in der Praxis oder unter Forschungsbedingungen bereits längere Zeit angewendet und von den Experten untersucht bzw. intensiv betreut wurden. Bei diesen Gruppenhaltungen handelte es sich um 8 Systeme für kleinere Gruppen mit manueller Fütterung (Systeme 1 bis 8) und 8 weitere (Systeme 9 bis 16) für Großgruppen mit Fütterung über eine oder mehrere elektronische Futterstationen (EFS). Für sämtliche Gruppenhaltungssysteme wurden ein ordentliches Management, eine ausreichende und ausgewogene Ernährung sowie das Fehlen gesundheitlicher Beeinträchtigungen vorausgesetzt, da solche Einflüsse nicht in die Bewertung eingehen sollten. Neben der ethologischen Bewertung wurde weiterhin auch das Managementrisiko der einzelnen Haltungssysteme (mit gering, mittel, hoch) von jedem Teilnehmer eingeschätzt.

2 Verhaltenskriterien für die Bewertung von Gruppenhaltungssystemen

Der erste Schritt für die Erarbeitung eines möglichst generell anwendbaren Bewertungsschemas war die Auswahl stark differierender Gruppenhaltungssysteme, die Beschaffung einer möglichst detaillierten Charakterisierung der Haltungsbedingungen durch die jeweiligen Experten in Wort und Bild (jeweils ein Grundriß des Stalles sowie eine verbale Beschreibung über Gruppengröße, Haltungs- und Fütterungsbedingungen, Rotationszyklen der Sauen bzw. bauliche Merkmale), die Verteilung dieser Einzelbeschreibungen an sämtliche Workshopteilnehmer und der Vorschlag von möglichen Verhaltenskriterien zur Bewertung der Haltungssysteme. Alles das fiel in die intensive 2monatige Vorbereitungsphase für den Workshop, deren Koordination in dankenswerter Weise von Herrn van Putten mit viel Engagement übernommen wurde.

Der zweite Schritt erfolgte zu Beginn des Workshops und war eine umfassende Diskussion darüber, welche Funktionskreise mit welchen Schlüsselworten wie bewertet werden können. Schnelle Einigung wurde darüber erreicht, welche Funktionskreise zur ethologischen Bewertung heranzuziehen sind (Tab. 2). Als schwieriger erwies sich die Auswahl geeigneter Schlüsselworte für jeden Funktionskreis, da hierbei in diesem internationalem Gremium eine einheitliche Auffassung zu den inhaltlichen Begriffsdefinitionen notwendig war sowie die vielfältigen und durchaus differierenden praktischen Erfahrungen der Experten mit Haltungsbewertungen nach ethologischen Kriterien verallgemeinert werden mußten. Das Ergebnis dieser Auswahl ist in Tabelle 2 dargestellt.

Mit den aufgeführten 7 Funktionskreisen werden die hauptsächlichsten artspezifischen Verhaltenbereiche von Sauen erfaßt und anhand der einzelnen Schlüsselwörter kritisch hinterfragt. Verhaltensweisen, die zum Funktionskreis der Reproduktion zu zählen sind, wurden nicht in das allgemeine Bewertungsschema aufgenommen, da sie vor bzw. nach der Gruppenhaltung der tragenden Sauen auftreten. Die Schlüsselworte sind auf die wesentlichsten Kriterien beschränkt worden, die entsprechend den beobachteten Verhaltensmerkmalen

eindeutig einschätzbar sind. Dadurch wird eine Verallgemeinbarkeit ermöglicht und die eigentliche Bewertung so einfach wie nur möglich gestaltet, ohne die Aussagekraft zu mindern. Eine Erweiterung der Schlüsselwortliste (Tab. 2) erscheint jedoch durchaus möglich, wenn mit diesem Bewertungsschema weitere Erfahrungen in der ethologischen Einschätzung anderer Gruppenhaltungssysteme für Sauen vorliegen.

3 Bewertung der Gruppenhaltungssyteme anhand von Schlüsselworten für verschiedene Funktionskreise und für eine Gesamtaussage

Der dritte Schritt bei der Erarbeitung eines möglichst generell anwenbaren Bewertungsschemas war die Einigung darüber, wie die eigentliche Bewertung entsprechend der Schlüsselworte für jeden Funktionskreis sowie nach der Bedeutung oder Aussagekraft jedes Verhaltensbereiches für das Gesamtsystem zu erfolgen hat. Dabei sollten die Bewertungen für die Schlüsselworte bzw. die Funktionskreise so einfach und so übersichtlich wie nur möglich sein und dennoch die Erfahrungen bzw. Auffassungen jedes einzelnen Teilnehmers exakt und differenziert darstellen. Dieser Widerspruch wurde gelöst, indem klare Bewertungsskalen der Schlüsselworte und Funktionskreise mit 2 Wichtungsebenen kombiniert wurden, eine entsprechend der Schlüsselwortbewertungen für jeden Funktionskreis sowie eine zweite entsprechend der Aussagekraft jedes einzelnen Verhaltensbereiches für die Gesamtaussage zur Tiergerechtheit.

Das erwies sich in der praktischen Bewertung[2] als einfach und sinnvoll. Für jedes Schlüsselwort konnte der Wert von 1 bis 3 vergeben werden. Dabei bedeutete 1 = „schlecht oder nicht möglich", 2 = „genügend" und 3 = „gut bzw. sehr gut". Jeder Funktionskreis wurde desweiteren insgesamt eingeschätzt und zwar mit einer Bewertung von 1 bis 5. Dabei stand eine 1 für „ungenügend" und 5 für „sehr gut". Diese Bewertungen sind klar, einfach und verständlich. Je mehr Punkte die Schlüsselworte und Funktionskreise erhielten, desto besser sind sie im Sinne der Tiergerechtheit einzuschätzen. Differenzierte verbale Aussagen werden so zu mathematisch einfachen und vergleichbaren Bewertungspunkten.

Es ergibt sich aus einer einfachen Mittelwertsberechnung, daß nur eine hohe Punktzahl für jedes Schlüsselwort zu einer guten bis sehr guten Bewertung des gesamten Funktionskreises führen kann. In der ersten Wichtungsebene war es jedoch jedem einzelnen Bewerter möglich, einen Funktionskreis auch schlechter zu bewerten, als es der Mittelwert aus den Schlüsselwortbenotungen angezeigt hat, wenn er entsprechend seiner persönlichen Erfahrungen und Kenntnisse der Ansicht war, daß die negative Bewertung für ein bestimmtes Schlüsselwort einer positiven Gesamteinschätzung des Funktionskreises widerspricht. Inhaltlich bedeutet diese erste Wichtungsebene, daß gravierende Mängel eines Haltungssystems sichtbar bleiben und nicht durch positive Bewertungen anderer Schlüsselworte wettgemacht werden können.

Die zweite Wichtungsebene wurde eingeführt, um die Aussagekraft der einzelnen Verhaltensbereiche für eine Gesamtaussage zur Tiergerechtheit eines Haltungssystems über alle 7 Funktionskreise zu berücksichtigen. Diese Wichtungsfaktoren für die Funktionskreise wurden aus dem Zentralwert der Wichtungsfaktor-Vorschläge der 13 Workshop-Teilnehmer gebildet. So ergaben sich für den Funktionskreis Sozialverhalten der Faktor 5, für das

---

[2] An dieser Stelle möchte ich mich im Namen aller Teilnehmer herzlich bei **Frau Tina Leeb** bedanken, die uns freundlicherweise bei der praktischen Bewertung mit der Übertragung der 16x13 Ergebnisbögen in den PC und bei deren Zusammenfassung unterstützt hat.

Futteraufnahmeverhalten der Faktor 4, für das Ausruhverhalten der Faktor 3, für das Eliminationverhalten, das Komfortverhalten und das Explorationsverhalten jeweils der Faktor 2 sowie für das Lokomotionsverhalten der Faktor 1. Aus den Bewertungspunkten für die einzelnen Funktionskreise ließ sich nach der Multiplikation mit den angegebenen Wichtungsfaktoren ein Summenwert für jedes Haltungssystem errechnen. Auf diesem Weg war es möglich, sowohl die einzelnen Funktionskreise bei verschiedenen Haltungssystemen zu vergleichen, als auch jedes Haltungssystem insgesamt zu bewerten. Inhaltlich bedeutet diese Vorgehensweise, daß sich die ethologische Bewertung der Tiergerechtheit eines Haltungssystems nicht nur in einer Punktzahl analog einer Schulnote sublimiert, sondern daß auf den ersten Blick auch die konkreten Vorzüge und Mängel eines Haltungssystems erkennbar sind.

4 Anwendung des entwickelten ethologischen Bewertungsmaßstabs auf 16 stark differierende Gruppenhaltungssysteme

Der zweite Teil des Workshops bestand darin zu prüfen, ob und inwieweit sich die methodischen und inhaltlichen Vorüberlegungen für eine Tiergerechtheitsbewertung in praxi realisieren lassen, d.h., ob und inwieweit sich das entwickelte Bewertungsschema (Tab. 2) bei der konkreten Anwendung auf 16 ausgewählte, stark differierende Haltungssysteme für Sauen (Tab. 1) bewährt.

Die Vorgehensweise hierbei bestand darin, daß jedes der 16 Haltungssysteme von einem damit vertrauten Experten in einem Referat ausführlich vorgestellt wurde und die Haltungsbedingungen von den 13 Bewertern eingehend erörtert und hinterfragt werden konnten, bevor die einzelnen Schlüsselworte und Funktionskreise von jedem Teilnehmer nach seinen Erfahrungen und Kenntnissen eingeschätzt wurden. In dieser Phase zeigte sich die gute 2monatige Vorbereitung des Workshops, da alle Teilnehmer sich bereits längere Zeit mit den verschiedenen Gruppenhaltungssystemen vertraut machen konnten und daher bei der Erörterung mit gezielten Fragen die jeweiligen Haltungs- und Fütterungsbedingungen sowie die Verhaltensäußerungen der Sauen sehr kritisch hinterfragen konnten.

Eine ausführliche Darstellung der 16 Gruppenhaltungssysteme und deren detaillierter Bewertung der verschiedenen Funktionskreise wird in einem Bericht erfolgen (IGN-Working Group: „Group Housing of Pregnant Sows", BAL-Berichte, Fed. Res. Inst. Agric. in Alpine Regions, BAL Gumpenstein, Irdning, Austria, 1999) An dieser Stelle soll nur festgestellt werden, daß die vorgenommene Tiergerechtheits-Bewertung erhebliche Unterschiede zwischen den Haltungssystemen deutlich offenbart hat. Das wird beispielsweise an der Häufigkeit negativ beurteilter Schlüsselworte ersichtlich. Deren Minimum lag bei 0 (vorbildliches Haltungssystem) und das Maximum bei 12 (mangelhaftes oder stark verbesserungswürdiges Haltungssystem). Von den 16 Haltungssystemen wurden hinsichtlich der Tiergerechtheit insgesamt 7 als gut bzw. sehr gut (Mängelzahl 0-3, Punktzahl >70), 6 als befriedigend bzw. mangelhaft (Mängelzahl 4-6, Punktzahl >60... <70) und 3 als schlecht (Mängelzahl >6, Punktzahl <60) eingeschätzt. Das entwickelte ethologische Bewertungsschema hat sich damit in praxi bewährt.

5 Tabellen

Tab. 1: Kurzcharakterisierung der 16 Gruppenhaltungssyteme für tragende Sauen (Short characterization of 16 grouphousing systems for pregnant sows)

1	Stabile Gruppe mit n = 12, Teilperforierte Einraumbucht, 2/3 Beton- & 1/3 Spaltenboden 2,2 m^2/Sau, Fußbodenfütterung, geringe Mengen Strohhäcksel als Beifütterung, keine Einstreu, kein Rauhfutter
2	Stabile Gruppe mit n = 4-6, Gruppenbildung im System, 3-Flächenbucht, geschützte Liegefläche mit Stroh 1,2 m^2/Sau, Dungareal Spaltenboden 1,9 m^2/Sau, Einzelfreßstände auf Beton, Einzelfütterung, Rauhfutter aus Einzelraufen
3	Stabile Gruppe mit n = 6, 2-Flächenbucht, kombinierter Liege-Freßbereich in Einzelfreßständen auf festem Grund, Liegefläche ohne Einstreu 1,2 m^2/Sau, Dung-/Lauffläche auf Spaltenboden 1,5 m^2/Sau, Einzelfütterung, kein Rauhfutter
4	Stabile Gruppen mit n = 6-8, Gruppenbildung für 3 h in separatem Bereich, Gruppenstabilisierung über 21 d in Besamungsbucht, 2-Flächenbucht, feste Liegefläche mit Fußbodenheizung und Biofixfütterung 1 m^2/Sau, Dung-/Lauffläche auf Spaltenboden 1,1 -1,3 m^2/Sau, geringe Menge Sägemehl oder Strohhäcksel auf der schrägen Liegefläche, keine weitere Einstreu, kein Rauhfutter
5	Stabile Gruppe mit n = 8, Gruppenbildung im System, 2-Flächenbucht, Liegeareal mit Stroheinstreu und Gruppentrog mit Freßblenden im Gebäude, Liegefläche 1,2 m^2/Sau, überdachte Dung-/Lauffläche im Freien 1,9 m^2/Sau, Gruppenfütterung über 1 Trog, kein zusätzliches Rauhfutter
6	Stabile Gruppe mit n = 8, Freilandhaltung, 500 m^2/Sau Bewegungsareal, Schlafhütten mit Stroheinstreu, Liegefläche 1,1 m^2/Sau, verschließbare Einzelfreßstände, Suhle, Bäume als Schattenspender, Flächenwechsel alle 120 d, keine Nasenringe, kein zusätzliches Rauhfutter
7	Stabile Gruppe mit n = 20, Gruppenbildung im System, Liegefläche auf wärmegedämmten Betonestrich mit wenig Strohmehleinstreu 1 m^2/Sau, Dungareal mit Spaltenboden ca. 0,6 m^2/Sau , Fütterung in Einzelfreßständen, zusätzlich Maissilage zur Sättigung
8	Stabile Gruppe mit n = 24, Gruppenbildung im System, Liegebereich mit Tiefstroheinstreu 1 m^2/Sau, überdachter Futterbereich und planbefestigte Dung-/Lauffläche im Freien 1,2 m^2/Sau, Fütterung in Einzelfreßständen, kein zusätzliches Rauhfutter
9	Rotierende Gruppe mit n = 40, stabile Untergruppen mit n = 8-10, Bildung der Untergruppen über 21 d im Besamungsbereich, Untergruppe hat Kontakt durch Gitter zur 40er Gruppe, 4 geschützte Liegeflächen mit Stroheinstreu 0,8-1,0 m^2/Sau, tägliche Einstreu, Dung-/Lauffläche auf Beton 2,9 m^2/Sau, Außenauslauf auf Beton 1 m^2/Sau, 1 EFS, Futterbeginn 06:00, Futter nach Alter und Trächtigkeit, ad lib. Rauhfutter in 2 Raufen
10	Dynamische Gruppe mit n = 100, alle 7 d kommen n = 6-8 dazu, vor Eingliederung 7 d in Trainingsbucht mit eigener EFS, Liegeareal mit Tiefstreu 2,1 m^2/Sau , Strohgabe alle 7 d, Dungareal auf Beton 0,2 m^2/Sau, Sucheber ist in Sauengruppe, 3 EFS, Futter nach Kondition und Trächtigkeit, Futterbeginn 16:00, kein zusätzliches Rauhfutter
11	Dynamische Gruppe mit n = 500, alle 7 d kommen n = 25-30 dazu, vor Eingliederung Training mit eigener EFS, Liegefläche mit Tiefstreu im Gebäude 2,6 m^2/Sau, Strohgabe täglich oder alle 2 d, Lauf-/Dungfläche im Freien auf Beton 2,1 m^2/Sau, Sucheber ist in Sauengruppe, 10 EFS, Futterbeginn 06:00, , kein zusätzliches Rauhfutter
12	Dynamische Gruppe mit n = 80-200, Eingliederung neuer Tiere alle 7 oder 14 d ohne vorherige Gruppenbildung, Liegefläche mit Stroheinstreu 1,3 m^2 /Sau, Dung-/Lauffläche mit teilweisem Spaltenboden 1,2 m^2 /Sau, 2 EFS, Futterbeginn um 00:00, kein zusätzliches Rauhfutter
13	Rotierende Gruppe mit n = 40, stabile Untergruppen mit n = 10, Gruppenbildung im separaten Raum über 30 d, 4 geschützte Liegeboxen mit Stroheinstreu 1 m^2 /Sau, Einstreu täglich, Dung-/Lauffläche auf Spaltenboden 1,7 m^2 /Sau, Eber in Einzelbox, Bodenfütterung im Liegebereich, Rest des Konzentrats über 1 EFS, Futterbeginn um 06:00, kein zusätzliches Rauhfutter
14	Rotierende Gruppe mit n = 40, stabile Untergruppen mit n = 10, Gruppenbildung im separaten Raum über 30 d, 4 geschützte Liegeboxen auf Beton ohne Einstreu 0,9 m^2 /Sau, Dung-/Lauffläche auf Spaltenboden 1,6 m^2 /Sau, Eber in Einzelbox, 2mal /d Bodenfütterung von Maissilage im Liegebereich, Konzentrat über 1 EFS entsprechend Kondition, kein Rauhfutter
15	Rotierende Gruppe mit n = 30, stabile Untergruppen mit n = 15, Gruppenbildung nach Absetzen für 3 h im separaten Stall, Gruppenstabilisierung während 42-d-Haltung in Besamungsbucht, Zusammenstallung von 2 Untergruppen alle 21 d, Einstreu geringer Mengen von Häckselstroh oder Holzspänen auf festen Liegebereich 1 m^2 /Sau, Dung-/Lauffläche auf Spaltenboden 1 m^2 /Sau, 1 EFS, kein Rauhfutter
16	Dynamische Gruppe mit n = 40, Neueingliederung periodisch nach Besamung, Liegefläche mit Tiefstroheinsteu 1,3 m^2 /Sau, Dung-/Lauffläche im Freien 1,4 m^2 /Sau, 4 überdachte EFS im Außenauslauf, Fütterungsbeginn morgens, Rauhfutter in einer Raufe

Tab. 2: Funktionskreise und Schlüsselworte zur ethologischen Bewertung von Gruppenhaltungssystemen für tragende Sauen (Behavioural domains and key-words for ethological evaluation of grouphousing systems for pregnant sows)

BEHAVIOURAL DOMAIN FUNKTIONSKREIS	NR.	KEY-WORDS / SCHLÜSSELWÖRTER
SOCIAL BEHAVIOUR SOZIALVERHALTEN	1	social hierarchy / soziale Rangordnung
	2	stabilized social bounds / stabilisierte soziale Bindungen
	3	physical contact / Körperkontakt
	4	space for body-language / Raum für Körpersprache
FEED INTAKE BEHAVIOUR NAHRUNGSAUFNAHME- VERHALTEN	5	simultaneous meals / gleichzeitiges Fressen
	6	structured roughage / Rauhfutter mit Struktur
	7	sufficient drinkers (ad lib.) / genügend Tränken (ad lib.)
	8	adequate individual rations / geeignete individuelle Fütterung
RESTING BEHAVIOUR AUSRUHVERHALTEN	9	survey from lying area / Übersicht aus Lager
	10	protected lying area / geschützte Liegefläche
	11	straw / adequate bedding / Strohmatratze, geeignete Einstreu
	12	adequate space and access / ausreichend Platz & Zugang
ELIMINATIVE BEHAVIOUR AUSSCHEIDUNGSVERHALTEN	13	separated adequate elimination area / getrennter & geeigneter Kotplatz
	14	good grip on floor in elimination area / gutgriffiger Fußboden am Kotplatz
COMFORT BEHAVIOUR & THERMOREGULATION KOMFORTVERHALTEN & THERMOREGULATION	15	rubbing brushes or other adequate devices / Bürsten oder andere Einrichtungen zur Hautpflege
	16	adequate possibilities to keep warm / genügend Möglichkeiten zur Erwärmung
	17	adequate possibilities to keep cool / genügend Möglichkeiten zur Abkühlung
EXPLORATORY BEHAVIOUR ERKUNDUNGSVERHALTEN	18	access to outside area / Auslauf ins Freie
	19	possibilities for exploration / Erkundungsmöglichkeiten
	20	knowledge of the environment / Wahrnehmung der Umwelt
LOCOMOTORY BEHAVIOUR LOKOMOTION	21	adequate space / ausreichend Platz
	22	adequate flooring / stand- & trittsicherer Fußboden

6 SUMMARY

During a workshop made up of 13 European experts, a general ethological evaluation scheme was developed to assess animal wellbeing for pregnant sows kept in groups. The assessment scheme was comprised 7 behavioural domains (within which there were 22 key words) and a weighting factor of 1 - 5 indicating the importance of each domain for wellbeing. This evaluation was applied as a model test to 16 very different housing systems (8 systems for small groups with 4-24 animals; 8 systems with electronic feeders for large groups with 30-500 animals). The results clearly illustrated the advantages and disadvantages of this evaluation of each behavioural domain and housing system.

Vergleichende Bewertung konventioneller und alternativer Verfahren der Schweinehaltung unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit

Comparative evaluation of conventionel and alternative systems of keeping pigs under special consideration of animal health.

BREMERMANN, NINA[1], KAUFMANN, OTTO[1]

[1] Humboldt-Universität zu Berlin, Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät, Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Technik in der Tierhaltung, Phillipstr. 13, 10115 Berlin

1. Einleitung

1.1. Problem

Ein aktuelles und wichtiges Problem bei der Haltung von Schweinen ist die immer stärker werdende Diskrepanz zwischen den Produktionsbedingungen und den Ansprüchen der Verbraucher an die Produktqualität.
Diese gehen inzwischen über die sensorische Fleischqualität hinaus und orientieren sich mehr an dem Bedürfnis nach unbelastetem Fleisch. Außerdem ist eine stärkere Sensibilisierung der Öffentlichkeit für die Tiergerechtheit von Haltungssystemen festzustellen. Das bedeutet, daß neben den üblichen Qualitätsparametern, die für das Fleisch gelten, auch die Art und Weise wie die Tiere gehalten und behandelt werden für den Verbraucher den Charakter eines qualitätsbestimmenden Merkmals erhält.
Aus diesem Grund scheint die gegenwärtig häufig praktizierte Trennung zwischen Produkt- und Produktionsqualität überdenkenswert zu sein. So besteht unter anderem die Befürchtung bei vielen Verbrauchern, daß die Produktsicherheit insbesondere dadurch gefährdet wird, daß die Tiere mit Leistungsförderern in Form von Fütterungsantibiotika gemästet und mit einem hohen Medikamenteneinsatz gegen die verschiedensten Krankheiten behandelt werden müssen.

1.2 Zielstellung

Das Ziel der eigenen Arbeit besteht darin, Alternativen zu den herkömmlichen Produktionsbedingungen zu entwickeln. Um Grundlagen für die Gestaltung von alternativen Haltungssystemen zu finden, wird ein Verfahrensvergleich durchgeführt, in dem zwei extreme Haltungsformen verglichen werden. Einerseits die konventionelle Stallhaltung mit klimatisierten Stallgebäuden, Spaltenboden und einstreulosem Abferkelstall und andererseits die Freilandhaltung.
Es soll untersucht werden, welche Einflüsse von diesen unterschiedlichen Verfahren auf:

- Tiergesundheit,
- Tiergerechtheit
- Mastleistungen und Futterverbrauch
- Schlachtleistungsmerkmale

ausgehen.
Aus den Ergebnissen sollen Schlussfolgerungen für die Gestaltung von angepassten Systemen für Schweinehaltung abgeleitet werden.

2. Methodik

2.1. Versuchsaufbau

Die Untersuchungen werden insgesamt an ca. 400 Schweinen durchgeführt.
Es sind vier Versuchsdurchläufe zu verschiedenen Jahreszeiten durchgeführt worden Dabei wurden alle Entwicklungsabschnitte der Schweine untersucht.
Bei allenTieren wurde Futter ohne Leistungsförderer verwendet. Die Schwänze wurden nicht kupiert.
Jede Versuchsgruppe besteht aus 12 Sauen, wovon 50 % im Stall und 50 % im Freiland abferkeln. Nach 28 Tagen Säugezeit werden die Ferkel abgesetzt. Dabei wechselt die Hälfte der Ferkel für die Aufzucht und Mast die Haltungsform. Die andere Hälfte verbleibt in der gewohnten Haltung.
Daraus ergeben sich für den Zeitraum der Mast vier Versuchsgruppen (siehe Abbildung 1):

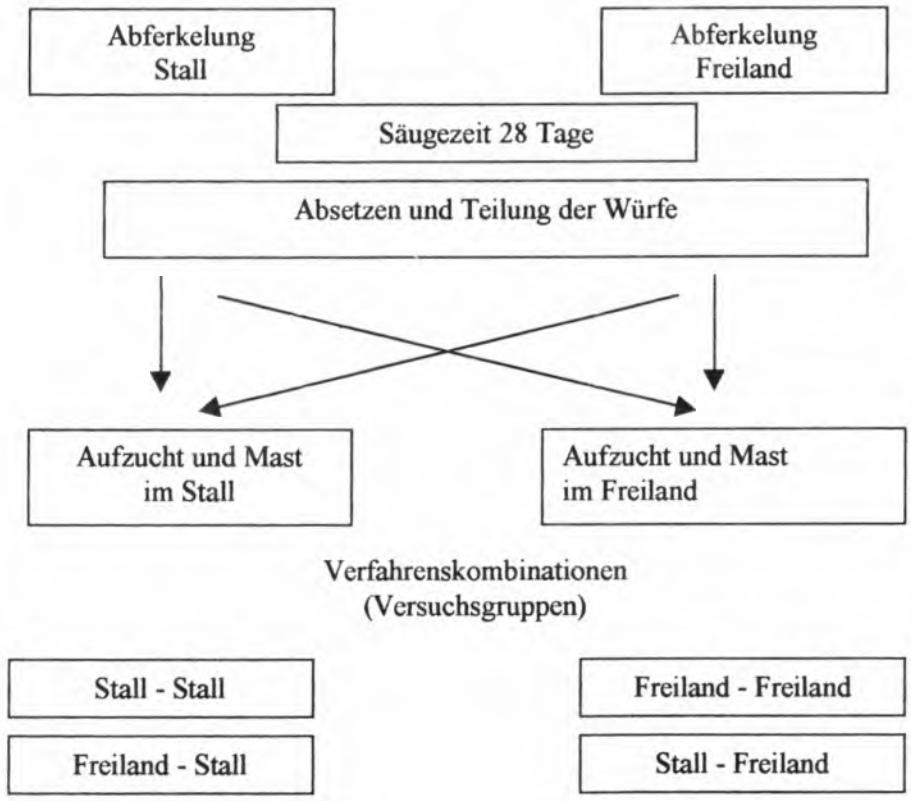


Abb. 1: Versuchsgruppen/ test model

Die Schweine werden vom Abferkeln bis zum Schlachten zu bestimmten Zeitpunkten auf

- Erkrankungen
- Lebendmasseentwicklung
- Futterverbrauch
- Verhaltensweisen
- Schlachtleistungen

untersucht.

Dabei werden übliche Methoden der Parametererfassung und –bewertung genutzt.

3. Erste Untersuchungsergebnisse und Diskussion

Die Analyse der Tiergesundheit wurde für die Abschnitte Abferkel- und säugeperiode, Aufzucht und Mast vorgenommen (siehe Abbildungen 1, 2 und 3).

Die Ferkelverlustrate im Stall (siehe Abbildung 1)von 22 % erklärt sich neben den Erdrükkungsverlusten vor allem aus Erkrankungen der Sauen (Schwergeburten, Gesäugeentzündung mit Milchmangel, Mastdarmvorfall, Verletzungen). Im Freiland beziehen sich die Verluste von 14 % dagegen eindeutig auf Erdrückungen. Die Ursache dafür liegt scheinbar vor allem in der Gestaltung der Abferkelhütte. Vor dem Abferkeln wühlen die Sauen im Rahmen des „Nestbauverhaltens" den Sandboden so auf, daß eine Vertiefung entsteht, so daß die Ferkel unter der Sau erdrückt werden können. Dieser Gefahr müßte man mit Hilfe eines festen Hüttenbodens entgegenwirken. Während der Säugezeit traten bei den Ferkeln keine Erkrankungen der inneren Organe auf, im Stall litten jedoch 8 % der Tiere an Technopathien.

Die Analyse der Lebendmasseentwicklung bei den Saugferkeln ergab keine Unterschiede.

Die durchschnittliche tägliche Lebendmassezunahme lag bei den Stallferkeln bei 208 g/Tier, bei den Freilandferkeln bei 211g/Tier. Das durchschnittliche Absetzgewicht betrug in beiden Haltungsformen 7,5 kg.

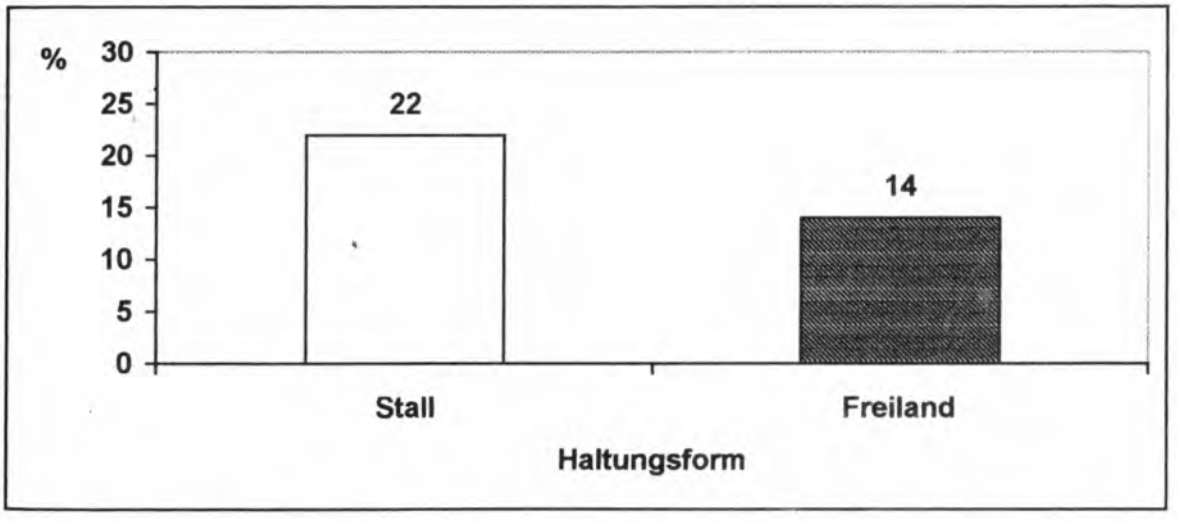


Abb.1: Verluste in der Säugezeit/ Losses in the suckling

Die Aufzuchtperiode (siehe Abbildung 2) stellt in diesem Versuch eine kritische Phase für die Tiere dar, da sie neben dem Absetzen von der Mutter für die Hälfte der Ferkel auch ein Umsetzen in eine andere Haltungsform bedeutete.

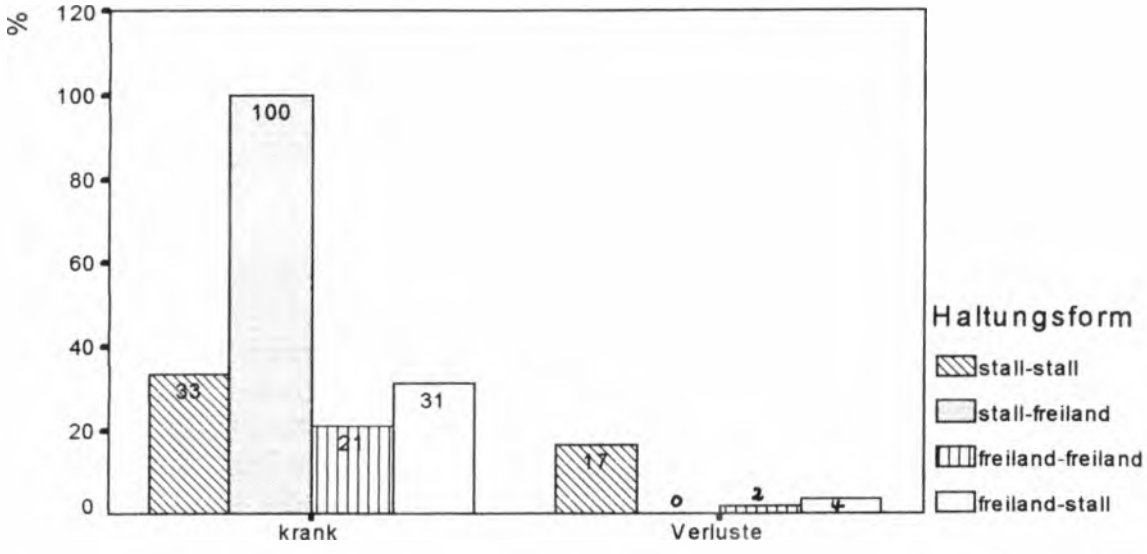


Abb.2: Morbidität und Verluste in der Aufzuchtperiode / Morbidity and losses in the breeding period

Wenn man zuerst die beiden Gruppen betrachtet, die in ihrer gewohnten Umgebung geblieben sind, zeigt sich bei den im Stall gehaltenen Tieren eine um 12 % höhere Erkrankungsrate und eine um 15 % höhere Verlustrate als bei den im Freiland lebenden.
Bei den Schweinen im Stall handelte es sich um Durchfall-, Atemwegserkrankungen und Lahmheiten durch Gelenksentzündungen.
Bei untersuchten Kotproben wurden vermehrt Colikeime nachgewiesen. Bei an Atemwegserkrankungen verendeten Tieren wurden hochgradige Lungenentzündungen festgestellt. Die Gelenksentzündungen in der Aufzucht stammten teilweise von schon während der Säugezeit entstandenen und durch den Spaltenboden verursachten Verletzungen der Ferkel.

Bei den im Freiland lebenden Schweinen handelte es sich zum größten Teil um Durchfälle, die wahrscheinlich diätetisch bedingt sind, da keine pathologischen Keime nachgewiesen werden konnten.
Bei feucht-kalter Witterung trat in einzelnen Fällen auch Husten auf, der jedoch unproblematisch zu therapieren war. Einige Tiere wiesen zeitweise Lahmheiten (Stauchungen, Zerrungen) auf, die durch harten unebenen Boden in den Ausläufen verursacht wurden.

Die höchste Morbiditätsrate von 100 % wiesen diejenigen Tiere auf, die nach dem Absetzen aus dem Stall ins Freiland umgestellt wurden, wobei meistens Durchfälle, seltener Atemwegserkrankungen vorkamen. Diese Erkrankungen traten unabhängig von der Witterung im Freiland auf. Die Erkrankungen waren allerdings unproblematisch und leicht zu behandeln.
Dagegen betrug die Morbiditätsrate der anderen, die Haltung wechselnde Gruppe (Freiland-Stall) nur 31 %. Damit lag sie ungefähr so hoch wie die Stall-Stall-Gruppe, wobei letztere eine wesentlich höhere Verlustrate aufwies.
Diese Ergebnisse lassen Rückschlüsse auf die Konditionierung der Ferkel während der Säugezeit zu. Die Erkrankungen der Stall-Stall -Ferkel waren schwerer zu bekämpfen, als die der Freiland-Stall-Ferkel, obwohl von der gleichen Pathogenität der Erreger ausgegangen werden kann.
Auch die um fast 70 % höhere Morbidität der im Stall geborenen Ferkel bei der Aufzucht im Freiland gegenüber den im Freiland geborenen Tieren bestätigt, daß die Tiere während der Säugezeit im Stall wahrscheinlich ein schlechteres Immunsystem aufbauen können, als die im Freiland gehaltenen Tiere.
Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen in der Aufzucht lagen bei der Stall-Stall-, der Stall-Freiland- und der Freiland-Stall-Gruppe bei 320-340 g/Tier. Die Freiland-Freiland Tiere haben dagegen in der Aufzucht Zunahmen von 430 g/Tier/Tag.

Die Erkrankungshäufigkeit in der Mastperiode (siehe Abbildung 3) ist bei der Freiland-Stall-Gruppe mit 39 % am höchsten, gefolgt von der Stall-Stall-Gruppe mit 28 % und der Stall-Freiland-Gruppe mit 7 %. Die Freiland-Freiland-Tiere erkrankten nicht .
Bei den beiden Mastgruppen im Stall handelte es sich zum Teil um durch Schwanzbeissen verursachte Wunden und Infektionen, sowie um Lahmheiten.
Auch bei der Stall-Freiland-Gruppe traten Lahmheiten auf, Schwanzbeissen wurde jedoch nicht festgestellt.

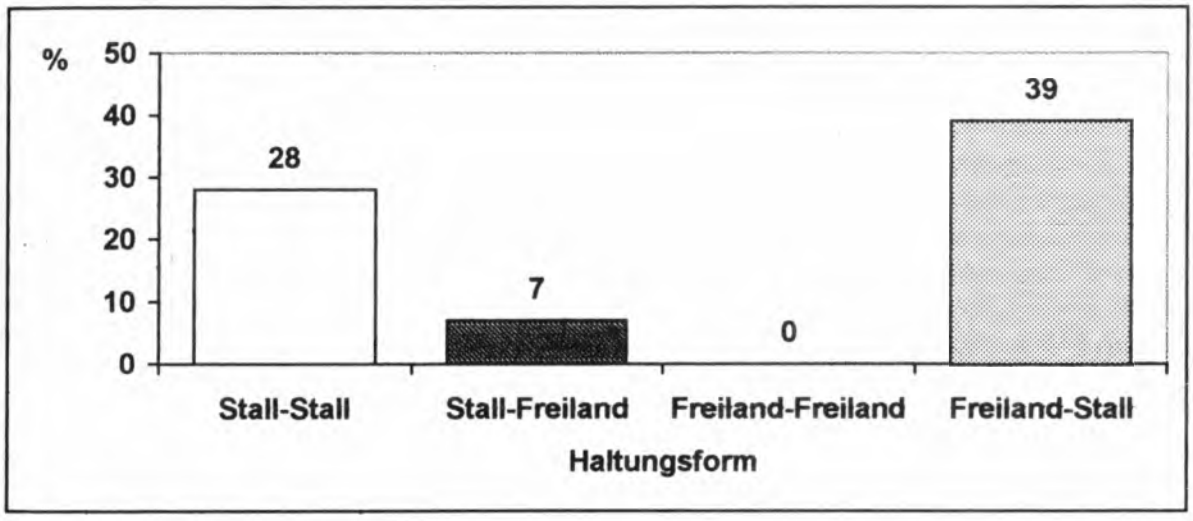


Abb.3: Morbidität in der Mastperiode / Morbidity in the fattening period

Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen während der Mast lagen bei allen vier Versuchsgruppen zwischen 790 und 810 g/Tier.

Literatur

EKESBO, I.. (1984): Methoden der Beurteilung von Umwelteinflüssen auf Nutztiere unter besonderer Berücksichtigung der Tiergesundheit und des Tierschutzes. Wien. tierärztl. Mschr. 71, 6/7, 186-19

HÖRNING, B. (1993): Freilandhaltung von Schweinen. In: Schweizer Tierschutz (Hg.): Nutztierhaltung im Freien- artgerecht und wirtschaftlich. (9. IGN-Tagung) Basel, 73-87

LINK, M.. (1993): Untersuchungen zur Auswirkung der Stall- und Hüttenhaltung von tragenden und säugenden Sauen auf ausgewählte klinische und physiologische Merkmale. Diss. Tierärztl. HSch. Hannover.

STOLL, P. (1992): Vergleich unterschiedlicher Mastformen bei Schweinen. Teil 1: Weideverhalten, Mast- und Schlachtleistungen. Landwirtschaft Schweiz, Bd.5, 523-527:

OLDIGS, B. (1994): Draußen läßt sich's gut leben. Hann. Land- und Forstwirtsch. Zeitung 147, Heft 10, 50-54.

PLONAIT, H. UND BICKHARDT, K. (1988): Lehrbuch der Schweinekrankheiten, Blackwell

RIST, M. (1981): Bewertungsvorschläge für tiergerechte Nutztierhaltungssysteme aufgrund veterinärmedizinischer, physiologischer und ethologischer Parameter. KTBL-Schrift 264, 31-234

SUMMARY

Within the framework of comparative surveys into the keeping of pigs in stables or in outdoor-facilities, the influence of different systems of keeping was examined on animals of the same litter.
Amongst other factors special attention was paid to animal health in this study.
The survey showed that animals born, breed and fattened in outdoor-facilities showed better parameters of health than those born, breed and fattened in the stable.

Application of methods for test construction to develope a concept of evaluation for pig farming

SCHAAL, ANDREAS[1], SCHWARZ, HANS-PETER[1] UND SEUFERT, HERMANN[1]

BEYER, SABINE[2] UND BIRGIT GOTTWALD[3]

[1] Institut für Landtechnik der Justus-Liebig-Universität zu Giessen, Braugasse 7, 35390 Giessen

[2] Bundesamt f. Veterinärwesen, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer u. Schweine, CH-8356 Tänikon

[3] Zentrum für Psychosomatische Medizin, Abt. Medizinische Psychologie, Friedrichstrasse 36, 35392 Giessen

1 Einleitung

In der landwirtschaftlichen Praxis, der dazugehörigen Beratung und der Wissenschaft, aber auch innerhalb dieser einzelnen Ebenen existieren mittlerweile recht gegensätzliche Ansichten zu den Themenkomplexen „tiergerechte oder artgemäße Tierhaltungssysteme. Wissenschaftliche Strategien zur quantitativen Beschreibung und zur Eingrenzung einer tiergerechten Tierhaltung erfordern in diesem Zusammenhang integrierte, interdisziplinäre Forschungskonzepte. Es werden hierdurch Wissenschaftsgebiete der Ethologie, Physiologie, Veterinärmedizin, Verfahrenstechnik, Betriebswirtschaft und Agrarwissenschaft gleichermaßen mit eingeschlossen. Die Anwendung methodischer Grundlagen der Testtheorie sollen in diesem Beitrag als eine neue Vorgehensweise zur Erstellung eines Bewertungskonzeptes vorgestellt werden.

2 Problematik

Unter der Bezeichnung Tiergerechtheitsindex, abgekürzt TGI (BARTUSSEK, 1988 und SUNDRUM et al., 1994), sind Beurteilungssysteme seit etwa einem Jahrzehnt im Rahmen von Markenprogrammen, Wettbewerben, als Beratungs- und Förderungsgrundlagen, in Österreich auch als ergänzende Rechtsgrundlage zur Umsetzung des Tierschutzgesetzes, im Einsatz. In der öffentlichen Diskussion gibt es einerseits Befürworter, die diese Konzepte bereits als geeignete Mittel zur Bewertung von Haltungsbedingungen ansehen aber andererseits auch Kritiker, die zu den TGI-Annahmen Verbesserungen, hinsichtlich Objektivität und Gültigkeit vorschlagen (BEYER, 1997). Ergebnisse aus Wahlversuchen, etwa der operanten Konditionierung, können in Zukunft zwar weiterhin derartige Bewertungsmodelle qualitativ aufwerten und versuchen zu objektivieren (VAN DEN WEGHE, 1994), doch deren praktische Umsetzbarkeit einerseits aber auch die Verwirklichung statistisch abgesicherter Objektivierbarkeit und Wiederholbarkeit bei der Anwendung andererseits ist nicht realisierbar. Weiterhin werden zur Beurteilung von Tierhaltungssystemen derzeit Bewertungskonzepte angewendet, die vorrangig eine Beurteilung aus Sicht des Tieres berücksichtigen. Belange des Menschen wie die Arbeitsplatzqualität und Betriebsmanagement bleiben gänzlich unberücksichtigt. Die bestehenden Bewertungkonzepte erscheinen diesbezüglich als ergänzungsbedürftig. Die Beachtung biologischer Bedürfnisse der Nutztiere ist dabei mit anderen wichtigen Zielsetzungen[1] in der Tierproduktion wie ein optimales wirtschaftliches Ergebnis; Realisierung spezieller Zielsetzungen (z.B. Hygienestandard); humane Arbeits- und Lebensbedingungen; geringe Umwelt-

[1] Vgl. SMIDT et al. (1992), Vorsitzender AG Tierschutz des Senats der Bundesforschungsanstalten des BMELF.

belastungen; schonen von Landschaft und Ressourcen und hohe Produktqualität in Einklang zu bringen. In Anbetracht der einschneidenden Folgemaßnahmen für Stallanlagen aus Beurteilungen (bzw. Beurteilungsversuchen) bisheriger Vorgehensweisen, ist die Anwendung wissenschaftlich anerkannter Testmethoden dringend von Nöten.

3 Konzeptionsansätze

In diesem Beitrag sollen folgende Anforderungen und Vorgaben zur Erstellung eines Bewertungskonzeptes (für Schweinehaltungssysteme) Berücksichtigung finden.

- **Integrität:** Berücksichtigung differenzierter und vielschichtiger Einflußfaktoren auf die Ausprägung von Merkmalen im Hinblick einer Beurteilung von Tierhaltungssystemen;
- **Praktikabilität:** Einfachheit in der Anwendung bei guter und einfacher Erfaß- und Meßbarkeit unter Berücksichtigung eines sinnvollen Verhältnisses zwischen Aufwand und Nutzen sowie der administrativen Durchführbarkeit und eine
- **Objektivierbarkeit** und **Wiederholbarkeit** bezüglich des Ergebnisses; Interpretation sowie **Aussagefähigkeit** für den vorgegebenen Zweck.

Bei der inhaltlichen Ausgestaltung des Bewertungskonzeptes ist das Haltungssystem als Ausgangspunkt für einen ersten Entwurf anzusehen. Das standardisierte Testverfahren wird in der nachfolgenden Abbildung vereinfacht dargestellt.

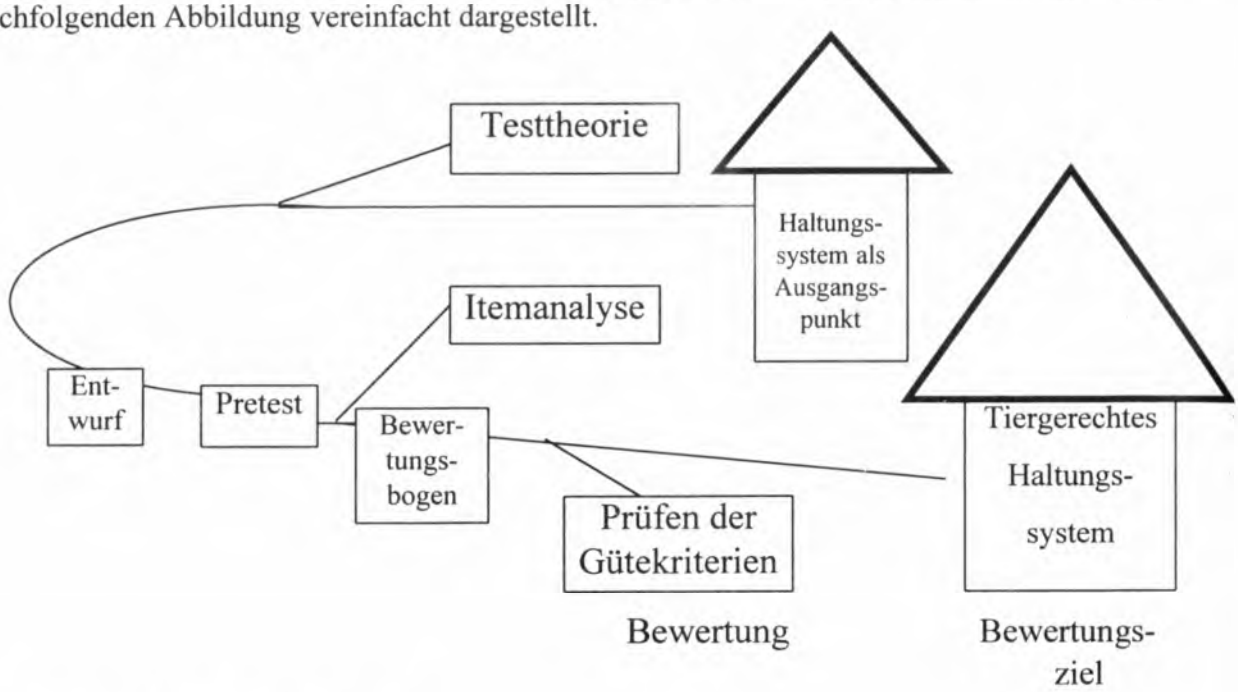


Abb. 1: Ablaufschema Bewertungskonzept

Bei einer Vorgehensweise, die in der Konzeption und in der Anwendung eines Bewertungskonzeptes spezielle, testtheoretischen Vorgaben nachhaltig berücksichtigt, werden nach BEYER (1997) in der Sozialwissenschaft bzw. Psychologie folgende Anforderungen an die Gütekriterien eines Testverfahrens gestellt:

- **Objektivität** (aus Durchführungs-, Auswertungs- und Interpretationsobjektivität);
- **Reliabilität** oder Reproduzierbarkeit (aus Paralleltest-, Retest-Reliabilität und der inneren Konsistenz) erstellt anhand von Testhalbierung bzw. Konsistenzanalyse und
- **Validität** oder Gültigkeit bzw. Aussagekraft (aus inhaltlicher, interner und externer Validität).

3.1 Methodische Grundlagen zur Erstellung und Anwendung von Bewertungsbögen

Die wissenschaftlich begründete Testkonstruktion, die den systematischen Aufbau von Leistungs- und Eignungstests beschreibt, hat in den letzten Jahrzehnten eine standardisierte Testkonzeption hervorgebracht, deren methodisches Vorgehen genau definiert ist. Mit der Testkonstruktion und den zugehörigen theoretischen Grundlagen liegt ein bewährtes Gesamtkonzept vor, das sich durch seine Allgemeingültigkeit anbietet, auch in anderen Fachgebieten eingesetzt zu werden, vor allem dann, wenn die Testobjekte empfindlich und nachhaltig davon betroffen werden. Die Theorie und Praxis der systematischen Testentwicklung sollen für die Überprüfung von Tierhaltungen (Hier: Schweinehaltungssysteme) angewandt und der Fragestellung entsprechend verändert und angepaßt werden. Ein **Test** ist ein wissenschaftliches Routineverfahren zur Untersuchung eines oder mehrerer empirisch abgrenzbarer Eigenschaftsausprägungen bzw. Persönlichkeitsmerkmale mit dem Ziel einer möglichst quantitativen Aussage über den relativen Grad der individuellen Merkmalsausprägung. Die Bedeutung eines Tests ist also hier in mannigfacher Weise eingeschränkt, was bedeutet, daß nicht jede beliebige zu diagnostischen Zwecken angestellte Untersuchung als Test gelten kann, sondern nur eine solche, die

- wissenschaftlich begründet ist und routinemäßig, also unter Standardbedingungen durchführbar ist;
- eine relative Positionsbestimmung des untersuchten Individuums innerhalb einer Gruppe von Individuen oder im Bezug auf ein bestimmtes Kriterium, z.B. Tiergerechtheit, ermöglicht und
- bestimmte empirisch und nicht etwa rein begrifflich, abgrenzbare Eigenschaften, Verhaltensdispositionen, Fähigkeiten, Fertigkeiten oder Kenntnisse prüft.

Ein Test im Sinne der gegebenen Definition hat die Aufgabe, als Hilfsmittel im Dienste einer angestrebten **Querschnittsdiagnose** Anwendung zu finden. Hierunter ist die Kennzeichnung des Einzelobjektes innerhalb einer Gruppe vergleichbarer Objekte hinsichtlich einer bestimmten Leistung oder einer bestimmten Eigenschaftsausprägung gemeint. Weiterhin ist der Test auch als Hilfsmittel einer **Längsschnittdiagnose** zu verstehen, womit die Feststellung von Merkmalsveränderungen innerhalb definierter Zeitspannen (Verlaufsprofil) bei Einzelobjekten oder Gruppen von Objekten gemeint ist. Die aufgeführten Möglichkeiten und Anwendungen eines Tests sind hinsichtlich einer Bewertung von Schweinehaltungssystemen ebenfalls nutzbar. Mittels der Querschnittdiagnose ist somit beispielsweise eine Stallanlage für in Bezug zu einer ausgesuchten Stichprobe (Projektbetriebe) einstufbar. Aufgrund der Längsschnittdiagnose, wo ein Haltungssystem zu verschiedenen Zeitpunkten bewertet wird, können, z.B. vorgenommene Veränderungen im Haltungssystem festgehalten werden. Somit können wiederum Verbesserungen -aber auch Verschlechterungen- hinsichtlich der Beurteilung von Tiergerechtheit im Zeitablauf erkannt werden.

3.2 Gütekriterien eines Tests

Ein guter Test soll als Hauptgütekriterien folgende drei Forderungen erfüllen: er soll objektiv, reliabel und valide sein. Daneben werden die Nebengütekriterien Normierung, Vergleichbarkeit, Ökonomie und Nützlichkeit überprüft. Hier wird nun ein Mangel der bestehenden Bewertungsschemata zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen deutlich. Weder Objektivität, Reliabilität noch Validität wurden in den bisherigen Bewertungskonzepten nach festgelegten, testtheoretischen Grundlagen untersucht.

3.2.1 Objektivität eines Tests

Die Objektivität mißt in diesem Zusammenhang den Grad der Unabhängigkeit der Testergebnisse vom Untersucher. Ein Test wäre demnach dann objektiv, wenn verschiedene Untersucher bei den selben Betrieben zu gleichen Ergebnissen gelangten. Hierbei spricht man auch von der „interpersonellen Übereinstimmung" der Untersucher. Als Maß der Objektivität bzw. der Unabhängigkeit kann der durchschnittliche Korrelationskoeffizient zwischen verschiedenen Bewertern für die gleiche Untersuchung herangezogen werden. Je nach Testphase unterscheidet man verschiedene Aspekte der Objektivität.
Die **Durchführungsobjektivität** betrifft den Grad der Unabhängigkeit der Testergebnisse von zufälligen oder systematischen Verhaltensvariationen des Untersuchers während der Testdurchführung, die zu Veränderungen der Testsituation führen können. Die sogenannte **Auswertungsobjektivität** betrifft die numerische oder kategoriale Auswertung des registrierten Testverhaltens nach vorgegebenen Regeln. Im Falle der Bewertung von Tierhaltungen ist eine vollkommene Auswertungsobjektivität verwirklicht, wenn kein Spielraum für Interpretationen bei der Auswertung (z.B: Auswertung mit Schablonen und Computern) besteht. Der dritte Aspekt der Objektivität wird als **Interpretationsobjektivität** bezeichnet. Die Interpretationsobjektivität ist dann gegeben, wenn aus den gleichen Auswertungsergebnissen gleiche Schlüsse gezogen werden. Die Interpretation wird um so objektiver, je genauer die Testinstruktionen den Bewerter lenken und in seinen Freiheitsgraden einengen. Ein hoher Grad an Objektivität ist eine logische Voraussetzung, um Genauigkeit und Gültigkeit eines Tests zu erzielen (in Anlehnung an BEYER, 1997). Wenn ein Test zur Bewertung der Tiergerechtheit nicht auf Objektivität überprüft ist, so werden zwei unterschiedliche Bewerter einen Betrieb unter Umständen vollkommen unterschiedlich bewerten.

3.2.2 Reliabilität eines Tests

Unter der Reliabilität (Wiederholbarkeit) oder Zuverlässigkeit eines Tests versteht man den Grad der Genauigkeit, mit dem er ein bestimmtes Persönlichkeits- oder Verhaltensmerkmal mißt, gleichgültig ob er dieses Merkmal auch zu messen beansprucht, welches eine Frage der Validität ist (LIENERT und RAATZ, 1994). Diese Genauigkeit betrifft lediglich den beobachteten Meßwert und nicht auch seinen Interpretationswert, also nicht die Frage, ob er auch das mißt, was er messen soll. Die Reliabilität ist um so höher, je genauer ein Merkmal durch Testergebnisse auf einer der Skalen lokalisiert wird und je mehr gleiche Resultate bei Wiederholungen vorliegen. Durch eine hohe Reliabilität sollen unterschiedliche, vor allem subjektiv begründete, Endergebnisse vermieden werden. Das Maß für die Reliabilität, der **Reliabilitätskoeffizient**, gibt an, wie gut die Ergebnisse über ein Merkmal, sofern sie unter gleichen Voraussetzungen gewonnen werden, übereinstimmen und reproduzierbar sind (nach BEYER, 1997). Wie bei der Objektivität, so müssen auch bei der Reliabilität eines Tests verschiedene Aspekte unterschieden werden. Jeder dieser Aspekte schließt einen anderen operationalen Zugang zu einer Bestimmung mit ein. Die **Paralleltest-Reliabiltät** wird in der Weise bestimmt, daß einer Stichprobe von Betrieben zwei miteinander vergleichbaren Tests vorgelegt und deren Ergebnisse korreliert werden. Die **Retest-Reliabilität** wird mittels Testwiederholungsmethode bestimmt (LIENERT und RAATZ, 1994), d.h., erneute Testung nach einem bestimmten Zeitintervall mit Korrelation der Ergebnisse. Der dritte Aspekt ist schließlich die **innere Konsistenz** eines Tests. Sie kann nach der Methode der **Testhalbierung** sowie nach der Methode der **Konsistenzanalyse** ermittelt werden.

3.2.3 Validität eines Tests

Die Validität eines Tests ist dann gegeben, wenn ein Merkmal in seinem für die Fragestellung wesentlichen Eigenschaften widergespiegelt wird. Statt Validität wird auch von Gültigkeit oder Aussagekraft gesprochen. Die Validität oder Gültigkeit eines Tests gibt den Grad der Genauigkeit an, mit dem dieser Test dasjenige Persönlichkeitsmerkmal oder diejenige Verhaltensweise, das (die) er messen oder vorhersagen soll, tatsächlich mißt oder vorhersagt (LIENERT und RAATZ, 1994). Ein Test ist also dann vollkommen valide, wenn die Ergebnisse des Tests eine unmittelbare und fehlerfreie Aussage über den Ausprägungsgrad des zu erfassenden Merkmals zulassen, wenn also der individuelle Testpunktwert eines Betriebes diesen auf der Merkmalsskala eindeutig lokalisiert. Ebenso wie bei Objektivität und Reliabilität können auch bei der Validität verschiedene Aspekte unterschieden werden. Die **inhaltliche Validität** besagt, daß der Test so beschaffen ist, daß die Testvorgaben das zu erfassende Merkmal optimal repräsentieren. Dieser Anteil der Validität wird einem Test nicht durch eine statistische Überprüfung, sondern in der Regel durch Expertenurteil, als Konsens der Kundigen zugebilligt (BEYER, 1997). Hieraus entsteht das Problem der Auswahlkriterien, nach denen der Expertenkreis gebildet wird. Durch das Experten-Rating entsteht die Möglichkeit, die vorhandene Objektivität des Tests durch einseitige Auswahl der Gutachter zu schmälern. Deshalb ist auf eine Ausgewogenheit bei der Auswahl der Experten zu achten. Eine objektive und damit bessere Validitätserfassung wird durch die im Folgenden eingegangene kriterienbezogene- oder **externe Validität** gewährleistet, da diese statistisch meßbar ist. Die interne oder Konstruktvalidität ergibt sich aus theoretischen Erwägungen und anschließenden empirischen Untersuchungen, die bestätigen, daß der Test ein bestimmtes Konstrukt tatsächlich erfaßt. Die Konstruktvalidität ist dann gegeben, wenn sich die Annahme über Ergebnisse des Tests anhand der Datenmatrix bestätigen lassen (BEYER, 1997). Zu diesem Zweck wird im allgemeinen die im Späteren näher erläuterte Faktorenanalyse herangezogen. Die Konstruktvalidität befaßt sich demnach mit Beschreibungsmerkmalen, die nicht in eindeutiger Weise operational erfaßbar sind, sondern einen theoretischen Charakter haben, welcher jedoch eine empirische Basis aufweist. Ein Test der z.B. den Ausprägungsgrad von Tiergerechtheit in einem Schweinehaltungssystem messen soll, hätte somit eine ausreichende Konstruktvalidität, wenn nachgewiesen wurde, daß das vom Test erfaßte Merkmal in genügender Übereinstimmung mit dem theoretischen Konstrukt der Tiergerechtheit in Schweinehaltungssystemen steht. Als weiteren Aspekt der Validität ist schließlich noch die **kriterienbezogene Validität** zu nennen. Diese Art der Validität wird auch als externe Validität bezeichnet, da zu ihrer Ermittlung ein sogenanntes Außenkriterium herangezogen wird. Die externe Validität ist, im Gegensatz zu den beiden schon genannten Validitätsaspekten, statistisch feststellbar. Ein Außenkriterium ist ein testunabhängiges Kriterium, das sich unmittelbar an dem untersuchten Merkmal orientiert und dessen Zulänglichkeit erfaßt und anerkannt ist. Es handelt sich also um die Korrelation mit einer Variable, die außerhalb dieses Tests ihre Validität unter Beweis gestellt hat und die eine Messung desselben Merkmals darstellt (BEYER, 1997). Je größer die Gemeinsamkeit des von Test und Kriterium erfaßten Merkmalsanteils, um so größer ist die kriterienbezogene Validität eines Tests. Andererseits ist diese um so geringer, je kleiner die Reliabilitätskoeffizienten ausfallen bzw. zu veranschlagen sind. Da die Überprüfung der Validität ein sehr komplexes Problem darstellt, wird diese in der Testpraxis dem Nachweis der formalen Brauchbarkeit des Tests nachgeordnet. Erst nachdem die Eignung des Tests als Instrument nachgewiesen ist, wird der schwierigere Prüfung der Validität durchgeführt.

3.3 Itemkonstruktion

Jede Testentwicklung beginnt mit einer theoretischen Vorstellung über die Merkmale, die der Test überprüfen soll. Um die hypothetischen Vorstellungen von einer Bewertung in eine anwendungsreife Testkonstruktion zu überführen, muß zunächst ein adäquater Aufgabentypus gewählt werden. Unter Aufgabentypus versteht man die Art und Weise, in der die Beantwortung einer Testaufgabe erfolgt. Sie ist für die Durchführung, Auswertung und Ökonomie eines Tests sehr bedeutsam. Die kleinste Beobachtungseinheit innerhalb eines Tests wird als **Item** bezeichnet. Ein Item setzt sich zusammen aus dem sogenannten Itemstamm, das können eine Aufgabe, Frage, Aussage oder Aufforderung zu einer Stellungnahme (bei Fragebogen) sein und dem Antwortformat einer Problemlösung oder Schlüsselantwort (bei Fragebogen). Mehrfach-Wahl-Antworten sind verbreitet, da sie sich gut eignen, die Gradausprägung des gesuchten Merkmals darzustellen. Sie geben der befragten Person die Möglichkeit, differenziert über die Itemaussage zu urteilen. Die Spanne der vorgegebenen Antwortvorgaben, die zum Messen eines Merkmals dient, hier z. B. 0 bis 4 Punkte, wird als Skala des Items bezeichnet. Gebundene Aufgabenbeantwortung bedeutet, daß dem Probanden mehrere Möglichkeiten, die ihrerseits festgelegt sind, für die Beantwortung vorgeschlagen werden, wobei er an diese „gebunden" ist.

Tab. 1: Beispiel für ein Item in Form einer Mehrfach-Wahl-Aufgabe

Nr.	Itemstamm: **Maximalaussage**	Antwortformat mehrstufige Itemskala					Itemstamm: **Minmalaussage**
	Stall- Nr.1[2]	4	3	2	1	0	
	Stall- Nr.2	4	3	2	1	0	
	Stall- Nr.3	4	3	2	1	0	
	Stall- Nr.4	4	3	2	1	0	

Tab. 2: Item Nr. 55: Hygiene (B.2 Tiergesundheitsmanagement)

55	Das Betreten der Stallungen ist nur über eine Hygieneschleuse möglich.						Ein Betreten der Stallungen ist jederzeit ohne größere Vorsichtsmaßnahmen möglich.
	Gesamtbetrieb	4	3	2	1	0	

Im Anschluß an die Pretestphase (vgl. hierzu Abb. 1) wird die Qualität der berücksichtigten Items mittels **Itemanalyse** bestimmt. Zum einen wird die Itemschwierigkeit berechnet, wobei eine mittlere Schwierigkeit (Normalverteilung) von 0,5 angestrebt wird. Zum anderen soll die Trennschärfe bestimmt werden, wo das jeweilige Einzelitemergebnis mit dem Gesamtbetriebsergebnis verglichen wird. Die Auswertung der beiden Qualitätskriterien zeigt einmal die Wichtigkeit der begleitenden **Testinstruktion** und sind zum anderen wichtige Indikatoren im Hinblick der Verständlichkeit der Itemformulierung.Hierzu ist Item Nr.55 (Hygiene) exemplarisch aufgeführt, wobei dem Bewerter wiederum die Möglichkeit gegeben sein muß, die gesamte Antwortskala (bei verschiedenen Betrieben) auszufüllen. Die Einarbeitung in das neue Bewertungskonzept setzt darüberhinaus eine ausgiebige **Beobachterschulung** voraus.

[2] Mindestens 25% der Tiere eines Betriebes müssen einem Haltungssystem zugeordnet sein (Stall Nr.1/2/3/4)

4 Zusammenfassung

In diesem Beitrag sollte die grundsätzliche Vorgehensweise zur Erstellung eines Bewertungskonzeptes für schweinehaltende Betriebe vorgestellt werden. Gesucht ist ein Bewertungssystem, daß

- Eigenschaften von Schweinehaltungssystemen objektiv erfaßt, dabei auf die Vielzahl und Differenzierungen von Haltungsverfahren in der Schweinehaltung anwendbar ist;
- auf Betrieben einsetzbar ist, welche verschiedene Haltungssysteme verwirklichen und dabei Bestandsmindestgrößen im Hinblick der Praxisorientierung berücksichtigen;
- definierte Merkmale erfaßt und keine technischen Details sowie tierbezogene Indikatoren, da diese schwierig zu überprüfen sind;
- praktikabel in der Anwendung durch z. B. ein einheitliches Antwortformat ist. Dem Beurteiler dabei trotzdem die Möglichkeit der Abstufung in der Beantwortung zu geben;
- eine möglichst hohe Wiederholbarkeit in seinen Aussagen erzielt und die gewonnenen Ergebnisse aufgrund der statistischen Auswertbarkeit Gültigkeit besitzen.

5 Literaturverzeichnis

BARTUSSEK, H. (1988): Haltung. In: HAIGER, A.; STORHAS, R. und H. BARTUSSEK: Naturgemäße Viehwirtschaft, Ulmer Verlag, Stuttgart.

BEYER, S. (1997): Konstruktion und Überprüfung eines Bewertungskonzeptes für pferdehaltende Betriebe unter dem Aspekt der Tiergerechtheit, Diss., Giessen.

LIENERT, G. UND U. RAATZ (1994): Testaufbau und Testanalyse, 5. Auflage, Beltz, Psychologie-Verlags-Union, Weinheim.

SMIDT, D. ET AL. (1992): Tierschutzbezogene Entwicklungen und Perspektiven in der Schweinehaltung. Statusbericht der Arbeitgruppe „Tierschutz" des Senats der Bundesforschungsanstalten des BML, Landbauforschung Völkenrode 42 Heft 4, S. 229-256.

SUNDRUM, A., ANDERSSON, R. UND G. POSTLER (1994): Tiergerechtigkeitsindex - 200: Ein Leitfaden zur Beurteilung von Haltungssystemen; S. 1-22, Köllen Druck und Verlag GmbH, Bonn.

VAN DEN WEGHE, H. (1994): Wettbewerbsfähige und umweltverträgliche Tierhaltung - Handlungsbedarf. In: KTBL Arbeitspapier 210 (KTBL Forum). S. 107-125.

6 Summary

The problem of animal safety in farming is of central importance within society and the undergoing public discussion for the acceptance of animal husbandry, in particular pig breeding. Under the premise of an enforced demand for evaluation of breeding systems with regard to economic aspects in combination with aspects of animal welfare, there shall be given a possibility to formulate a rather objective concept of evaluation. The following assumption, that a practicable concept of evaluation will equally support both a test of economy and an improvement of animal keeping shall be presented. For the application of the concept, criteria like objectivity, reliability, and validity are presupposed. The aim is to formulate a concept of evaluation of the single criterias, that equally effects animal welfare and success in producion. Having this in mind, there shall be searched for practicable method to proof and support the results in practice.

Assessment of the new feeedingsystem „dry-wet-feedingnipple“ especially from the point of view of the animals

Bewertung der Fütterungstechnik “Brei-Nuckel” insbesondere aus Sicht der Tiere

HESSE, DIRK [1], SCHWARZ, PETER [2], HENNING, MARTINA [3], BERK, ANDREAS [4]

[1] Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

[2] Institut für Landtechnik der Justus-Liebig-Universität zu Giessen, Braugasse 7, 35390 Gießen

[3] Institut für Tierzucht und Tierverhalten der FAL, Höltystr. 10, 31535 Mariensee

[4] Institut für Tierernährung der FAL, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

1 Einleitung

Sowohl aus ökonomischer Sicht als auch insbesondere aus Sicht der Umwelt könnte die tierindividuelle Fütterung bei Schweinen von besonderem Interesse sein. Zu diesem Zweck wurde schon vor einiger Zeit die von den Sauen bekannte Abruffütterung für wachsende Schweine weiterentwickelt. Diese Entwicklung konnte sich jedoch bisher insbesondere aus Kostengründen in der Praxis nicht etablieren (KLUßMANN,1996). Einen ganz neuen Ansatz stellt der sogenannte „Brei-Nuckel“ dar. Von 1995 bis heute wurden einige grundlegende Untersuchungen und Entwicklungen durchgeführt, deren wesentlichen Ergebnisse in diesem Beitrag diskutiert werden sollen.

2 Zur Entwicklung des Brei-Nuckels

In den USA gab es 1985 ein Patent auf eine Ausdosierung von Trockenfutter mittels eines Rohres. Von OLDENBURG (1993) ist auf der ersten internationalen Tagung Bau und Technik in der Nutztierhaltung in Gießen ein neuer Ansatz zur Flüssigfütterung von Schweinen mittels eines modifizierten Tränkenippels vorgestellt worden. Die Firma Mannebeck griff die Idee der troglosen Fütterung auf, und entwickelte den sogenannten „Brei-Nuckel“ zur Verabreichung von angefeuchtetem Trockenfutter. Im Jahre 1996 wurde er als DLG-anerkannte Neuheit ausgezeichnet. Die daraus weiterentwickelte Simultanfütterung „Fitmix“ wurde 1998 von der DLG als beachtenswerte Entwicklung anerkannt. Ebenfalls anläßlich der Euro-Tier 1998 haben diese Technik mehreren Fachzeitschriften als Maschine des Jahres 1999 prämiert. Mittlerweile besteht für diese Fütterungstechnik ein in Europa gültiges Patent.

Im Jahre 1995 wurden die ersten Prototypen des sogenannten „Brei-Nuckel“ in einem Praxisbetrieb und in der FAL installiert. Seit Mitte 1997 sind die ersten Brei-Nuckel für Sauen in der Praxis im Einsatz. Mittlerweile sind über 10 Betriebe damit ausgerüstet worden.

3 Zur Technik des Brei-Nuckels

Ziel der Entwicklung war neben der Möglichkeit einer tierindividuellen Fütterung die möglichst hygienische und verlustarme Darbietung des Futters, ähnlich der Milchaufnahme des Ferkels an der Zitze der Mutter.

Bei dem Brei-Nuckel gelangt das Futter von einem Vorratsbehälter über eine trichterförmige Mündung in ein darunter sitzendes Förderrohr. Das Förderrohr ragt, ähnlich wie ein Tränkenippel, leicht nach unten geneigt in die Bucht herein. Eine im Förderrohr befindliche Schnecke transportiert das Futter zur Nuckelöffnung, wo es vom Schwein aufgenommen wird. Bevor das Trockenfutter die Nuckelöffnung erreicht hat, wird eine regulierbare Wassermenge in das Futter eingespritzt und vermischt, dadurch ist die Konsistenz des Futters stufenlos von fließfähig bis pastös einstellbar. Vorzugsweise wird Schrot oder Granulat verwendet, es läßt sich aber auch pelletiertes Futter verabreichen.

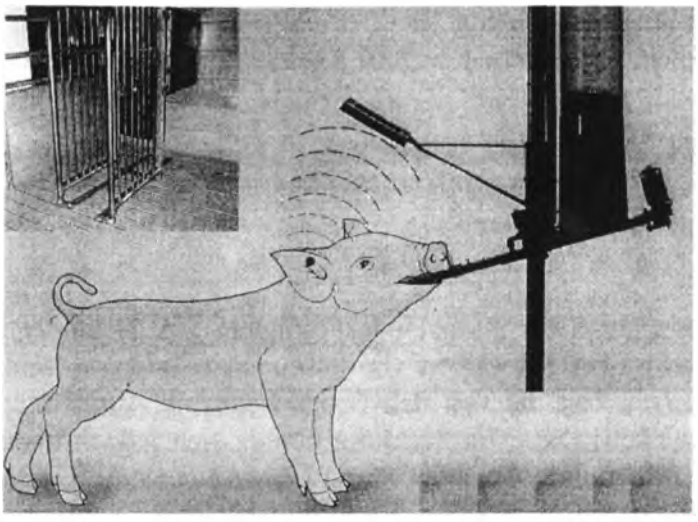


Abb. 1: Der Brei-Nuckel / The „dry-wet-feedingnipple" (Original Fa. Mannebeck)

Nimmt das Tier nun den Nuckel in die Schnauze (wie in Abbildung 1 zu sehen), drückt es dabei gleichzeitig mit der Rüsselscheibe auf eine Druckplatte, wodurch die Förderschnecke angeschaltet und das Wasserventil geöffnet wird. Im Förderrohr werden Futter und Wasser entsprechend der Vorgabe vermischt. Der Futterbrei gelangt durch den Nuckel direkt in die Schnauze des Schweines, daher kann auf einen Trog verzichtet werden.

Bei einer tierindividuellen Fütterung wird der am Tier befindliche Transponder mittels einer Antenne erkannt. Nach dem Erkennen wird dann die individuell eingestellte Futtermenge ausdosiert. Nicht abgeholte Futtermengen können in einer Alarmliste angezeigt werden, was eine Gesundheitskontrolle erleichtert. Insbesondere für wissenschaftliche Untersuchungen von besonderem Interesse ist eine zusätzliche Elektronik welche die Auswertung der Freßzeiten jedes einzelnen Tieres erlaubt.

Als Zusatzaustattung ist ein Mikrodosierer erhältlich. Es handelt sich um einen Vorrratsbehälter für Flüssigkeit, eine Mikropumpe mit Schalter und ein dünnes Rohr welches am unteren Ende des Nuckels endet. Mit Hilfe dieser Technik können Zusatzstoffe (z.B. Regumate) tierindividuell direkt ins Maul verabreicht werden.

Der Brei-Nuckel ist in der Höhe verstellbar, um ihn der Größe der wachsenden Mastschweine anzupassen. Für die Sauenfütterung kann der Nuckel mit einer speziellen Verschlußtechnik ausgerüstet werden. Eine Anlage zur farblichen Markierung ist ebenfalls erhältlich.

4 Material und Methode

Die Untersuchungen wurden als interdisziplinäre Projekte von drei FAL-Instituten (Bauforschung, Tierernährung und Tierzucht und Tierverhalten) und dem Institut für

Landtechnik der Universität Gießen angelegt. Es handelt sich um Vergleichs- und Wahlversuche unter einheitlichen Rahmenbedingungen, welche auf dem Gelände der FAL durchgeführt wurden. Unterstützt wurden die wissenschaftlichen Untersuchungen von den Firmen Helberg, Mannebeck, Möller und Schulz (Fancom). Sowohl die Tiere als auch das Futter wurden von der Raifeisen-Central-Genossenschaft Münster kostenlos zur Verfügung gestellt. Im Mittelpunkt der Untersuchungen standen Tierleistung und -gesundheit, das Tierverhalten sowie die Produktqualität. Auf eine ausführliche Darlegung der Versuchsbedingungen soll aus Platzgründen verzichtet werden, ist aber in MAROSKE (1997) und HESSE (1997) nachzulesen.

Die bisherigen Untersuchungen wurden bewußt nur mit Mastschweinen durchgeführt, da hier Vergleiche mit anderen Fütterungstechniken bei relativ hohen Tierzahlen und in relativ kurzer Zeit möglich waren. Insgesamt standen für die Untersuchungen in den Jahren 1996 bis heute 732 Tiere zur Verfügung, davon wurden 336 Tiere mittels des Brei-Nuckels versorgt.

5 Wesentliche Ergebnisse

Im Jahre 1996 wurden zunächst im Rahmen einer Voruntersuchung das Management der Fütterungstechniken Trocken- und Breiautomat sowie Brei-Nuckel optimiert. Desweiteren wurden Weiterentwicklungen zur Nuckelform und zur Freßplatzgestaltung durchgeführt. Anschließend konnte ein Durchgang mit ad libitum Fütterung absolviert werden. Im Jahre 1997 standen Fragen der tierindividuell rationierten Fütterung mittels Brei-Nuckel und der optimalen Tierzahl je Nuckel im Vordergrund. Mit Beginn des Jahres 1998 startete ein Wahlversuch mit der Frage welche Futterapplikationstechnik von den Tieren bevorzugt wird, der Brei-Nuckel oder ein herkömmlicher Brei-Automat. Seit dem Sommer werden drei Brei-Nuckel als Standardfütterungstechnik in Haltungsversuchen (Tiefstreu, Kistenstall, Schrägmist) eingesetzt.

Im Folgenden sollen einige wesentliche Ergebnisse aus den Untersuchungen zum Brei-Nuckel im Überblick dargestellt werden.

5.1 Tierleistung und Produktqualität

Bei tagesrationierter Fütterung lagen die täglichen Zunahmen beim Brei-Nuckel und Breiautomaten mit ca. 1000 bzw. 949 g höher (signifikant, $p<0,5$) als beim Trockenautomat (894 g). In dem folgendem Mastdurchgang erreichten die Tiere bei ad libitum Fütterung am Brei-Nuckel mit 954 g die höchste tägliche Zunahme, darunter lagen der Breiautomat mit ca. 948 g und der Trockenfütterungsautomat mit ca. 922 g.

Die Futterverwertung zeigte sich bei der rationierten Fütterung mit 1:2,65kg/kg beim Breinuckel als am Besten. Anders sah es beim Trockenautomat aus, hier hatten die Tiere mit 1:3,25 die schlechteste Futterverwertung. Der Breiautomat mit 1:3,15 rangierte dazwischen. Bei ad libitum Fütterung wurden am Brei-Nuckel eine Futterverwertung von 1:2,96, am Breiautomat von 1:3,09 und am Trockenautomat von 1:3,21 erzielt.

Mit Hilfe der Einzeltiererkennung zeigte sich, daß bis zu einem Viertel der Schweine zeitweise Futtermengen von bis zu 6 kg pro Tag aufnahmen, also weit mehr als sie in der Regel verwerten konnten. Dieser „Luxuskonsum" hatte eine weit schlechtere Futterverwertung dieser Schweine zur Folge, bei kaum beeinträchtigter Schlachtkörpern. Daher wurden im Jahre 1997 drei Mastperioden mit jeweils 27 Tieren je Fütterungstechnik durchgeführt, in welchen sowohl beim Trocken- als auch beim Brei-Automaten ad libitum gefüttert wurde. Beim Brei-Nuckel wurde die Möglichkeit der Einzeltierrationierung genutzt.

Tab. 1: Leistungs-, Qualitäts- und Verbrauchsdaten bei Ad Libitum Fütterung und bei tierindividuell rationierter Fütterung
Performance-, quality- and consumptiondata at ad libitum feeding and individual ration feeding

Untersuchung			Vergleichsversuch ad libitum			Vergleichsversuch ad libitum / tierindiv. rat.		
Technik			TA	BA	BN	TA	BA	BN
Mastdauer	MW	d	86	85	86	91	87	89
Endgewicht	MW	kg	112	112	113	110	114	113
Zunahmen	MW	kg /d	0,922	0,948	0,952	0,916	1,015	0,961
Futterverwertung	MW	1:x	3,21	3,09	2,96	2,96	2,75	2,89
Magerfleischanteil	MW	%	53	54	55	53	53	54
Wasserverbrauch	MW	l/d	7,5	6,7	5,1	7,8	6,5	5,6

TA = Trocken-Automat; BA = Brei-Automat; BN = Brei-Nuckel
tierindiv. rat. = tierindividuelle Rationierung (Begrenzung der max. Futtermenge je Tier)

In beiden Versuchen zeigten die Tiere von Brei-Automat und Brei-Nuckel im Vergleich zu den Tieren am Trocken-Automaten signifikant ($p<0,5$) höhere tägliche Zunahmen. Diese wirkten sich jedoch nicht absicherbar negativ auf den Magerfleischanteil aus. Die im zweiten Versuch durchgeführte Einzeltierrationierung hatte entgegen den Erwartungen negative Wirkung auf Tageszunahmen und Futterverwertung und erscheint somit wenig sinnvoll.

Den Tieren in der Bucht mit Trockenautomat und Brei-Nuckel standen je zwei Tränkenippel an der Buchtenwand für die Wasseraufnahme zur freien Verfügung; beim Breiautomaten waren es die zwei im Automaten installierten Tränkenippel. Die Messung des Wasserverbrauchs ergab bei den verschiedenen Fütterungstechniken sehr unterschiedliche Ergebnisse. Am Trockenautomaten verbrauchen die Tiere etwa einen Liter mehr Wasser als am Brei-Automaten. Am Brei-Nuckel wiederum brauchen die Tiere nochmals etwa einen Liter Wasser weniger je Tag.

5.2 Tierverhalten

Entscheidend für ein schnelles erlernen der Futteraufnahme bei Ferkeln (ca. 30kgLm) war offensichtlich die Form des Nuckels und die Art der Betätigung des Schiebers. Seitdem der Nuckel eine leichte Schräge hat und der Betätigungshebel oberhalb des Nuckels hängt, lernen die Tiere die Aufnahme des Futters am Brei-Nuckel etwa genauso schnell und einfach wie an einem herkömmlichen Brei-Automaten. Nur vier Schweine, und somit weniger als zwei Prozent, haben die Technik nicht erlernt und mußten aus den Versuchen genommen werden.

Bei den drei Fütterungsverfahren Trocken- und Brei-Automat sowie Brei-Nuckel kommen - Aggressionen oder Verdrängungen mit bis zu 3% der Gesamtaktivitäten in nur sehr geringem Maße vor, wenn es sich um ad libitum Fütterung handelt, das Tier-Freßplatzverhältnis optimal ist (z.B. etwa 1 zu 10) und das richtige Management (insbesondere Einstellung und Pflege der

Automaten) betrieben wird. Durch die Fütterungstechnik bedingte Beeinträchtigungen der Gesundheit konnten in keinem Fall festgestellt werden.

Der Trockenfutterautomat führt zu nächtlichem Fressen in der Nähe und oberhalb des Mittelwertes des Tages, und ist damit wenig tiergerecht. Die Begründung ist wahrscheinlich in der relativ langen Futteraufnahmezeit für das Trockenfutter zu suchen, welches insbesondere rangniedere Tiere zwingt nachts zu fressen. Der Breiautomat und der Brei-Nuckel ermöglichen eine deutliche Nachtruhe. Beim Brei-Automaten nutzen die Tiere die Technik zumeist, um sich das Trockenfutter mit Wasser zu Brei anzumischen, was die Futteraufnahme erleichtert. Beim Brei-Nuckel wird das Futter bereits angefeuchtet abgegeben.

Werden neun Tiere (bei einer mittleren Futteraufnahmemenge von etwa 3kg) über einen Brei-Nuckel versorgt, ist die Freßstelle etwa 6 Stunden und 57 Minuten je Tag in Nutzung, wobei je Einzeltier und Tag etwa 46 Minuten zur Futteraufnahme gebraucht werden. Bei einem Besatz von 18 Tieren an einem Brei-Nuckel ist Dieser etwa die Hälfte des Tages in Nutzung, wobei die mittlere Freßzeit mit 40 Minuten etwas niedriger liegt. Dann jedoch ist die Nacht- und Mittagsruhe etwas eingeschränkt, was aus Sicht des Tieres negativ zu beurteilen ist.

Insgesamt konnte das Wahlverhalten von 75 Mastschweinen in fünf Wiederholungen ausgewertet werden. Dabei hatten jeweils 15 Tiere die Wahl zwischen einem Brei-Nuckel und einem, mit etwa 60cm Abstand montierten, Brei-Automaten. Am Brei-Nuckel konnten die tierindividuellen Futtermengen ausgewertet werden. Am Brei-Automaten konnte mangels Einzeltiererkennung nur die Gesamtfuttermengen erfaßt werden.

Je Tier wurden im Mittel der fünf Mastperioden 2,64kg Futter je Tier und Tag aufgenommen. Davon nahmen die Tiere 1,58kg durch den Brei-Nuckel und 1,06kg durch den Brei-Automaten auf. D. h. für etwa 60% der Gesamtfuttermenge (Abbildung 2) wurde von den Tieren freiwillig der Brei-Nuckel zur Futteraufnahme genutzt und somit eindeutig bevorzugt.

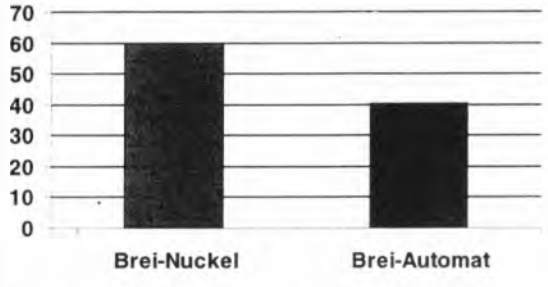


Abb. 2: Prozentualer Anteil an der Gesamtfuttermenge; Percentage of the total assets of food



Abb. 3: Prozentualer Anteil der Tiere je aufgenommener Futtermengen; Percentage of animals depending on daily feedintake

Die am Brei-Nuckel aufgenommenen Futtermengen lassen sich durch die Einzeltiererkennung weiter analysieren. Etwa 33% der Tiere (Abbildung 3) nehmen über 2kg Futter, und damit ihren ganzen bzw. überwiegenden Tagesbedarf, mittels des Brei-Nuckels auf. Weitere 42% nehmen ein bis zwei Kilogramm Futter je Tag über den Brei-Nuckel auf.

Lediglich 25 Prozent der Tiere nimmt ein Kilogramm und weniger Futter mittels dieser Technik auf. Nur vier Prozent dieser Tiere nahm kein Futter mittels des Brei-Nuckels auf.

6 Zusammenfassung und zukünftige Entwicklung

Die Erfahrungen –auch aus der Praxis- zeigen, daß die Funktionsfähigkeit und die -sicherheit mittlerweile sehr gut gegeben ist. Wenn auch nicht alle Tiere ihr Futter völlig verlustfrei aufnehmen, so kann doch auf eine Trogschale verzichtet werden. Eine tierindividuelle Fütterung ist sehr gut möglich. Um den Tieren ein relativ ruhiges Fressen zu ermöglichen sind Schulterblenden vorzüglich. Die optimale Tierzahl je Brei-Nuckel scheint bei etwa 15-18 Tieren zu liegen. Der Mikrodosierer ermöglicht eine tierindividuelle Applikation von Zusatzstoffen (z.B. Regumate) ohne Spritze bzw. zusätzlichen Arbeitsaufwand. In Wahlversuchen zeigte sich, das die Tiere völlig freiwillig weit mehr als die Hälfte des Futters durch den Brei-Nuckel aufnahmen. Der Brei-Nuckel kann somit als eine relativ tiergerechte und praxistaugliche Fütterungstechnik bezeichnet werden.

Im Bereich der Mastschweinehaltung dürfte das Gerät derzeit aus ökonomischen Gründen jedoch höchstens in der Forschung sinnvoll sein. In der Sauenhaltung ist der Brei-Nuckel sowohl für stabile Kleingruppen, als auch für stabile sowie für dynamische Großgruppen sehr gut geeignet (RATSCHOW, 1998). Bei Sauen wird eine Fütterung auf Zuchtkondition angestrebt. Wesentliches Merkmal ist hier die Rückenspeckdicke. Die Messung kann visuell und meßtechnisch erfolgen, ist aber sehr aufwendig. Für die Praxis von besonderer Bedeutung könnte daher eine automatische Konditionsfütterung sein. Für eine automatische Messung am Tier sind jedoch nach BICHMANN (1997) ruhig stehende Tiere absolut wichtig. Hier bietet der Brei-Nuckel ideale Voraussetzungen. Die Entwicklung einer automatischen Fütterung auf Zuchtkondition auf Basis des Brei-Nuckels dürfte somit vorzüglich und realisierbar sein.

7 Summary and future development

Practical experience shows that the operating ability and safety of dry-wet feeding nipples is now very good. Even through all animals do not consume their feed without waste, it is not necessary to place a collection bin under the nipple. An individual animal feeding is also possible. The micro-doser makes an individual dosage of additives, such as vitamins, possible for each animal without injections or other additonal labor. Between 15 and 18 animals per dry-wet feeding nipple appear to be optimal. In selected tests it was shown that the animals voluntarily consumed significantly more than half of their feed through the dry-wet feeding nipple. The dry-wet feeding nipple can thus be seen as a relatively animal-appropriate feeding technology.

Because the dry-wet feeding nipple equipment is so expensive, it is currently valuable only for use in research. The dry-wet feeding nipple is appropriate for sow-keeping for stable small groups as well as for stable and dynamic large groups (RATSCHOW, 1998). Feeding for improved breeding is important for sows. A significant point here is the amount of backfat. Measurements can be made either visually or technically but are very difficult. For this reason, practical automatic conditioning feeding is of special significance. For successful automatic measurement of the animals, the animals must stand completely still, according to BICHMANN (1997). The dry-wet feeding nipple is ideally suited to this application. The development of automatic feeding for breeding conditions on the basis of the dry-wet feeding nipple is very promising.

Die dem Beitrag zugrunde liegende Literatur kann beim Verfasser bezogen werden.

Einfluß der Stalltemperatur im Abferkelstall auf Tierertrag, Futteraufnahme, Energieaufwand und Verhalten von Sauen und Ferkeln

Influence of ambient temperature in farrowing units on animal yield, feed intake, energy input and behavior of sows and piglets

RUDOVSKY , ANNEROSE[1]; NITZER, HEIDRUN[2];
BÜSCHER, WOLFGANG[1]; VON BORELL, EBERHARD[2]

[1] Institut für Agrartechnik und Landeskultur, [2] Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik, Landwirtschaftliche Fakultät, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 06108 Halle (Saale)

1 Einleitung

Die Temperaturansprüche von Sauen und Ferkeln sind bekanntermaßen sehr unterschiedlich. Benötigen Ferkel nach der Geburt 32 °C Umgebungstemperatur, liegt die Optimaltemperatur für Sauen bei 15 bis 18 °C. Die Mehrzahl der Abferkelställe verfügt über eine regelbare Lüftung und Heizung des Stalles und der Ferkelnester. In der Praxis bestehen aber Unsicherheiten, wie hoch die Stalltemperatur trotz Zonenheizung ohne Nachteile für Sauen und Ferkel sein sollte. Während intensive Untersuchungen zur optimalen Gestaltung des Ferkelliegebereiches sowohl bezüglich der Fußbodenbeschaffenheit als auch zum Energieverbrauch durchgeführt wurden, liegen kaum Ergebnisse zum Einfluß der Stalltemperatur vor. In eigenen Untersuchungen wurde daher geprüft, ob und welchen Einfluß eine Stalltemperatur von 18 °C bzw. 24 °C auf das Wachstum und das Verhalten der Ferkel und Sauen, die Futteraufnahme der Sauen sowie den Energieverbrauch für die Lüftung, Raum- und Ferkelnestheizung ausübt.

2 Methode

In zwei Produktionsbetrieben wurden in 2 Versuchsdurchgängen je Variante geprüft, wie sich eine Stalltemperatur von 18 bzw 24 °C auf die angegebenen Parameter auswirkt. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Verfahrensgestaltung der Abferkeleinheiten. In jedem Versuchsdurchgang wurden folgende Daten erfaßt (Tabelle 2).
Die Zuchtdaten der Sauen wurden den betrieblichen Unterlagen entnommen.

Tab. 1: Verfahrensgestaltung in den Abferkeleinheiten
Process design in farrowing units

Position	**Betrieb A**	**Betrieb B**
Anzahl Abferkel-plätze je Einheit	67	24
Säugezeit	28 Tage	21 Tage
Aufstallung der Sau	Kastenstand, diagonal	Kastenstand , parallel
Ferkelnest	neben dem Kopf der Sau mit Abdek-kung, Polymerbeton	beidseitig neben dem Gesäuge der Sau ohne Abdeckung, Metall
Fußboden	Teilspaltenboden, Beton/ Kunststoff	Vollspaltenboden, Dreikantrost
Raumheizung	Warmwasser, Deltarohre Ölheizung	Warmwasser, Lamellenrohre Ölheizung
Ferkelnestheizung	elektrisch, einzeln geregelt	Warmwasser, Regelung der ge-samten Einheit
Lüftung	Zuluft über Seitenwandventile	Zuluft über Deckenventile
Fütterung der Sauen	Volumendosierer, 2 x täglich	
Fütterung der Ferkel	Trockenfutterautomat, 1 x täglich	keine Futtergabe
Entmistung	Rohrentmistungssystem	

Tab. 2: Datenerfassung / Data acquisition

Merkmal	**Dimension**	**Betrieb A**	**Betrieb B**
Stalltemperatur Außentemperatur rel. Luftfeuchte	°C °C %	stündlich über den gesamten Versuchs-zeitraum	
Ferkelnesttemperatur	°C	wöchentlich 10 bis 24 Nester	
Tierverhalten	24 Stunden / Woche	4 Würfe	8 Würfe
Lebendmasse der Sauen	kg / Sau	zur Ein- und Ausstallung	
Lebendmasse der Ferkel	kg / Ferkel	Einzeltierwägung zur Geburt und wö-chentlich bis zum Absetzen	
Futterverbrauch	kg / Sau	je Sau und Tag	
Wasserverbrauch	l / Sau und Wurf	täglich	täglich
Energie getrennt für Lüftung, Raum- und Ferkelnestheizung	kWh / Tag	täglich	

3 Ergebnisse

3.1 Außentemperatur und relative Luftfeuchtigkeit im Stall

Tabelle 3 enthält die durchschnittliche Außentemperatur, sowie die zu erheizende Temperaturdifferenz zwischen Außen und Innentemperatur. Letztere bestimmt den Heizenergiebedarf.

Tab. 3: Durchschnittliche Außentemperatur und Temperaturdifferenz
Average outdoor temperature and differnce to indoor temperatures

Durchgang	Außentemperatur °C		Temperaturdifferenz K	
	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb A	Betrieb B
1 : 24 °C	- 3,9	9,01	27,9	14,9
2 : 18 °C	0,2	2,4	17,8	15,6
3 : 18 °C	5,8	6,6	12,2	11,4
4 : 24 °C	13,3	7,7	10,7	13,0

3.2 Lebendmasseentwicklung der Sauen während der Säugezeit

Die säugenden Sauen haben während der 28 tägigen Säugezeit durchschnittlich 20 bis 40 kg Lebendmasse und bei 21 tägiger Säugezeit zwischen 21 und 35 kg, einschließlich Tracht, abgenommen. Trotz großer Unterschiede zwischen den Versuchsdurchgängen, war eine Abhängigkeit vom Temperaturregime nicht nachzuweisen. Die Tabelle 3 enthält die Lebendmasseentwicklung der Altsauen.

Tab. 4: Lebendmasseentwicklung der Altsauen (A = 28 Tage Säugezeit, B = 21 Tage Säugezeit)
Body weight development of multipararans sows

Durchgang	Einstallung		Verlust ($\bar{x}$)		Verlust (max.)	
	kg / Sau		kg / Sau		kg / Sau	
Betrieb	A	B	A	B	A	B
1, 24 °C	240	272	19,5	21,5	71	46
2, 18 °C	252	273	37,8	19,9	63	40
3, 18 °C	249	255	39,8	35,2	58	52
4, 24 °C	240	237	35,7	21,1	69	44

3.3 Lebendmasseentwicklung der Ferkel

Zu prüfen war, ob sich die Ferkel auch bei 18 °C Stalltemperatur und nicht abgedecktem Ferkelnest gut entwickeln können. Bei allen vier Versuchsdurchgängen war die durchschnittliche Wurfmasse mit 60,8 bis 62,8 kg sehr einheitlich. Dagegen ging mit steigender Anzahl Ferkel / Wurf die Lebendmasse der Ferkel am 21. Lebenstag zurück. Die Stalltemperatur hatte auch bei 28 Tagen Säugezeit darauf keinen nachweisbaren Einfluß. Beispielhaft ist das für die Altsauenferkel des zweiten Versuchsbetriebes aus Tabelle 4 ersichtlich.

Tab. 5: Anzahl und Lebendmasseentwicklung der Altsauenferkel
Body weight of piglets and number of weaned piglets per litter from multiparans sows

Versuchs-durch-gang	**Geburt**	**7 Tage**	**14 Tage**	**21 Tage**	**abgesetzte Ferkel / Wurf**	
	kg	kg	kg	kg	n Würfe	Stück
1: 24 °C	1,7	2,8	4,8	6,9	20	9,1
2: 18 °C	1,8	2,6	4,5	6,4	19	9,8
3: 18 °C	1,8	2,8	4,6	6,4	21	10,1
4: 24 °C	1,7	2,6	4,3	6,2	21	10,8

3.4 Verhalten von Sauen und Ferkeln

Die Liegezeiten der Sauen je Tag verkürzen sich mit der Säugezeit. von etwa 90 % zur Geburt auf 85 % am Ende der Säugezeit. Darüber hinaus standen die Sauen bei gleicher Säugezeit im kalten Stall jeweils 3 % (~ 40 Minuten) je Tag im Mittel länger als im warmen Stall. Die Anteile der Verhaltensmerkmale enthält Abbildung 1. Durch die Erfassung der Anzahl Positionswechsel je Tag zeigte sich, daß die Sauen sich im kalten Stall trotz kürzerer Liegezeiten ruhiger verhielten (Tabelle 6). Dabeisind die individuellen Unterschiede der Sauen unabhängig von der Stalltemperatur sehr groß.
Bei den Ferkeln war zu beobachten, daß sie sich nur im " kalten" Stall, wie vorgesehen, auf dem Ferkelnest ruhten. Im warmen Stall verlor das Ferkelnest seine Vorzüglichkeit. Zu kalte Nester wurden verschmutzt.

Tab. 6: Anzahl Positionswechsel der Sauen am 14.- und 21. Lebenstag
Frequency of changes in bodyposition on day 14. and 21.

		Durchgang			
		1-24 ° C	**2-18 ° C**	**3- 18 ° C**	**4- 24 ° C**
14. Lebenstag	Mittelwert	64	61	62	76
	Maximum	92	83	90	107
	Minimum	45	26	45	36
21. Lebenstag	Mittelwert	77	62	75	76
	Maximum	87	90	79	116
	Minimum	69	13	70	40

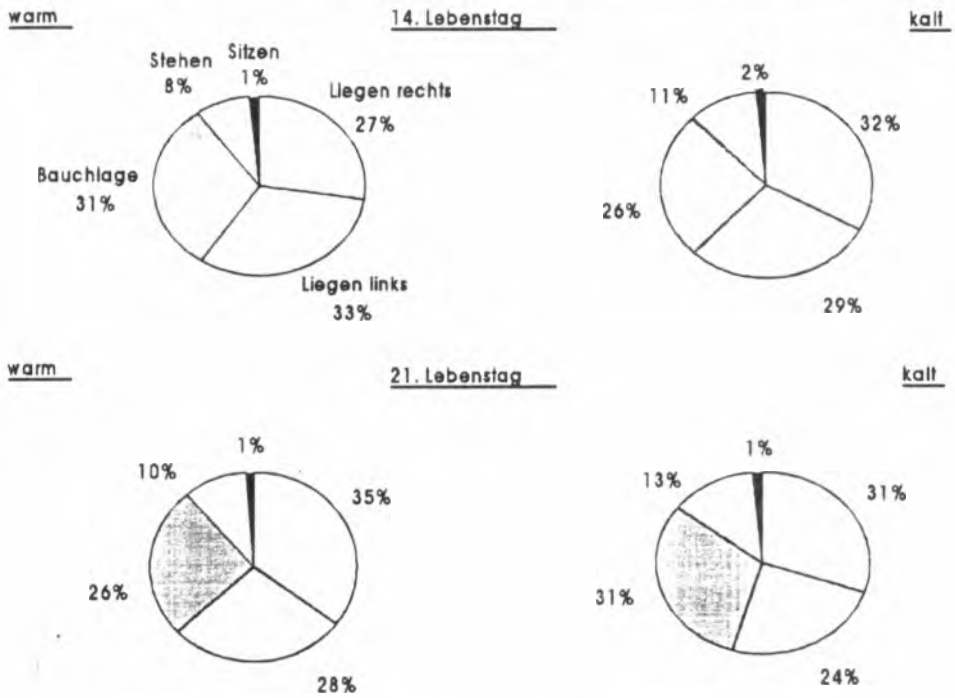


Abb 1: Verhalten der Sauen am 14. und 21. Lebenstag innerhalb von 24 Stunden
Behavior of sows at 14. and 21. day during 24 hours

3.5 Futteraufnahme der Sauen

Durch die quasi ad libitum Fütterung der Sauen konnte mit 4,8 bis 6,4 kg / Tier und Tag eine insgesamt hohe Futteraufnahme erreicht werden. Die Sauen nahmen im kalten Stall 1 kg Futter mehr auf (signifikant), als im warmen Stall. Im Hinblick auf die oft beklagte zu geringe Futteraufnahme der Sauen während der Säugezeit sind 18 °C Stalltemperatur zu bevorzugen. Die Spannweite von 68 bis 140 kg Futter / Sau während 20 tägiger Säugezeit unterstreicht, wie notwendig es ist, die Sauen individuell zu füttern.

3.6 Energieverbrauch für Lüftung, Raum und Ferkelnestheizung

Der Energieverbrauch für die Lüftung und Heizung ist abhängig von der Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innentemperatur, der für die Ferkelnestheizung von der Raumtemperatur und der geforderten Oberflächentemperatur des Nestes. Die Tabelle 6 verdeutlicht, daß bei hoher Stalltemperatur weniger Energie je Wurf aufgewendet wurde, als bei niedriger Stalltemperatur und daß der hohe Preis der Elektroenergie (0,21 DM / kWh) trotz geringerem Energieaufwandes gegenüber der Warmwasserheizung zu höheren Kosten je Wurf führt. Die Einsparung an Energie für die Heizung des Stalles auf nur 18 °C war geringer als der Mehraufwand für die Ferkelnestheizung. Aus dieser Sicht sind 24 °C kostengünstiger.

Tab. 7: Energieaufwand für die Ferkelnestheizung bei unterschiedlichen Temperaturen im Abferkelstall (kWh bzw. DM / Wurf)
Energy requirement for creepareaheating at different tempratures in the farrowing unit

Verfahren	Maßeinheit	Raumtemperatur ° C			
		24	18	18	24
Warmwasser, Öl	kWh	79,3	89,5	69,8	58,4
Elektroenergie	kWh	36,2	49,4	37,6	34,4
Warmwasser, Öl	DM	4,76	5,37	4,19	3,50
Elektroenergie	DM	7,60	10,37	7,90	7,22

4 Schlußfolgerungen

Eine Stalltemperatur von 18 bzw. 24 °C während der Säugezeit hatte keinen gesicherten Einfluß auf die Entwicklung der Ferkel. Somit sind nach der ersten Lebenswoche 18 °C auch bei nicht abgedecktem Ferkelnest unbedenklich. Die Sauen nehmen im kalten Stall mehr Futter auf und wechseln tendenziell ihre Position weniger häufig als im warmen Stall. Der Energieverbrauch für Raum- und Ferkelnestheizung ist bei 18 °C insgesamt höher als bei 24 °C Stalltemperatur.

5 Summary

The influence of different ambient temperatures (18 °C vs. 24 °C) on sows, piglets and the energy input was tested in farrowing units of two farms in replicates. The following data were collected body weight of the sows at entering an leaving the unit, live weight development of the piglets, the behavior of sows and piglets and the energy input for ventilation, room and local heating. The ambient temperature had no significant influence on the live weight development of sows and piglets. However, the feed intake of the sows was significantly increased in the cold environment. Moreover, the sows were more active as well and the piglets were mainly located in the nest. At 24 °C the piglets were located in the whole pen. The energy input was higher in the cold environment because the additional expenses for nest heating are higher as the savings due to the lower unit temperature. Generally, a unit temperature of 18 °C is to be preferred.

Integration bestehender Haltungskonzepte für Zuchtsauen in Außenklimaställen

Integration of existing concepts of housing systems for sows in stables with outside climate

HAIDN, BERNHARD[1], DE BAEY-ERNSTEN, HEINRICH[2]

[1] Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Vöttingerstr. 36, 85350 Freising
[2] Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL), Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt

1 Einleitung

Gesetzliche Vorgaben, Aspekte des Tierschutzes und die Verbesseruung der technischen Möglichkeiten zur Herdenführung bewirkten in den letzten Jahren, daß die Gruppenhaltung von Sauen vor allem im Wartestall stark an Bedeutung gewonnen hat. Im Vergleich zur Einzelhaltung werden allerdings größere Stallflächen je Sau benötigt (z.B. 2 m²/Sau in Einzelhaltung, 2,5-4,0 m²/Sau in Gruppenhaltung). Bei gleicher Gebäudeausführung steigt deshalb der Investitionsbedarf je Stallplatz erheblich an. Bei Außenklimaställen ist der Investitionsbedarf je Kubikmeter umbauten Raum geringer. Daher kann den Sauen eine größere Fläche zu geringeren Kosten angeboten werden. Allerdings sind Außenklimaställe nur für Sauen im Wartestallstall sinnvoll. Im Abferkel- und Deckbereich sind aus verschiedenen Gründen die Einzelhaltung und damit wärmegedämmte Stallgebäude vorzuziehen.

2 Anforderungen

Außenklimaställe für Zuchtsauen haben Vorteile, aber es werden auch Anforderungen gestellt. Wesentliche Gesichtspunkte dabei sind:

- Preiswerte Gebäude in Hallenbauweise durch Verzicht auf Wärmedämmung und aufwendige Lüftungstechnik
- Niedrige Verfahrenskosten durch geringen Energie- und Investitionsbedarf
- Geringe Schadgas-, Staubkonzentration und Keimdruck für Tier und Mensch durch einen großen Luftraum pro Tier, hohe Luftwechselraten bei niedrigen Luftgeschwindigkeiten und großen Zuluftflächen
- Zugfreie Liegeflächen im optimalen Temperaturbereich (15-20 °C) durch die Schaffung von Mikroklimazonen. Durch den Wechsel von Klimazonen entsteht für die Tiere ein Klimareiz, der das Immunsystem stimmuliert.
- Leicht durchführbarer Hygieneschutz
- Angebot von Rauhfutter (Stroh/Heu/Silagen)
- Einfache Mechanisier- und Automatisierbarkeit von Fütterung und Entmistung
- Gute Arbeitsbedingungen für den Menschen

3 Haltungssysteme

Als Außenklimaställe in Hallenbauweise sind vor allem Tiefstreuställe anzutreffen. Der hohe Strohbedarf und damit verbunden der hohe Arbeitszeitbedarf und die Kosten der Stroh-Mist-Kette sowie die im Sommer ungünstige Wärmeentwicklung der Mistmatratze sind erhebliche Nachteile dieses Systems [1]. Besser geeignet sind die vor allem in der Mastschweinehaltung verbreiteten Kisten- und Schrägbodensysteme. Anhand von bekanntem Wissen sollen Stallkonzepte für Sauen im Wartestall abgeleitet werden. Als Tierzahl wurden 110 bis 120 Zuchtsauen ausgewählt. Dies entspricht einer Bestandesgröße von etwa 150 bis 180 Sauen.

3.1 Kistenställe

Im Kistenstall ist die wärmegedämmte Liegefläche von einer "Kiste" umgeben. Die Rückwand und der anhebbare Deckel sind ebenfalls wärmegedämmt. Am Zugang, der sich über die gesamte Kistenbreite erstreckt, verhindern Folienstreifen einen schnellen Wärmeverlust. Über einen verschließbaren 10 cm hohen Schlitz gelangt Frischluft von außen in die Kiste. Nach PUTZ 1996 [3] und Meier 1996 [2] sollte die Liegefläche je Sau etwa 1,1 m² betragen. In der Höhe sind 1,25 m ausreichend. Der Kistendeckel muß anhebbar sein, damit eine einfache Kontrolle der Sauen möglich ist. Abbildung 1 zeigt einen strohlosen Kistenstall mit Abruffütterung für 110 Sauen. Bei einer Kistentiefe von 2,2 m und einer Breite von 2,5 m finden 5 Sauen darin Platz. Die 4-reihige Anordnung führt zu einem kompakten Gebäude mit einer Länge von 20 m und einer Breite von 15,20 m. Die Laufgänge sind mit Spaltenboden ausgelegt. Die darunter liegenden Güllekanäle sollten eine Spüleinrichtung aufweisen. Weitere Varianten des Kistenstalles sind in Abbildung 2 zu sehen.

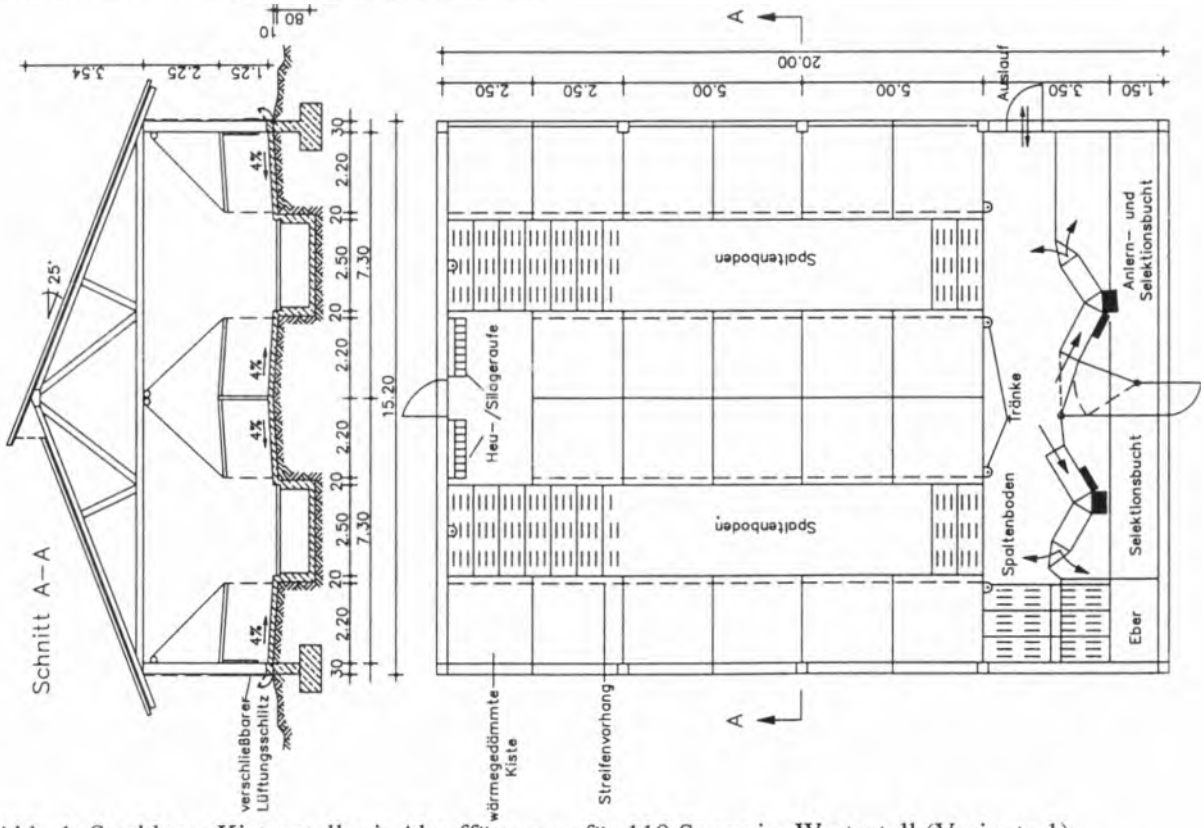


Abb. 1: Strohloser Kistenstall mit Abruffütterung für 110 Sauen im Wartestall (Variante 1)

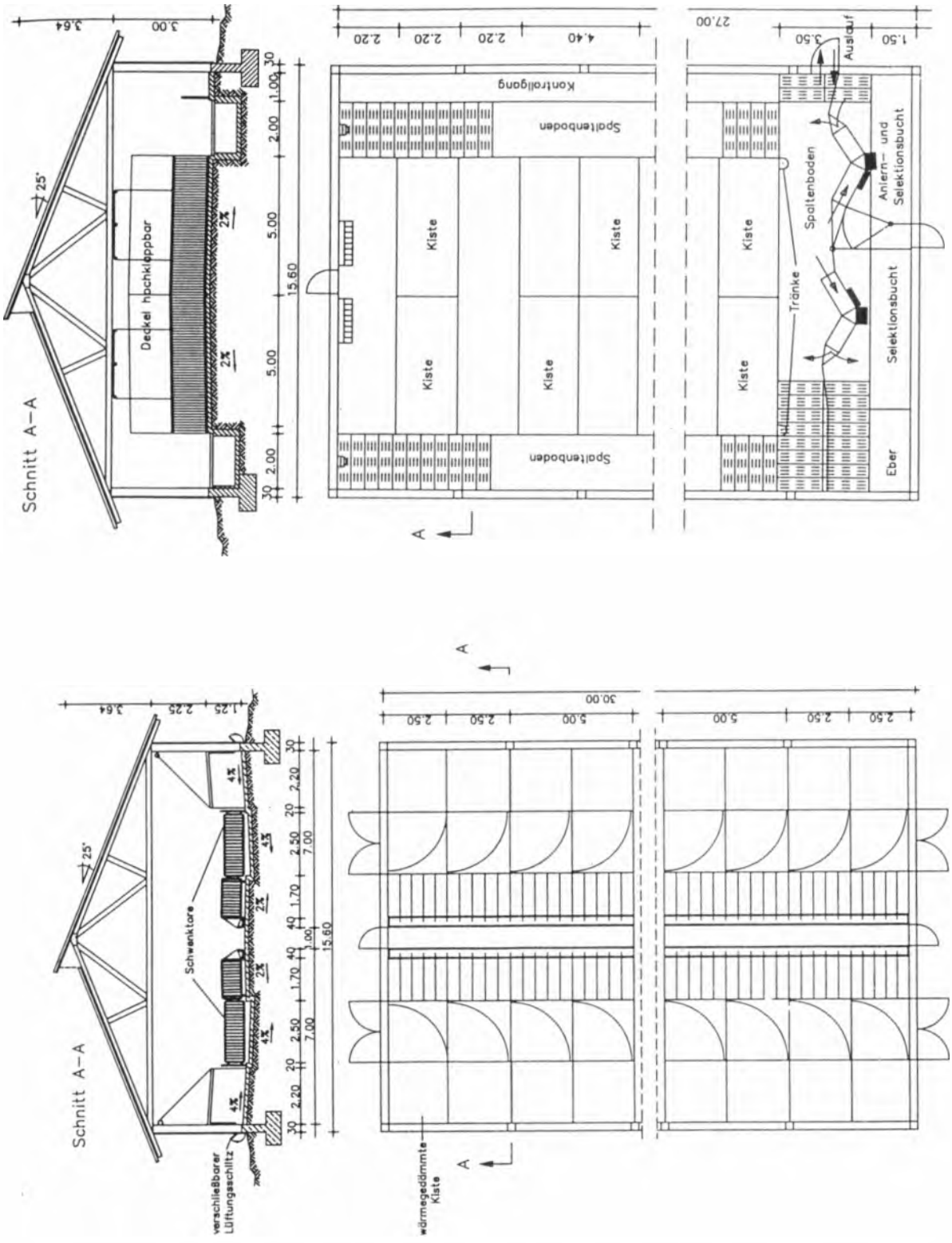


Abb. 2: Kistenstall mit quer angeordneten Liegebereichen und Abruffütterung (oben, Variante 2) sowie eingestreuter Kistenstall mit Freßständen (unten, Variante 3) für 120 Sauen

Die Anordnung der Kisten quer zur Längsrichtung des Gebäudes erhöht den Anteil der Laufflächen. Der Stallbereich für die Abruffütterung bleibt unverändert. Beim eingestreuten Kistenstall mit abschließbaren Freßständen können die Sauen entweder in 5er Kleingruppen oder als Großgruppe (Schwenktore werden herausgenommen) gehalten werden. Die Laufflächen werden alle 2 Tage mobil entmistet und anschließend von Hand eingestreut. Der Strohbedarf beträgt etwa 0,5 kg je Sau und Tag.

3.2 Schrägbodenställe

Im Unterschied zum Kistenstall wird im Schrägbodenstall die Liegefläche nicht wärmegedämmt. Die Isolierfunktion übernimmt die Einstreu (etwa 0,3-0,5 kg je Sau und Tag). Ist eine Strohraufe in jeder Liegebucht vorhanden, so können sich die Tiere daraus bedienen und die Liegefläche selbst einstreuen. Durch unterschiedliche Einstreumengen läßt sich damit die Wärmeableitung der Tiere in den Boden je nach Bedarf steuern. Mit dem Einstreuvorgang findet ebenfalls die tägliche Tierkontrolle statt. Insbesondere bei Abruffütterung ist dies ein Vorteil, da der Landwirt bei der Fütterung nicht mehr alle Sauen sieht. Das Stroh wandert über die im oberen Bereich 4 % und im unteren 8 % geneigte Liegefläche unter den angehobenen Spaltenboden (Durchlaß 10 cm) und wird dort von einem Schieber aus dem Stall befördert (Abbildung 3). Im Sommer kann dieses Stallsystem auch ohne Stroh betrieben werden. Es fällt dann Gülle an, die während der Vegetationsperiode besser als Festmist in verschiedenen Kulturen einsetzbar ist. Im Winter entsteht Festmist und Jauche. Über den Liegeflächen sind wärmegedämmte Abdeckungen (z.B. Sandwichpaneele) angebracht, die zentral seitlich hochgeklappt werden können. Damit wird bei angehobener Abdeckung die Durchlüftung des Stalles nicht behindert. Die Variante mit verschließbaren Einzelfreßständen eignet sich für Groß- und Kleingruppen (Abbildung 4).

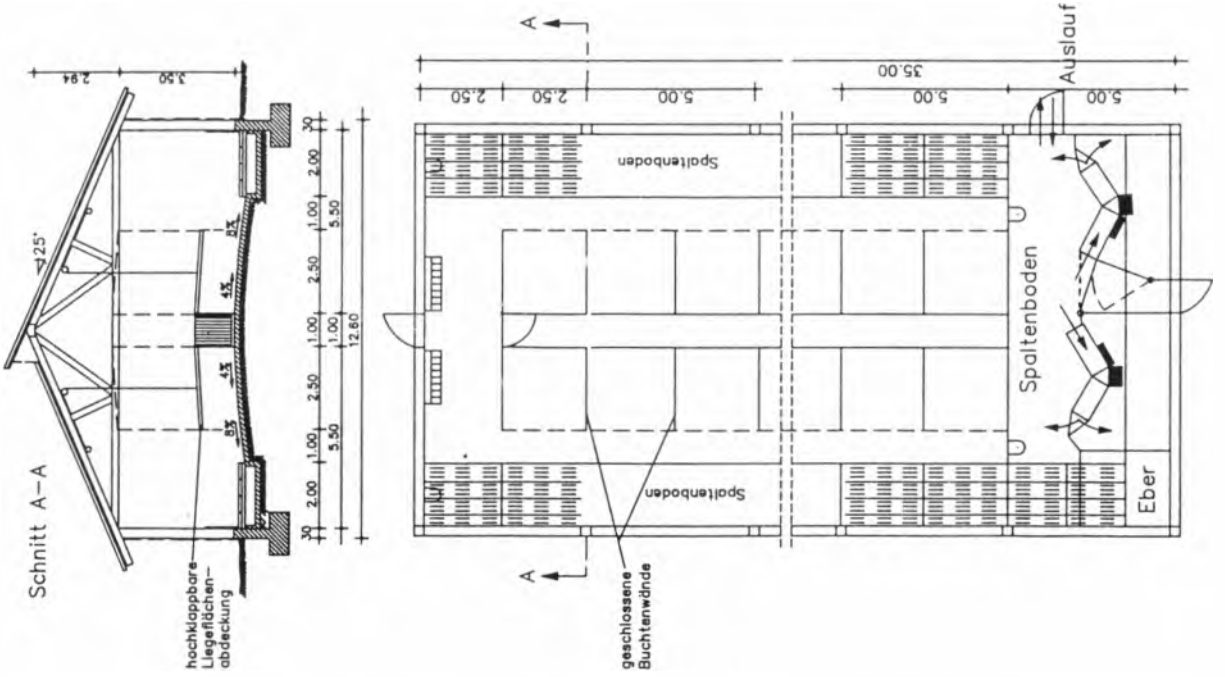


Abb. 3: Schrägbodenstall mit Abruffütterung für 110 Sauen im Wartestall (Variante 4)

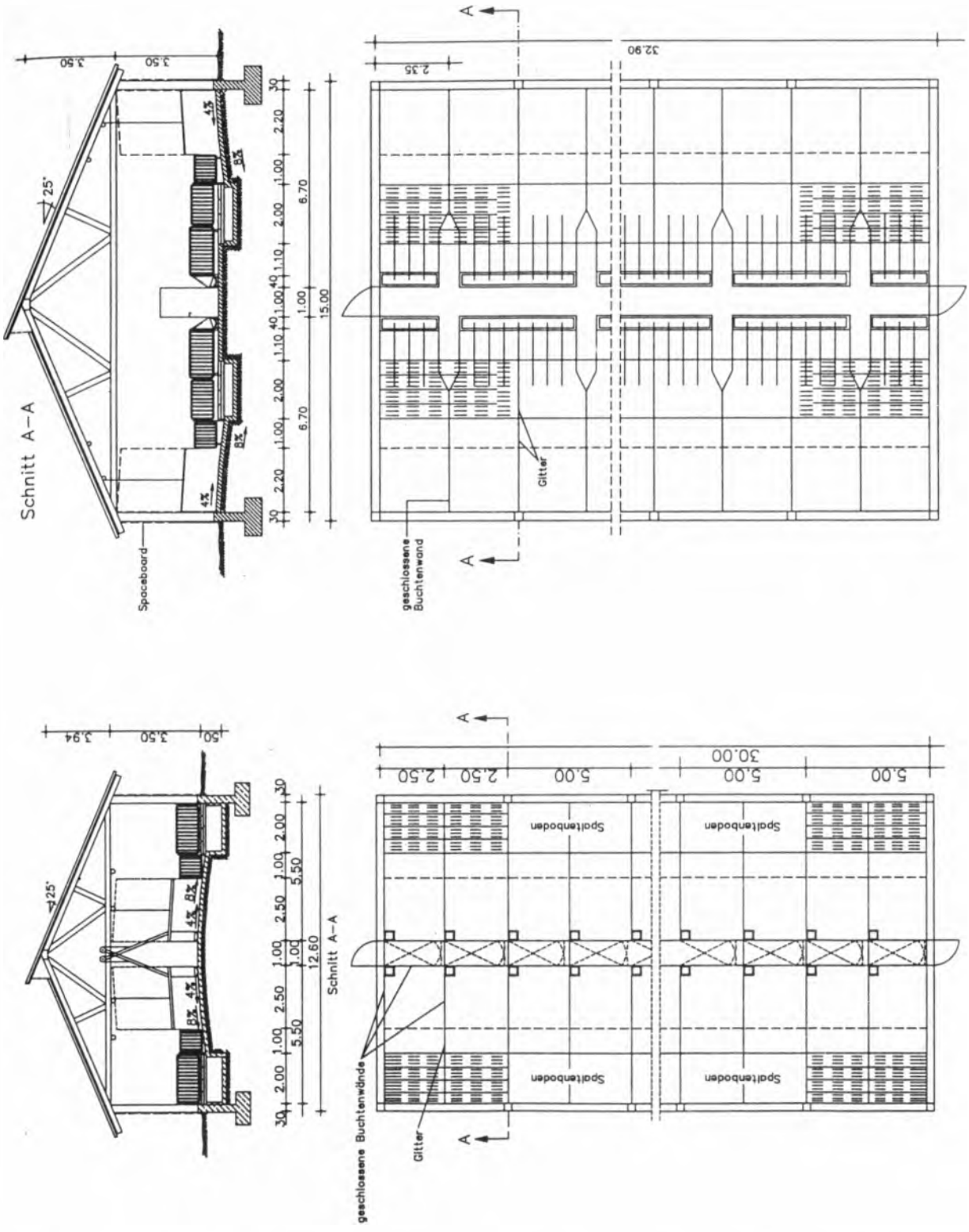


Abb. 4: Schrägbodenstall mit Freßständen für 112 Sauen (oben, Variante 5) und mit Futterautomaten (unten, Variante 6) für 120 Sauen im Wartestall

Anstelle der abschließbaren Einzelfreßstände können auch verkürzte Freßstände mit Tribbelfütterung eingesetzt werden. Die Buchtentiefe läßt sich dadurch um etwa 0,8 m, die Gebäudebreite um 1,6 m verkleinern. Sauen im Wartestall können auch mit energiereduziertem Futter an Automaten gefüttert werden (Abbildung 4). Sie werden in Kleingruppen zu 5 Tieren aufgestallt. Die Anordnung der Automaten auf der Liegefläche hat sich in der Schweinemast bewährt und wird deshalb auch bei Zuchtsauen empfohlen. Schweine halten den Freßplatz, wenn möglich, sauber. Außerdem sind die Automaten vom zentralen Kontrollgang aus gut einseh- und erreichbar. In Stallmitte kann über zwei Zuführeinrichtungen je nach Bedarf verschiedenes Futter buchtenspezifisch zugeteilt werden.

3.3 Vergleich

Bei allen Stallsysteme sollten die Flächen großzügig ausgelegt sein, so daß rangniedere Tiere in jeder Situation genügend Ausweichmöglichkeiten besitzen. Zwischen den verschiedenen Funktionsbereichen (v. a. Liege- und Abkotbereich) sollte eine deutliche Funktionsbereichstrennung vorhanden sein. Im Wartestall wird der Investitionsbedarf zu 3/4 von den Gebäudekosten bestimmt [1]. In erster Linie beeinflussen die Anordnung und die Gestaltung des Mikroklimabereiches und die Wahl des Fütterungssystems den Flächenbedarf (Tabelle 1). Die geringste Stallfläche benötigt mit 2,7 m² Variante 1. Der Stall mit Futterautomaten (Variante 6) liegt etwas darüber. Generell steht den Tieren im Schrägbodensystem etwas mehr Fläche zur Verfügung. Die Ruhebereiche dürften deshalb von den Tieren sauberer gehalten werden.

Tab. 1: Flächenmaße je Stallplatz der vorgestellten Varianten

Variante	Liegefläche [m²]	Buchtenfläche [m²]	Stallfläche [m²]
1	1,1	2,3	2,7
2	1,1	3,2	3,4
3	1,1	3,5	3,8
4	1,25	3,2	3,8
5	1,29	3,7	4,2
6	1,25	2,8	3,0

4 Literatur

1. KRÖTZL, H., TROXLER, J. (1995): Tiefstreuställe für Galtsauen. FAT-Bericht Nr. 470

2. MEIER, A. (1996): Kaltstall auch für Sauen gut? DLZ, H.10, S. 105-107

3. PUTZ, B. (1996): Weiterentwicklung und Beurteilung von Haltungsverfahren mit getrennten Klimabereichen für tragende Sauen. Dissertation Hohenheim.

4. SCHUCH, S., HAIDN, B. (1997): Sauen im Wartestall, Systemvergleich von Gruppenhaltungsverfahren - derzeitiger Stand. Landtechnik, 52, H. 5, S. 258-259

5 Summary

The spreading of keeping sows in groups increased in the last years. Housing systems with outside climate require small costs and offer to the animals good climatic conditions. 3 versions each of kendle and strawflow system with small and large groups are represented. As feeding systems are elektronic sow feeders, feeding stalls and automatic feeders contain.

Basispatente für Verfahren und den Aufbau von Flüssigfütterungsanlagen

Main patents for liquid feeding system

Westerkamp, Magnus[1]

[1]HOWEMA, Wöstendöllen 24, D-49429 Visbek

1. Einleitung

Anlagen, die feste und flüssige Komponenten zentral anmischen und die entstandene flüssige Mischung dezentral verteilen, sind Flüssigfütterungsanlagen. Flüssigfütterungsanlagen für Schweine haben ihren Ursprung Ende der 50er Jahre in Deutschland und England. Vor dieser Zeit gab es schon lange das manuelle Füttern der Tiere mit flüssigem Futter.

Die ersten Flüssigfütterungsanlagen bestanden aus überwiegend gemauerten Behältern, Pumpen, Leitungen und Ventilen.

Durch den Einsatz der Elektrik, Elektronik und von Computern entwickelten sich diese Anlagen von manuellen zu vollautomatischen Systemen.

Mit der Automatisierung wurden die unterschiedlichsten Verfahren und Anlagenaufbauten möglich. Aus einer Fülle von Patenten wurden 5 richtungsweisende Basispatente ausgewählt, die nachfolgend erläutert werden.

Allen Erfindungen liegt der Anspruch zugrunde, die optimale Quantität und Qualität von Flüssigfutter den Schweinen zu dosieren. Auch werden alle Patente in der Praxis genutzt.

2. Die 5 Basispatente

2.1 „Futterbreistrang begrenzter Länge“ von Hölter

2.1.1 Aufgabenstellung:

Ein einfaches Fütterungsverfahren für große Tierbestände zu schaffen, das hoch automatisierbar ist und sowohl für stark wechselnden Futterbedarf als auch für unterschiedliche Futterzusammensetzung geeignet ist.

2.1.2 Patentlösung:

Es wird ein Futterbreistrang begrenzter Länge mittels einer in die Rohrleitung eingegebenen ernährungsphysiologisch unbedenklichen Füllflüssigkeit durch die Rohrleitung zu wenigstens einer Abgabestelle in dem Fütterungsbereich befördert. Die Länge des Stranges ist derart bemessen, daß der Strang in einer für seine Frischhaltung hinreichend kurzen Zeitspanne verfüttert wird.

Bei dem Fütterungsverfahren wird ein und dieselbe Rohrleitung für alle Größen des Futterbedarfs benutzt. Die Rohrleitung bleibt vollständig mit pumpfähigem flüssigem Medium gefüllt.

Es hat sich gezeigt, daß bei dem Verfahren eine Vermischung der nur dem Transport dienenden Füllflüssigkeit mit dem Futterbreistrang nicht in störendem Ausmaß eintritt, und zwar auch nicht bei verhältnismäßig langen Rohrleitungen.

Da die Füllflüssigkeit ernährungsphysiologisch unbedenklich ist, kann sie mit in den Füllbereich entleert oder in den Zubereitungsbereich zurückgeführt werden. Als Füllflüssigkeit wird bevorzugt Wasser verwendet, weil es überall zur Verfügung steht und für die Ernährung der Tiere ohnehin benötigt wird.

Die momentane Lage des Futterbreistranges in der Rohrleitung wird aus den in die Rohrleitung eingegebenen Volumen an Futterbrei und Füllflüssigkeit ermittelt, und nur im Lagebereich des Futterbreistranges liegende Abgabestellen der ausgewählten Gruppen werden zu der Rohrleitung hin geöffnet. Bei dieser Ausführungsform werden insbesondere keine Füllmittel für die Lage des Futterbreistranges im Fütterungsbereich benötigt.

Man erkennt ohne weiteres, daß bei dem Verfahren erforderlichenfalls auch Futterbreistränge verschiedener Zusammensetzung nacheinander in die Rohrleitung eingegeben und zu gewählten Abgabestellen geleitet werden können, und daß diese spezielle Arbeitsweise ohne weiteres programmierbar ist und somit auch automatisch zum Ablauf gebracht werden kann.

Es können also mit einer einzigen Rohrleitung Futterportionen unterschiedlicher Zusammensetzung in unterschiedlichen, auch kleinsten Mengen, zu gewählten Abgabestellen transportiert werden.

2.2 „Pipepig“ von Fahlbusch

2.2.1 Aufgabenstellung:

Eine Fütterungseinrichtung zu schaffen, bei der Vermischungen zwischen Futter und Wasser im Rohrleitungssystem zumindest weitgehend vermieden werden.

2.2.2 Patentlösung:

Bei der Fütterungseinrichtung schließen die Trennkörper eine direkte Berührung von Futter und Wasser bei der Futterförderung zu Verbraucherstellen aus, so daß Vermischungen mit den das Leitungssystem vorfüllenden Wasser vermieden sind.

Die an ihrem Umfang in Dichtungseingriff mit der Rohrwandung der Verbraucherleitung stehenden Trennkörper stellen ferner sicher, daß die häufig sehr lange Verbraucherleitung von wandseitigen Futterablagerungen freibleibt, die nicht nur frisch zubereitetes Futter kontaminieren können, sondern auch den Pumpwiderstand erhöhen.

Die hydraulisch verschieblichen Trennkörper sind sehr genau positionierbar. Sie können zusätzlich auch als Befehls- und/oder Informationsträger Verwendung finden, der sowohl auf seinem Wege aus der Ausgangsstellung in eine Endstellung, als auch auf dem Rückweg Signale abgibt und/oder aufnimmt, wie das z. B. zu Kontroll- und Steuerungszwecken der Fütterungseinrichtung oder damit im Zusammenhang stehender Einrichtungen wünschenswert sein kann.

2.3 „Ringverteiler“ von Westerkamp

2.3.1 Aufgabenstellung:

Ein Verfahren zu finden, mit dem während des Ausfütterns in der Rohrleitung stehende Futtermischungen stärker bewegt werden, um eine Entmischung zu vermeiden.

2.3.2 Patentlösung:

Der Weg der Futtermischung wird hinter der Förderpumpe in wenigstens zwei zu den Verbraucherstellen führende Teilwege sowie in einen der Rückführung zu einem Auslauf dienenden Teilweg verzweigt und hinter der letzten Verbraucherstelle zusammengeführt. Ein von der Förderpumpe erzeugter Förderstrom wird in jeweils einen der Teilwege gedrückt.

Die Datenverarbeitungsanlage kann somit entscheiden, von welcher Seite der abgezweigten Teilwege die Futtermischung in den jeweiligen Teilweg gedrückt wird und die Zentralsteuerung entsprechend beeinflussen.

Zweckmäßigerweise ist der Datenverarbeitungsanlage ein solches Programm eingegeben, durch das die jeweils kürzere Wegstrecke durch die Teilwege zu der jeweils zur Ausfütterung anstehenden Verbraucherstelle geschaltet wird. Diese Schaltung erfolgt mittels der Absperrorgane im Bereich der Verzweigungsstelle.

Durch die Auswahl, die Futtermischung auf dem jeweils kürzeren Weg zur jeweiligen Verbraucherstelle zu leiten, kann erreicht werden, daß die Futtermischung in der Rohrleitung weniger stillsteht und es somit nicht zum Entmischen kommt. Dies gilt ganz besonders dann, wenn durch das Programm eine Umlegung einer nachdrückenden Wassersäule auf jeweils den anderen Teilweg erfolgt, um dadurch ebenfalls eine Bewegung des Restfutters in der Rohrleitung während des Ausfütterns an den Verbraucherstellen zu erreichen.

2.4 „Turbo clean“ von Vogl

2.4.1 Aufgabenstellung:

Ein Verfahren bei dem eine exakte Dosierung ermöglicht und allen Anforderungen der Hygiene entsprochen wird, wobei es weder zu einer Futterverschwendung noch zu einer Umweltbelastung durch Abwasserrückstände kommt.

Eine Teilaufgabe der Erfindung besteht in der Schaffung eines entsprechenden, eine herkömmliche Flüssigfütterung ergänzenden Verfahrens und einer zur Durchführung dieses ergänzenden Verfahrens geeigneten Anlage.

2.4.2 Patentlösung:

Die wesentliche Erkenntnis der Erfindung besteht darin, daß man dann, wenn bereits bei der Abgabe aus dem Mischbehälter dosiert wird, ohne weiteres die bisher nur bei Trockenfutter eingesetzte Druckluft als Fördermedium verwenden kann, wobei jede einzelne, abgemessene Futterportion sozusagen per Rohrpost zur jeweiligen Abgabestelle gefördert wird.

Im Gegensatz zur reinen Pumpfütterung mit einer Flüssigfutterpumpe kann die Reihenfolge, in der die Auslässe beschickt werden, ganz beliebig und entsprechend den jeweiligen Anforderungen gewählt werden. Der entscheidende Vorteil des Verfahrens besteht neben der

raschen Transportmöglichkeit und der genauen Dosierung für das Futter insbesondere darin, daß das Ansetzen von Futterrückständen in den Leitungen verhindert wird und auch eine nachträgliche Reinigung der Leitungen und Auslässe möglich wird.

Wenn in die Druckluft unter Bildung eines Sprühnebels Wasser eingespritzt wird, dann ist dies sowohl für eine Reinigung von Vorteil als auch eine Hilfe bei der Förderung von porösem Flüssigfutter, da durch das eingesprühte Wasser vor allem am beaufschlagungsseitigen Ende der Futterportion ohne wesentliche Vergrößerung des Flüssiganteiles solche Poren im Futter geschlossen und dadurch die Förderwirkung verbessert wird, da die Futterportion wie ein Pfropfen durch die Leitung getrieben wird.

Es ist möglich, das Futter zunächst mittels einer Förderpumpe zu entnehmen, bis die jeweilige Abgabemenge für eine Portion erreicht ist, wonach die Weiterförderung durch Druckluft erfolgt. Diese Ausführung empfiehlt sich insbesondere dann, wenn nach dem Hauptverfahren nur ein Teil der Gesamtfuttermenge verteilt, die übrige Futterausteilung aber im wesentlichen nach den herkömmlichen Verfahren durch Weiterpumpen des Flüssigfutters im kontinuierlichen Strom und entsprechende Austeilung erfolgt.

Insbesondere am Ende der Abgabe einer Futterportion an einer ausgewählten Futterstelle könnte es unter dem Luftdruck und dem Luftaustritt zu einem Verspritzen oder Versprühen von Futterresten kommen. Um dies zu vermeiden, können entsprechende Ausbildungen Verwendung finden.

2.5 „Freßzeitsteuerung“ von Leuschner

2.5.1 Aufgabenstellung:

Ein Verfahren zu schaffen, das die Fütterung von Tieren unter Berücksichtigung des Verhaltens des Einzeltieres, auf eine zuverlässige und meßtechnisch einfach durchzuführende Weise zu optimieren erlaubt.

2.5.2 Patentlösung:

Es wird die Aufnahmezeit für eine vorgegebene Futtermenge ermittelt und die Futtermenge und/oder Futterhäufigkeit erhöht bzw. erniedrigt, wenn die ermittelte Aufnahmezeit kürzer bzw. länger als die vorgegebene Sollzeit ist.

Der Vorteil der Lösung wird anschaulich, wenn man in Betracht zieht, daß das Verhalten des Tieres ein sehr viel schnelleres und deutlicheres Behandlungsergebnis, konkret hier Fütterungsergebnis, liefert, daß damit verläßlicher und schneller zur Optimierung der Fütterung herangezogen werden kann. Dabei ist das Freßverhalten des Tieres in erster Linie aufschlußreich und wegen seiner Lokalisierbarkeit an der Futterstelle auch gut erfaßbar.

Als wirkungsvoll hat sich in dieser Hinsicht erwiesen, die auf eine Sollzeit bezogene Zeit eines Tieres oder einer Tiergruppe zur Aufnahme einer vorgegebenen Futtermenge als Maßstab für das Freßverhalten zu nehmen und eine Optimierung der Futtermenge, Futterzusammensetzung und/oder Fütterhäufigkeit auf eine feste Sollzeit vorzusehen.

Um ein möglichst schnelle und gute Anpassung an den Bedarf der Tiere und damit eine insgesamt gute Futterverwertung zu erzielen, ist vorgesehen, das Tierverhalten zu überwachen und im Sinne einer Anpassung an den Futterbedarf auszuwerten. Es versteht sich, daß das Tierverhalten nicht in allen Einzelheiten erfaßt und festgehalten werden soll und kann,

sondern daß es darauf ankommt, möglichst repräsentative und einfach ermittelbare Werte zu erlangen.

Es ist vorgesehen, die Füllhöhe des Troges mit Hilfe von Füllhöhengebern zu überwachen, was insbesondere bei dem verbreiteten Flüssigfutter ein verläßliches Maß für das im Trog (noch) vorhandene Futter darstellt.

Zur Überwachung des Freßverhaltens wird z. B. vorgegeben, daß das Tier (oder eine Gruppe von Tieren in gemeinschaftlicher Boxenhaltung) den Inhalt eines Troges innerhalt von 10 Minuten zu 90 % aufnehmen soll.

Wird diese Aufnahmemenge innerhalb von 10 Minuten nicht erreicht, dann zeigt der Füllhöhenmesser dieses über einen Meßumformer dem Steuerungsgerät an und dieses sorgt dafür, daß die nächste Futterzuteilung um ein vorgegebenes prozentuales Maß geringer ausfällt. Damit folgt die Futterzuteilung dem vom Tier durch das Freßverhalten angezeigten Futterbedarf.

3. Patentvergleich

Die Patente von Hölter, Fahlbusch, Westerkamp und Vogl stellen Verfahren und Anlagen dar, welche die Technik in den Vordergrund stellen.

Durch den Einsatz von mechanischen und elektronischen Problemlösungen wird das Flüssigfutter noch exakter, hygienischer und schneller zu den Ventilen gebracht.

Das Patent von Leuschner stellt das Tier, in diesem Fall das Schwein, in den Mittelpunkt der Betrachtung. Es wird das Tierverhalten durch die Freßzeitermittlung berücksichtigt.

4. Ausblick

Unter Berücksichtigung dieser Basispatente, und man kann auch sagen dieser Basistechnologien und -verfahren, werden zukünftige Patente oder Entwicklungen folgendes beinhalten:

1. Tierartgerechte Fütterungsverfahren in Kombination mit tierartgerechten Haltungsverfahren
2. Die Erfassung alter Determinanten, die Einfluß auf das Tierwachstum und -wohlbefinden haben
3. Integration der Flüssigfütterungsanlagen und besonders deren Steuerungs-computer in Netzwerke der vor- und nachgelagerten Industrie.

5. Literatur

FAHLBUSCH, 1988, EP 0296260

HÖLTER, 1986, EP 0126240

LEUSCHNER, 1983, EP 0094618

VOGL, 1994, EP 0595784

WESTERKAMP, 1992, DE 4206728

6. Summary

The 5 main patents are:

1. Hölter
A feed pulp strand of limited length is conveyed through the pipeline to at least one dispensing station in the feeding zone by means of a filling liquid introduced in the pipeline, which in unobjectionable from a nourishing physiological view point.
2. Fahlbusch
Provided in the service line is a pair of separating members which are in sealing engagement with the pipewall and can be displaced, by means of the flow medium delivered by the feed pump, out of their initial position at the beginning of the service line into selective end positions inside the service line.
3. Westerkamp
Loop distributor for two-way alternate feed pumping. The feed is constantly in motion and therefore unable to separate.
4. Vogl
Pushing the feed pulp to at least some outlets of the service line by compressed air.
5. Leuschner
The metrological devices ascertain the time taken to consume a given amount of feed and that the amount of feed and/or the frequency of feeding is increased or reduced if the consumption time detected is shorter or longer than a preset desired time.

Hochdruckfütterungsanlage

High-pressure feeding-system

BERNHARD WESSELER, GESCHÄFTSFÜHRER DER

TEWE ELEKTRONIC GMBH & CO. KG, 48691 VREDEN

Die Flüssigfütterung, zu der hier Ausführungen gemacht werden, ist im Prinzip so alt wie die Schweinehaltung. Gleichwohl hat sich die Technik der Aufbereitung, der Herstellung, des Transportes und der Verteilung des Futters wesentlich verändert. Auf diese Punkte möchte ich im folgenden näher eingehen.

Ihren Siegeszug begann die Flüssigfütterung etwa Ende der fünfziger Jahre. Zunächst wurden in einfachen Erdbottichen (gemauert oder betoniert) Futterstoffe mit Wasser vermischt (Augenmaß) und dann mit klobigen Pumpen durch großvolumige Rohre zu den Trögen gepumpt.

Dazu gab es dann schon handbetätigte Ventile, die teilweise in Eigenbau erstellt wurden.

Dank innovativer Entwicklungen folgten recht bald teilautomatische und wenig später auch vollautomatische Anlagen. Diese waren mit sehr aufwendigen Steuerungen wie zum Beispiel hydraulischen Messdosen, Kontaktmanometern oder induktiven Durchflussmessern versehen.

Die Genauigkeit ließ dabei sehr zu wünschen übrig.

Entwicklung moderner Fütterungstechnik

Ende der sechziger Jahre wurde die elektronische Verwiegung im Fütterungsbereich eingesetzt. Gekoppelt mit Verstärker, einfachen Relaissteuerungen, mit Kilogramm-Impuls und digitaler Anzeige gelang hier der Durchbruch, welcher dann unaufhaltsam voran schritt.

Ich konnte persönlich im Jahre 1968 ein solches System installieren, allerdings damals noch Made in USA.

Bahnbrechend bei dieser Umwälzung war hierbei der elektronische Wiege- oder Biegestab, der bis heute noch fast alle Abläufe einer Flüssigfütterung kontrolliert und Steuervorgänge auslöst. Nach diesem erfolgreichen ersten Schritt tauchten elektronische Steuerungsrechner oder Fütterungscomputer auf, die mit elektronischen Waagen gekoppelt wurden.

Anfangs stark belächelt führten sie jedoch nach einigen Startproblemen die Fütterungstechnik immer weiter in den High-Tech-Bereich.

Heute ist eine Flüssigfütterung ohne diese Technik nicht mehr denkbar.

Infolge dieser Automatisierung der Fütterung spielte die Herdengröße sehr bald nur noch eine untergeordnete Rolle. Immer neue Ideen wurden ausgebrütet und auch realisiert. Das Tiermaterial wurde genetisch verändert und hatte sich anzupassen an neue Techniken und Haltungsformen. Raffinierte Programme in den Fütterungsrechnern stellten tiergerechtes Futter zusammen, welches bessere Zunahmen brachte.

Aber auch die Empfindlichkeit der Tiere wurde größer.

Ungenügende Futterhygiene ließ die Tierentwicklung teilweise merklich zurückfallen., da man bisher von dem Grundsatz ausging: „Ein gutes Schwein frißt alles."

Bei guten Schweinepreisen waren Verluste zu verschmerzen, doch der Markt änderte sich aufgrund der steigenden Produktion.

Verbesserung der Futterhygiene

Inzwischen wurden vielfältige Überlegungen angestellt, Futterrohre und Behälter zu optimieren um das Problem Hygiene besser in den Griff zu bekommen.

Die Futtermischungen wurden präziser und ständig frisch zubereitet. Behälter und Rohre wurden gespült.

Große Rohrquerschnitte wurden reduziert und damit der Rohrinhalt verringert. Dadurch konnte der Gärprozeß reduziert werden, je nach Futterzusammensetzung aber noch unbefriedigend.

Mit der Entwicklung der Restlosfütterung wurden diese Probleme weiter minimiert.

Der Rohrinhalt wurde gezielt in die letzten Tröge gepumpt. Das Futterrohr war während der Ruhezeit mit Wasser gefüllt (steuerungsmäßig kein Problem).

Aber neue Probleme taten sich dadurch auf. Das im Rohr befindliche Wasser sollte sehr schnell einer nächsten Mischung zugeführt werden. Dies wurde oft erschwert durch eine Vielzahl bereits vorhandener Flüssigkomponenten.

Systematisch begann die Firma TEWE-Elektronic mit der Verlegung kleinerer Rohrquerschnitte, von 75 mm über 63 mm, 50 mm, ja sogar heute bis 40 mm.

Dazu einige Zahlen: Rohr 75 x 3,6 mm - Inhalt : 361 ltr./100 m
Rohr 63 x 3 mm - Inhalt : 255 ltr./100 m
Rohr 50 x 2,4 mm - Inhalt : 160 ltr./100 m
Rohr 40 x 2 mm - Inhalt : 100 ltr./100 m

Wenn wir diese Zahlen vergleichen, befinden sich in 100 m Rohr 75 mm Durchmesser 361 Liter im Vergleich zu 100 m Rohr 40 mm Durchmesser noch ganze 100 Liter. Dies ergibt eine gewaltige Verringerung des bewegten Materials, sei es nun Futter oder Wasser.

Soweit der kurze Rückblick, der zum besseren Verständnis des neuen Systems dienen soll.

Hochdruckfütterung

Ziel unserer derzeitigen Überlegungen ist die weitere Reduzierung der Rohrquerschnitte, aus verschiedenen Gründen, die anschließend angesprochen werden.

Durch Überlegungen und Versuche hat die Firma TEWE Elektronic ein Konzept entwickelt, mit dem dieses Ziel erreicht werden soll.

Die von uns anvisierten Rohrquerschnitte liegen etwa zwischen 15 und 20 mm Durchmesser, so daß wir im unteren Bereich einen Rohrinhalt von etwa 14 Liter Futter auf 100 m Rohr haben.

Zur weiteren Erläuterung haben wir Abschnitte aus unserem Schutzanspruch entnommen, den wir im Wortlaut wiedergeben:

Flüssigfütterungsanlage, mit einer Rohrleitung, und mit Ventilen an den einzelnen Fütterungsstellen, und mit einer Pumpe, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe als Hochdruckpumpe zur Erzeugung eines Druckes von wenigstens etwa 20 bar ausgestaltet ist und daß die Rohrleitung entsprechend druckfest ausgestaltet sind, wobei die Rohrleitung einen Innendurchmesser von etwa 10 bis 20 mm aufweist.

Der Neuerung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Flüssigfütterungsanlage dahingehend zu verbessern, daß die Anmischung auch kleiner Futtermengen problemlos möglich ist und die Verarbeitung von in der Rohrleitung verbleibenden Restfutter oder restlichem Brauchwasser problemlos innerhalb hygienisch unbedenklicher kurzer Zeitspannen ermöglicht wird.

Diese der Neuerung zugrunde liegende Aufgabe wird durch eine Flüssigfütterungsanlage mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Die Neuerung schlägt mit anderen Worten vor, ein Hochdrucksystem zu verwenden, bei dem die Rohrleitung einen vergleichsweise kleinen Innendurchmesser aufweist. Der Querschnitt eines Rohres mit beispielsweise 15 mm Innendurchmesser beträgt weniger als 7 % von dem Querschnitt eines Rohres mit 57 mm Innendurchmesser, so daß die im Rohr enthaltene Brauchwasser- bzw. Futtermenge durch die Verwendung dünnerer Rohrleitungen drastisch reduziert werden kann.

Eine im Rohr befindliche Brauchwassermenge ist daher neuerungsgemäß derart klein, daß sie problemlos vollständig beim Anmischen neuer Futtermengen Verwendung finden kann.

Vergleichbares gilt für in der Rohrleitung befindliche Restfuttermengen, wenn ohne derartige Wassersäulen gearbeitet wird: auch diese Restfuttermengen können innerhalb kürzester Zeit verfüttert werden.

Durch vergleichsweise geringen Rohrquerschnitt steigt der Widerstand bei der Förderung des Futters durch das Rohr an, so daß gegenüber den derzeit verwendeten Pumpen Hochdruckpumpen mit einem Druck von etwa 20 bar oder mehr, beispielsweise bis zu 200 bar, Verwendung finden können.

An diese hohen Drücke angepaßt müssen selbstverständlich die Rohrleitungen sein, so daß beispielsweise Rohrleitungen aus Metall Verwendung finden können.

Ebenso sind an diese hohen Drücke angepaßte Ventile zu verwenden, die zu den Abzweigungen an den einzelnen Fütterungsstellen führen.

Um das Verspritzen des Futters an den Fütterungsstellen zu vermeiden, kann das Futter aus der unter hohem Druck stehenden Rohrleitung vorteilhaft zunächst in einen Entspannungsbehälter geführt werden, aus dessen Auslaß dann das Futter in den eigentlichen Futtertrog geleitet wird.

Durch die hohe Fördergeschwindigkeit des Futters ergibt sich trotz des kleineren Rohrquerschnittes eine etwa gleiche Dauer für den Fütterungsvorgang, so daß für die Tiere einerseits und für den betrieblichen Ablauf andererseits keine Umstellungsschwierigkeiten bestehen.

Um die Hochdruckpumpen zuverlässig betreiben zu können, kann vorteilhaft eine Passiervorrichtung oder Zerkleinerungs- bzw. Homogenisierungseinrichtung vorgesehen sein, die der Pumpe vorgeschaltet ist und die das angemischte Futter von Verunreinigungen oder Beimischungen unerwünscht großer Durchmesser befreit, indem sie diese stückigen Beimischungen entweder zerkleinert oder zurückhält, so daß insgesamt ein störungsfreier Betrieb der gesamten Fütterungsanlage sichergestellt wird.

Weiterhin kann insbesondere bei Verwendung metallischer Rohrleitungen vorteilhaft vorgesehen sein, diese Rohrleitungen elektrisch zu beheizen, so daß witterungsunabhängig eine optimale Funktionsfähigkeit der gesamten Fütterungsanlage gewährleistet werden kann.

Diese Beheizung kann vorteilhaft abschnittsweise einzeln ein- oder ausgeschaltet bzw. in ihrer Intensität regelbar sein, so daß mit optimal geringem Energieeinsatz die Funktionsfähigkeit der Flüssigfütterungsanlage auch bei niedrigen Temperaturen sichergestellt sein kann.

Auch ohne eine derartige Beheizung sind eingefrorene Futterleitungen aufgrund ihres kleinen Durchmessers und insbesondere bei der Verwendung metallischer Rohre mittels eines Gebläses oder ähnlicher Hilfsmittel leichter aufzutauen als die aus der Praxis bekannten großvolumigen Kunststoff-Rohrleitungen.

Die neuerungsgemäße Flüssigfütterungsanlage erlaubt eine hochexakte Dosierung der Futtermenge, da der Rohrinhalt minimiert wird.

Ungenauigkeiten, die sich durch Kompression des Futters innerhalb des Rohrinhaltes ergeben, werden auf diese Weise erheblich verringert bzw. gänzlich ausgeschlossen.

Die Zuteilung kleinerer Futtermengen in entfernt liegenden Ställen wird vereinfacht, da der Rohrinhalt selbst nahezu unwesentlich wird. Aufgrund dieses kleinen Rohrinhaltes kann die Rohrleitung mehrfach genutzt werden, beispielsweise auch zum Tränken der Tiere oder für Medizinalgaben.

Bei einer entsprechend regelbaren Pumpe ist eine sehr genaue Feindosierung möglich. Durch die Verringerung des Rohrinhaltes auf beispielsweise etwa 7 % gegenüber bekannten Anlagen sind nur noch sehr kleine Hilfstanks erforderlich, die entsprechend preisgünstig gegenüber derzeit gebräuchlichen Hilfstanks sind.

Aufgrund der sehr hohen Fördergeschwindigkeit ist das Absetzen von Futterresten an den Rohrinnenwänden nahezu ausgeschlossen. Dies ist in bisher bekannten Anlagen oft der Fall.

Um eine möglichst hohe Energiedichte zu erreichen wird den Futterstoffen nämlich sehr oft Fett zugesetzt. Bei niedrigen Fördergeschwindigkeiten lagert dieses Fett an den Rohrwänden ab und fördert die Bildung von Keimen und Pilzen.

Weitere Vorteile:

Gegebenenfalls kann die Fütterungsanlage in Verbindung mit entsprechenden Vorsatzgeräten auch als Wasserzuführungsleitung für eine Hochdruckreinigungsanlage verwendet werden, so daß die Stallreinigung mittels einer Hochdruckpistole erfolgen kann, die an die Rohrleitung der Fütterungsanlage anschließbar ist.

Gegenüber bekannten Anlagen, bei denen sich eine Futtersäule zwischen zwei Wassersäulen befindet und hin und her verschoben wird, ist aufgrund der geringen Materialmenge eine derartig komplizierte Verfahrensführung nicht erforderlich.

Die Rohrinstallation ist vergleichsweise einfach. Durch Einsatz von Verschraubungen als Verbindungsteile können die Rohre jederzeit aufgetrennt werden.

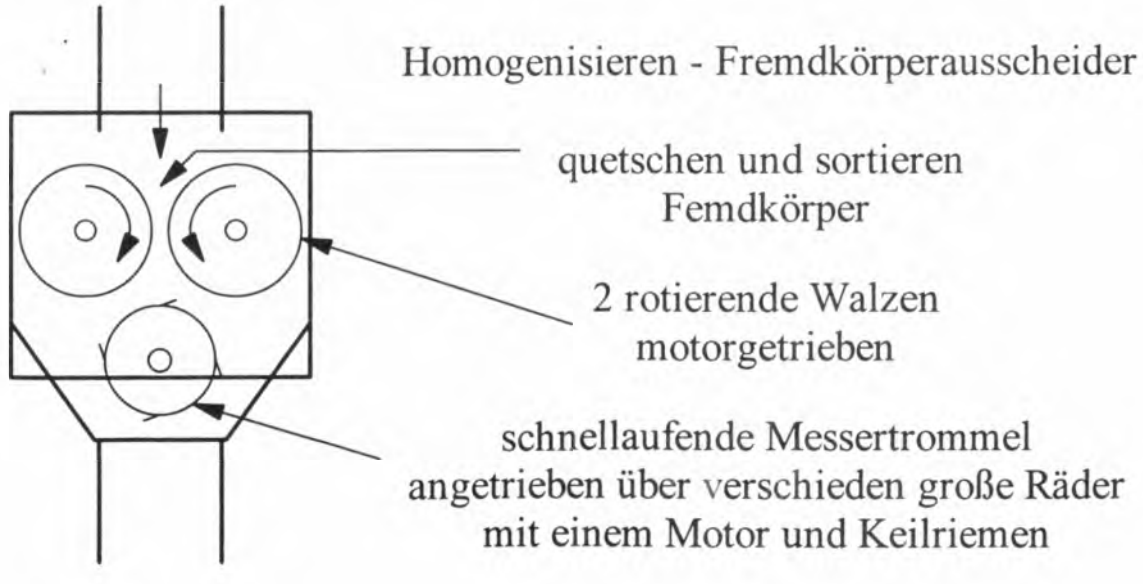
Unsere Versuche haben ergeben, daß die Futterkonsistenz im bisherigen Rahmen erhalten bleiben kann. Notwendig ist die beschriebene Passierung des Futters um Fremdkörper zu vermeiden.

Die Problematik dieses Systems liegt im Bereich der Hochdruckpumpe. Hier haben wir inzwischen Lösungsansätze gefunden.

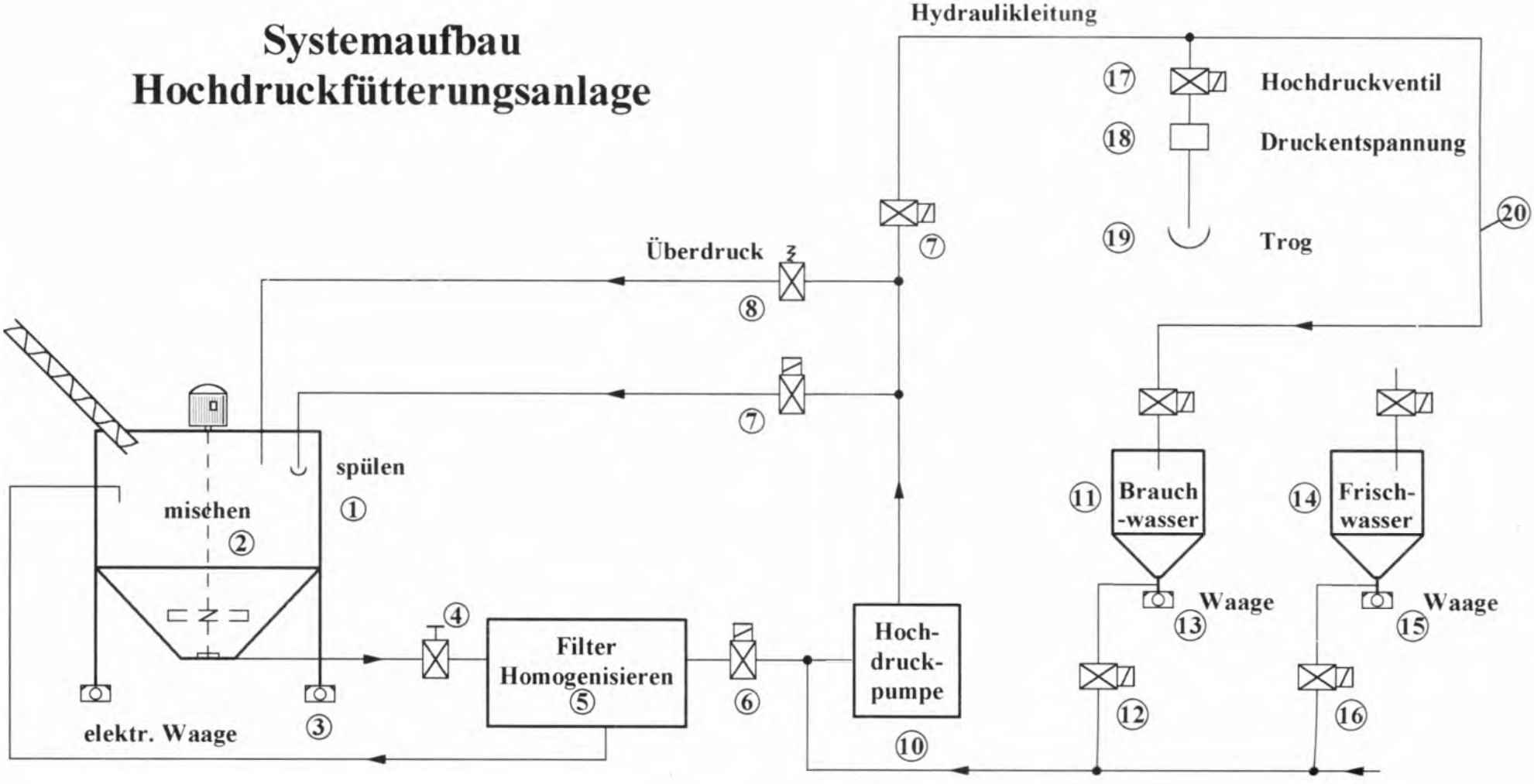
Natürlich bedarf es umfangreicher Versuche, um das System zu optimieren. Dies bezieht auch die Abrassivität der Futterstoffe mit ein.

Wenn es uns gelingt auf die bisher notwendigen Spülmittel zu verzichten, d. h. das Rohrsystem durch Eigenreinigung sauber zu halten, ist dies ein weiterer Schritt zu mehr Hygiene und geringerem Einsatz unerwünschter Hilfsmittel.

Unsere Planung sieht vor, dieses System im Jahr 2000 auf den Markt zu bringen.



Systemaufbau
Hochdruckfütterungsanlage



Multiphasen-Restlosfütterung für Schweine („Spotmix"): Funktion und Dosiergenauigkeit

Multiphase Residueless Feeding System for Pigs („Spotmix"): Operation and Accuracy

AMON, THOMAS[1)], WÖCKINGER, MICHAEL[1)], BOXBERGER, JOSEF[1)],
VOGL, GERHARD[2)]

[1)] Institut f. Land-, Umwelt- u. Energietechnik, Universität für Bodenkultur, Wien, email: amon@mail.boku.ac.at

[2)] Schauer Maschinenfabrik, A-4731 Prambachkirchen, e-mail: g.vogl@schauer.co.at

1 Einleitung und Problemstellung

An eine Anlagentechnik zur automatischen Fütterung von Schweinen müssen folgende Anforderungen gestellt werden:

- Zuteilen von individuellen Mengen und Rezepturen an jedem Futterplatz (Multiphasen-Fütterung)
- Fütterung ohne Futterrückstände zur Erzielung optimaler Hygiene (Restlos-Fütterung)
- Futtervorlage in feuchter bis breiförmiger Konsistenz zur besseren Verdaulichkeit und Vermeidung von Streuverlusten
- Frostsicherheit bei Außenklimaställen

Derzeit stehen verschiedene Anlagentechniken zur Verfügung, deren Vor- und Nachteile im Folgenden kurz geschildert werden sollen.

Flüssigfütterung. Mit der Flüssigfütterung können beliebige Futtermittel, auch Beiprodukte, verfüttert werden (SWOBODA 1987, KTBL 1992). Breiförmiges Futter ist besonders geeignet. Die rationierte Fütterung von Gruppen ist nur bei gleichzeitiger Futtergabe möglich. Hierfür ist ein Freßplatz-Tier-Verhältnis von 1:1 erforderlich. Nachteil der Flüssigfütterung ist der hohe technische Aufwand, der im Falle einer Multiphasen-Fütterung erforderlich ist. Bei der Futterzuteilung ad-libitum ist eine Restlos-Fütterung nur eingeschränkt möglich.

Für die Restlos-Fütterung stehen bei Flüssigfütterungsanlagen zwei Möglichkeiten zur Verfügung: die Wasserverdrängung und die Luftentleerung. Bei der Wasserverdrängung werden die Futterrestmengen mit Wasser aus dem Rohr verdrängt. An der Trennzone zwischen Wasser und Futter werden entweder Trennkörper eingesetzt oder eine Vermischungszone in Kauf genommen. Das System erfordert einen Zwischenbehälter, in dem sich teilweise mit Futter kontaminiertes Wasser befinden kann. Eine Unterbrechung der Keimübertragung ist damit nicht sicher gewährleistet.

Bei der Luftentleerung werden die Futterrestmengen durch Einblasen großer Luftmengen mit geringem Druck aus den Zuleitungsrohren entfernt.

Trockenfütterung. Hier werden die einzelnen Futterportionen gesondert in einem kleinen Mischer nach individuellen Rezepturen und Mengen gemischt und einzeln über einen Rohrförderer zu den Abgabestellen transportiert (KTBL 1993). Dies ermöglicht das Anmischen beliebiger Rezepturen und frei wählbaren Mengen. Die rationierte Fütterung von Gruppen ist aber nicht möglich, da nicht allen Tieren gleichzeitig Futter angeboten werden kann. Durch die fehlende Wasserzugabe kommt es zu erhöhten Streuverlusten beim Futterverzehr. Feuchte Futtermittel und Beiprodukte können nicht verfüttert werden.

2 Funktionsprinzip der „Spotmix"-Fütterung.

In einem neu entwickelten Fütterungssystem sollten die Vorteile der Flüssig- und der Trockenfütterung miteinander kombiniert werden. Die Futterportionen werden wie bei der Trockenfütterung einzeln angemischt und trocken pneumatisch zu den Trögen transportiert. Kurz vor dem Futtertrog wird Wasser zudosiert, so daß die Portionen als Breifutter vorgelegt werden (Abb. 1).

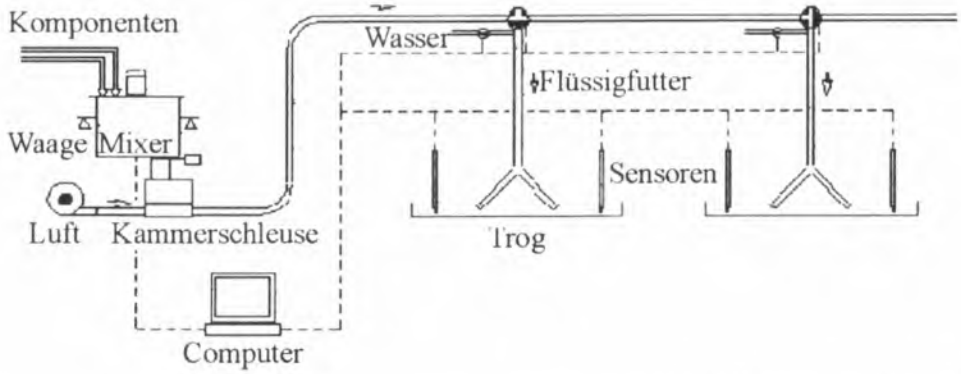


Abb. 1: Funktionsschema der „Spotmix"-Fütterung, Fig.1:Design of the „Spotmix" Feeding System

Die Portionen werden im gewünschten Verhältnis aus trockenen und feuchten Komponenten aus dem Vorratsbehältern in einem Mischer mit einem maximalen Inhalt von 30 kg gewogen und gemischt. Die fertige Mischung wird in eine Verteilkammer abgeworfen.

Über eine Kammerschleuse wird die Futtermischung in die Futterleitung eindosiert und zur Futterstelle transportiert. Der Transport erfolgt mit Luftmengen von 4.000–5.000 l/min bei einem Druck von ca. 1 bar. Das Futter ist so gleichmäßig einzubringen, daß es immer in Schwebe gehalten wird. Die Verteilleitung erfolgt in einem Rohr aus rostfreiem Stahl mit 50 mm Durchmesser.

Futterzubereitung und Transport geschehen gleichzeitig und unabhängig voneinander, d.h. während des Austeilens für eine Futterstelle wird bereits die nächste Portion im Mischer zubereitet. Dadurch kann quasi-kontinuierlich gefüttert werden.

An der Abgabestelle wird das Futter aus dem Hauptrohr in ein Dreiwegeventil abgezweigt. Hier wird in den Futterstrom Wasser eingespritzt. Die so entstandene dickbreiige Mischung wird wie Flüssigfutter im Trog verteilt. Da das Wasser erst kurz vor dem Verteilen in den Trog zugesetzt wird, ist die Mischung auch bei 50% TS noch gut fließfähig. Durch nach-

geschaltete elektronisch geregelte Verteilventile können auch Troglängen bis 10 m gleichmäßig beschickt werden. Ein Steuerungscomputer regelt Zeitpunkt und Menge des zudosierten Wassers genau, da die Transportdauer des trockenen Futters abhängig von der Entfernung der Futterstelle ist. Zur Nachreinigung des Futterverteilers wird eine geregelte Menge Wasser verwendet.

Anwendungsbereiche :

Die „Spotmix"-Fütterung kann in zahlreichen Bereichen der Schweinefütterung zur Anwendung kommen. Sie eignet sich aufgrund ihrer Frostsicherheit auch für Außenklimaställe.

Eiweiß- angepaßte Fütterung mit Trog- Sensoren

Ermöglicht Multiphasenfütterung ohne jeden Rest auch bei nicht vorherbestimmbaren Mengen, wie es bei ad libitum - Fütterung Standard ist .

Breifütterung von Babyferkeln an Langtrögen

Es können Baby- Ferkel ab 6 kg Tiergewicht in Großgruppen bis 100 Tiere mit Breifutter rationiert gefüttert werden. Die Mastergebnisse sind wesentlich besser als bei Trockenfutter ohne die Hygieneprobleme, die bei Flüssigfutter auftreten. Grund ist der sehr hohe Trockensubstanz- Anteil.

Einzeltierfütterung von Muttersauen

Zur Versorgung von Abferkelboxen und Kastenständen mit individuellen Rezepten, wobei der Einsatz von Feuchtmais interessant ist.

Einschränkungen in der Anwendbarkeit bestehen derzeit bei der Verfütterung von stark fetthaltigen oder schmierigen Sonderfuttermitteln wie z.B. Schlachtabfällen oder Speiseresten, da diese den Mischer und die Einbringschleuse verlegen. Hierfür ist ein neues Verfahren in Ausarbeitung.

Die „Spotmix"-Fütterung ist technisch ausgereift, was nachfolgende Untersuchungsergebnisse veranschaulichen. Ziel war es, die Misch- und Dosiergenauigkeit der gesamten Fütterungsanlage bei unterschiedlicher physikalischer Beschaffenheit typischer Futtermittel unter praktischen Bedingungen quantitativ zu ermitteln.

3 Faktoren der Dosiergenauigkeit und Versuchsdurchführung

Die Dosiergenauigkeit, mit der das Futter angemischt, transportiert und in die Tröge verteilt wird, hängt von der physikalischen Zusammensetzung der Futterkomponenten und von den technischen Elementen der Fütterungsanlage ab (Abb. 2).

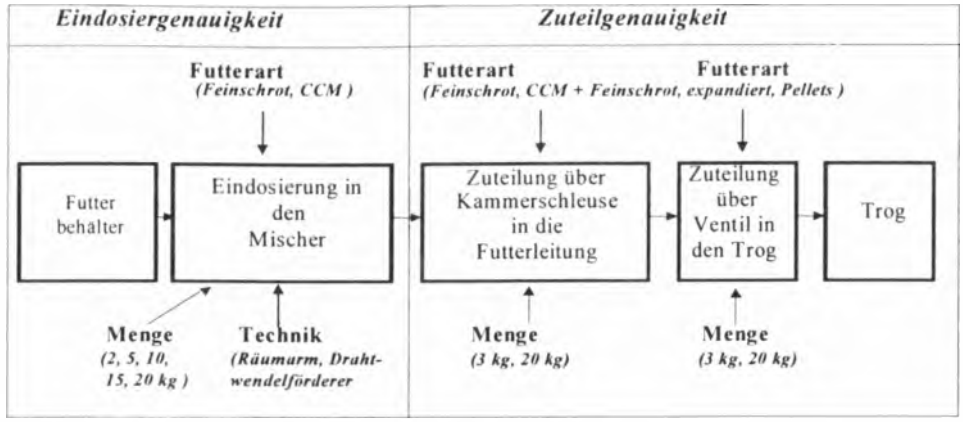


Abb. 2: Der Weg des Futters und mögliche Einflüsse auf die Dosiergenauigkeit
Fig. 2: Transport of the feed and possibilities of influencing the accuracy

Mögliche Fehlerquellen der Dosierung können in folgenden Bereichen auftreten:

- Eindosierung der Futterkomponenten in den Mischer (Eindosiergenauigkeit)
- Mischen der Komponenten im Mischer (Mischgenauigkeit)
- Ausdosierung, Transport und Zuteilung zu den Trögen (Zuteilgenauigkeit)

Die Messungen wurden in zwei verschiedenen Versuchen durchgeführt. Beim ersten wurden am Computer die verschiedenen Sollmengen (2, 5, 10, 15, 20 kg) für zwei Futterarten (CCM, Feinschrot) eingestellt. Der Computer dosierte ein (Wiegefehler der Anlage ± 0,03% vom Endwert), das Futter wurde zwischen Mischer und Verteilkammer aufgefangen und auf einer eigenen Waage (Wiegebereich 0–30 kg) gewogen. Dieser Vorgang wurde fünfmal wiederholt.

Im zweiten Teil des Versuches wurden vier verschiedene Futterarten (Feinschrot, CCM (70%) + Feinschrot (30%), expandiertes Futter, Pellets) zu je 2 Futtermengen (3, 20 kg) vorverwogen in den Mischer eingefüllt und über Verteilkammer, Kammerschleuse, Futterleitung, Kugelhahn und Ventil zum Trog befördert. Dort wurde mittels eines Zyklons das Futter aufgefangen und wieder verwogen. Um Einflüsse der Futterleitungslänge feststellen zu können, wurde an zwei Ventilen (Leitungslänge 20m und 70m) gemessen. Der Ablauf wurde dreimal wiederholt.

4 Ergebnisse und Diskussion

Eindosiergenauigkeit. Die Eindosiergenauigkeit in den Mischer hängt von der Portionsgröße ab. Ein Einfluß der untersuchten Futterkomponenten auf die Genauigkeit war nicht vorhanden (Abb. 3). Mit steigender Portionsgröße nimmt der Variationskoeffizient sowohl bei Feinschrot als auch bei CCM ab. Das bedeutet, die Dosiergenauigkeit erhöht sich. Die größte genauigkeitssteigernde Wirkung trat bei beiden Futtermitteln beim Übergang der Portionsgröße von 5 auf 10 kg auf. Als Ursache von Ungenauigkeiten kommen Wiegefehler des Mischers in Betracht, die sich bei kleinen Portionsgrößen relativ stärker auswirken als bei großen. Fehler der Eindosierung in den Wiegemischer können durch Feinsteuerung der Do-

sierorgane und durch Anpassung des Meßbereiches der verwendeten Wiegezellen an die angestrebte Portionsgröße minimiert werden. Die Genauigkeit der Gewichtserfassung kann weiterhin durch die Verwendung mehrerer Gewichtssensoren im Vergleich zu einer zentralen Gewichtsmessung am Wiegemischer verbessert werden.

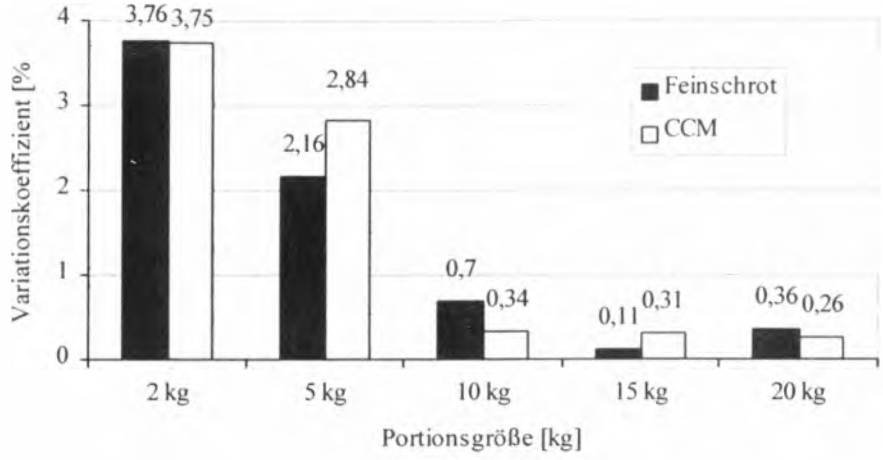


Abb. 3: Variationskoeffizient der Eindosierung von Feinschrot und CCM in den Mischer bei unterschiedlichem Portionsgewicht

Fig. 3: Coefficient of variation of doseing coarse meal and CCM with different weight per portion

Zuteilgenauigkeit. Die Zuteilgenauigkeit vom Mischer in die Futtertröge war von der Portionsgröße und von der physikalischen Struktur des Futters abhängig (Abb. 4). Ein Einfluß der Leitungslänge war nicht vorhanden. Bei kleinen Portionsgrößen wurde expandiertes Futter am genauesten eindosiert. Bei großen Portionsgrößen konnten Pellets am genauesten verteilt werden.

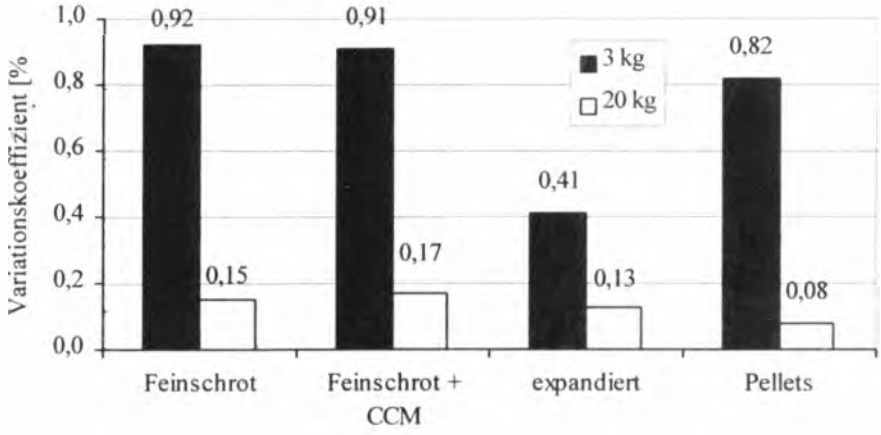


Abb. 4: Variationskoeffizient der Dosierung verschiedener Futtermittelarten vom Mischer in die Futtertröge bei unterschiedlichem Portionsgewicht

Fig. 4: Coefficient of variation of doseing of different feed stuff from the mixer to the feeding-trough with different weight per portion

Die Dosiergenauigkeit der gesamten Anlage ergibt sich aus der Eindosiergenauigkeit in den Mischer und der Zuteilgenauigkeit vom Mischer in die Futtertröge. Dosierfehler treten hauptsächlich bei der Eindosierung in den Mischer auf. Im vorliegenden Versuch wurden nach DLG-Anforderungen "sehr gute" Dosiergenauigkeiten für Portionen ab 10 kg erreicht (DLG 1998). Portionsgrößen von 5–10 kg entsprechen einer "guten bis befriedigenden" Dosierung. Portionen von 2 kg werden "ausreichend" genau verteilt. Der Variationskoeffizient der Zuteilgenauigkeit ist durchwegs kleiner 1% und somit als "sehr gut" zu bewerten.

5 Literatur

DEUTSCHE LANDWIRTSCHAFTS-GESELLSCHAFT (1998): Landtechnik Prüfberichte Schweinefütterung, DLG, Frankfurt/Main

KTBL (Hrsg.) (1992): Stationäre Anlagen für die Flüssigfütterung, KTBL-Arb.blatt Nr. 1089

KTBL (Hrsg.) (1993): Trockenfütterungsanlagen für die Schweinemast, KTBL-Arb.blatt Nr. 1094

SWOBODA, M. (1987), Flüssigfütterung, ÖKL–Schrift 138, Wien

6 SUMMARY

A system for automatic feeding of pigs has to meet several demands. It must enable the mixture of individual recipes for each feeding point. After feeding no residues may remain in the casing because they might cause hygienic problems. Mushy or liquid feed should be used to guarantee a better digestibility. Up to now feeding systems operated either with dry or with liquid feed. The newly developed „Spotmix" system combines the advantages of dry and liquid systems. The feed is dryly mixed and transported. Water is added only shortly before the feed is dosed into the trough. This enables individual mixtures for the pigs, a multiphase feeding strategy and a residuefree feeding system. However the accuracy of dosing of this new system had to be investigated. This was done under field conditions. The accuracy of the mixer was investigated as well as the accuracy of apportionment into the troughs. The results show that the accuracy of the mixer improves with the portions getting larger. From 10 kg per portion onwards a very high accuracy was measured. There was no difference in the accuracy of dosage between coarse meal and CCM. In all trials a very high accuracy of apportionment was measured. It did not depend on the length of the casing.

Serviceansprüche für Fütterungsanlagen

Demand of service for automatic feeding systems

ELLERSIEK, HANS-HEINRICH

Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe, Schorlemerstraße 26, 48143 Münster

Einleitung

Aufgrund der Entwicklung der Schweinehaltung und der damit verbundenen arbeitswirtschaftlichen Forderungen ist es in der letzten Zeit Standard geworden, vollautomatische Fütterungsanlagen sowohl im Trocken- als auch im Nassbereich einzubauen. Die Entwicklung zur Vollautomatik ist damit heute selbstverständlich geworden. Zusätzlich haben sich in letzter Zeit aufgrund von Umweltforderungen und Produktionsverbesserungen neue Ansprüche an die Fütterungen gestellt. Stichworte hierfür sind Phasenfütterung, Verbesserung der Hygiene in den Anlagen und Verbesserung der Produktionstechnik durch Anpassung der Futtermengen an den Tierbedarf. Zusammengefasst heißt das, die Bedeutung der Fütterungen für den Betriebserfolg sind wesentlich höher geworden. In Verbindung mit den neuen Ansprüchen und der Größe der Betriebe entwickelt sich über die Fütterungsanlagen für ihr Funktionieren ein Sicherheitsanspruch des Betriebes.

Dieser Sicherheitsanspruch für die Funktion und den störungsfreien Ablauf kann nur eingehalten werden, indem alle Partner, die daran beteiligt sind, zusammenarbeiten und ihre Aufgaben erfüllen. Hieraus entsteht der Anspruch, dass schon bei der Planung und dem Bau des Gebäudes die Fütterungsanlage hinsichtlich Ablauf und Funktionssicherheit mitberücksichtigt wird

Planung einer Fütterungsanlage

Bei der Planung des Stallneu- oder -umbaus gilt es, ein klares Konzept aufzubauen, was abgesichert wird über vorherige Besichtigungen und Beratungen. Entscheidend hierfür ist, dass das Stallsystem zukunftsträchtig aufgebaut wird einen klar definierten Ablauf beinhaltet, so dass sich hierdurch eine klare Aufgabenstellung für den Einbau der Fütterungsanlage ergibt. Der Käufer der Anlage muss sich vorher auf dem Markt informieren, um die Anlagen miteinander vergleichen zu können und dann, nachdem die Funktionsweise der Anlage bekannt ist, bewusst diese Anlage auch zu kaufen. Hierfür ist es unbedingt notwendig, in Verbindung mit der Firmenvertretung einen Aufgabenkatalog des Betriebes zu entwickeln, der dann mit den Möglichkeiten der Fütterungsanlage verglichen wird. Unnötige Ansprüche an die Fütterung, die nie verwirklicht werden, sollten nach Möglichkeit auch nicht eingebaut werden, da sie die Übersicht der Anlage verschlechtern. Hierfür sind von Firmenseite Verkäufer notwendig, die Fachkenntnisse haben und die auch bereit sind, nicht notwendige Ansprüche aus dem Angebot herauszulassen. Um eine Anlage vor dem Kauf kennenzulernen ist es sehr hilfreich, wenn Demoversionen, die auf PC-Anlagen laufen können, vorher an den Interessenten abgegeben werden, damit er sich mit der Arbeitsweise des Programms oder der Anlage vertraut machen kann.

Aufbau der Anlage

Bei der Montage von Fütterungsanlagen ist es notwendig, ein klares Konzept für die Förderleitungen auszuarbeiten, um hier möglichst mit kurzen und verschleißarmen Wiegen arbeiten zu können. Hier sind in der Praxis sehr häufig mit einfachen Überlegungen große Vorteile für die Funktion und für den Verschleiß der Anlage zu erreichen. Die zu einer Fütterungsanlage gehörende Elektronik sollte in trockenen, staubfreien und warmen Räumen eingebaut werden, um hierdurch die Elektronik zu schützen. Bei der Montage von Anlagen ist es sinnvoll, dass der Betreiber an der Montage beteiligt wird, um die Anlage von der Technik her kennenzulernen. Eine sorgfältige, fachgerechte Montage verhindert viele Fehler für den weiteren Betrieb der Anlage.

Eine Kopplung der Elektronik mit dem PC-Computer oder über das Telefon, ist bei größeren oder entfernt liegenden Betrieben angebracht. Über die Telefonschaltung wird auch die Herstellerfirma in die Lage versetzt, in die Anlage einzugreifen, so dass hierdurch sehr viele Fragestellungen und Montagestunden vermieden werden können. Wegen diesem Vorteil sollte es schon heute fast Standard sein, die Kopplung der Anlage über das Telefon vorzunehmen. BUS-Verbindungen nehmen auf den Betrieben zu und haben den Vorteil, dass die reinen Steueranlagen abgespeckt und alle Auswertungen aus diesen Anlagen entfernt werden können.

Dokumentation der Anlage

Eine Dokumentationspflicht für eine Fütterungsanlage besteht von Seiten der Firma und von Seiten des Betreibers. Für die Firma ist es unbedingt notwendig, die Gesamtanlage zu dokumentieren, um wechselnden Kräften mit Hilfe des Landwirtes Einblick in die Anlage geben zu können. Hierzu gehört es auch, spätere Veränderungen in diese Dokumentation mit einzubringen. Auch Veränderungen, die nicht von der Firma, sondern vom Landwirt selbst vorgenommen werden, sollten der Firma gemeldet werden. Zur Dokumentation von Seiten des Landwirtes gehört es, an der Anlage ein Fließbild mit allen wesentlichen Funktionen zu platzieren. Durch diese Dokumentation gelingt es außenstehenden Kräften wesentlich einfacher die Anlage zu überblicken und zu bedienen.

Fütterungsanlage und Folgetechnik

Jede Fütterungsanlage ist mit Folgetechniken, wie z. B. Zuführschnecken, verbunden. Die aus der Anlage folgenden Betriebsabläufe sind als Fehlerquelle der größte Anteil. Um hier Fehler auszuschalten ist Sachkenntnis erforderlich, die dann in den Ablauf und in die Fördertechnik mit eingebracht wird, unter dem Gesichtspunkt Störungen zu vermeiden. Gleichzeitig ist es auch hier sehr hilfreich, Fehler festzuhalten und als Fehlerquelle zu dokumentieren. Hierfür ist es wichtig, als Grundfaktor Sauberkeit in der Anlage zu sichern, gleichzeitig innerhalb des Betriebes Ungeziefer zu bekämpfen, da Ungeziefer, z. B. Mäuse, ein häufiger Faktor für Kabelfraß sind. Das gleiche gilt für Gärungen in Futterleitungen. Hierdurch entstehen häufig Fehlwiegungen. Die Silos müssen über Rüttler oder vernünftige Einblassysteme organisiert werden, so dass sie sich problemlos und ohne Störung entleeren lassen.

Alarmfunktionen für die Programme

Programme müssen in der Lage sein, alle Fehler aufzulisten und dem Landwirt einfach zugänglich zu machen. Bei der Auflistung ist darauf zu achten, dass der Zeitpunkt, bei welchem Vorgang und gleichzeitig ein Hinweis zur Beseitigung mitdokumentiert wird. Innerhalb des Programmes muss von den Firmen überlegt werden, ob Fehler nur aufgelistet werden oder zum Stop der Anlage führen. Häufig erkennt man, dass Fehler viel zu fein aufgelistet werden und auch gleichzeitig zum Stop der Anlage führen, was überhaupt nicht notwendig ist. Als Beispiel gilt: Falls ein Ventil nicht ausfutterbar ist, sollte dies Ventil überschlagen werden und den Ablauf der Anlage nicht beeinflussen. Es ist aber für den Betreiber notwendig, diesen Fehler zu erkennen, um ihn kurzfristig beseitigen zu können. Da sich die Sattfütterung durchsetzt mit höherem Fressplatzverhältnis besteht, um Unruhe im Betrieb zu vermeiden, eine Hauptforderung an Fütterungsanlagen, möglichst gleichmäßig zu füttern. Über die Einstellung einer Fehlerintensität ist es möglich, hier sehr viel für den gleichmäßigen Ablauf der Anlage tun zu können.

Ersatzteile

Von jeder Lieferfirma sollte zu einer Anlage ein Vorschlag für Ersatzteile gemacht werden, der vom Landwirt auch ernst genommen wird. Firmen kennen sehr viel häufiger Standardersatzteile einer Anlage. In der Regel sind hiermit mechanische Teile gemeint, die von dem Betreiber selbst ersetzt werden können, z. B. Magnetventile, Pumpen oder Membranen für Flüssigfütterungsventile. Elektronische Ersatzteile sind in der Regel nicht vorrätig zu halten, da sie häufig nicht selbst montiert werden können. Über den 12-Stunden-Sevice, der heute überall besteht, ist es in überschaubaren Zeiten möglich, Ersatzteile heranzuschaffen, d. h. Ersatzteillager sollten auch nicht zu groß angelegt werden. Innerhalb der Lieferfirma muss man sich verpflichtet fühlen, für laufende Anlagen Ersatzteile kurzfristig zur Verfügung zu stellen, so dass sie über Paketservice möglichst kurzfristig zu den Betreibern der Anlage geliefert werden können. Zusätzlich zu der Ersatzteilforderung gilt es, auch Ersatzkräfte, von Seiten des Landwirtes aus, für das Betreiben der Anlage selbst zu organiseren, damit im Ausfall die Anlage weiter betrieben werden kann.

Service-Telefon

Jede Firma sollte sich verpflichtet fühlen, ständig ein Service-Telefon zur Verfügung zu stellen, so dass der Landwirt jederzeit die Möglichkeit hat, mit kompetenten Partnern sprechen zu können. Da dieser Service sehr viel Geld an Personalkosten für die Fimen verschlingt, ist es durchaus überlegenswert, aus dieser Service-Nummer eine 0190er Nummer zu machen, nachdem der Anrufer darüber informiert worden ist. Dies würde Kosten für die Firmen sparen, aber gleichzeitig die Verfügung von Servicekräften nicht beeinträchtigen. Mit Hilfe der Dokumentation der Anlage innerhalb der Firma ist es auch unterschiedlichen Kräften möglich, Aussagen zu jeder Anlage machen zu können. Durch Aufzeichnungen von Fehlerquellen innerhalb der Firma und Auswertungen, können häufig auftretende Fehler sofort den Betreibern bekannt gemacht werden und somit vielleicht im vorherein vermieden werden.

Zusammenfassung

Serviceansprüche für Fütterungsanlagen werden normalerweise an die Herstellerfirmen gestellt. Da aber jede Anlage betriebsspezifisch läuft und sehr stark abhängig von der Bedienung ist, müssen die Ansprüche auf beide Partner verteilt werden.

Durch die Dokumentation von Fehlern und Programmverbesserungen, sowie Pflege der noch folgenden Geräte, sind sehr große Einflüsse auf Störungsquellen von Fütterungsanlagen möglich.

Mit Hilfe von einer Checkliste solten die Anlagen und der Betreiber Störungen und Lösungsmöglichkeiten aufzeigen, so dass der Anspruch der regelmäßigen Tierversorgung erfüllt wird.

Summary

Normaly the demand of service for an automatic feeding plant ist imposed on the manufacturer. But every plant ist working specifically and the working depends on the attendance of the farmer.

Therefore manufacturer and farmer are responsible for correct working. Recording of misfunctions, improving of the programme and tending of the equipment have great influence on trouble with feeding plants.

A checklist is a good possibility for the farmer to record trouble and to find solutions in order to provide regularly the animals

Untersuchungsergebnisse und Anwendungsempfehlungen zur Haltung von Absetzferkeln in Außenklimaställen

Research results and advice on the practical application of keeping weaner pigs in naturally ventilated housing systems

FRANKE, WERNER[1]; CHRISTIANE LOEBSIN[1]; ULRICH SÖHNHOLZ[2]

[1] Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion, Wilhelm-Stahl-Allee, 18196 Dummerstorf

[2] Söhnholz Schweinezucht KG, Dorfstraße, 18233 Panzow

1 Zielstellung und Merkmale von Außenklimaställen

Wie für Rinder und Pferde zeigt sich auch bei der Schweinehaltung ein zunehmendes Interesse an Außenklimaställen.
Weniger untersucht und verbreitet als bei Mastschweinen sind derartige Ställe für Absetzferkel. Besonderheiten gibt es durch die höheren Optimaltemperaturen in diesem Produktionsabschnitt. Die Funktion des Kälteschutzes erfüllen in Außenklimaställen für Absetzferkel wärmegedämmte Ruhekisten, die vorrangig durch die Tierwärme aufgeheizt werden. Die in der Größe minimierten Kisten und die zusätzlichen Ausläufe mit Außenklima sollen zu Investitions- und Heizkosteneinsparungen ohne Einschränkung des Wohlbefindens der Tiere führen. Abhängig von Außentemperatur und Tageszeit können die Tiere zwischen den 2 Klimabereichen jenen als Aufenthaltsort auswählen, der ihren Bedürfnissen am nächsten kommt. Es gibt Hinweise, daß die ständige Anpassung des Kreislaufs der Tiere an wechselnde Klimabedingungen sich positiv auf die Konstitution auswirkt sowie die Kot- und Harnabgabe in den zumeist kühleren Ausläufen mit freier Lüftung zur Reduzierung der Ammoniak-entstehungsrate und besserer Luftqualität gegenüber Warmställen beiträgt (JUNGBLUTH, T., J. BECK und B. PUTZ, 1998; KTBL, 1998). Die Merkmale typischer Außenklimaställe für Absetzferkel lassen sich in 4 Punkten zusammenfassen:

1. 2-Klimabuchten
2. minimierte wärmegedämmte Ruhekisten
3. Auslauf- und Kotbereiche mit Außenklima
4. freie Lüftung.

2 Material und Methode

An jeweils einem Beispiel wurden unter Praxisbedingungen 3 Varianten von Außenklimaställen, die sich im Witterungsschutz der Ausläufe unterscheiden, hinsichtlich der Temperaturverhältnisse untersucht, da die Stalltemperaturen wesentlichen Einfluß auf die Tierleistungen und Bewirtschaftungsbedingungen haben. Es wurden gleichzeitige Messungen außen, in den Ausläufen und in den Ruhekisten vorgenommen.
Die Variante 2 „Ausläufe in Bauhülle ohne Wärmedämmung" wurde näher betrachtet. In dieser Ausführungsform wird ein Anwendungsschwerpunkt gesehen, da spürbare Investitionssenkungen und dennoch gute Haltungs- und Arbeitsbedingungen bei exakter seuchenhygienischer Absicherung erwartet werden können.

Es wurde ein Neubau nach dem Trobridgesystem mit 150 Tierplätzen in 6 Buchten auf Einstreu in den Ausläufen untersucht. Der Stall ist zweireihig aufgebaut. An den mittigen Gang schließen die Ausläufe an. In den Ausläufen befinden sich die Tränken, die freie Lüftung erfolgt über Spaceboards. Die einschließlich Fußboden wärmegedämmten Ruhekisten mit Futterautomaten und elektrischer Fußbodenheizung sind außen zugeordnet. In 3 Buchten werden je 50 Tiere mit 7-8 kg Gewicht eingestallt. Nach 2 Wochen Haltung wird eine Aufteilung auf die 6 Buchten und damit eine Reduzierung der Gruppengröße auf 25 Tiere durchgeführt.
Es erfolgte die Erfassung der Tiergewichte einzeln bei Einstallung, nach 14 Tagen Haltung und bei Ausstallung, dazwischen wöchentlich von 30 Tieren je Durchgang. Bei 2 Durchgängen wurde ein Leistungsvergleich mit der Standardhaltung im Betrieb auf Vorratseinstreu durchgeführt. In 6 Durchgängen erfolgte eine Erfassung des Futterverbrauchs je Bucht und Woche.
Untersucht wurden weiterhin Investitionsbedarf, Arbeitsbedingungen, Sauberkeit der Buchten und Ausläufe, Elektroenergieverbrauch für die Kistenheizung, einfacher Frostschutz für die Tränken sowie Einsatz einer Putentränke in den ersten Haltungstagen.

Tabelle 1: Varianten von Außenklimaställen für Absetzferkel
Variants of naturally ventilated housing systems for weaner pigs

Variante		Merkmale	Einsatzbedingungen	untersuchtes Ausführungsbeispiel
1	Ausläufe ohne Bauhülle	Investitionen gering (ab 150 DM/Platz); Regenwasser und flüssige Exkremente werden gemischt gesammelt; Frostschutz der Tränken erforderlich	Einsatz nur auf flüssigkeitsundurchlässigen Betonflächen, wie zunehmend praktiziert	Freilandhütten mit Einstreu in Kisten und Ausläufen
2	Ausläufe in Bauhülle ohne Wärmedämmung	Investitionshöhe zwischen Variante 1 und 3; Temperatur in Ausläufen annähernd Außentemperatur; Frostschutz der Tränken erforderlich	Vorzugsvariante bei Neubauten durch geringe Investitionen und vertretbare Arbeitsbedingungen	Trobridgesystem in Leichtbauhülle mit integrierter Ausrüstung, Einstreu in den Ausläufen, Lüftung über Spaceboards
3	Ausläufe in Bauhülle mit Wärmedämmung	Investitionen nähern sich bei Neubauten den Warmställen	vorrangig bei Modernisierung von Altbauten eingesetzt	Nürtinger System in Altbauhülle, einstreulos, Teilspaltenboden in den Ausläufen, Lüftung mit Steuerung von Hand über Jalousien

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Temperaturverlauf bei unterschiedlicher Ausführung der Ausläufe

Die Meßwerte für typische Bereiche werden in Abb. 1 zusammengefaßt dargestellt. Im Sommer werden in den Ruheräumen weitgehend konstante Temperaturen im Optimalbereich erzielt. Sehr hohe Werte können durch Öffnen von Klappen vermieden werden. Die Maximaltemperaturen in den Ausläufen sind vergleichbar mit Standardställen, stundenweise extrem hohe Außentemperaturen werden abgepuffert. Inwieweit die obere kritische Temperatur (OKT) weniger oft als bei Warmställen überschritten wird, kann aus den Ergebnissen nicht abgeleitet werden. Das Absinken der Außentemperatur nachts wird in den Kisten durch die Wärmedämmung abgeschwächt.

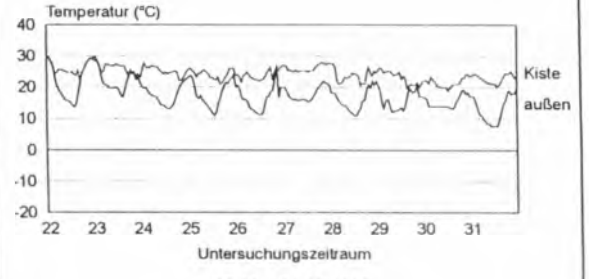
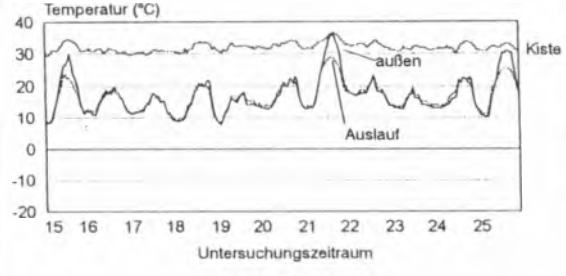
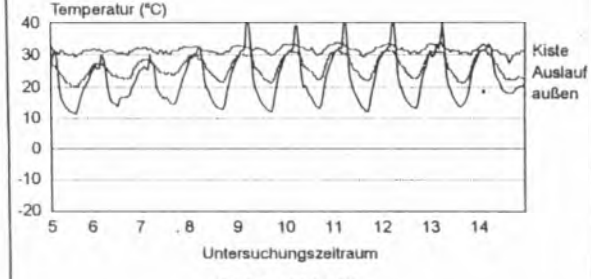
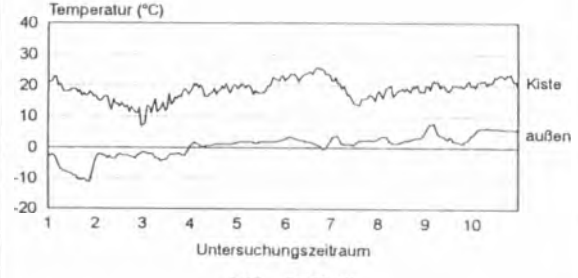
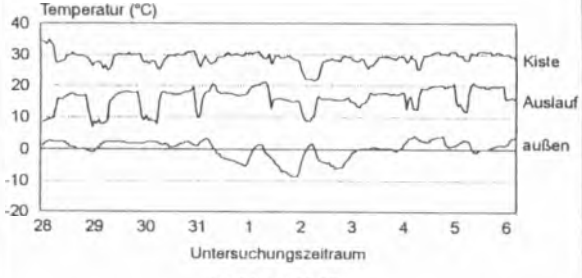
	1. Ausläufe ohne Bauhülle	2. Ausläufe in Bauhülle ohne Wärmedämmung	3. Ausläufe in Bauhülle mit Wärmedämmung
	Beispiel: Freilandhütten	*Beispiel: Trobridgestall*	*Beispiel: Nürtinger System*
Sommer	1.1  ***22.08. - 31.08.1996***	2.1  ***15.06. - 25.06.1998***	3.1  ***05.08. - 14.08.97***
Winter	1.2  ***1.02. - 10.02.98***	2.2  ***11.12. - 21.12.97***	3.2  ***28.01. - 6.02.97***

Abbildung 1: Temperaturverhältnisse im Tierbereich in Abhängigkeit von den Außentemperaturen
Kennel temperatures at various outside temperatures

Im Winter ist auch in den Kisten eine Abhängigkeit der Temperatur von der Außentemperatur sichtbar. In den Ausläufen ohne Wärmedämmung herrschen im Sommer wie Winter annähernd Außentemperaturen. Dadurch ist im Winter die Temperaturdifferenz zu den warmen Kisten extrem groß. In Ausläufen mit Wärmedämmung liegen die Temperaturen zwischen außen und Kisten. Bei der Interpretation der Wintertemperaturen im untersuchten Stall mit Wärmedämmung (Var. 3) ist zu berücksichtigen, daß die Lüftungsjalousien von Hand morgens geöffnet und abends geschlossen werden. Mit zunehmendem Aufwand an Investitionen von Variante 1 zu Variante 3 nähern sich die Temperaturverhältnisse einem Warmstall an (Tab. 1).
Eine Mindesttemperatur in den Kisten kann nur durch eine Zusatzheizung gesichert werden. Praxisuntersuchungen erbrachten bei allen 3 Varianten Zunahmen um 400 g/Tier und Tag.

3.2 Trobridgestall mit Einstreu im Auslauf

Die durchschnittlichen kumulativen Zunahmen über die Haltungszeit bei 6 Durchgängen zeigt Abbildung 2. Es wird eine deutliche Schwankung von Durchgang zu Durchgang sichtbar.

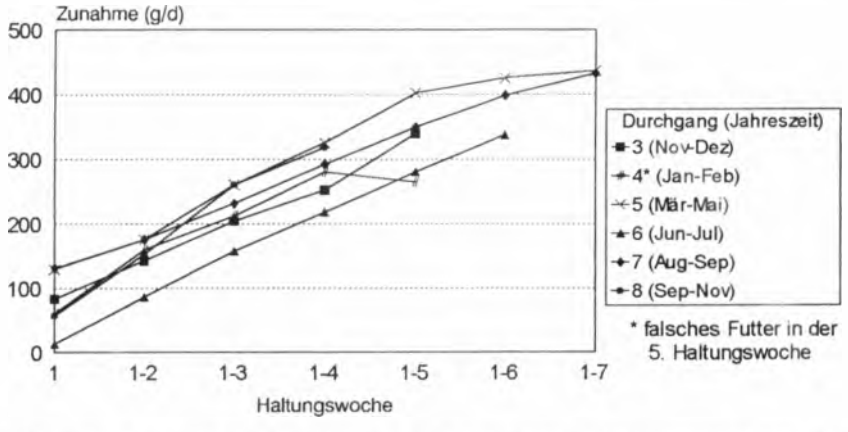


Abbildung 2: Kumulative Zunahmen in den einzelnen Durchgängen (N = 180 Tiere)
Cumulative weight gains for the different groups

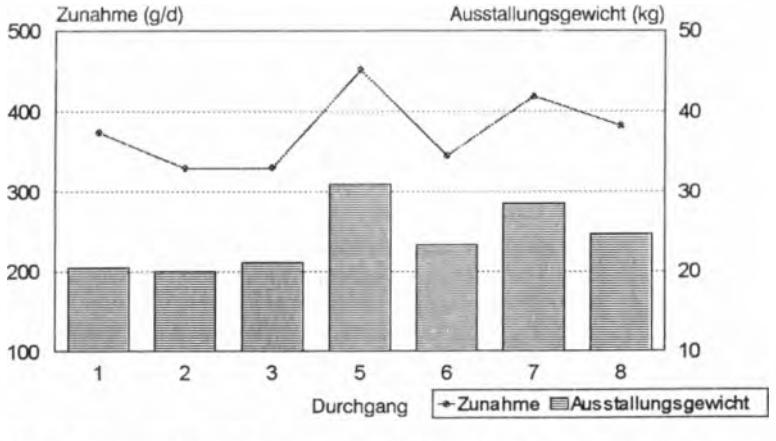


Abbildung 3: Kumulative Zunahmen im Verhältnis zum Ausstallungsgewicht (N = 1050 Tiere)
Cumulative weight gains in relation to live weight in the end of keeping

Nicht ableitbar ist aus den Ergebnissen eine Abhängigkeit der Höhe der Zunahmen von den Außentemperaturen. Dagegen wird der Einfluß der Haltungsdauer und des Ausstallungsgewichtes sichtbar (Abb. 3).
Bei Ausstallungsgewichten über 25 kg wurden Zunahmen über 400 g erreicht. Reserven sind aber insbesondere in den ersten zwei Haltungswochen zu sehen. Gegenüber der Säugezeit fielen in diesem Zeitraum die Zunahmen in allen Durchgängen deutlich ab, offensichtlich bereitet die Umstellung auf die veränderten Bedingungen nach dem Absetzen Probleme (Abb. 4). Aus dem Einsatz unterschiedlicher Starterfutter ist noch keine Empfehlung ableitbar.
Die Leistungen im Trobridgestall bewegten sich auf dem Niveau des Praxisbetriebes. In einem Warmstall im gleichen Betrieb wurden in 2 Durchgängen vergleichbare Zunahmen wie im Trobridgestall ermittelt (Durchgänge 1 und 2).

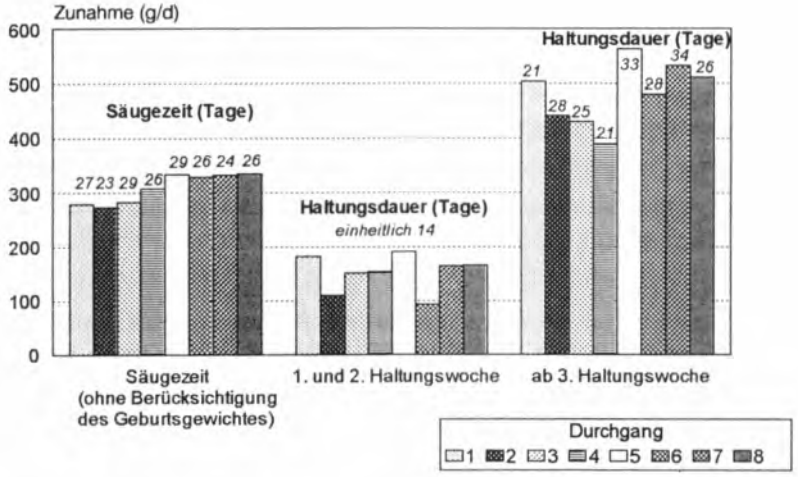


Abbildung 4: Kumulative Zunahmen bei 2 Haltungsperioden im Vergleich zur Säugezeit
(N = 1198 Tiere)
Cumulative weight gains divided into two growth stages and preweaning

Die Verluste lagen im Durchschnitt aller Durchgänge unter 2%. Es wurde eine durchschnittliche Futterverwertung von 1,85 kg Futter/kg Zuwachs ermittelt.
Als Investitionen für die untersuchte Einstreulösung waren einschließlich Eigenleistungen 200 DM/Tierplatz für das Gebäude mit Ausrüstung (Buchtenwände, Kisten, Heizung, Tränken, Futterautomaten) und Tiefbau ohne Dunglagerung und Fütterung (Silos und Futterverteilung) erforderlich. Für die einstreulose Variante wurden für den beschriebenen Leistungsumfang einschließlich der Spaltenböden und Güllekanäle 270 DM/Platz ermittelt. Durch größere Buchten und damit größere Gruppengrößen kann der Investitionsbedarf noch reduziert werden. Die Lösung ist eigenbaufreundlich. Stall und Ausrüstung können ohne Hebezeuge montiert werden, lediglich für die Tiefbauarbeiten ist der Einsatz eines Baggers sinnvoll.
Die Arbeitsbedingungen bei der Bewirtschaftung können als gut eingeschätzt werden. Unangenehmer Geruch, Staub und Lärm sind offensichtlich gegenüber Standardställen reduziert. Zu keiner Zeit wurden die Kisten verkotet. Die Arbeit ist besonders im Winter gewöhnungsbedürftig, die Tierkontrolle ist gegenüber Flatdeckställen erschwert. Die festen Auslaufflächen mit Einstreu, wie untersucht, erfordern tägliche Entmistungsarbeiten. Da Fütterung und Entmistung auf Grund der geringen Größe der Einheit von Hand erfolgen, erscheint eine Bewertung des Arbeitszeitbedarfes nicht sinnvoll.

Für die Fußbodenheizung in den Kisten wurde bei 7 Durchgängen im Jahresmittel ein Elektroenergieverbrauch von unter 1 kWh pro Ferkel gemessen. Durch die freie Lüftung entsteht kein weiterer Energiebedarf für die Klimatisierung.
Im Winter 1997/98 froren die Tränken in mehreren aufeinanderfolgenden Nächten ein. Die Wasserleitungen verlaufen zwar in den Kisten, die Zapfentränken befinden sich aber an den Kistenwänden in den Ausläufen. Als Frostschutz wurden 2 Zapfentränken mit 3 mm starken Plastmaterial abgedeckt. Der so entstandene Luftraum wird durch Bohrungen in der Kistenwand erwärmt. Die bisherigen Erfahrungen sind positiv.
Der Einsatz einer Putentränke im Auslauf in den ersten Tagen nach Einstallung führte zur Vernässung der Festfläche. Die Tränke wurde gut angenommen, Auswirkungen auf die Zunahmen waren nicht nachweisbar.

4 Weiterführende Arbeiten

Zur gesamtwirtschaftlichen Bewertung und Ableitung gesicherter Empfehlungen besteht weiterer Forschungsbedarf.
Es fehlen Untersuchungsergebnisse, wie sich insbesondere im Winter die extreme Beanspruchung der Thermoregulation der Ferkel nach Umstallung aus dem warmen Abferkelstall aber auch beim ständigen Wechseln zwischen warmen Ruhekisten und kalten Ausläufen auf tägliche Zunahme, Futteraufwand und Gesundheit auswirkt.
Das BML-Modellvorhaben Landwirtschaftliches Bauen 1999 trägt mit dem Schwerpunkt „Stallbaullösungen für die Ferkelaufzucht" dem zunehmenden Interesse an Außenklimaställen für diesen Produktionsabschnitt Rechnung.
Die vorgestellten Praxisuntersuchungen werden in dem beschriebenen Stall, erweitert um Buchten mit Spaltenboden im Auslauf, weitergeführt.

5 Literatur

JUNGBLUTH, T.; J. BECK UND B. PUTZ (1998): Tiergerecht ins 21. Jahrhundert, dlz-Sonderheft Nr. 7, S. 94-98

KTBL (1998): Außenklimaställe für Schweine, Positionspapier, KTBL, Darmstadt

Weitere Literatur liegt bei den Autoren vor.

6 Summary

Temperature measurements were taken in naturally ventilated kennelhouses (in the kennel and run) for both low and high external temperatures, typical of weather conditions prevailing in Northern Germany. Three different types of run were used: open, covered and an insulated covered run. The kennel used in all three variants provided for good weaner performance with good protection from low external temperatures and without mucking in the kennels. A complimentary heating system is necessary to ensure against minimum temperatures.
Eight troughputs of pigs from weaning to 28 kg were monitored trough a 150 pig place Trobridge Weaner Unit. The monitoring consisted of individual weighing, weighing of fed, pig behavioural observations and temperature measurements. Further research is necessary in order to carry out a full financial evaluation of the system. However, there is some evidence that weaners kept in a naturally ventilated kennel system require a low level of investment, have low running costs and are kept more naturally.

Eine neue tiergerechte Lösung für das Ferkelnest - das Warmwasserbett[1)]

A new system for piglet's nest area corresponding to the species - the warm water bed

HOY, STEFFEN, ZIRON, MARTIN

Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität Gießen, 35390 Gießen

1 Einleitung

Gesundheit und Wachstum von neugeborenen Ferkeln werden entscheidend von Umwelt und Betreuung in den ersten Lebensstunden und -tagen beeinflußt. Bis 80 Prozent der Verluste treten in den drei Tagen nach der Geburt auf. Bis etwa 70 % in den ersten Lebenstagen verbringen die Ferkel im Liegen. Dazu muß der Liegebereich mit einer Ferkelnestheizung ausgestattet sein. In der Praxis üblich sind entweder Strahlungsheizungen (Elektro- oder Gas-Infrarot-Strahler) oder Fußbodenheizungen (Elektro- oder Warmwasserplatten). Gelegentlich werden in den ersten Lebenstagen beide Systeme gemeinsam angewendet. Eine Analyse in 268 hessischen Ferkelerzeugerbetrieben ergab, daß 66 % der Betriebe und 48 % der Abferkelplätze ausschließlich mit Elektrostrahlern ausgestattet sind. 14 % der Betriebe (17 % der Plätze) nutzen Gasstrahler und 4 % der Betriebsleiter (8 % Abferkelbuchten) setzen Fußbodenheizungen ein. In den übrigen Betrieben bzw. Abferkelbuchten sind Kombinationen verschiedener Heizungssysteme vorhanden. Lediglich in 10 % der Ferkelerzeugerbetrieben werden nach der Geburt im Durchschnitt über 4,1 Tage sowohl Strahlungs- als auch Fußbodenheizungen gleichzeitig verwendet (HOY et al. 1998). Stroh als Einstreumaterial wurde in 62 % der Betriebe (46 % aller Abferkelplätze) gegeben. Dabei handelte es sich nahezu ausschließlich um Buchten mit Elektroheizstrahler. In einer großen Anzahl der Abferkelbuchten müssen die Ferkel somit auf harten, planen Flächen im Ferkelnest liegen. Daraus resultierte der Gedanke, mit dem Warmwasserbett eine tiergerechte Lösung für Saugferkel im Liegebereich zu entwickeln.

2 Aufbau und Funktion des Warmwasserbettes

Das Warmwasserbett für Saugferkel ist ein ca. 0,70 m^2 großes, wassergefülltes Kissen mit einem eingewebten, beiß- und nagetierfesten Nylongewebe hoher Reißfestigkeit. Das Wasser (15 Liter) wird über einen versenkbaren Einfüllstutzen eingefüllt. Die Umrandung ist mit einem eingeschweißten Ketel zusätzlich verstärkt - zum einen als Kantenschutz, zum anderen zum schnelleren Herunterklappen, falls die Ferkel doch einmal den Rand anheben.

[1)] Mit Unterstützung der Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e.V. Frankfurt/M.

Das Wasserbett kann in verschiedenste Buchten integriert werden. Die zumeist angewendeten Maße sind

- bei gerader Aufstallung der Sau 120 x 60 cm
- bei diagonaler Aufstallung der Sau 115 x 75 x 50 cm, links oder rechts abgeschrägt.

Das Warmwasserbett wurde für unterschiedliche Anwendungsfälle entwickelt:

- Standard-Variante zur Auflage auf Elektro- oder Warmwasser-Fußbodenheizungen (einfache Ausstattung, ohne Innendämmvlies),
- Vlies-Variante zur Auflage auf geneigte Fußböden mit einem wasserdurchlässigen Innenvlies, das wassersparend und wellenberuhigend wirkt und dafür sorgt, daß sich auch im oberen Bereich des Wasserbettes warmes Wasser befindet,
- Strahler-Variante zur Unterlage unter Elektro- oder Gasinfrarotstrahler mit Wärmedämmung im Doppelboden und einer schwarzen Folie auf der Oberseite.

Das Warmwasserbett wird somit über die Fußboden- oder die Strahlungsheizung beheizt, bei Fußbodenheizung auch temperaturgeregelt. Zugleich wird gegenüber häufig nur 0,48 m^2 großen Wärmeplatten bzw. dem (zu) kleinen Strahlungskegel bei Elektrostrahlern die gleichmäßig beheizte Fläche deutlich vergrößert (auf 0,7 m^2). Auch bei 1,40 m langen Wasserbetten unter Elektro-IR-Strahlern bzw. Gasstrahlern wird über die gesamte Oberfläche eine Temperatur von 34 bis 38 °C erreicht.

An einem Warmwasserbett mit separater Heizung (Heizfolie) im Niederspannungsbereich (24 V) wird zur Zeit gearbeitet.

3 Material und Methoden

Warmwasserbetten für Ferkel in verschiedenen Varianten werden seit 1997 in einem Abferkelstall der Lehr- und Forschungsstation Oberer Hardthof der Justus-Liebig-Universität Gießen untersucht. Die eigenen Untersuchungen konzentrierten sich auf folgende Komplexe:

- Liegeverhalten von Ferkeln in einer Wahlversuchsbucht, in der die Ferkel die Auswahl zwischen zwei Ferkelnestern haben:

  Variante 1: Wasserbett i. Vgl. mit Gummimatte + Gasstrahler (4 Wiederholungen)
  Variante 2: Wasserbett i. Vgl. mit Thermokunststoffplatte + E-Heizung (4 Wiederholungen)

  Um methodische Fehler zu vermeiden, wurde die Position von Gummimatte und Wasserbett (Variante 1) nach jedem Umtrieb gewechselt. Bei der Variante 2 war dies nicht möglich, da es sich bei der Thermokunststoffplatte um eine im Fußboden versenkte Heizung handelt. Die ethologischen Untersuchungen lassen sich durch die nachstehenden Angaben charakterisieren:

  Langzeit-Videoaufzeichnungen über je 24 Stunden mit Infrarot-Videotechnik (IR-Kamera Panasonic WV-BP 500, IR-Strahler, Langzeitrecorder), Aufspielen eines Zeitcodes mit Time-code-generator AEC-Box 28, computergestützte Auswertung der Verhaltensaufzeichnungen mit OBSERVER/ Video Tape Analysis System (Noldus - NL) (Hoy 1998a, b) und Berechnung der prozentualen Anteile auf dem Wasserbett bzw. auf dem Referenzsystem liegender Ferkel (bezogen auf 24 Stunden - je ein Tag pro Haltungswoche)

- Lebendmasseentwicklung jedes Ferkels von Geburt bis zum Absetzen (28. Lebenstag) (Einzeltierwägungen am 7., 21. und 28. Lebenstag)
- Häufigkeit der Verletzungen (Schürfwunden an den Vorderbeinen) und Behandlungen (Beurteilung von Häufigkeit und Schweregrad der Verletzungen am 7. und 14. Lebenstag und Einteilung der Befunde in vier Klassen: ohne Schäden, gering-, mittel- und hochgradige Aufliegeschäden an den Vorderbeinen)
- Temperaturmessungen auf der Oberfläche im Nest und in der Bucht (Messungen mittels Tinytags bzw. elektronischem Thermometer testo 452).

Als Untersuchungsvarianten dienten in den Untersuchungen je vier Abferkelbuchten

- mit Warmwasserbett,
- mit Wärmeplatten (Warmwasser beziehungsweise Elektroenergie),
- mit Gummimatten plus Gasstrahler und
- mit isoliertem Betonboden plus Gasstrahler.

Beim Warmwasserbett und den Wärmeplatten wurde in den ersten zwei Lebenstagen zusätzlich ein Gasstrahler eingesetzt. Die Warmwassertemperatur wird nach der Geburt der Ferkel auf 35 Grad eingestellt und schrittweise auf 22 Grad heruntergeregelt. Die Daten wurden mittels Excel zu zwei Matritzen zusammengefaßt (Ferkel- und Temperaturdatei). Die statistische Bearbeitung erfolgte mit dem Programm-Paket SPSS for Windows 97 unter Zuhilfenahme der Optionen: Deskriptive Statistik, Multiple Mittelwertvergleiche nach Newman/Keuls, Chi-Quadrat-Unabhängigkeitstests in Kontigenztafeln.

4 Ergebnisse

4.1 Ethologische Untersuchungen

Das Warmwasserbett wurde von den Ferkeln im Wahlversuch mit einer Gummimatte plus Infrarot-Gasstrahler eindeutig bevorzugt. Insbesondere in den ersten Lebenstagen ruhten die Tiere fast ausschließlich auf dem Wasserbett. Zwischen dem 3. und 5. Lebenstag lag mehr als die Hälfte der Ferkel 70,6 Prozent der Zeit, bezogen auf 24 Stunden, gleichzeitig auf dem Wasserbett. Nur höchstens 0,2 Prozent der Zeit befand sich mehr als der halbe Wurf liegend auf der Gummimatte (Abbildung 1). Dabei spielte es überhaupt keine Rolle, ob das Warmwasserbett in der Buchtenecke oder frei in der Bucht aufgebaut war. Die restliche Zeit verbrachten die Ferkel mit der Milchaufnahme und mit Bewegung in der Bucht. Mit zunehmendem Alter der Tiere sank die Dauer des Liegens auf dem Wasserbett - allerdings sehr unterschiedlich in den bisherigen Durchgängen. Zwischen dem 15. und 19. Lebenstag lagen die Ferkel (mehr als die Hälfte des Wurfes) im Mittel 59,4 Prozent der Zeit gleichzeitig auf dem Wasserbett. Nur rund 8 Prozent der Zeit verbrachten fünf und mehr Ferkel dagegen gemeinsam auf der Gummimatte. Bei den Wahlversuchen mit der Wärmeplatte war ein gleichgerichtetes Wahlverhalten (in hohem Maße Bevorzugung des Warmwasserbettes) nachweisbar.

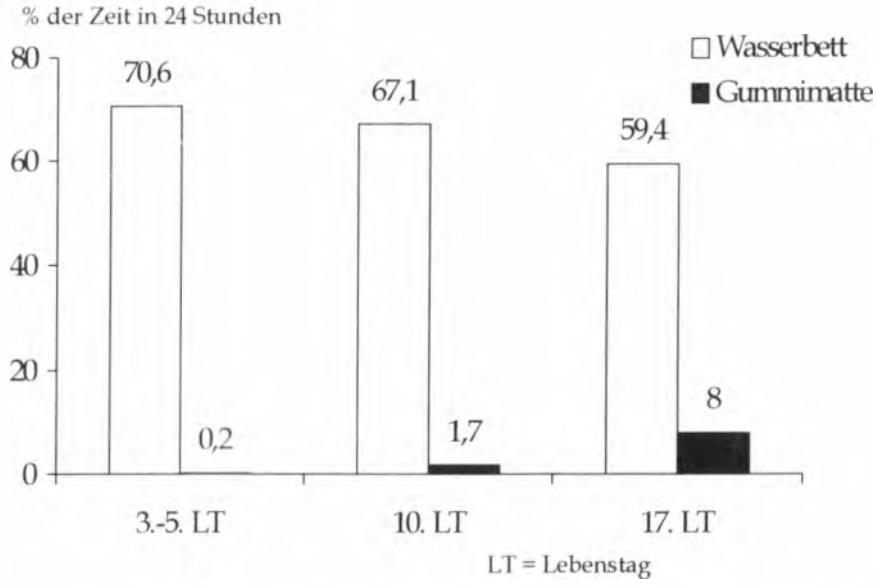


Abb. 1: Anteil auf dem Warmwasserbett bzw. auf der Gummimatte mit Infrarotstrahler-liegender Ferkel in % (mehr als die Hälfte des Wurfes)
Percentage of time in 24 hours where more than half of the litter chose to lay on one or other of the heating system

4.2 Lebendmasseentwicklung

Bislang konnten 1125 Ferkel in die Vergleichsuntersuchungen einbezogen werden, darunter 375, die auf dem Warmwasserbett aufgezogen wurden. Beim Absetzen am 28. Lebenstag zeigte sich, daß letztere im Mittel 0,35 kg schwerer waren als die Ferkel aus Buchten ohne Wasserbett (Tabelle 1). Zu den Tieren aus Buchten mit wärmegedämmtem Betonfußboden, jedoch ohne zusätzliche Gummimatte, betrug der Unterschied sogar plus 0,8 kg, obwohl zwischen allen vier Gruppen keine signifikanten Unterschiede in der Geburtsmasse der Neugeborenen bestanden hatten (HOY und ZIRON 1998).

Tab. 1: Lebendmasseentwicklung von Ferkeln in Buchten mit bzw. ohne Warmwasserbett
Live weight development of piglets in pens with or without warm water bed

Haltungsform	Anzahl Tiere	Lebendmasse (kg)			LTZ (g)*
		zur Geburt	am 7. LT	am 28. LT	
mit Warmwasserbett	375	1,53	3,06	7,85	226
ohne Warmwasserbett	750	1,56	2,90	7,50	212
			$p < 0,05$	$p < 0,05$	

* LTZ = Lebenstagszunahme

4.3 Tiergesundheit

Die Haltung von Saugferkeln in Buchten mit Warmwasserbett führte zu einer signifikanten Reduzierung der Häufigkeit von Schürfwunden. In diesen Buchten hatten am 7. Lebenstag 28,5 Prozent der Tiere mittel- und hochgradige Hautabschürfungen. Dagegen betrug diese Quote in den Buchten mit anderen Ferkelnestern 39,7 Prozent (statistisch gesichert). Bis zum 14. Lebenstag heilten bei einem Teil der Tiere diese Verletzungen ab. Dennoch waren auch zu diesem Zeitpunkt die auf Wasserbetten aufgezogenen Ferkel im Vorteil, von denen nur noch 9,6 Prozent Hautläsionen besaßen. Bei den Tieren aus den anderen Buchten betrug der Anteil 16,6 Prozent. Besonders stark von Schürfwunden waren die Ferkel in Buchten mit isoliertem Betonboden betroffen. Der Anteil lag hier am 7. Lebenstag bei 48,7 und am 14. Lebenstag bei 21,6 Prozent (Abbildung 2).

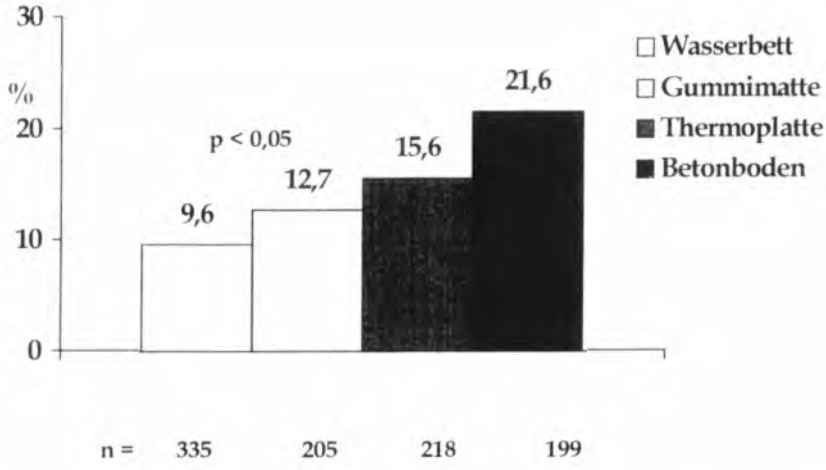


Abb.2: Häufigkeit von Ferkeln mit mittel- bis hochgradigen Schürfwunden am 14. Lebenstag in Abhängigkeit vom Ferkelnest
Frequencies of moderate to severe skin lesions on forelegs on day 14 in dependence on piglets' nest area

4.4 Temperatur im Ferkelnest

Die Temperaturmessungen ergaben, daß die Temperatur auf der Oberfläche des Warmwasserbettes im Mittel (32,0 Grad) nur wenig höher als auf den anderen Liegeplätzen (31,5 Grad) war (Tabelle 2). Keine Unterschiede traten in der Lufttemperatur 10 cm über den Liegeflächen auf. Die Temperatur außerhalb des Ferkelnestes war zwischen den Buchten und damit auch zwischen den unterschiedlichen Heizungssystemen weitgehend ausgeglichen. Dies belegt zugleich, daß das Stallklima für alle Würfe auf den verschiedenen Liegebereichen im Mittel gleich war.

Tab. 2: Oberflächen- und Luftemperaturen in Abferkelbuchten mit bzw. ohne Warmwasserbett (Mittel aus 35 Meßtagen - in °C)
Surface and air temperatures in farrowing pens with or without warm water bed (means of 35 measurements - °C)

	auf der Oberfläche des Liegebereiches	in 10 cm Höhe über Oberfläche	in 10 cm Höhe außerhalb des Nestes
mit Warmwasserbett	32,0	23,6	22,1
ohne Warmwasserbett	31,5	23,4	22,4

5 Literatur

HOY, ST. UND M. ZIRON (1998): Water bed qualities appeal to newborn. Pig Progress 14, 9, S. 35-37

HOY, ST.; SARRAZIN, F. UND G. KURTH (1998): Analyse der Ferkelnestheizungen in hessischen Ferkelerzeugerbetrieben. Hessenbauer 207 (1998) im Druck

HOY, ST. (1998): Nutzung der Infrarot-Videotechnik in der angewandten Nutztierethologie. Tierärztl. Umschau 53, S. 554-559

HOY, ST. (1998): Anwendung der computergestützten Verhaltensauswertung in der Nutztierethologie mit Hilfe des OBSERVER/Video-Tape-Analysis-Systems. Tierärztl. Umschau 53, S. 606-613

6 Summary

Measuring 0.7 m^2, the warm water bed is made from a special synthetic material that can be likened to plastic foil. The water bed was clearly preferred by piglets in the choice test pen featuring a micro-cellular foam mat or thermo plastic plate. The largest difference in weaning weight was recorded between piglets kept in pens with a water bed or in pens with isolated concrete floor and gas heating system, and reached 800 g ($p < .05$). Lying on a soft, warm and flexible material appeared to minimise the amount of damage at forelegs.

Vergleich unterschiedlicher Fütterungssysteme für die Ferkelaufzucht

Comparison of different types of feeding systems for weaners

LEHMANN, BERND[1]

[1]Fachgebiet Landtechnik der Fachhochschule Osnabrück, Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück

1 Einleitung

Die aktuelle Situation der Ferkelerzeugung ist gekennzeichnet durch einen anhaltenden Strukturwandel mit stark wachsenden Sauenbeständen. Hinzu kommt ein deutlicher Anstieg an spezialisierten Ferkelerzeugerbetrieben, die Ferkel bereits nach dem Absetzen verkaufen (BERICHTE AUS VERDEN 1998). Beide Entwicklungstendenzen verstärken in der Praxis die Suche nach einem geeigneten Ferkelaufzucht- und -fütterungssystem. Dieses muß einerseits arbeitswirtschaftliche Anforderungen erfüllen und andererseits die Voraussetzungen schaffen zur Vermeidung der typischen Gesundheitsprobleme in der Ferkelaufzucht, wie z. B. Ferkeldurchfall und Ödemkrankheit der Absetzferkel, die beide eine enge Beziehung haben zur Stall- und Futterhygiene. Zur Vorbeugung dieser Probleme wird eine rationierte Fütterung nach dem Absetzen empfohlen bei einem Freßplatz:Tier-Verhältnis von 1:1 (KIRCHGESSNER 1997). Die üblichen Ferkelaufzuchtfütterungssysteme (siehe Abbildung 1) sind dazu nur bedingt in der Lage. Eine Ergänzung der Fütterungstechnik mit separaten Futterschalen bedeutet aber einen Mehraufwand an Arbeitszeit.

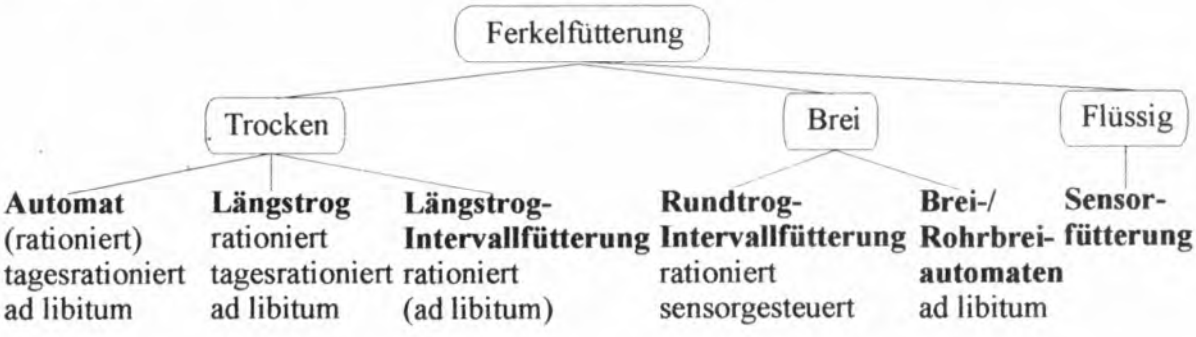


Abb. 1: Übersicht zu Ferkelaufzuchtfütterungssystemen (Overview of feeding systems for weaners)

Inwieweit neu entwickelte Intervallfütterungssysteme hierfür eine Lösung bieten, sollte in den durchgeführten Vergleichsuntersuchungen ermittelt werden. Diese konzentrierten sich somit auf zwei Aspekte: die Auswirkungen verschiedener Futtervorlagetechniken auf den E. Coli - Befall und die Möglichkeiten der gleichzeitigen Sicherung der biologischen Leistungen bei phasenweiser Restriktion des Futterangebotes.

2 Material und Methode

Die Versuche wurden unter Praxisbedingungen auf zwei Betrieben durchgeführt. Auf dem Betrieb I bestand in der Ausgangssituation mit Längstrogfütterung ein deutliches Durchfallrisiko, das durch prophylaktischen Medzinalfuttereinsatz kontrolliert wurde. Dies war auf dem Betrieb II (Trockenfutter-Vorratsautomaten in der Ausgangssituation) nicht notwendig. Tabelle 1 zeigt den Versuchsplan.

Tab. 1: Versuchsplan (Experimental design)

Betrieb I Herkunft der Ferkel: (DL x DE) x Pi Absetzalter: 3-4 Wochen			**Betrieb II** (DL x DE) x Hampshire 3-4 Wochen	
Längstrog	**Breiautomat** („Glocken-")	**Rundtrog-Intervallfütterung** (ohne Sensor)	**Automat**	**Längstrog-Intervallfütterung**
4 Gruppen mit je 20 Ferkeln	4 Gruppen mit je 20 Ferkeln	8 Gruppen mit je 20 Ferkeln	10 Gruppen mit je 12 Ferkeln	2 Gruppen mit je 60 Ferkeln
	Versuch I	Versuch I	Versuch V	Versuch V
Versuch II		Versuch II		
	Versuch III	Versuch III		
Versuch IV		Versuch IV		

Im Mittelpunkt auf dem Betrieb I stand das Rundtrog-Intervallfütterungssystem „Rondomat" der Firma Mannebeck. Dieses wurde in insgesamt vier Durchgängen mit jeweils zwei Gruppen in einem Stallabteil parallel mit dem handbefüllten Längstrog (Versuche II, IV) und dem Breiautomat (Versuche I, III, „Dosierglocke") verglichen. Im Ablauf der Versuche mit dem „Rondomat" müssen folgende technische Modifikationen beachtet werden:

- **Versuch I**: unbefriedigende Futtervorlagekurve, nur zwei Mahlzeiten (8/Tag reduziert auf 2/Tag) am Ende der Aufzuchtphase führten zu hohen Futterverlusten durch Herauswühlen,
- **Versuch II**: die Anzahl der Mahlzeiten gegen Ende der Aufzucht wurde erhöht (10/Tag reduziert auf 5/Tag), die Futtervorlagekurve verbessert, durch Fertigungsungenauigkeiten kam es zu Dosierfehlern,
- **Versuch III**: die Dosiereinrichtung wurde ausgetauscht,
- **Versuch IV**: Wiederholung entsprechend Versuch III.

Als Futtermittel wurde handelsübliches Ferkelaufzuchtfutter I (13,75 MJ/kg, 18,89 % Rohprotein (RP)) und II (13,49 MJ/kg, 17,84 % RP) eingesetzt. Das Futter enthielt außerdem einen antbiotischen Leistungsförderer (Virginiamycin) und Futtersäuren. Die Futterumstellung

erfolgte gleitend nach ca. drei Aufzuchtwochen. Für die Versuche wurde auf einen prophylaktischen Medikamenteneinsatz verzichtet.

Auf dem Betrieb II konzentrierte sich die Versuchsfrage auf die Einordnung des Längstrog-Intervallfütterungssystems „OTNI-LT-W" der Firma Revolt. Die Ferkel erhielten in den ersten neun Aufzuchttagen einen Prestarter (15,0 MJ/kg, 21,5 % RP), anschließend Ferkelaufzuchtfutter I (14,4 MJ/kg, 20,0 % RP) und Ferkelaufzuchtfutter II (13,8 MJ/kg, 17,5 % RP). Als Leistungsförderer war ebenfalls Virginiamycin enthalten.

Die Ferkel wurden für alle Versuche zur Identifizierung mit Ohrmarken versehen. Einzeltierwägungen wurden vorgenommen beim Aufstallen, nach drei Wochen bei Futterumstellung und zum Versuchsende (Beginn des Ausstallens). Die Krankheitsdiagnose wurde von einem Tierarzt erstellt. Der tägliche Futteraufwand wurde gruppenweise ermittelt.

3 Gesundheitsstatus

Der Gesundheitsstatus der Ferkel in den Versuchen I bis IV wurde eingeteilt in die Klassen „gesund" (kein Befund), „E. Coli erkrankt (Durchfall, Ödemkrankheit) bzw. verendet" und „krank (behandlungsbedürftig) bzw. verendet". Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse.

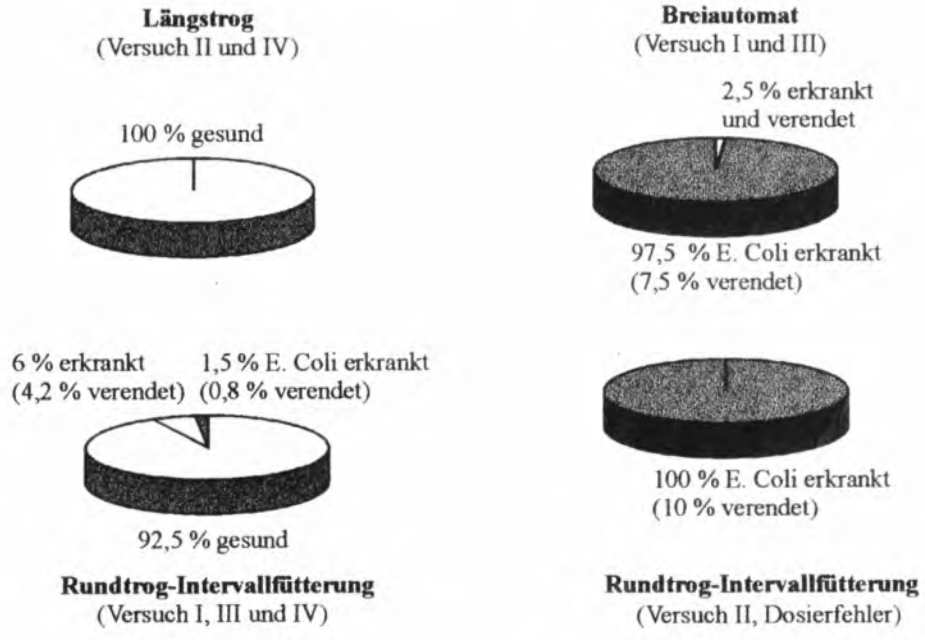


Abb. 2: Gesundheitsstatus der Ferkel bei Aufzucht an verschiedenen Fütterungssystemen (Disease challenge of different types of feeding systems for weaners)

Die Referenzvariante „Längstrog" zeichnete sich durch einen sehr guten Gesundheitszustand der Ferkel aus. Dies war vor den Versuchen keineswegs betriebsüblich, sondern ist wahrscheinlich auf die verbesserte Sorgfalt bei der Futtervorlage zurückzuführen. Am Breiautomaten und am Rundtrog-Intervallfütterungssystem hingegen kam es zu deutlichen E. Coli-

Einbrüchen. Das Auftreten dieser typischen Aufzuchtprobleme war in allen Fällen an eine Überfütterung der Ferkel am zweiten bis vierten Tag gekoppelt. Zu diesem Zeitpunkt erreicht die Futterakzeptanz der Ferkel nach dem Absetzen ihren ersten Höhepunkt (METZ und GONYOU1988). Die Ursache hierfür ist z. T. systembedingt (Breiautomat) bzw. kann in Dosierfehlern begründet sein wie beim Versuch II am Rundtrog-Intervallfütterungssystem. Abbildung 3 (oben) zeigt exemplarisch eine typische Futterzuteilungskurve.

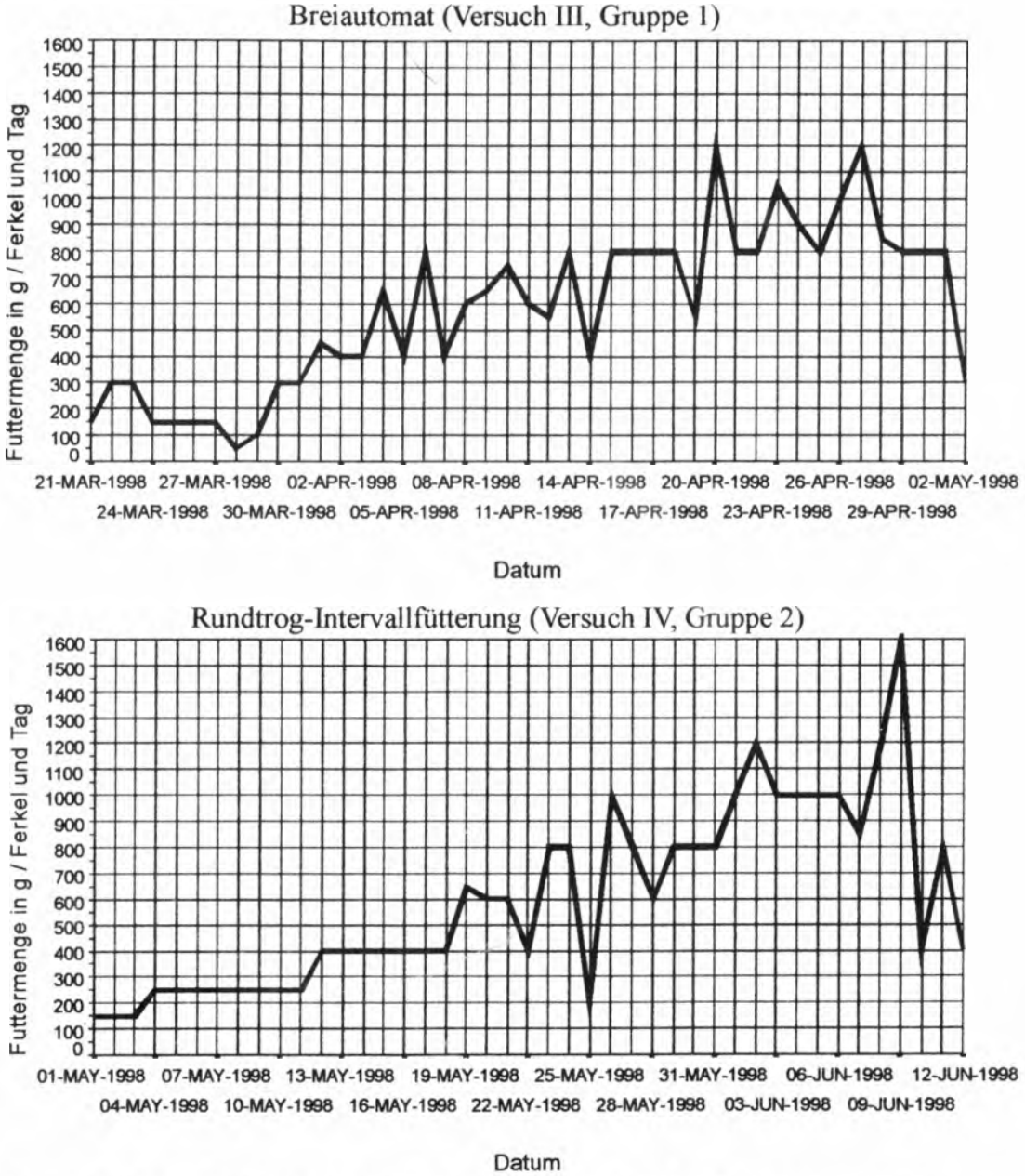


Abb. 3: Täglicher Futteraufwand pro Ferkel bei unterschiedlichen Fütterungssystemen (Daily feed input per weaner using different feeding systems)

Die exakte Einhaltung der vorgegebenen Futtermenge durch das verbesserte Dosierorgan verhinderte am Rundtrog-Intervallfütterungssstem in den weiteren Versuchen (III und IV) das

Überfüttern. Den Verlauf einer „optimierten" Futtervorlagekurve zur Krankheitsprophylaxe in der Anfangsphase der Ferkelaufzucht zeigt Abbildung 3 (unten). Die tägliche Futteraufnahme bzw. der tägliche Futteraufwand unterliegt jedoch z. T. erheblichen Schwankungen, so daß automatisierte Intervall-Fütterungssysteme, die mit vorgegebenen Futterkurven arbeiten, intensiv kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert werden müssen. Die Realisierung einer ad libitum-Futtervorlage nach der kritischen Anfangsphase der Aufzucht zur Ausschöpfung des biologischen Wachstumspotentials der Tiere erweist sich mit solchen Systemen daher häufig als schwierig. Als Weiterentwicklung befinden sich heute bereits sensorgesteuerte Intervallfütterungssysteme auf dem Markt.

4 Gewichtsentwicklung und Futtereffizienz

Als ökonomische Zielgrößen für die Beurteilung bzw. Einordnung der neuen Intervallfütterungssysteme werden nachfolgend die Lebendmasseentwicklung bzw. die durchschnittliche tägliche Lebendmassezunahme und der Futteraufwand je kg Lebendmassezuwachs als Maßstab für die Futter- bzw. Fütterungseffizienz dargestellt. Für das Rundtrog-Intervallfütterungssystem werden nur die Versuche III und IV mit verbesserter Technik berücksichtigt. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Leistungen in den beiden Versuchsblöcken auf Betrieb I und II.

Tab. 2: Lebendmasseentwicklung, durchschnittliche tägliche Zunahmen und Futterverwertung bei unterschiedlichen Fütterungssystemen in der Ferkelaufzucht (Increase of live matter, average growth rate and feed conversion rate using different feeding systems for weaners)

	Längstrog	**Brei-automat**	**Rundtrog-Intervall**	**Automat**	**Längstrog-Intervall**
LM (kg)					
Einstallen	7,5±0,9	7,6±1,6	7,5±1,2	8,0±1,4	8,0±1,3
Futterumstellung	10,1±1,6 ^{a}	9,9±2,1 ^{a}	9,7±1,6 ^{b} **	13,8±2,1 ^{a}	14,2±2,2 ^{b} *
Ausstallen	24,3±4,1 ^{a}	23,7±5,3 ^{ab}	23,1±4,7 ^{b} *	23,8±3,7	24,2±3,9 n.s.
∅ LTZ (g/d)					
1. Abschnitt	187±79 ^{a}	166±68 ^{b}	154±60 ^{c} *	264	282
2. Abschnitt	507±102	491±128	476±125 n.s.	556	554
gesamt	400±86	384±100	370±95 n.s.	395	406
FVW (1: ...)					
1. Abschnitt	1,27±0,10 ^{a}	1,64±0,34 ^{b}	1,66±0,09 ^{c} *	1,20	0,96
2. Abschnitt	1,64±0,05 ^{a}	1,78±0,02 ^{b}	167±0,05 ^{a} **	1,58	1,48
gesamt	1,57±0,03 ^{a}	1,75±0,05 ^{b}	1,67±0,04 ^{c} **	1,44	1,28

n.s.: nicht signifikant, * p<0,05 %, ** p<0,01 %, Scheffé-Test

Das durchschnittliche Einstallgewicht zur Ferkelaufzucht reichte von 7,5 kg bis 8,0 kg. Bei der Auswertung der Lebendmasseentwicklung wurde das Einstallgewicht als signifikante Kovariable berücksichtigt. Ein Zusammenhang mit dem Lebensalter der Ferkel bestand nicht. Das Ausstallen der Ferkel begann bei durchschnittlich 23,1 kg bis 24,3 kg. Nach dem ersten Aufzuchtabschnitt bis zur Futterumstellung zeigten sich bei den Intervallfütterungssystemen signifikante Abweichungen in den Zwischengewichten. Diese waren beim Rundtrogsystem geringer im Vergleich zu Breiautomat und Längstrog und höher beim Längstrog-Intervallsystem im Vergleich zum Trockenfutterautomaten. Dieser Sachverhalt spiegelt sich in den durchschnittlichen täglichen Zunahmen ebenfalls wider und läßt sich durch die unterschiedlichen E. Coli-Situationen erklären bzw. durch eine ungünstige Troggestaltung beim Rundtrogsystem, die eine Betreten des Troges durch die Ferkel nicht verhinderte. Im zweiten Abschnitt der Aufzucht bis zum Ausstallen verwischten sich diese Unterschiede nahezu. Mit 400 bzw. 406 g/d konnten an den beiden Längstrogsystemen die höchsten Tageszunahmen erreicht werden. Deutlich signifikante Unterschiede zwischen den Fütterungssystemen ergaben sich bei der Futterverwertung. Hier nahm das Rundtrog-Intervallfütterungssystem mit 1:1,67 eine Zwischenstellung zwischen Breiautomat (1:1,75) und Längstrog mit Handzuteilung (1:1,57) ein. Am Längstrog-Intervallfütterungssystem konnte durch die gezielte Futtervorlage die Effizienz deutlich gesteigert werden. Wegen gehäufter Ohrmarkenverluste kann dieser Unterschied jedoch nicht statistisch abgesichert werden.

Abschließend bleibt festzuhalten: Intervallfütterungssyteme können ein Überfüttern der Ferkel bei exakter Futterdosierung verhindern. Die Futterrestriktion bei E. Coli sensiblen Verhältnissen führt zu einem eingeschränkten Wachstumsverlauf. Eine optimierte Troggestaltung und die kontrollierte Futtervorlage können wesentlich zur Einschränkung von Futterverlusten beitragen.

5 Literatur

BERICHTE AUS VERDEN (1998): Ergebnisse aus den Erzeugerringen in Niedersachsen, VIT, Verden

KIRCHGESSNER, M. (1997): Tierernährung, VUA, Frankfurt

METZ, J.H.M. UND H.W. GONYOU (1988): Der Einfluß des Frühabsetzens auf das Saug- und Freßverhalten und auf die hämolytischen Parameter von Ferkeln. In: KTBL (Hrsg.): Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1988, Schrift 336, Darmstadt, S. 82-92

6 Summary

Recently new feeding systems for weaners were developed. They divide the daily ration in many small portions according to the feeding programme. Their effect on health, live matter, growth rate and feed conversion were investigated and compared with traditional feeding systems. The advantage of controlled and restricted feeding during the first few days after weaning could be shown. Furthermore feed losses were reduced compared with self-feeders.

Bauliche und technische Verfahren für die Einzel- und Gruppenhaltung von Pferden

Stables and techniques for individual and group keeeping of horses

PIRKELMANN, HEINRICH, Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub, 85586 Poing

1 Entwicklung des Pferdebestandes

Durch die schnell voranschreitende Mechanisierung in der Landwirtschaft und im Transportgewerbe hat die Zahl der Pferde von nahezu 2.0 Mio. nach dem 2. Weltkrieg rapide abgenommen und 1970 mit 380 000 Tieren den Tiefstand erreicht. Seitdem ist eine kontinuierliche Aufwärtsentwicklung eingetreten und derzeit werden im Bundesgebiet wieder etwa 700 000 Pferde gehalten. Davon stehen mehr als die Hälfte mit Anteilen von je 17 - 18 % in den drei pferdereichsten Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Bayern. Vom Gesamtbestand entfallen 74 % auf Großpferde und 26 % auf Kleinpferde mit einem Stockmaß bis 1,5 m. Der Anteil der Zuchtstuten beträgt über alle Rassen etwa 22 %.

Ausgelöst wurde die positive Entwicklung in der Pferdehaltung durch das große Interesse breiter Bevölkerungsschichten am Pferdesport. In 6 200 Reit- und Fahrvereinen sind über 700 000 Mitglieder organisiert. Nach verschiedenen Umfrageergebnissen werden aber die Interessenten am Pferdesport mit 1,5 - 2,0 Mio. deutlich höher eingeschätzt, so daß hier noch ein großes Potential vorhanden ist. Dementsprechend ist die Nutzung der Pferde heute nur mit weniger als 2 % auf die Arbeit und nahezu ausschließlich auf Sport und Freizeit ausgerichtet. Im Vordergrund steht dabei der Breitensport, während der Anteil der Turnierpferde für den Leistungssport nur auf ca. 10 % geschätzt wird.

2 Anforderungen an die Haltung

Die Gestaltung der Haltungsbedingungen hat sich vordergründig an den Bedürfnissen der Pferde zu orientieren, muß aber auch die berechtigten, wirtschaftlichen Forderungen des Halters berücksichtigen. Trotz der seit mehr als 5 000 Jahren zurückliegenden Domestizierung des Pferdes und der veränderten Nutzungsziele sind die naturbedingten Ansprüche des Pferdes weitgehend erhalten geblieben. Die tiergerechte Haltung verlangt

- den sozialen Kontakt im Herdengefüge
- ausreichendes Flächenangebot mit regelmäßiger Bewegung zur Konditionierung der Muskeln, Sehnen und Gelenke
- einen großen Luftraum und stets frische Luft zur Versorgung des leistungsfähigen Atmungsapparates
- durchlässige Stalleinrichtungen zur Wahrnehmung des Umweltgeschehens

- externe Reizanflutung und Beschäftigung als Abwechslung im eintönigem Stalldasein und schließlich
- eine der Leistung und Physiologie angepaßte Fütterung mit häufiger Vorlage kleiner Futtermengen über den ganzen Tag.

Mit den zunehmenden Pferdezahlen hat sich auch ein Wandel in der Struktur der Bestandsgrößen und der Pferdehalter ergeben. Nach der Entwicklung der Bestandsgrößen in Bayern ist die Zahl der Pferde in den Kleinbeständen weitgehend gleichgeblieben bzw. nimmt prozentual ab. Ein Zuwachs erfolgt ab fünf Pferden und ist am stärksten in der Bestandsgröße ab 20 Pferden mit einem Anteil von ca. 32 % am Gesamtbestand. Daraus entsteht auch in der Pferdehaltung ein wachsender Bedarf an arbeitssparenden Mechanisierungslösungen.

Gleichzeitig ist eine zunehmende Verlagerung der Pferdehaltung in die landwirtschaftlichen Betriebe festzustellen. Nach den Erhebungen in den Mehrfachanträgen zur Förderung der Landwirtschaft stehen 2/3 der Pferde in Bayern in landwirtschaftlichen Betrieben mit zunehmenden Anteilen (Abbildung 1). Für viele Betriebe ist die Pferdehaltung, insbesondere in Form der Pensionspferdehaltung, zu einer wichtigen Einkommensalternative geworden. Die zunehmende Zahl der Pferdebetriebe verschärft aber auch die Wettbewerbssituation, so daß die qualitativen Anforderungen an Stall und Reitanlagen steigen und nur rationell geführte Einheiten langfristig Erfolg haben werden.

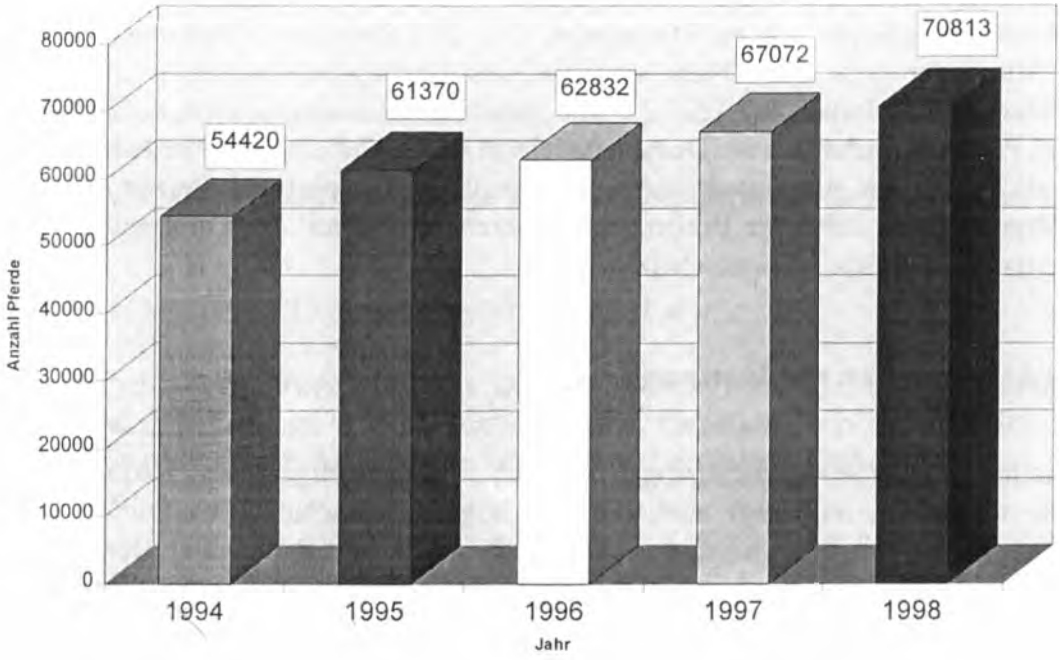


Abb. 1: Entwicklung des bayerischen Pferdebetandes in der Landwirtschaft nach Mehrfachantrag

Table 1:Development of the Bavarian horse population in agriculture based on the data of the Ministry of Agriculture

3 Einzelhaltung

Die heute überwiegend praktizierte Einzelhaltung in Boxen ist mehr nach den Bedürfnissen des Halters ausgerichtet und erschwert vom Ansatz die Berücksichtigung der pferdespezifischen Anforderungen. Um so wichtiger ist die sorgfältige Planung und Ausführung des Boxenstalles, der eine pferdegerechte Haltung immer nur in Verbindung mit täglicher Bewegung durch Nutzung oder Koppelgang zuläßt.

Die grundlegende Voraussetzung ist die Einhaltung der Mindestanforderungen an Flächen und Kubaturen, wie sie für Großpferde in Abbildung 2 aufgezeigt sind. Die skizzierte Dach-Decken-Lösung schafft den gewünschten Luftraum von 35 - 40 m^3 und ermöglicht die im Pferdestall zu bevorzugende Trauf- First-Lüftung. Eine konstante Stalltemperatur ist nicht anzustreben. Sie sollte vielmehr je nach Warm- und Kaltstall im angepaßten Maß der Außentemperatur folgen. Temperaturreize trainieren das ausgeprägte Thermoregulationsvermögen des Pferdes und fördern die Widerstandsfähigkeit und physiologischen Funktionsabläufe im Körper.

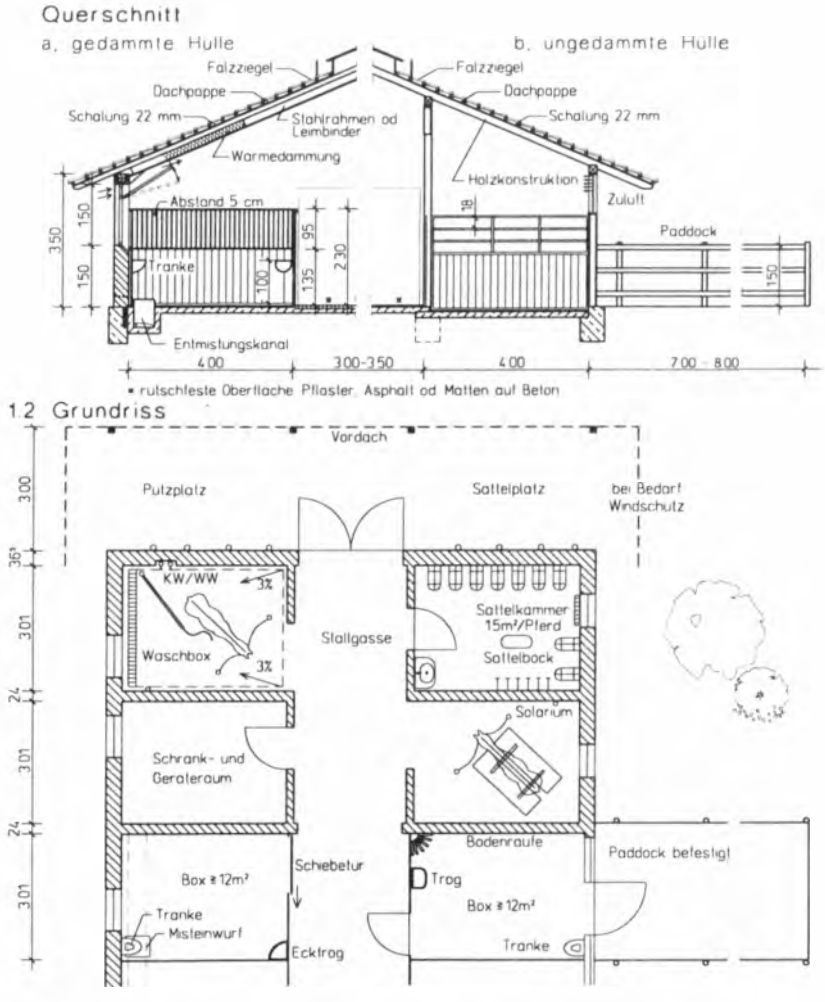


Abb. 2: Querschnitt und Grundriss eines funktionsgerechten Boxenstalles
Table 2: Sectional view and ground plan from a functional box housing system

In der Inneneinrichtung ist bei der Gestaltung der Boxentrennwände auf eine große Durchlässigkeit zu achten. Im geschlossenen Wandteil bewirken Lüftungsschlitze die Zirkulation der Luft in der schadgasbelasteten Bodenregion. Im oberen Wandteil begünstigen im Abstand von ca. 18 cm angelegte Waagrechtstützen gegenüber den eng gestellten Senkrechtrohren eine bessere Wahrnehmung der Umgebung und ein Minimum an Sozialkontakt.

Die rationelle Abwicklung der Fütterungsarbeiten erfordert die Vorlage von Rauh- und Kraftfutter von der Stallgasse aus durch offene oder verschließbare Futterluken. In der Heufütterung gewinnen bodennahe, oben geschlossene Heuraufen wieder mehr Bedeutung als die bislang übliche Bodenvorlage. Sie verbessern die Futterhygiene und bewirken vor allem eine um ca. 1/3 langsamere Futteraufnahme mit der Konsequenz einer längeren, sinnvollen Beschäftigung.

Bei größeren Kraftfuttermengen ist die Technisierung zur Einsparung zusätzlicher Arbeitstermine bei mehrmaliger Futtervorlage kleiner Teilportionen sinnvoll. Neben den kostenintensiven Einzelautomaten mit Tages- oder Wochenvorrat verdient die Automatisierung über rechnergesteuerte Dosierwagen den Vorrang vor stationären Anlagen. Die Dosierwagen mit zentraler technischer Ausstattung erlauben einen höheren technischen Status, ermöglichen die Verfütterung mehrerer Komponenten im beliebigen Mischungsverhältnis und bringen mit zunehmender Bestandsgröße eine höhere Kostendegression pro Stallplatz.

Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen verdient die Mechanisierung der Entmistung die erste Priorität und verbessert zusätzlich die Stallhygiene. Bei der in der Boxenhaltung vorherrschenden Wechselstreu verdienen die stationären Anlagen den Vorzug vor den auf die Matratzenstreu ausgerichteten mobilen Techniken (Abbildung 3). Da der meiste Mist im hinteren Boxenbereich anfällt, sollten dort auch die Entmistungsbahnen angeordnet werden. Die offene Führung mit Abgrenzung durch Stangen oder eine niedrige Wand begünstigt die Überwachung. Für abgedeckte Entmistungskanäle ist bei kontinuierlich arbeitenden Kettenförderern eine längenabhängige Tiefe von 30 - 40 cm ausreichend, während für absätzig arbeitende Techniken wie Schubstangen die doppelte Tiefe zu empfehlen ist, um das Aufbauen des strohigen Mistes zu vermeiden.

Wo immer möglich sollte den Pferden Zugang zur Außenluft gegeben werden. Eine deutliche Verbesserung bieten diesbezüglich die Außenboxen in Kompaktbauweise oder den zu bevorzugenden Varianten mit Versorgungsgang im Stall und angeschlossenem Paddock. In jedem Fall sind zur geteilten Außentür noch Fenster und Belüftungsöffnungen erforderlich, um auch bei geschlossener Obertür das Stallklima steuern zu können. Bei geschlossenen 2-reihigen Boxenställen mit beidseitiger Angliederung von Paddocks kann die Ausrichtung des Gebäudes in die Hauptwindrichtung zur Vermeidung von Zugluft beitragen. Bei Bedarf können an den Außentüren durchsichtige PVC-Streifen angebracht werden.

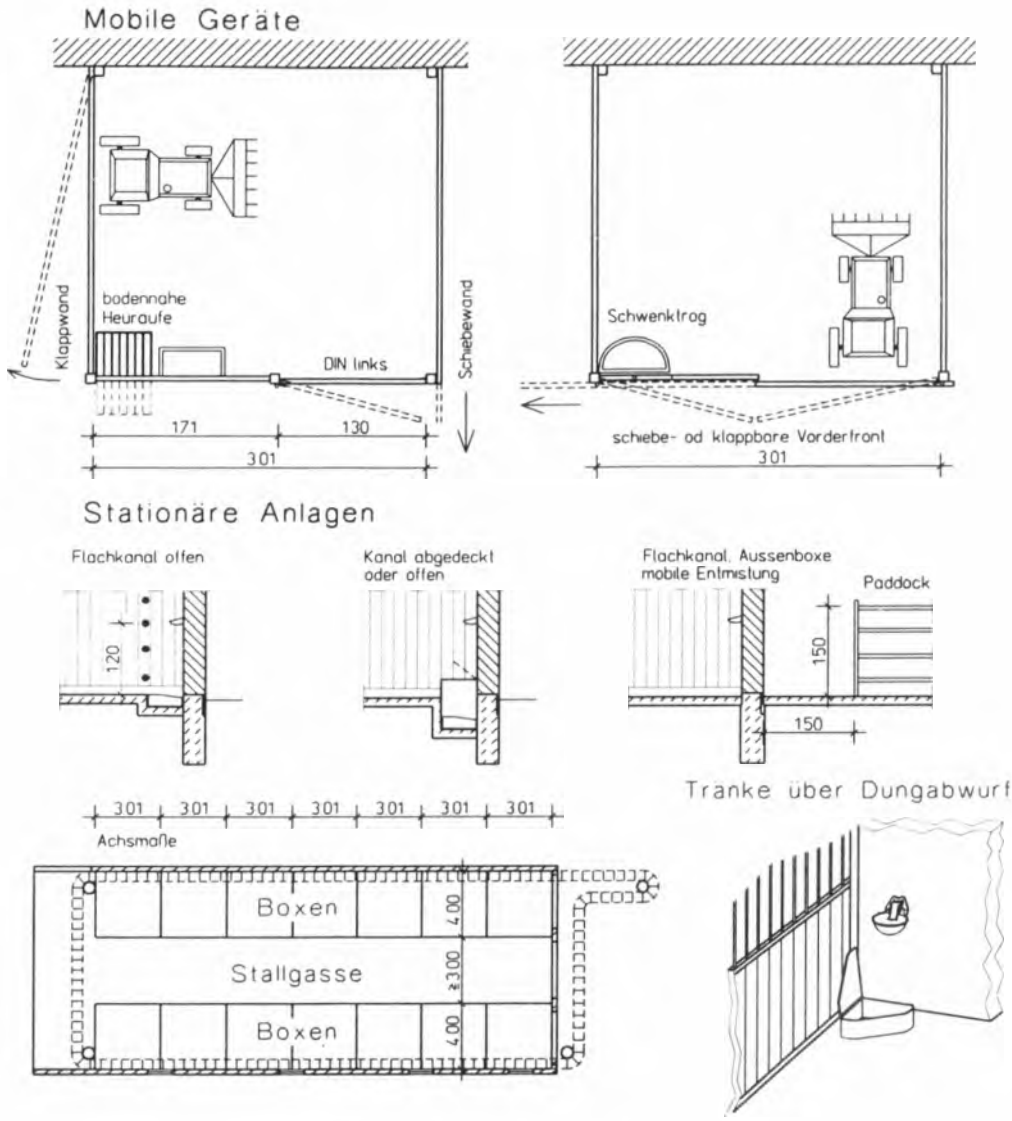


Abb. 3: Mobile und stationäre Entmistungssysteme für Boxenställe
Table 3: Mobile and stationary manure removal systems for box housing

4 Mehrraumlaufstall

Vom Prinzip bietet der Laufstall die besten Voraussetzungen für eine pferdegerechte Haltung. Dabei muß aber gewährleistet sein, daß bei der ausgeprägten Rangordnung der Equiden auch die rangschwächeren Tiere ohne Streß und Versorgungsnachteile in die Gruppe integriert werden. Dazu sind vorrangig Laufställe mit getrennten Funktionsbereichen für Liegen, Laufen und Fütterung anzustreben, die auch ein deutlich geringeres Verletzungsrisiko als Einraumlaufställe bieten.

Die vollflächig eingestreute Liegefläche soll pro Großpferd 8 - 10 m^2 Ruhefläche bieten, durch Raumteiler strukturiert sein und keinerlei Versorgungseinrichtungen enthalten. Die Erschließung mit mindestens zwei Toren erfolgt an der windabgewandten Seite und bietet Zugang zu dem immer verfügbaren Laufhof. Auf den Hauptverkehrswegen ist eine Befestigung mit Plattenbelägen, wie Rasengittersteinen zu empfehlen, die eine rutschfeste Oberfläche bieten und eine mechanisierte Reinigung ermöglichen. Teilflächen sollten als Wälzplatz auf wasserdurchlässigem Untergrund mit einer Sandschüttung versehen werden.

Als wichtiges Kriterium für das Gelingen einer Laufstallhaltung ist die bedarfsgerechte Versorgung aller Tiere anzusehen. Vorratsraufen aus Sprossenwänden oder Rundraufen lassen nur eine ad lib-Fütterung von Rauhfutter zu und können bei inhomogenen Gruppen zu Über- oder Unterversorgungen führen. Für die individuelle manuelle Vorlage von Grund- und Kraftfutter haben sich am besten Freßstände bewährt. Sie sind im unteren Wandbereich geschlossen, im oberen durchsichtig zur Wahrnehmung der Umgebung auszuführen.

Die automatisierte Kraftfuttervorlage wird durch die rechnergesteuerte Abruffütterung in Verbindung mit der elektronischen Tiererkennung ermöglicht (Abbildung 4 und 5). Um auch rangniederen Pferden eine ungestörte Aufnahme der einprogrammierten Futtermengen zu ermöglichen, hat sich ein Freßstand mit getrennten, verschließbaren Ein- und Ausgängen bewährt. Pro Station können mehrere Futterarten im beliebigen Mischungsverhältnis über den ganzen Tag nach den im Fütterungsprogramm vorgegebenen Futterzeiten aufgenommen werden. Die Registrierung der Verzehrsmengen ermöglicht die Speicherung der Futterdaten und gibt eine gute Kontrolle von Tier und Technik. Eine im Rahmen tierindividuell einstellbare Austreibehilfe verhindert die Blockade des Standes durch ranghohe Tiere. Durch die vielseitigen und flexiblen Einstellmöglichkeiten ergibt sich eine sehr gute Anpassung an die individuellen Bedürfnisse und die Pferde nehmen nach kurzer Eingewöhnungszeit diese Technik problemlos an.

Eine neue Variante bietet die rechnergesteuerte Vorlage von Grund- und Kraftfutter mit unterschiedlich ausgerüsteten einseitig erschlossenen Reihenfreßständen. Im Kraftfutterstand erfolgt die individuelle Portinierung durch einen konventionellen Volumendosierer. Die Rationierung des Grundfutters wird über die Freigabe des Freßplatzes durch einen seilzugbetriebenen Sperrschieber gesteuert. Aus der Kenntnis der individuellen Verzehrsgeschwindigkeit von Heu und Silage und der einprogrammierten Freßzeit kann die gewünschte Futtermenge vorgegeben und eine bedarfsgerechte Versorgung auch in inhomogenen Gruppen erreicht werden. Während ein Kraftfutterstand für bis zu 20 Pferden ausreicht, ist bei Grundfutter eine Begrenzung auf 4 - 5 Tiere gegeben. Da gleichzeitig mehrere Stände zur Verfügung stehen wird eine Entlastung an den Futterplätzen erreicht und der Nachteil der mit diesen Techniken verbundenen asynchronen Fütterung vermindert. Durch die größere Attraktivität des Kraftfutters ist eine höhere Besuchsfrequenz an den Kraft- als an den Grundfutterständen gegeben. Die Pferde passen sich aber auch hier nach kurzen Gewöhnungszeiten sehr gut den gegebenen Bedingungen an.

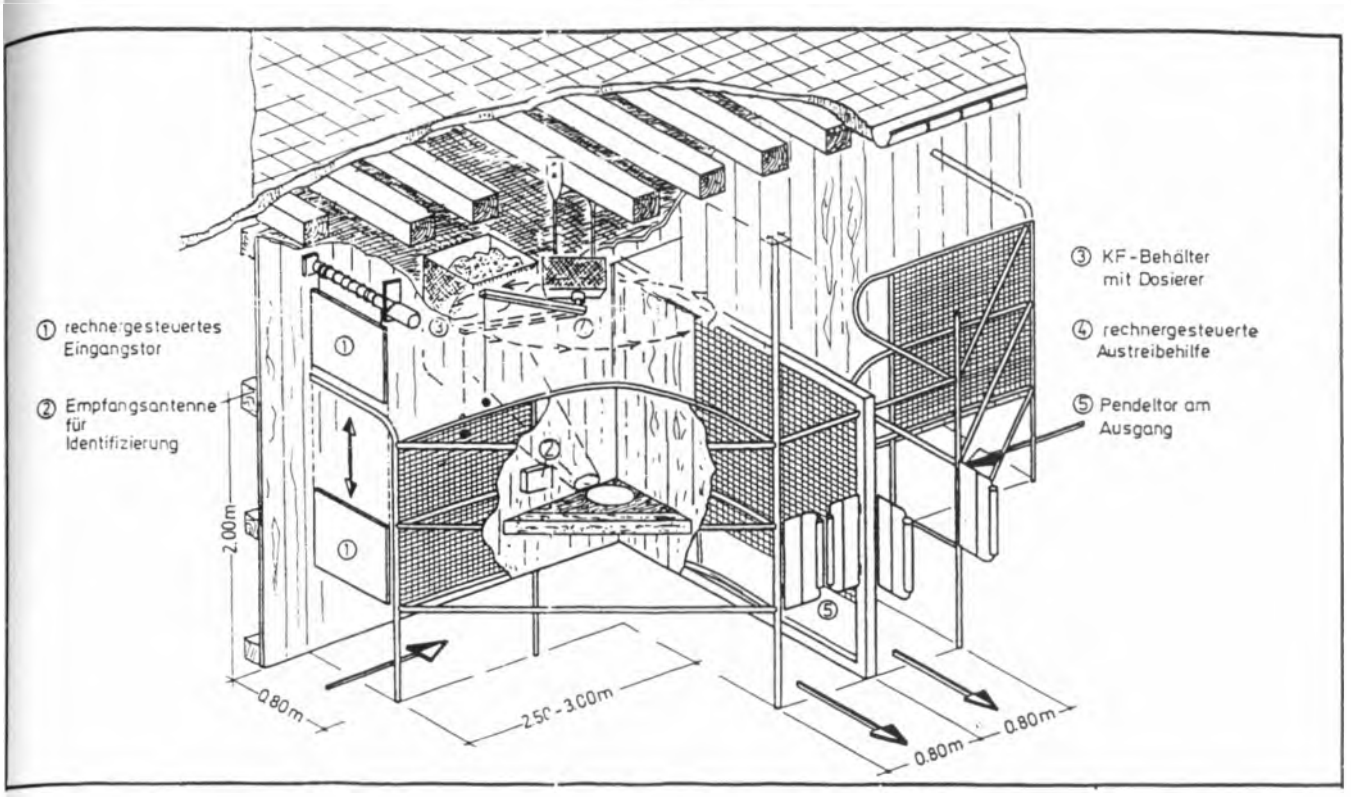


Abb. 4: Freßstand zur Abruffütterung von Kraftfutter
Figure 4: Feeding station for roughage and concentrate

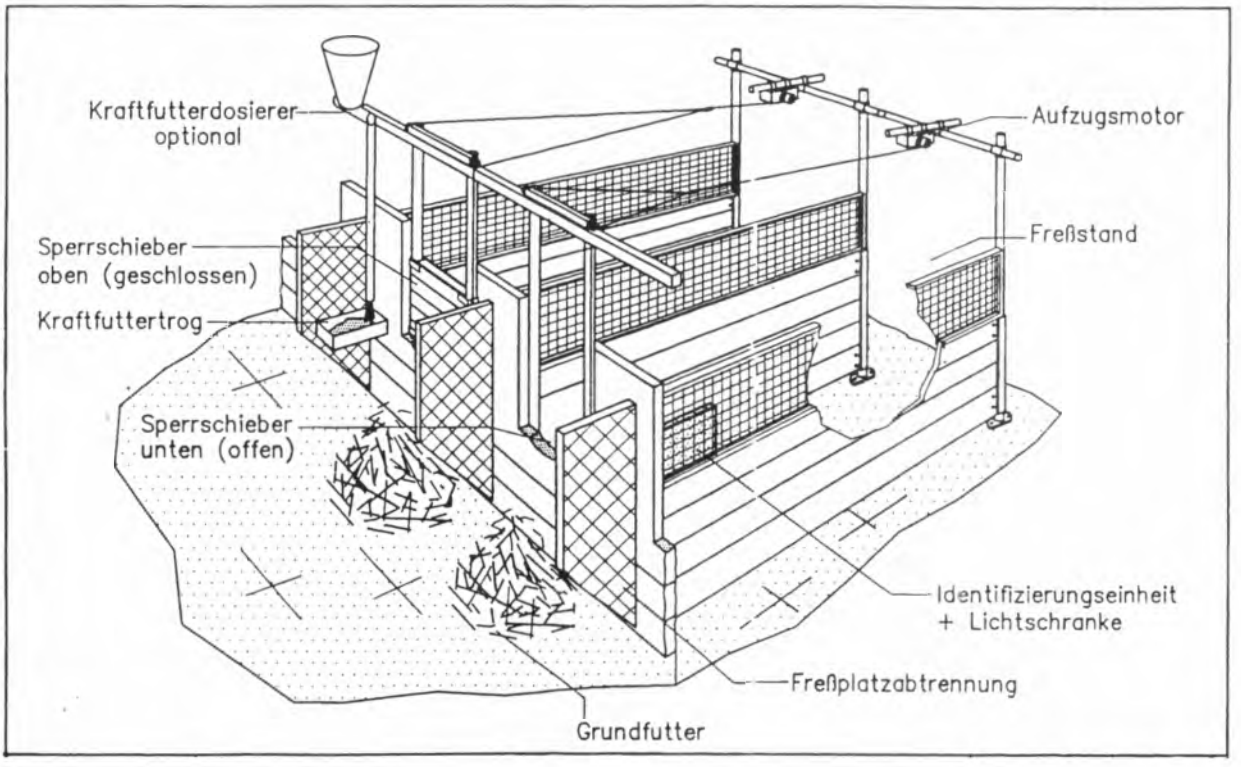


Abb. 5: Schematischer Aufbau eines rechnergesteuerten Freßstandes für Grund- und Kraftfutter (nach Wendl et al.)
Figure 5: Schematic view of an automatic feeding station for roughage and concentrate

5 Summary

From 1970 untill now in Germany the number of horses has continuously increased up to 700 000. Simultaneously the use has changed from cart-horses to sport and leisure horses. In consequence more effort has to be taken in creating husbandry systems to meet the horses specific requirements. Additionally, growing herd sizes cause a higher need in labour safing techniques.

In box housing more space and volume in the stables, good air conditions, loose partition elements and functioned techniques for feeding and manure removal have to be provided. Significant improvements in individual keeping are outdoor boxes in combination with paddocks. Nevertheless in all kinds of boxes additional daily movement by riding or running in a yard/pasture is urgently necessary.

Loose housing systems with different functional areas for laying, eating and moving are coming very close to the natural demands of horses. But in group keeping there is a very strong ranking order. Therefore the conception and the equipments in loose stables have to fulfil especially the individual requirements in care and feeding of the low ranked animals. Electronically controlled techniques can be very helpful to reach this goal. They allow free movement of the horses, support individual care and improve the whole management significantly.

6 Literatur

MARTEN, J. (1998): Artgerechte Pferdehaltung. Bauen für die Landwirtschaft H. 1, 3 - 7

PIOTROWSKI, J. UND E. KREIMEIER (1988): Pferde- Auslaufhaltung. Bauen für die Landwirtschaft H. 1, 8 - 12

PIRKELMANN, H. (Hrsg.) (1991): Pferdehaltung. Verlag Eugen Ulmer, 2. Auflage

PIRKELMANN, H. (Hrsg.) (1998): Tiergerechte Pferdeställe und Reitanlagen. Tagungsband zur Jahrestagung der ALB Bayern am 04.11.1998 in Hirschaid

ROSENKRANZ, M. (1998): Fütterungsverfahren für Pferde in der Laufstallhaltung. Diplomarbeit, Institut für Landtechnik der TU München - Weihenstephan

Construction and verification of a concept used for assessing horse keeping farms from the point of view of animal welfare

BEYER, SABINE[2] U. HERMANN SEUFERT[1]

[1] Institut für Landtechnik der Justus-Liebig-Universität Giessen, D-35390 Giessen, Braugasse 7

[2] Bundesamt für Veterinärwesen, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, CH-8356 Tänikon

1 Einleitung und Problemstellung

Für die Nutztierhaltung liegen bereits Konzepte vor, mit deren Hilfe die gesamte Haltungsumwelt unter Praxisbedingungen bewertet werden kann. Unter der Bezeichnung "Tiergerechtheitsindex, abgekürzt TGI, sind diese Bewertungskonzepte seit etwa einem Jahrzehnt im Rahmen von Markenprogrammen, Wettbewerben, als Beratungs- und Förderungsgrundlagen, in Österreich auch als ergänzende Rechtsgrundlage zur Umsetzung des Tierschutzgesetzes, im Einsatz. In der öffentlichen Diskussion gibt es einerseits Befürworter, die diese Konzepte als geeignetes Mittel zur Bewertung von Haltungsbedingungen ansehen, und andererseits Kritiker, die den TGIs vor allem vorwerfen, hinsichtlich Objektivität und Gültigkeit nicht hinreichend zu sein.

Bei dem vorliegenden Testkonzept wird als grundlegender Unterschied zu den vorhandenen Bewertungskonzepten in der Tierhaltung die Einhaltung von Gütekriterien bereits bei der Entwicklung berücksichtigt. Die Einbeziehung und Überprüfung von Gütekriterien wird als Grundvoraussetzung angesehen, um reproduzierbare und aussagefähige Testergebnisse zu erhalten. In anderen Disziplinen wie Sozialwissenschaften und Psychologie ist es obligatorisch, Tests nur im Zusammenhang mit Testmanualen zur Anwendung freizugeben.

Obschon Pferdehaltung nicht direkt ökonomischen Zwängen in Abhängigkeit vom Agrarmarkt unterworfen ist, werden auch hier die Möglichkeiten einer verbesserten Tierhaltung verstärkt diskutiert und ein Überdenken der herkömmlichen Haltungsbedingungen eingefordert. Die künstliche Haltungsumwelt "Stall" berücksichtigt die Anforderungen an tiergerechte Pferdehaltung, besonders an Bewegungsmöglichkeit, viel frische Luft und Sozialkontakt, oft nur unzureichend.

Unter der Annahme, dass ein probates Bewertungskonzept eine Überprüfung und Optimierung von Haltungsbedingungen wirksam unterstützen kann, ist unter Einbeziehung der gültigen Regeln zur Entwicklung von Tests ein Bewertungsschema für Pferdehaltung erstellt worden. Die wissenschaftlich begründete Testtheorie, -Konstruktion und -Überprüfung aus den Sozialwissenschaften wird als methodische Grundlage eingeführt und hinsichtlich ihrer Anwendung in der Tierhaltung diskutiert.

2 Methode

Die Entwicklung eines Bewertungsbogens für Pferdehaltung wurde in mehreren Arbeitsgängen durchgeführt, die in Abbildung 1 dargestellt sind.

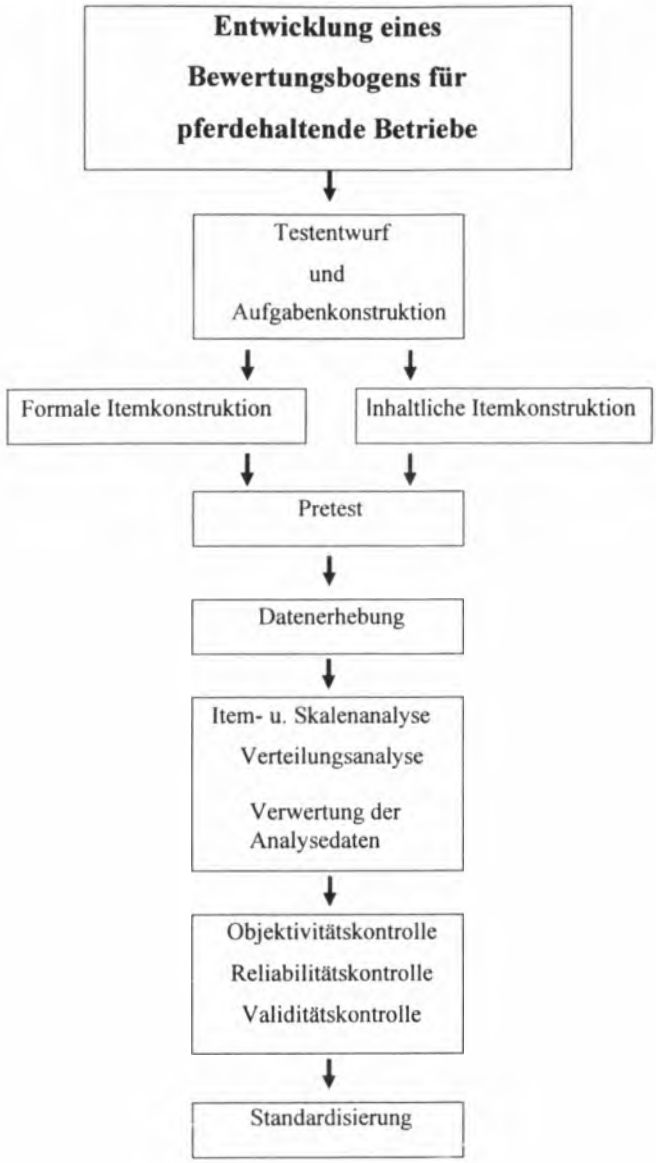


Abb. 1: Die Arbeitsschritte zur Entwicklung eines Bewertungskonzeptes

Zunächst wurden unter Einbeziehung von wissenschaftlichen Quellen und verschiedenen eigenen Untersuchungen (BEYER u. SEUFERT, 1997) Kriterien, auch Items genannt, zur Erfassung von Pferdehaltung formuliert. Dabei war die Berücksichtigung der Regeln für formale und inhaltliche Item-Konstruktion Voraussetzung für die zu erwartende "Güte" des Tests.

Direkter Außenkontakt der Pferde ist **uneingeschränkt** möglich z. B. frei zugänglicher Auslauf	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**	Direkter Außenkontakt der Pferde ist **nicht** möglich d. h. keine geöffneten Fenster bzw. Halbtüren

Abb. 2: Beispiel für ein Item in Form einer Mehrfach-Wahl-Aufgabe

Das in Abbildung 2 dargestellte Beispiel zeigt ein Item bei dem mittels Skala eine Mehrfach-Wahlmöglichkeit von 4 bis 0 Punkten besteht. Die zwei sich direkt opponierenden Maximal- und Minimal-Aussagen beschreiben die Bedingungen, die für die Vergabe von Punkten einzuhalten sind. Der Bewerter kann sich auf die durchgehend gewählte Skala einstellen und seine Bewertung zwischen der Minimal- und Maximalaussage platzieren.

Zur Erfassung der Kriterien, die die Tiergerechtheit der Haltungssysteme für Pferde widerspiegeln sollen, wurden 22 Items formuliert, für die Erfassung von Betreuung und Auslaufmanagement 23 Items.

Die Rohform des Bewertungskonzeptes wurde von verschiedenen Bewertungspersonen in einem Pretest angewendet und daraufhin wurden Items, die aufgrund ihrer Überprüfung nicht sinnvoll erschienen, revidiert. Die Datengrundlage für die Testüberprüfung wurde durch 3 verschiedene Erhebungen geschaffen:

- Erfassung von stichprobenartig verteilten hessischen Betrieben
- Erfassung von Betrieben in Rheinland-Pfalz anläßlich eines Landeswettbewerbes
- Erfassung von bekannten Betrieben als Probedurchläufe.

Anhand ihrer statistischen Kennwerte wurden die Items mittels der erhobenen Daten auf ihre Brauchbarkeit zur Messung eines Konstruktes überprüft und entsprechend ungeeignete Items herausgefiltert. Die wesentlichen Parameter sind hier Mittelwert, Standardabweichung, Minimum, Maximum, die Verteilung der Itemantworten und die Item-Trennschärfe.

Bei der Testentwicklung wurden drei Hauptgütekriterien gefordert und überprüft: Objektivität, Reliabilität und Validität:

- Ist ein Test zur Bewertung der Tiergerechtheit eines pferdehaltenden Betriebes nicht auf Objektivität überprüft, so werden zwei unterschiedliche Bewerter einen Betrieb möglicherweise vollkommen unterschiedlich bewerten. Als Methode zur Überprüfung dient die Berechnung der Beurteilerübereinstimmung anhand der Beurteilung von gleichen Fällen.
- Ist ein Test zur Bewertung der Tiergerechtheit eines pferdehaltenden Betriebes nicht auf Reliabilität (auch Zuverlässigkeit oder Meßgenauigkeit) überprüft, so kommen möglicherweise keine reproduzierbaren Ergebnisse zustande, der untersuchte Betrieb wird durch die Ergebnisse nicht genau wiedergegeben. Zur Überprüfung werden hier die Testwiederholungsmethode und die Konsistenzanalyse herangezogen.
- Ist ein Test zur Bewertung der Tiergerechtheit eines pferdehaltenden Betriebes nicht ausreichend auf Validität (auch Gültigkeit oder Aussagekraft) überprüft, so werden möglicherweise Merkmale gemessen, die in Wirklichkeit keine Aussage über die Tiergerechtheit des Betriebes machen. Hier wurden Faktorenanalyse und Expertenrating zur Überprüfung der Konstrukt- und der inhaltlichen Validität eingesetzt.

Abschliessend wird für das Bewertungskonzept eine Standardisierung auf die hessischen Betriebe vorgenommen. Damit ist ein unmittelbarer Vergleich von Testergebnissen mit einer Referenzgruppe möglich.

1 Ergebnisse

Die Testergebnisse wurden einer Analyse hinsichtlich der Brauchbarkeit der Einzelkriterien und der allgemeingültigen Hauptgütekriterien Objektivität, Reliabilität bzw. Messgenauigkeit unterzogen. Mittels Faktorenanalyse liessen sich die folgenden Dimensionen zur Erfassung von Tiergerechtheit absichern:

- Fütterungseinrichtungen und Liegefläche
- Gebäudehülle
- Einzel- bzw. Gruppenhaltung (alternativ) sowie Integrierter Auslauf (fakultativ)
- Betreuung
- Auslaufmanagement

Abschliessend wurde eine Skalierung und Standardisierung der Testergebnisse mit Bezug auf die stichprobenartig verteilte Erhebung von hessischen Pensionspferdebetrieben vorgenommen.

1 Literatur

ARBEITSGEMEINSCHAFT "ARTGEMÄSSE PFERDEHALTUNG" (1995): Kriterien für eine artgemässe Pferdehaltung, IfB (Hrsg.: Hessisches Landesamt für Regionalentwicklung und Landwirtschaft), Kassel

BEYER, S. (1998): Konstruktion und Überprüfung eines Bewertungskonzeptes für pferdehaltende Betriebe unter dem Aspekt der Tiergerechtheit, Dissertation, Gießen

BEYER, S. U. H. SEUFERT (1997): Endbericht zum Modellvorhaben "Artgemässe Pferdehaltung in Hessen" vom Hessischen Ministerium des Inneren und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Institut für Landtechnik, Gießen

LIENERT, G. U. U. RAATZ, (1994): Testaufbau und Testanalyse, 5. Aufl., Beltz, Psychologie-Verlags-Union, Weinheim

MINISTERIUM F. WVLW RHEINLAND-PFALZ (1996): Tiergerechte Haltung von Pferden sowie von Aufzucht- und Mastrindern, Landeswettbewerb des Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau Rheinland-Pfalz, Mainz

ROST, J. (1988): Quantitative und qualitative probabilistische Testtheorie, 1. Aufl., Verlag Hans Huber, Bern

2 Summary

To develop assessment concepts, scientifically established test theory, test construction and test verification from social sciences were introduced as a methodical basis and are discussed as regards their application in animal husbandry. On the basis of the principles of test construction science, an assessment sheet for livery horse farms was developed, taking into account most recent knowledge on animal keeping methods and animal care, with special respect to animal welfare. For the verification of the test construction, data from three different surveys were used.

The test results will be analysed with regard to the suitability of the single criteria and the general main quality criteria objectivity and reliability (i.e. measuring accuracy). Finally, the test results were scaled and standardised with respect to the evaluation of randomly selected Hessian horse keeping farms.

Verbesserung der Stallluftqualität und Minderung der Emissionen durch stoffliche Maßnahmen in Geflügelställen

Improving the Inside Air Quality and Reducing the Emission by Material Measures in Poultry Houses

HÖRNIG, GÜNTER[1], BRUNSCH, REINER[1], GRAF, VICTOR[2]

[1] Institut für Agrartechnik Bornim e. V. (ATB), Max-Eyth-Allee 100, D-14469 Potsdam

[2] Institut für Nutztierwissenschaften der Humboldt-Universität zu Berlin, Philippstraße 13, D-10115 Berlin

1 Einleitung

Das Bundesimmissionsschutzgesetz fordert sowohl bei genehmigungspflichtigen als auch bei nicht genehmigungspflichtigen Anlagen eine Vorsorge des Anlagenbetreibers gegen schädliche Umweltwirkungen. Als solche sind Gerüche anzusehen, die zu Problemen mit Anwohnern führen, und Schadgase, die die Umwelt schädigen können. Ammoniak beeinträchtigt bei Konzentrationen über 20 ppm - die in Geflügelställen durchaus erreicht und überschritten werden - die Leistung und Gesundheit der Tiere.

Oft werden technische Maßnahmen zur Abluftbehandlung realisiert. Unzureichende Effektivität und hohe Kosten zwingen jedoch zur Suche nach kostengünstigen Alternativen. Dazu zählen stoffliche Maßnahmen beim Füttern und Tränken, die den Stoffwechsel beeinflussen. Veränderte Stoffflüsse im Tier führen zu veränderten N-Ausscheidungen und damit zu anderen stallklimatischen Verhältnissen.

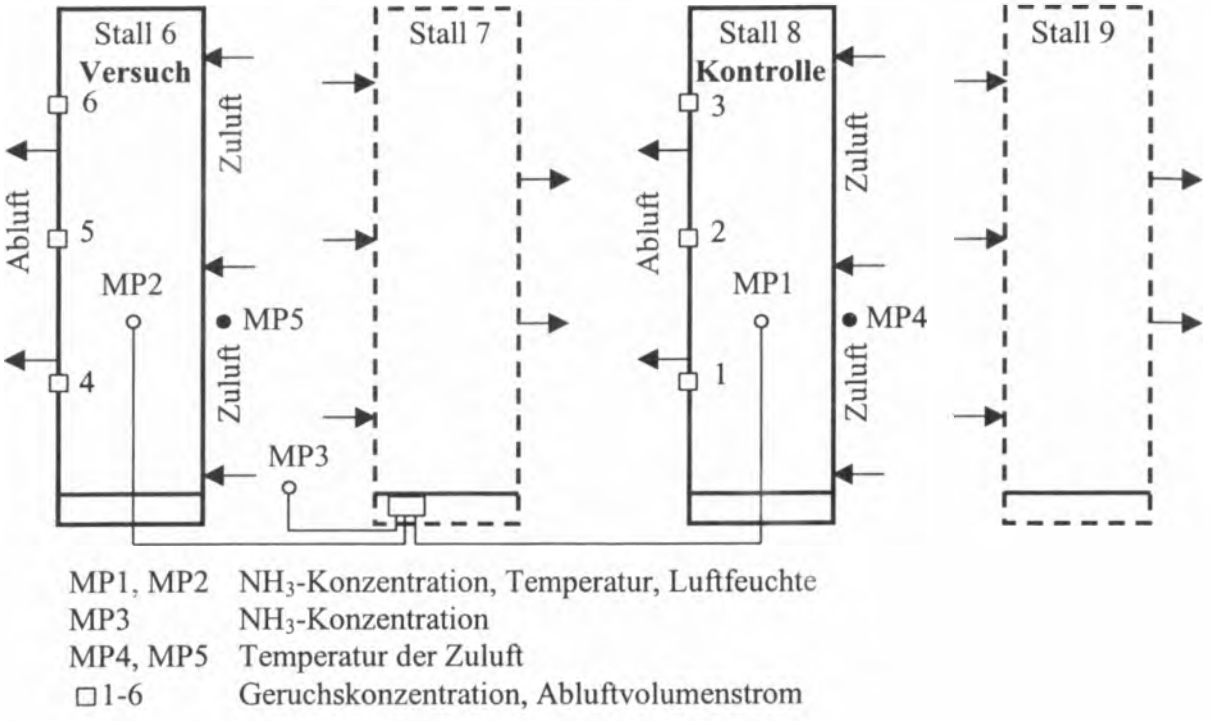
Der vorliegende Beitrag befasst sich aufbauend auf Vorarbeiten (Gurk et al., 1994) mit den Wirkungen eines Tränkezusatzes auf das Emissionsgeschehen in einer Broilermastanlage.

2 Material und Methoden

In einer Broilermastanlage mit Bodenhaltung auf Sägespäne-Einstreu und mit Zwangsbelüftung wurden zwei Ställe á 22.500 Tiere (Versuch, Kontrolle) in die Untersuchung eines Tränkwasserzusatzes auf Algenbasis einbezogen (Abbildung 1). Die Nutzung des Tränkesystems für derartige stoffliche Maßnahmen erfordert eine sorgfältige Wasseraufbereitung (Enteisenung, Enthärtung und Entkeimung) sowie die periodische Desinfektion der Wasserleitungen und Tränken. Diese Maßnahmen, die wesentlich den Erfolg des Tränkwasserzusatzes mitbestimmen, waren zu Beginn der Untersuchungen technisch gelöst, so dass die Hähnchen im Versuchsstall ständig das Algenpräparat Biopolym FZT mit dem Tränkwasser aufnehmen konnten.

Die Hähnchen wurden in beide Ställe am 30.07.1998 eingestallt und im Versuchsstall nach 40 Tagen, im Kontrollstall nach 42 Tagen ausgestallt. Über diese Periode von sechs Wochen

wurden kontinuierlich die Ammoniakkonzentrationen, Lufttemperaturen und -feuchten an ausgewählten Punkten von Versuchs- und Kontrollstall gemessen (Abbildung 1). Für die Auswertung standen auch die Stundenmittelwerte der Temperatur und der relativen Feuchte der Außenluft von der 14 km entfernten Wetterstation des DWD Lindenberg zur Verfügung. In der letzten Mastwoche wurden an zwei Tagen Luftproben für die Geruchsstoffmessung gezogen und gleichzeitig die Abluftvolumina (Punkte 1 bis 3 Kontrolle, 4 bis 6 Versuch) bestimmt. Für Ausgasungsversuche in Laborbehältern und chemische Analysen wurden weiterhin Kot- und Tiefstreumistproben in beiden Ställen kurz vor der Ausstallung gewonnen.



MP1, MP2 NH_3-Konzentration, Temperatur, Luftfeuchte
MP3 NH_3-Konzentration
MP4, MP5 Temperatur der Zuluft
□1-6 Geruchskonzentration, Abluftvolumenstrom

Abb. 1: Messpunkte in der Versuchsanlage

Fig. 1: Measuring points

Die Berechnung der Abluftvolumenströme erfolgte nach der Kohlendioxidbilanz (CIGR, 1984) unter Nutzung der durchschnittlichen täglichen Lebendmasse der Tiere. Diese sowie die Abgänge, Futter- und Wasserverbrauchswerte wurden dem rechnergestützten Managementsystem der Anlage entnommen.

In den die Praxismessung unterstützenden Labortests wurden unter definierten Bedingungen Messungen zur Ammoniak- und Geruchsstoffemission von Kot- und Tiefstreumistoberflächen durchgeführt. Dabei wird über die Substratoberfläche ein Luftvolumenstrom von 20 l/min geleitet, so dass die Luft im Freiraum über dem Substrat einmal je Minute ausgetauscht wird. Aus der mit Gasen und Geruch kontaminierten, ausströmenden Luft saugt der Multigasmonitor die Probenluft an und es werden so auch die Geruchsproben gewonnen (Hörnig et al., 1998). Weiterhin wurden die Inhaltsstoffe der gelagerten Substrate bestimmt.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Feldversuch

In der sechswöchigen Haltungsperiode schwankten die Temperaturen und relativen Luftfeuchten in folgenden Bereichen:

- Temperatur und Feuchte außen von 7,1 °C bis 29,5 °C bzw. 32 % rel. Feuchte bis 99 % rel. Feuchte
- Temperatur und Feuchte innen von 17,8 °C bis 33,3 °C bzw. 38,4 % rel. Feuchte bis 90,6 % rel. Feuchte

Aus den Konzentrationsverläufen von Ammoniak ergaben sich Maximalwerte von 5,2 mg/m³ (Versuch) und 13,0 mg/m³ (Kontrolle). Kritische Werte von ≥ 14 mg/m³ = 20 ppm wurden somit nicht festgestellt, was auf das insgesamt gute Management in den Ställen zurückzuführen ist.

Die Kohlendioxidkonzentration lag maximal bei 4.711 mg/m³, was deutlich unter dem einzuhaltenden Maximalwert von 6.490 mg/m³ liegt. Die Ställe werden demnach anforderungsgerecht gelüftet.

Die Ammoniakemissionen wurden aus den für die Versuchstage 1 bis 35 nach der CO_2-Bilanz errechneten Abluftvolumenströmen und den zugehörigen tagesdurchschnittlichen NH_3-Konzentration und Tierzahl kalkuliert.

Die Regressionskurven wurden über den vorhandenen Wertebereich hinaus bis zum 42. Versuchstag extrapoliert (Abbildung 2), was wegen der hohen Bestimmtheitsmaße für die Messzeit 1. bis 35. Tag als zulässig betrachtet wird.

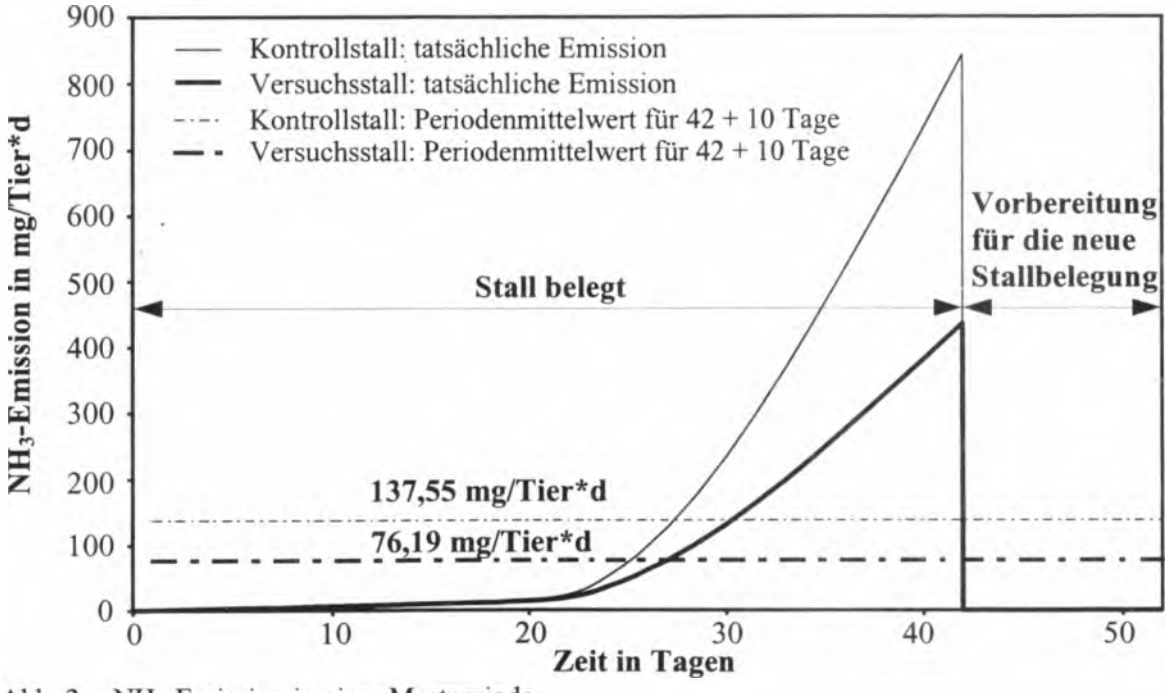


Abb. 2: NH_3-Emission in einer Mastperiode

Fig. 2: Ammonia emission during one fattening period

Bei Vergleich der Flächen unter den Regressionskurven ergibt sich für den Versuchsstall eine um 44,6 % niedrigere NH_3-Emission. Berechnet man die Mittelwerte über eine Periode von 42 Haltungstagen plus 10 Tage für die Serviceperiode, so ergeben sich 137,5 mg/Tier·d für die Kontrolle und 76,2 mg/Tier·d für den Versuch. Rechnet man diese Werte für das Produktionsjahr mit sieben Produktionsperioden hoch, so erhält man NH_3-Emissionen von 50,2 g/Tierplatz·a (Kontrolle) und 27,8 g/Tierplatz·a (Versuch). Der erstgenannte Wert entspricht exakt dem aus der holländischen Richtlinie (GROOT KOERKAMP et al., 1998), der durch die neuen stofflichen Maßnahmen um rd. 45 % unterschritten werden konnte.

Zur Ermittlung der Geruchsstoffemissionen wurden die an den ausgewählten Messstellen 1 bis 3 (Kontrolle) und 4 bis 6 (Versuch) (Abbildung 1) ermittelten Konzentration und Abluftvolumenströme verrechnet (Tabelle 1). Man muss einräumen, dass nur etwa 1/3 des Abluftvolumenstroms erfasst worden ist, aber ein relativer Vergleich der Geruchsstoffemissionen lässt sich doch anstellen. Er ergibt eine um rd. 30 % niedrige Emission aus dem Versuchsstall.

Tab. 1: Geruchsemissionsströme aus dem Kontroll- und Versuchsstall

Table 1: Odour-flowrates from the control and trial stables

Datum	**Größe**	**Kontrolle, Stall 8**			**Versuch, Stall 6**			**Differenz**
		Mess-stelle 1	**Mess-stelle 2**	**Mess-stelle 3**	**Mess-stelle 4**	**Mess-stelle 5**	**Mess-stelle 6**	**8 - 6 %**
2.9.98	Geruchs-konz. (GE/m³)	102	271	342	362	114	64	
	V (m³/s)	1,139	1,476	1,240	1,047	1,732	1,399	
	m (GE/s)	116,2	400,1	424,1	379,2	197,4	89,5	29,0
3.9.98	GE/m³	114	72	81	64	68	60	
	m³/s	1,260	1,882	1,511	1,240	1,757	1,399	
	GE/s	143,6	135,5	122,4	79,4	119,5	83,9	29,5

Je kg erzeugtem Fleisch wurden im Versuchsstall 50 g Futter und 300 ml Wasser weniger als im Kontrollstall verbraucht. Die TS-Gehalte von Kot und Mist sind deshalb im Versuchsstall etwas höher (Tabelle 2). Kot- und Mistproben der Kontrolle weisen höhere pH-Werte und Ammoniumgehalte auf, woraus sich die höhere NH_3-Ausgasung im Kontrollstall erklären lässt. Hühnerkot enthält aber als N-Komponenten auch Harnsäure und unverdautes Protein; beide konnten wegen fehlender Bestimmungsmethoden nicht quantifiziert werden.

Phosphor, Kalium und Magnesium werden von den Tieren im Versuchsstall in geringerem Maße ausgeschieden. Es ist anzunehmen, dass sie in Spuren im Tierkörper verbleiben.

Tab. 2: Inhaltsstoffe von Kot und Mist aus dem Kontroll- und Versuchsstall

Table 2: Contents of faeces and manure from control and trial stable

Probe	TS % i. OS*	pH	N_t g/kg TS	NH_4-N g/kg TS	P_t g/kg TS	K_t g/kg TS	Mg_t g/kg TS
Kot (Kontr.)	51,6	8,9	61,2	20,3	7,29	26,8	6,84
Kot (Vers.)	52,4	8,0	66,4	13,6	6,28	23,1	6,13
Mist (Kontr.)	65,2	8,9	59,2	12,5	6,60	26,4	6,64
Mist (Vers.)	74,9	8,4	63,2	8,8	5,60	22,7	5,85

* Originalsubstanz

3.2 Laborversuch

Für die Beurteilung der Wirkung des Tränkwasserzusatzes sind im Vergleich mit dem Feldversuch die Werte am Messtag 1 maßgebend, dem Tag nach der Entnahme von Kot und Mist aus den Ställen 6 und 8 (Abbildung 3). Der Emissionsstrom liegt für Kot und Mist aus dem Versuchsstall bei knapp 30 %, verglichen mit der Kontrolle. Der Unterschied verringert sich mit der Versuchsdauer. Der Emissionsstrom (Versuch) liegt nach vier Tagen aber immer noch bei 40 % der Werte der Kontrolle.

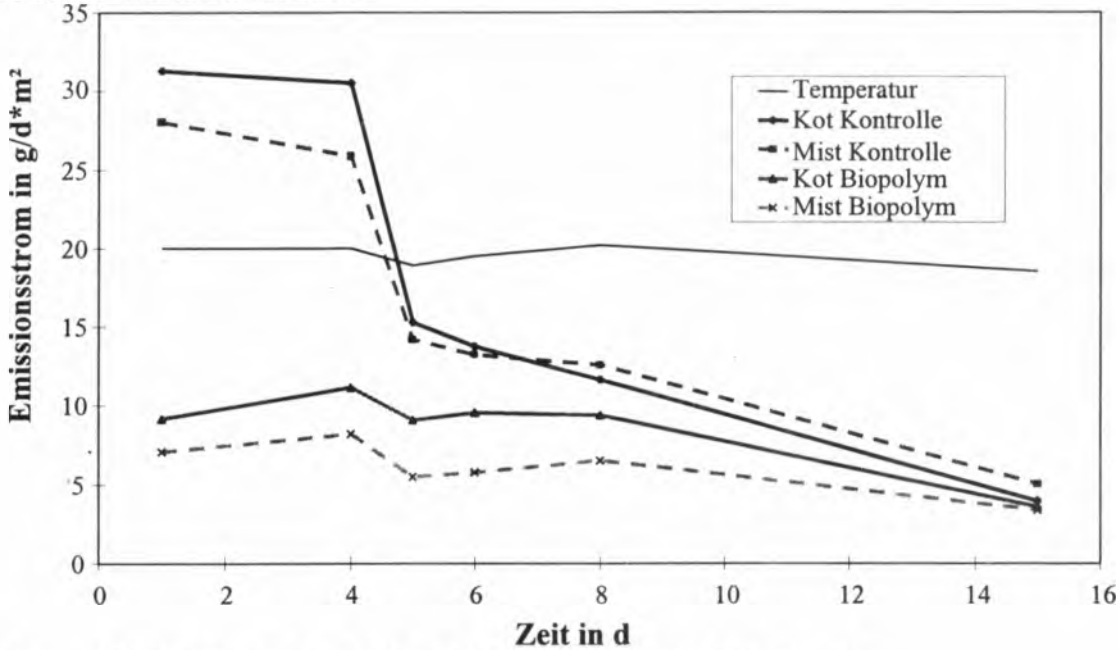


Abb. 3: NH_3-Emissionen von Kot- und Mistoberflächen im Laborversuch

Fig. 3: NH_3-emissions from surfaces of faeces and manure in the labtest

Die olfaktometrische Untersuchung der an den Messtagen 1, 2 und 5 gewonnenen Luftproben ergab eine statistisch gesicherte Reduzierung der Geruchsstoffkonzentrationen um durchschnittlich 55 %, wobei der Reduzierungseffekt bei Mist höher war als bei Kot.

Diese Ergebnisse bestätigen die im Feldversuch ermittelten Emissionsminderungen für Ammoniak und Geruch. Der Aussagekraft der Ergebnisse aus den Messungen in den Ställen ist

jedoch ein höherer Stellenwert einzuräumen, weil dort alle auf den tierischen Stoffwechsel, die Exkremente und die Stallklimaparameter wirkenden Einflüsse komplex zur Wirkung kommen.

4 Schlussfolgerungen

Komplex angelegte Feld- und Laborversuche zur Wirkung des Algenpräparats "Biopolym FZT" als Tränkwasserzusatz für Broiler ergaben eine umweltrelevante Reduzierung der NH_3- und Geruchsstoffemissionen um 45 % bzw. 30 %. Die kalkulierte jährliche NH_3-Emission je Tierplatz beträgt 27,8 g (Versuch) gegenüber 50,2 g (Kontrolle).

Obwohl die Messungen in einer Wintermastperiode wiederholt werden und zur Analyse der Stickstoffkomponenten im Kot und im Mist noch Arbeiten notwendig sind, ist festzustellen, dass die Applikation von Biopolym in Kombination mit der realisierten Tränkwasseraufbereitung und -desinfektion ein aussichtsreiches Verfahren zur deutlichen Senkung der Umweltbelastungen aus Broilerställen darstellt.

5 Literatur

CIGR (1984): Climatization of animal houses, report of CIGR Working Group No 13, Commission Internationale du Genie Rural, Aberdeen, UK

GURK, S. UND R. BRUNSCH (1994): Schadgasmessungen in Geflügelställen. Tagungsband "Förderkreis Stallklima", 12.-13.10.1994, Schmallenberg

GROOT KOERKAMP, P. W. G. ET AL. (1998): Concentrations and emissions of ammonia in livestock buildings in Northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research, 70, 1, p. 79-96.

HÖRNIG, G.; BERG, W. UND M. TÜRK (1998): Emissionsminderung durch Ansäuern von Gülle. Landtechnik 53, H. 3, S. 146-147.

6 Summary

A new emission reduction method aims of influence the animal metabolism and as result the Nitrogen excretion. Two groups with 22,500 chicken each were kept under identical conditions. The trial group received the algal substance "Biopolym FZT" with the drinking water. The investigations covered one fattening period o f 6 weeks in the summer. Laboratory tests to investigate the emission behaviour of fresh faeces and deep litter manure followed the field experiments. As result the ammonia and odour emissions were reduced by about 45 % and 30 %, respectively.

Einfluß der Kot/Einstreu - Belüftung in Hähnchenmastställen auf das Emissionsverhalten, die Mast- und Schlachtleistung und die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konventionellen Bodenhaltungssystemen

Influence of litter ventilation in broiler houses on emission, growth, carcass performance and economy in comparison with conventional floor littered systems

NAJATI, SAEID[1], VAN DEN WEGHE, HERMAN[1]

[1]Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Georg-August-Universität Göttingen, 49377 Vechta

1 Einleitung

Zur Reduzierung der Ammoniakemissionen in Hähnchenmastställen werden in der vorliegenden Literatur mehrere emissionmindernde Ansätze und Strategien empfohlen. Erste deutsche und niederländische Untersuchungen ergaben, daß der verfahrenstechnische Ansatz „Konditionierung des Kot/Einstreu- Gemisches" die Ammoniakemissionen am effektivsten reduziert. In dem laufenden Forschungsvorhaben wird dieses Verfahren im Praxismaßstab unter Berücksichtigung des Emissionsverhaltens, der Mast- und Schlachtleistung und der Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu einem konventionellen Bodenhaltungssystem untersucht.

2 Material und Methoden

2.1 Material

Zur Durchführung wurde eine Hähnchenmastanlage mit zwei baugleichen Ställen im Landkreis Emsland (Werlte) neu errichtet. In dem einen Stall wurde der sog. Trampolineboden installiert, die andere Stallanlage als Referenzsystem konventionell betrieben. Die Ställe haben eine Breite von 12m und eine Länge von 80m sowie eine Netto-Nutzfläche von 960 m^2. Mit einer Besatzdichte von 21 Tieren/m^2 werden in jeden Stall 19.800 Tiere eingestallt.

Das Konzept der Kot/Einstreu - Belüftung enthält die Installation eines zweiten Bodens mit Metallrosten als Traggerüst, 50cm über dem asphaltierten Fußboden. Darauf wird ein durchlässiges Gewebe gespannt, welches die Einstreu und die Tiere trägt. Die Luft in der Unterdruckkammer zwischen beiden Böden wird mittels 6 Ventilatoren, die an einer Stallängsseite angebracht sind, angesaugt. Über Umluftschächte, in Höhe von 150 cm über den Tieren, wird die Umluft wieder in den Stall geführt (Abbildung 1). Aufgrund des entstehenden Druckgradienten strömt Stalluft durch die Einstreu und das Gewebe in den Bereich unterhalb des Trampolinebodens nach. Über Rollen an den Giebelseiten des Stalles kann das perforierte Gewebe am Ende eines Mastdurchganges maschinell aufgewickelt werden. Gleichzeitig werden die Tiere eingesammelt, das Kot/Einstreu-Gemisch fällt auf ein Querförderband und kann direkt außerhalb des Stalles auf Transportfahrzeuge verladen werden.

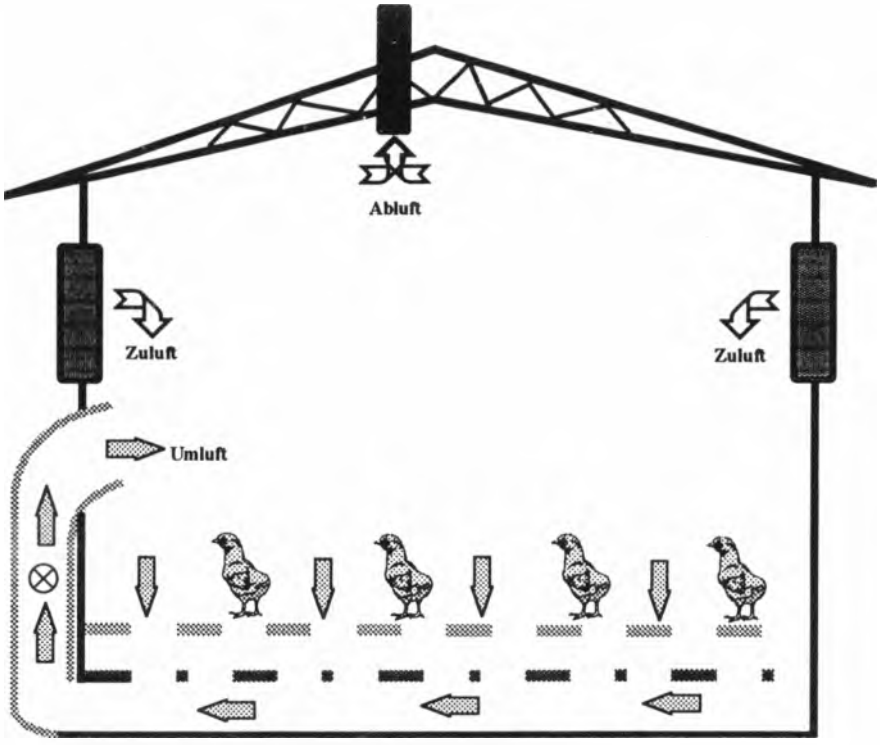


Abb. 1: Schematische Darstellung des Einstreubelüftungssystems
Fig. 1: Scheme of litter ventilating system

2.2 Methoden

Zur Erfassung der Gaskonzentration (NH_3, CO_2 und H_2O) in der Abluft werden pro Stall drei Sammelproben mittels kritischer Kapillaren (1000 ml/min), PTFE-Schläuchen und einer Vakuumpumpe in Sammelflaschen kontinuierlich angesaugt. Anschließend werden die Luftproben mit Hilfe eines Multigasmonitors (Fa. INNOVA) auf die oben genannten Gase analysiert. Zur Berechnung der Emissionen werden die Luftvolumenströme mit Meßventilatoren (Fa. Fancom) kontinuierlich erfaßt.
Nach dem gleichen Prinzip wie für die Gaskonzentrationsmessungen werden wöchentlich zwei Luftproben pro Stall für die Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration genommen. Diese Proben werden mittels Olfaktometer TO7 (Fa. Mannebeck) untersucht.
Mit dem Schwebstaubmeßgerät TEOM 1400a (Fa.Rupprecht & Pataschnick) werden in der 3., 4. und 5. Mastwoche in jedem Stall zwei Tage lang Staubkonzentrationen (Gesamtstaub) in der Stallluft erfaßt.
Pro Stall werden wöchentlich sechs Sammelproben der Einstreu auf TS-Gehalt, pH-Wert und Nährstoff untersucht.

3 Ergebnisse

Die folgende Ergebnisse werden aus den Durchschnittswerten vom dem Durchgang 5 (vom 28.03.98 bis 06.05.98) und dem Durchgang 7 (vom 14.07.98 bis 23.08.98) berechnet.
In den Abbildungen 2 und 3 werden die durchschnittlichen Ammoniakkonzentrationen für die gesamte 5. Und 7. Mastperiode und die durchschnittlichen Ammoniakemissionen der letzten Mastwoche aus den genannten zwei Mastdurchgängen dargestellt.

Die Ammoniakkonzentrationen in beiden Ställen verlaufen in den ersten zwei Wochen parallel zueinander. Danach steigt die Ammoniakkonzentration in der Abluft im Referenzstall stärker an als im Trampolinestall. Der Unterschied wird in der letzten Mastwoche ganz besonders deutlich.

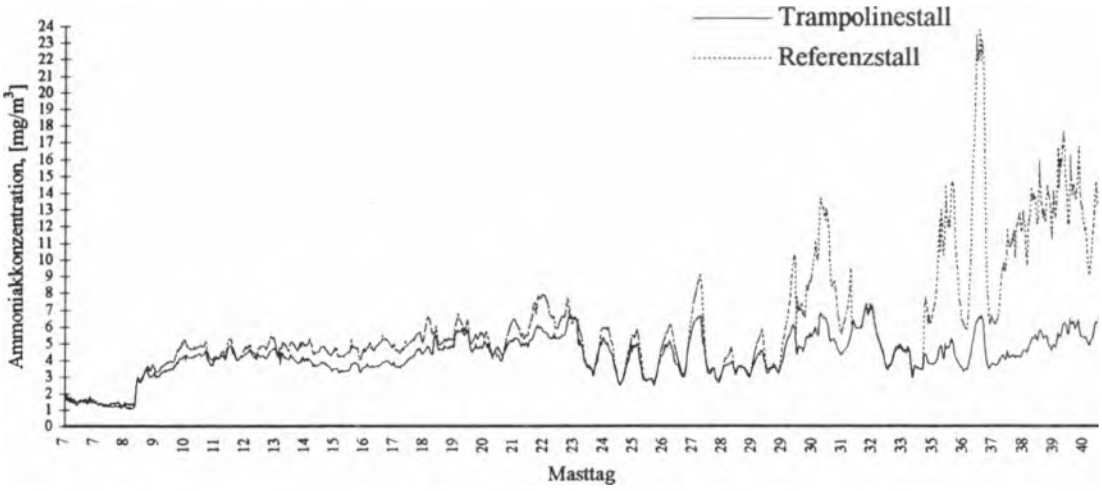


Abb. 2: Durchschnittliche Ammoniakkonzentration in der Abluft aus den Mastdurchgängen 5 und 7
Fig. 2: Average ammonia concentration of the waste air of fattening periods 5 and 7

Verglichen mit den Konzentrationen, fielen die Unterschiede zwischen den Ammoniakemissionen in den beiden Ställen ab der fünften Mastwoche noch differenzierter aus. Die Reduzierung der Ammoniakemission beträgt im Trampolinestall in der letztem Mastwoche durchschnittlich 56% gegenüber dem Referenzstall (Abbildung 3).

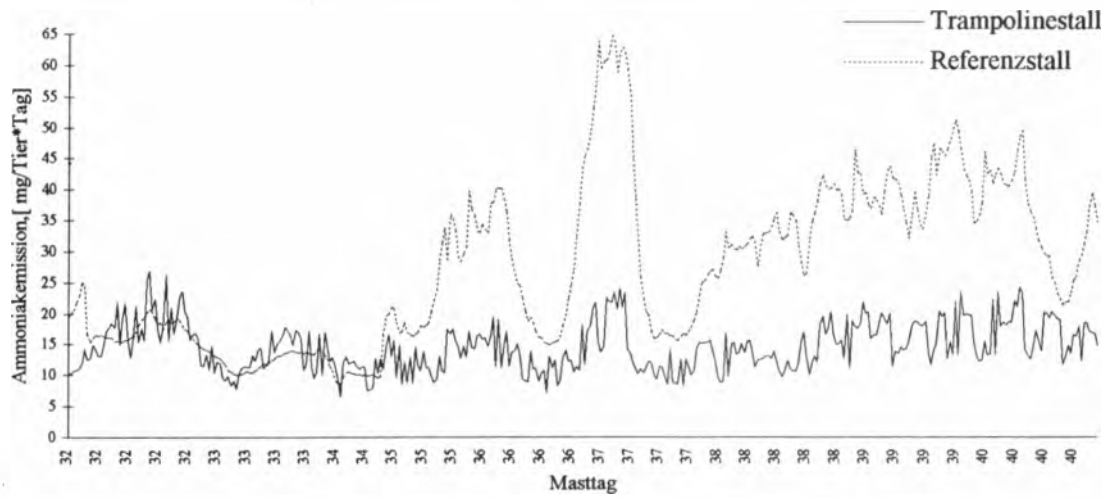


Abb. 3: Durchschnittliche tägliche Ammoniakemissionen (mg/Tier * Tag) in der letzten Mastwoche
Fig. 3: Average daily ammonia emission (mg/broiler * day) in the last fattening week

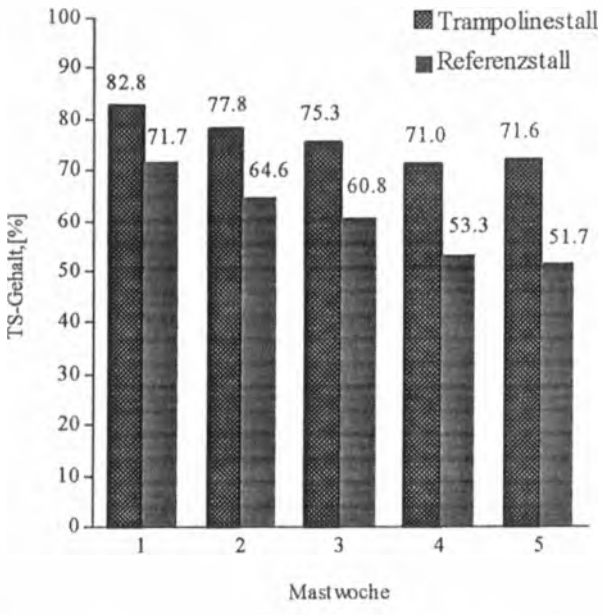


Abb.4: Durchschnittlicher TS-Gehalt in der Einstreu aus den Mastdurchgängen 5 und 7
Fig. 4: Average DM-content of the litter of fattening periods 5 and 7

Die durchschnittlichen TS-Gehalte der Einstreu (Abbildung 4) liegen im Trampolinestall während der gesamten Mastperiode höher als im Referenzstall.

Die Abbildung 5 stellt die durchschnittliche Staubkonzentration aus den Durchgängen 3 und 8 in den beiden Ställen dar. Im letzten Mastabschnitt liegt die Staubkonzentration im Trampolinestall etwa 9% höher.

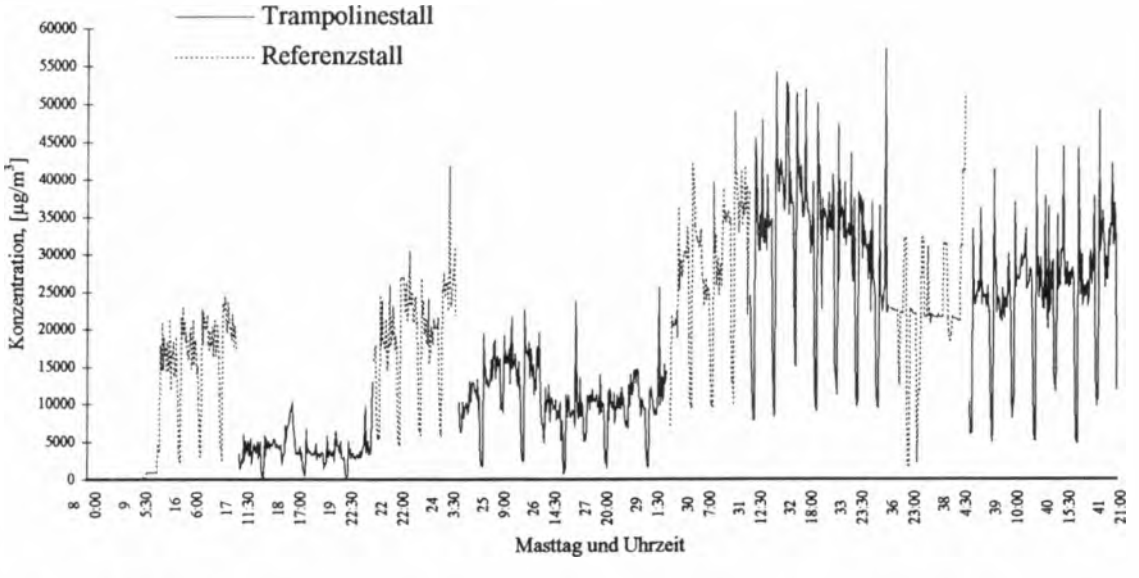


Abb. 5: Durchschnittliche Staubkonzentrationen in der Stallluft aus den Mastdurchgängen 5 und 7
Fig. 5: Average dust concentration of the house air of fattening periods 5 and 7

Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der olfaktometrischen Messungen der Geruchsstoffkonzentrationen in der Stallluft in der 3., 4. und 5. Mastwoche. Im Referenzstall liegen die Werte für die Geruchsstoffkonzentration durchgängig über dem im Trampolinestall

Tab. 1: Durchschnittliche Geruchsstoffkonzentration in der Abluft Stallluft aus den Mastdurchgängen 5 und 7
Table 1: Average odour substance concentration of the waste air of fattening periods 5 and 7

Mastwoche	Trampolinestall [GE/m^3]	Referenzstall [GE/m^3]
3	590	735
4	792	840
5	613	843

Mit Ausnahme des durchschnittlichen Lebendgewichtes am 33. Masttag weisen die Tiere im Trampolinestall hinsichtlich aller erfaßten Mast- und Schlachtparameter eine bessere Leistung auf (Tabelle 2 und 3).

Tab. 2: Durchschnittliche Mastleistung Stallluft aus den Mastdurchgängen 5 und 7
Table 2: Average fattening gain of fattening periods 5 and 7

Stall	durchschnittliches Lebendgewicht am 33. Masttag [g]	durchschnittliches Lebendgewicht am 40. Masttag [g]	Stallverluste [%]	tägliche Zunahme [g]
Trampoline	1493	2075	3,5	51,9
Referenz	1534	1997	3,3	49,9

Tab. 3: Durchschnittliche Schlachtleistung Stallluft aus den Mastdurchgängen 5 und 7
Table 3: Average carcass performance of fattening periods 5 and 7

Stall	Durchschnittliches Schlachtgewicht [g]		Verworfene Tiere [%]		Schlachtausbeute [%]	
	am 33. Masttag	am 40. Masttag	am 33. Masttag	am 40. Masttag	am 33. Masttag	am 40. Masttag
Trampoline	1076	1438	2,0	1,9	72,1	69,3
Referenz	1039	1390	2,0	2,2	67,7	69,6

Die Investitionskosten für den Bau und die Einrichtung der Hähnchenmastanlage betrugen pro Mastplatz 16,65 DM. Die Installation des Einstreubelüftungssystems und der automatischen Entmistungsanlage verursachte zusätzliche Mehrkosten in Höhe von 8,47 DM pro Mastplatz.

4 Fazit

Durch die systembedingte Konditionierung des Kot/Einstreu-Gemisches sind die Ammoniakkonzentrationen und Emissionen im Trampolinestall geringer als in dem Referenzstall, was auch schon durch Untersuchungen von MACKE et al. (1998) bestätigt wurde. Die verminderten Gaskonzentration im Trampolinestall bedingen auch eine geringere Belastung der Abluft mit Geruchsstoffen. Allerdings entsteht, besonders in der zweiten Hälfte der Mastperiode, eine höhere Belastung der Stalluft durch Staub.
Ein hoher TS-Gehalt des Kot/Einstreu-Gemisches verursacht auf der einen Seite eine Minderung der mikrobiellen Aktivitäten, welche zur Freisetzung von Ammoniak aus den Stickstoffverbindungen führen. Auf der anderen Seite hingegen entsteht mehr Staub in Verbindung mit der systembedingten Zirkulation der Umluft.
Dadurch, daß die Tiere im Trampolinestall einem günstigeren Klima (hinsichtlich der Schadgaskonzentration) ausgesetzt sind, weisen sie im Vergleich zu Tieren im konventionellen Stall eine verbesserte Mast- und Schlachtleistung auf, gleiches Stallmanagement vorausgesetzt.
Die hohen Investitionskosten für die Einrichtung eines Bodenbelüftungssystems wirken sich nachteilig auf die Wirtschaftlichkeit dieses Haltungssystems aus. Die variablen Kosten werden z. Zt. noch untersucht.

5 Summary

The influence of a litter ventilation in broiler houses is compared with a conventional littered floor system. The research was effected in two broiler houses of identical structure for 19.980 broilers each. One broiler house is a conventionally managed housing system, the other one includes an additional ventilated floor.
The following parameters are being measured: ammonia concentration of the outlat air, ammonia emission, odour concentration of the outlat air and dust concentration in the stable air, dry matter content and nutrtrient composition of the litter, fattening and carcass performance of the animals, and economy of the litter ventilating system.
The effect of the conditioned litter is a reduction of the ammonia concentration in the outlat air and a decrease of the ammonia emission of about 55 %. The reduced ammonia concentrations also cause lower odour pollution. On the other hand, especially during the second half of the fattening period, the dust concentration of the house air increases. During the entire fattening period the conditioned litter showed a higher dry matter content compared with that of the conventional floor littered system. The ventilating litter system is characterized by a more favourable growth and carcass performance of the broilers. The economy of the litter ventilation in broiler houses is negatively influenced by the high investments into the installation of this system. The variable costs are still being analysed.

5 Literatur

MACKE, H. UND H. VAN DEN WEGHE (1998): Reduzierung der Ammoniak- und Lachgasemissionen in Masthähnchenställen durch Kot/Einstreubelüftung, Deutsche Bundesstiftung Umwelt, (Förderbereich 5, Umwelt und Landwirtschaft), AZ: 04936, ABSCHLUSSBERICHT

Eating and resting behaviour of dairy cows in two different housing systems

ALAND, ANDRES[1], VEERMÄE, IMBI[2], POIKALAINEN, VÄINO[2], PRAKS, JAAN[1]

[1]Department of Animal Hygiene, Estonian Agricultural University, Kreutzwaldi 62, Tartu, Estonia
[2]Department of Animal Housing Technology, Estonian Agricultural University, Kreutzwaldi 1, Tartu, Estonia,

Introduction

The task of the studies of keeping technologies is to assess their ability to guarantee animals' physiological and behavioural needs as completely as possible. The traditional tying system infuences the cows' welfare by various restrictions inhibiting normal behaviour. Therefore the loose housing of cows together with a milking parlour, combined with either deep bedding or individual boxes is becoming more popular. As building and energy costs have increased, interest in Estonia is becoming focused on cold loose housing of dairy cows. Thus the need for studies, which could adequately evaluate the impact of different technologies for cows, is increasing. The aim of the present study is to investigate the standing, lying and eating behaviour of dairy cows in a conventional insulated tied housing cowshed and in an uninsulated loose housing cowshed, for the evaluation of these two technologies from the point of view of the animals' welfare.

Materials and methods

The studies took place at an uninsulated loose housing cowshed with 20 milking cows and at a tied housing cowshed with 230 milking cows. At the loose housing cowshed the temperature changed round the clock between -4 ... -18,8° C (morning temperature -15° C) during the experiments. At the tied housing cowshed the average morning temperature was 11° C. The average milk yield was 6000 kg per cow per year in the loose housing system and 5100 kg in the tied housing system. 12 cows of the Estonian Black-and-White breed were chosen from both cowsheds as focal animals for the experiments. Their behaviour was registered continuously during three consecutive days and nights, using a video system operating in infrared djapason. The ethogram was compiled by detecting the state of the animal (lying, standing, eating, milking) after every 2 minutes, and events (contact with an other animal, drinking water etc.) were detected continuously. In loose housing cowshed the location of focal cows was also detected in order to determine the motion activity.

The states of animals were characterized by the duration in minutes and the events by the number of occurrences. The duration of states and the number of occurrences for events per day and night were counted for each focal animal. The temporal disposals for the number of animals engaged in the similar activity were composed. These disposals characterize the changes in intensity of the action. In order to compare the states and to evaluate the synchrony the Person correlation matrix was calculated. For the evaluation of statistical relevance of connections, the matrix of Bonferroni probabilities was used. The cows' motion activity at the loose housing cowshed was calculated on the basis of changes in location and was expressed by the number of meters moved. The rank of cows in the hierarchy was determined by gained wins and defeats in conflicts. In the tied housing system the determination of rank in the group

hierarchy was impossible, because each animal could communicate with just two neighbours. Statistical analysis was carried out using the Excel programs.

Results and discussion

The results of behavioural states are given in table 1.

Table 1. Behavioural data of cows at tied housing and loose housing cowsheds

Behaviour	Loose housing cowshed		Tied housing cowshed	
	Average	St. deviation	Average	St. deviation
Lying, min/24 h	598	101	731	91
Standing, min/24 h	335	63	393	99
Eating silage, min/24 h			163	23
Eating concentrates, min/24 h			62	16
Eating vegetables, min/24 h			73	12
Total eating time, min/24 h	481	110	298	35
Locomotion activity, m/24 h	536	122		

Some investigations have shown that an environmental temperature of over +23° C has a negative influence on cows' milk yield. Animals can better withstand low temperatures (below 0° C). Temperatures of up to –18° C during lactation do not cause stress and have no negative effect on animals' welfare (Brouček et al., 1995). According to the literature, lying time is influenced by factors like the dimension of the stall, the floor material, bedding etc (Hughes, 1992). According to Hedlund and others (1977) cows in a comfortable environment lie 45 % of the time. Platen's study shows that cows with a high milk yield lie 64 % of the time in tied housing and 55 % in loose housing systems (Platen et al., 1995). Cows in a loose housing cowshed spend nearly half of their time in resting stalls, of which 90 % they spend lying (Albright, 1984). Cows in uninsulated cowsheds lie 47...48,5 % and stand 23...31 % of the time (Arave, 1980). Our investigation showed that at tied housing cowsheds cows lay 51 % of the time, at uninsulated loose housing cowshed 42 % of the time. Thus in both keeping technologies the dominant behavioural state for milking cows was lying, whereby cows lay more at tied housing cowsheds ($P<0,001$).

At loose housing cowshed cows spent more time eating (together with time spent in the feeding area) ($P<0,001$), than at tied housing. They moved at least 0,5 km per day. The feeding and milking times and the behavioural patterns of cows (eating, lying, standing) at loose housing (a) and tied housing cowshed (b) are shown in figure 1.
Cows are typical livestock who are active during daytime and rest at night. Their behaviour in a herd is synchronized (Winter et al., 1995). Our study showed that the cows' behaviour was also synchronized at uninsulated loose housing cowsheds. The behaviour of cows in conventional tied housing cowsheds, comparing the daytime and night, did not differ so clearly. Animals lay also in the daytime and it rarely happened that all 12 cows were in the lying state at the same time. As is known, the twenty-four-hour rhythm of behaviour is determined by feeding times (Arnold, 1985).

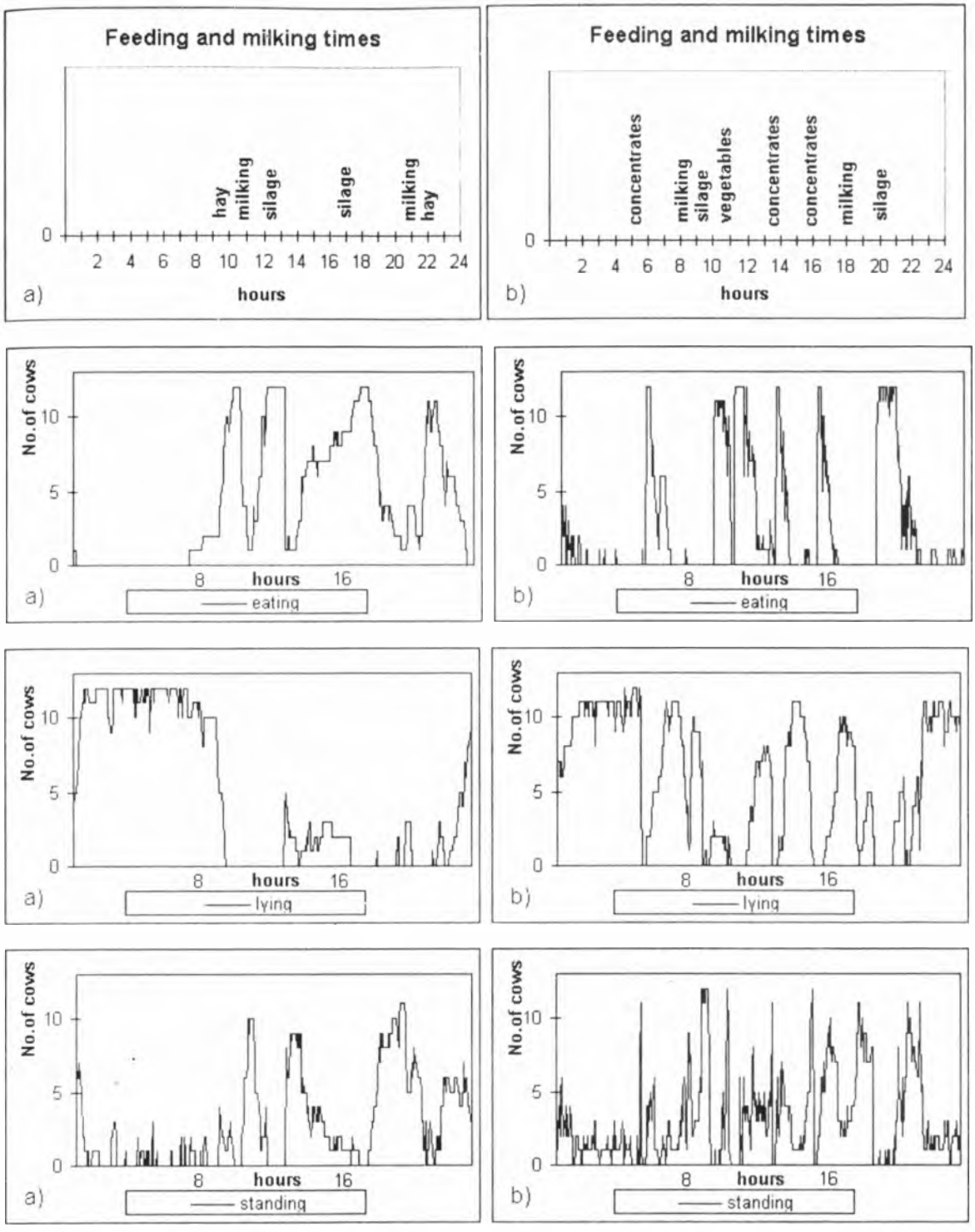


Figure 1. Feeding and milking times and behavioural patterns of cows at loose housing (a) and tied housing (b) cowsheds.

According to the present study, the behaviour of cows was significantly influenced by their feeding and milking regime. Animals at tied housing cowsheds were fed six times from 5 a.m. to 8 p.m. This regime formed noticeably disjunct behavioural patterns. To evaluate the synchrony of states of cows in a group, the mean correlation for each cow was calculated. The

study showed that correlations between the patterns of lying and eating behaviour of cows were statistically significant (P<0,002) in both cowsheds. The correlation between lying behaviour was much higher at the uninsulated loose housing cowshed (r = 0,732) than at the tied housing cowshed (r = 0,502). Eating behaviour was in higher correlation at the tied housing cowshed (r = 0,748) than at the uninsulated loose housing cowshed (r = 0,574).

The behavioural data on cows at uninsulated loose housing cowsheds were organized according to the hierarchy, and a linear trend in the correlations of states was found. The trend value close to zero showed that cows with a lower rank in the hierarchy could also find enough space for synchronized lying. The negative trend of correlation for eating behaviour patterns showed that animals of lower rank in the hierarchy had to wait until the stronger animals had eaten.

Conclusions

1. The keeping technology of milking cows, feeding and milking regime in cowshed and environment significantly influence resting and eating behaviour of cows.
2. In a typical large tied housing cowshed the difference between daytime and nighttime, considering the cows' resting behaviour and its synchronicity, is considerably small.
3. Cows can behave in a more natural manner at uninsulated loose housing cowshed with deep bedding and this indicates to better welfare.

References

ALBRIGHT L. AND M. TIMMONS (1984): Behavior of dairy cattle in free stall housing. Trans. ASAE, 27, 44, p. 1119-1126.

ARAVE C.AND J. WALTERS (1980): Factors affecting lying behaviour and stall utilization of dairy cattle. Appl. anim. ethol., 6, 4, p. 369-376.

ARNOLD G. (1985): Ingestive behaviour. Ethol. Farm Anim. Compr. Study Behav. Features Common Farm Anim., Amsderdam, p. 183-200.

BROUČEK J., ARAVE C.W., NAKANISHI Y., STEWART P.H., MIHINA Š. AND L. HETÉNYI (1995): Effect of different housing in winter on behaviour of dairy cows. Živočisna Výroba, 40, p. 135-143.

HEDLUND, L. AND J. ROLLS, (1977): Behaviour of lactating cows during total confinement. Journal of Dairy Science, 50, p. 1807-1812.

HUGHES, J.W. (1992): Practicalities of cow feeding, comfort and behaviour. Proceedings British Cattle Veterinary Association, July, 43-45.

PLATEN M. AND E. LINDEMANN (1995): Einflüsse des Haltungssystems auf Fruchtbarkeit, Milchleistung und deren Wechelbeziehungen bei Hochleistungskühen. Bau und Technik in der Landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. S. 219-226.

WINTER A. AND J.E. HILLERTON (1995): Behaviour associated with feeding and milking of early lactation cows housed in an experimental automatic milking system. Applied Animal Behaviour Science, 46, p. 1-15.

The present study was granted by the Estonian Science Fundation.

Die Wiederholbarkeit und Erhebungsgenauigkeit von Beurteilungen der Tiergerechtheit von Milchviehställen mit dem TGI 35L 1995/96

Repeatability and Accuracy of Assessing Animal Welfare in Housing Systems for Milking Cows by the ANI 35L 1995/96

AMON, THOMAS, OFNER, ELFRIEDE, BOXBERGER, JOSEF

Institut f. Land-, Umwelt- u. Energietechnik, Universität für Bodenkultur, Wien, email: amon@mail.boku.ac.at

1 Einleitung

Die Beurteilung der Tiergerechtheit der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung kann mit Hilfe linearer Beurteilungssysteme („Checklisten") oder mit Indexpunktesystemen („Tiergerechtheitsindex") erfolgen. „Checklisten" beurteilen die Tiergerechtheit anhand einzelner, technischer oder tierhalterbezogener Indikatoren. Diese können jeweils für sich betrachtet eine hohe spezifische Aussagekraft haben. Diese Bewertungskonzepte berücksichtigen lineare Zusammenhänge zwischen Haltungsumwelt und für das Wohlbefinden und die Gesundheit der Tiere wichtigen Erfordernissen. Sie sind vergleichsweise einfach zu handhaben. Die Bewertung und das Beurteilungsergebnis sind leicht kommunizierbar. Eine differenzierte Bewertung der Haltungsumwelt ist nur eingeschränkt möglich, weil in der Praxis vielschichtige Haltungsbedingungen vorliegen, die durch verschiedenartige Systemkomponenten beschrieben werden, zwischen denen komplexe Wechselwirkungen auftreten. Die Anwendung von linear bewertenden "Checklisten" ist für die komplexe Erfassung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen nur bedingt geeignet.

„Tiergerechtheitsindices" (z.B. TGI 35 L 1995/96, TGI 200/94) berücksichtigen essentielle Systemkomponenten der komplexen Haltungsumwelt gleichzeitig: Stallbau und Haltungstechnik, Verhaltensbedürfnisse und Tierverhalten, Tierbetreuung und Management. Je besser eine Haltungsumwelt den vielfältigen Bedürfnissen der Tiere Rechnung trägt, desto mehr Indexpunkte werden vergeben. Für das Wohlbefinden und die Tiergesundheit be- und entlastende Faktoren der Haltungsumwelt können durch die Tiere im Rahmen ihrer Kompensationsmöglichkeiten ausgeglichen werden. Diesem Sachverhalt wird durch das Bewertungssystem Rechnung getragen. Gute Bedingungen eines Systembereiches können weniger gute Bedingungen in einem anderen Bereich ausgleichen, solange die Kompensationsfähigkeit der Tiere nicht überschritten wird. Sind die belastenden Faktoren jedoch so gravierend, daß sie durch entlastende Faktoren nicht mehr ausgeglichen werden können oder werden gesetzlich festgelegte Mindestbedingungen unterschritten, so erfolgt im Falle des TGI 35L 95/96 die Bewertung nur mit Vorbehalt. Der vorliegende Mangel muß in einer bestimmten Zeitspanne behoben werden. Dann erfolgt eine erneute Erhebung des TGI 35L 95/96. Durch die breite An-

wendung des TGI in Österreich verbessern sich die Haltungsbedingungen, weil nicht tolerierbare Mängel ausgemerzt werden.

Der TGI 35 L 95/96 ist in Österreich allgemein anerkannt und wird derzeit in etwa 20.000 vorwiegend ökologisch wirtschaftenden Betrieben von 176 erfahrenen Kontrollpersonen angewendet (BARTUSSEK 1997). Für die Anwendung ist die Qualitätssicherung des Bewertungssystems von ausschlaggebender Bedeutung, weil sich das Beurteilungsergebnis auf das Einkommen der Landwirte auswirkt, indem Förderungen und Produktpreise davon abhängen. Qualitätsstandards für tierische Lebensmittel werden mit Hilfe des TGI definiert und er findet auch Anwendung im Gesetzesvollzug. Ein eindeutiges Bewertungsergebnis mit hoher Aussagekraft ist deshalb erforderlich. Die Analyse der Bewertungsqualität der enthaltenen Kriterien (SCHATZ 1996) und die Erkenntnisse über die Abbildungsgenauigkeit des Beurteilungsergebnisses (AMON ET AL. 1998) können zur Qualitätssicherung des Beurteilungssystems genutzt werden.

Vergleichende Untersuchungen des TGI 35L 95/96 und des TGI 200/94 zeigen, daß Haltungssysteme mit beiden TGIs ähnlich und umfassend bewertet werden (SCHATZ 1996). Darüber hinaus kommt der Beurteilungsgenauigkeit zentrale Bedeutung zu. Sie entscheidet maßgeblich über Anwendungsmöglichkeiten und über die Akzeptanz bei den verschiedenen Anwendern.

2 Material und Methode

In der vorliegenden Untersuchung sollte die Genauigkeit von TGI Erhebungen in Milchviehställen mit dem TGI 35L/1995/96 ermittelt werden. Hierzu wurden die Wiederholbarkeit ($\hat{w}$) und der Erhebungsfehler s(ε) der TGI-Zahl und der Punktesummen der einzelnen Beurteilungsbereiche bestimmt. Aus den Ergebnissen werden Maßnahmen abgeleitet, um die Genauigkeit von TGI-Erhebungen weiter zu steigern. Auf 12 Milchviehbetrieben in mehreren Regionen Österreichs wurde der TGI von insgesamt 65 erfahrenen Erhebungspersonen unabhängig voneinander zum selben Zeitpunkt in zwei Versuchsblöcken erhoben. Die Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit autorisierten Kontrollfirmen durchgeführt. Die beteiligten Kontrollfirmen betreuen etwa 2/3 aller Biobetriebe in Österreich.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die Untersuchungen ergaben eine Wiederholbarkeit der TGI-Zahl von 80% (Block I) und 95% (Block II) (Tab.1). Bei der Beurteilung durch erfahrene Erhebungspersonen kann demnach bei einmaliger Erhebung ein ausreichend sicheres und verläßliches Ergebnis erwartet werden. Würden in Block I verschiedene Personen zweimal bzw. dreimal den TGI auf dem selben Betrieb erheben, dann würde die Wiederholbarkeit auf 89% bzw. 92% ansteigen. In Block II würde sie sich auf 97% bzw. 98% erhöhen. Die Wiederholbarkeit der Punktesumme der einzelnen Beurteilungsbereiche war unterschiedlich. Während die Beurteilungsbereiche „Sozialkontakt" und „Bewegungsmöglichkeit" sehr hohe Wiederholbarkeiten von 93–96% aufwiesen, lag die Wiederholbarkeit der Beurteilungsbereiche „Licht/Luft/Lärm" und „Betreuung" zwischen 31% und 70% im mittleren Bereich. Der Beurteilungsbereich „Bodenbeschaffenheit" wies in Block II eine mittlere Wiederholbarkeit von 79% und in

Block I eine sehr niedrige Wiederholbarkeit auf. In der Datenstruktur dieses Kriteriums gab es vergleichsweise geringe Unterschiede zwischen den Betrieben. Die Verteilung der Punktezahlen in diesem Erhebungsbereich entsprach wahrscheinlich nicht der Variabilität der Grundgesamtheit von Milchviehställen in Österreich. Damit war eine wichtige Voraussetzung für die Bestimmung der Wiederholbarkeit (SACHS 1992) nicht gegeben. Im Block II konnte die Wiederholbarkeit der Punktesumme des Beurteilungsbereiches „Betreuung" aus dem gleichen Grund nicht bestimmt werden.

Tab. 1: Wiederholbarkeiten der Gesamt-TGI-Punktezahl und der einzelnen Punktezahlen der Beurteilungsbereiche des TGI 35 L 95/96

Table 1: Repeatability of the ANI score and of scores in the areas of judgement of the ANI 35 L

Beurteilungsbereich	Index	Wiederholbarkeit [%]	
		B I	B II
Sozialkontakt	w_{sk}	96	90
Bewegungsmöglichkeit	w_{bew}	93	96
Licht/Luft/Lärm	$w_{l/l/l}$	55	70
Betreuung	w_{bet}	31	n.b.[1)]
Bodenbeschaffenheit	w_b	8	79
Gesamt-TGI-Zahl	w_{TGI}	80	95

[1)] aufgrund der vorliegenden Datenstruktur nicht beurteilbar

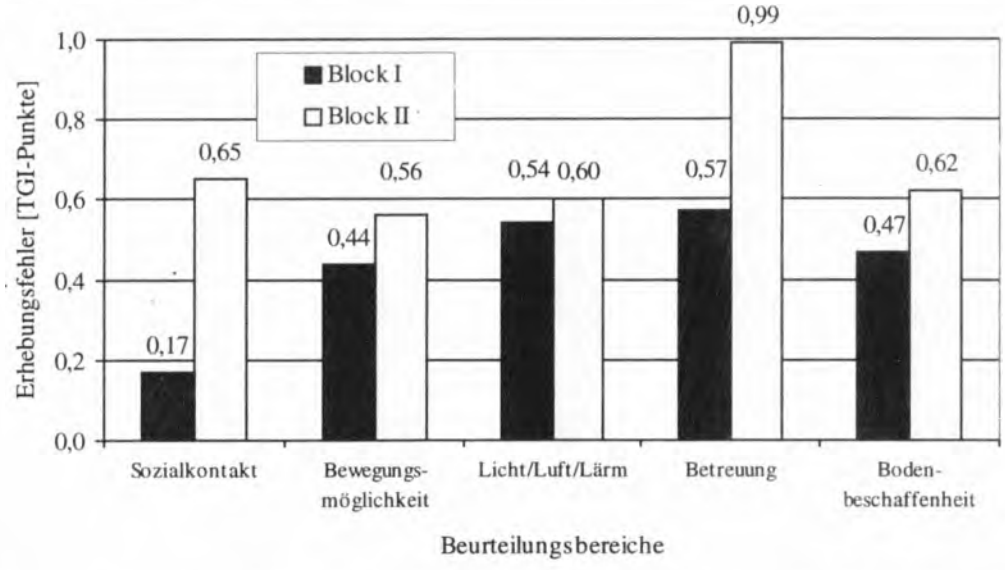


Abb. 1: Erhebungsfehler der Punktezahlen der Beurteilungsbereiche des TGI 35L

Fig.1: Error of survey of scores in the areas of judgement of the ANI 35 L

Der Erhebungsfehler s(ε) ist ein Maß für die Erhebungsgenauigkeit des Beurteilers und entspricht der geschätzten Standardabweichung von TGI-Werten innerhalb des selben Betriebes (Abb. 1). Für die Gesamt-TGI-Zahl lag der Erhebungsfehler in Block I bei ± 0,83 TGI-

Punkten und in Block II bei ± 1,42 TGI-Punkten. Legt man ein 95%iges Vertrauensintervall zugrunde, so liegen 95% aller erhobenen TGI-Werte im Bereich „wahrer TGI ± 2 s(ε)". Für Block I ergibt sich somit eine maximale Abweichung vom tatsächlichen TGI-Wert von ± 1,66 Punkten und für Block II von ± 2,84 Punkten.

Aus den Untersuchungen kann abgeleitet werden, daß durch eine einmalige Erhebung ein ausreichend sicheres Ergebnis erreicht wird. Allerdings werden die verschiedenen Beurteilungsbereiche unterschiedlich genau erhoben. Bereiche, in denen überwiegend objektiv erfaßbare Kriterien bewertet werden, weisen eine sehr hohe Wiederholbarkeit auf. Bereiche, in denen auch subjektiv zu beurteilende Kriterien enthalten sind, werden weniger genau erhoben. Diese Kriterien sind jedoch für eine umfassende und sichere Beurteilung der Tiergerechtheit unabdingbar. Die Erhebungsgenauigkeit könnte durch intensive Schulung der Erhebungspersonen und verstärkten Informationsaustausch weiter gesteigert werden. Die Kriterien sollten möglichst umfassend und exakt definiert werden, um eine eindeutige Bewertung zu gewährleisten.

4 Literatur

AMON, T., KUMMERNECKER, C., OFNER, E. (1998): Die Wiederholbarkeit von Beurteilungen der Tiergerechtheit bei Milchviehställen mit dem TGI 35L 1995/96 und Voraussetzungen für sichere Erhebungsergebnisse. In: *Tierschutz und Tierhaltung*, DVG (Hrsg.), S. 53–66.

BARTUSSEK, H. (1997): Praktische Erfahrungen in der Anwendung des Tiergerechtheitsindex „TGI 35 L" in Österreich In: *Tiergerechte Haltungssysteme für landwirtschaftliche Nutztiere: Neuere Entwicklungen und Lösungen*. Wissenschaftliche Tagung in Zusammenarbeit mit der Internationalen Gesellschaft für Nutztierhaltung (IGN) vom 23.–25. Oktober 1997 in Tänikon.

Schatz, P. (1996): „Beurteilung der Tiergerechtheit von Milchviehhaltungssystemen anhand zweiter Tiergerechtheitsindices (TGI 35 L/19995 und TGI 200/1994), Dilplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien

5 SUMMARY

In Austria an „Animal Needs Index (ANI)" has been developed to asses the welfare of animals on farm level. With a holistic approach five important husbandry components are considered: Possibility of movement, social contact, condition of the floors, stable climate (including light and noise) and stockman's care. Scoring leads to a sum of points. If minimum requirements are not met, the housing conditions have to be improved before the ANI is finally assessed. The ANI system is widely used in Austria since 1995, mainly in controlling husbandry systems in organic farming. The accuracy of the assessment was investigated and proved to be satisfactory. Further improvement could be achieved by intensive training of controlling personnel.

Technical possibilities of creating the local climate-parameters in poultry-farming

BARÓTFI ISTVÁN[1]

[1] Gödöllő University of Agricultural Sciences, Faculty of Agr. Engineering, Department of Environment-, Heating-, and Saniterengineering, H-2100 Gödöllő

1 Timeless and aims of topic

In animal husbandry the technology development, the increasing energy cost and the need for the possible best utilisation of the genetic potential of the animals requires the thorough knowledge of the transport processes between the animal and the environment. In the investigations so far the environment of the animal was assumed to be homogenous and so there has been no thorough experience available for different conditions. For reducing energy consumption those technical solutions seem to be favourable that ensure the desired climate conditions in the close environment of the animal. To form such optimum climate conditions one need to know both the transport processes between the animal and the environment and the most important characteristics of the local climate conditions resulted by different technical solutions. Matching these two system of relationships may ensure the harmony of the favourable solutions of technical conditions being optimal to the animal. The aim of the research is to explore the basic facts, to carry out the possible investigations to establish further jobs in order to learn the conditions.

2 Method of research

In the research method the mathematical modelling and the laboratory experiments are built upon each other. In the laboratory experiments the difficulty occurred at the continuous recording of the air space inhomogenity, could have been carried out only by using infinite measuring point with the costly laser technique. However as there was no real possibility so that the elaboration of an approximative method should have been included in the plan.

To achieve the aims two fundamentally different ways seem to be applicable:

With the investigation of the transport processes between the animal and the environment, when the differential characteristics of the animal and the environment, the traditional climate chamber measurement methods can not be taken into account. The parameters such as the change of the animal heat transmission depending of the body position or the heat transmission of the laying animal or the heat transmission in the radiated space, etc. seemed not to be measurable. So for the investigation of the transport processes between the animal and the environment the set up of a simulation model seemed as a proper way.

The laboratory investigation seemed possible for investigating the local climate conditions induced by different technical solutions and it was planned to carry out without and with animal.

The research method of both partjob was only planable with several limitations. In the case of the transport processes between the animal and the environment setting up a good model needs the suitable geometry analogy, the body surface dimensions and the non-convective heat transmission characteristics which can be based only on the previous investigations limiting the possibilities such way. When investigating the local climate conditions in addition to the previously listed ones the weather conditions influences the realisation because the investigations can be carried out only in heating season.

3 Result of the research

It could be stated even from the literature review, that the thermal connection of the animal and the environment are elaborated in detail considering a number of subtopics and at the same time the investigation results are not conform and the results take into account only the simplified heat transfer conditions (i.e. convective heat transmission).In the artificial formulation of the environment of the animal, due to the increasing energy prices of the past years basically those solutions came exposed which endeavour to ensure the suitable heat sensation in the direct environment of the animal rather than in the whole stable space. The results achieved by the traditional investigations are not applicable and moreover the local climate conditions of the solutions applicable in animal houses are not known.

To investigate the animal and its environment the computer offered modelling possibility seemed to be the most expediental. For this reason a mathematical model was elaborated and a software was developed as well as run with the serviceable data of the literature to test the model applicability.

The other job taken as a goal was the investigation of the local climate conditions with experimental equipment's and animals in the case of non-traditional (convective heat transfer) heating solutions. Thus this job required to build experimental equipment's and to measure them.

In the realisation of the goals results were achieved in both field. The real significance of theirs will be exposed only after the complete elaboration. The results obtained so far are:

- To simulate the energy transport between the animal and its environment a differential mathematical model was constructed. The model is applicable to calculate the heat flow on the different body parts of the animal and in case of the different environmental conditions (even in those cases for which there has been no method so far).
- Based on the mathematical model a software was developed, which simplifies the calculations significantly and through modelling it makes possible to determine such relationships which can not be measured in a simple way.
- The software has-been run with literature data for some simple cases. The results show up relationships not known yet.

- From the different possibilities of the local microclimate the heat sensation conditions of the radiation space were investigated in laboratory.
- Concerning poultry production several such experiment was carried out in which the suitable climate conditions were tried to be realised merely at the residence place of the animals and not in the whole stable space.
- Different investigations were carried out to check the adaptability of the animals to local climate conditions and the theoretical heat sensation assumptions. The investigations were carried out in such circumstances which can be produced in the practice expediently.

The results could be illustrated in several approach (e.g. the elaborated expressions and their application or the new scientific statements related to those evolved previously, the figures of the alterations and the consequences, etc.) but they could be discussed in greater extent, and from another aspect the investigations carried out so far will be complete only after the full data loading and after the completed examinations in the entire range of the relevant circumstances. So that the work completed in the program is characterised by an enlighted investigation and the results picked up.

The poultry production is a characteristic and important field of the local climate investigation, because in the winter period the young animals are kept with significant energy expenditure and the animals need this expensive circumstance only in the small part of the animal house. For this reason the investigations were focused on the poultry production and within this on the broiler production.

The application of the conductive heat transfer for ensuring a proper temperature sensation seemed to be a solution promising significant result. Such kind of circumstances are formed in the case of staying under the brooder when the mother hen transfer her own body heat to the chickens through direct contact. In the case of mass production this type of conductive heat transfer can be realised artificially in two ways, namely through contacting the floor or heat transmitting surface above the animal. Both solution is unusual in the realised keeping circumstances as the deep litter serves rather the isolation than heat transfer and the space above the animals is unconditionally necessary to observe the great number of animals. In spite of this more experiments were carried out regarding the technical realisation of both conceptual possibility with no consideration of whether they can be included in the usual keeping technologies or not. This was made based on the conviction that the most favourable possibilities in the husbandry are ensured in ways what differ from those of the human ones. The animal takes a rest on the floor and due to its relation to the floor and its dimensions compared to the space of staying the heat transfer and the ventilation should be solved with considering this. So that the keeping conditions should be formed with taking this into account. As a result of the experiments floor heating poultry house and a conductive heating solution called contact "artificial mother" were accomplished. In the floor heating stable heat conductive litter should be used instead of the heat isolating one and such temperature values should be experimented which differ from those of the traditional conditions. In these stables the animals seemed to feel fine and no hygiene or health problems occurred and at the same time heating cost reducing was recorded.

The contact artificial mother experiments implied more difficult task as the conditions being in relation to the animal heat balance occurred in a more complex way compared either to the traditional or the floor heating. At the same time the heat transmitting surface should produce heat only when it is in contact with the animal and should be influenced by the animal. As a

result of the experiments it managed to find a simple technical solution by which the complex requirements can be meet well.

Another possibility of the local climate control is the radiative energy transport utilisation to ensure the temperature sensation of the animal.

The local climate parameters are demonstrated through poultry husbandry experiments with infrared radiation space and animals on different colour litter. Ethology observations and wide thermal data collection was carried out in these investigations.

The investigations of the local climate condition completed so far proved that the favourable circumstances necessary for the animals are realisable much more complex ways than they were handled by the science and the practice. The investigations having begun will lead to the discovery of the local conditions and their controlling. In the scope of the program investigations have been carried out only with poultry and first of all in radiation space with usual ventilation conditions. Depending on the possibilities the investigations are to be continued to discover the other influencing factors.

4 References

BARÓTFI, I. UND KOCSIS, K (1979): Mezögazdasági épületgépészeti kézikönyv, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest p. 496

BARÓTFI, I. UND RAFAI, P. (1985): Energiagazdálkodás az állattartásban, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, p. 442

ROBERT SAW, D. (1981): Environmental aspects of housing for animal production, Butterworths, London p.13-17

5 ABSTRACT

The investigation of the transport processes between the animal and the environment is necessary in favour of the local climate in stables to be achieved. Energy saving climate which meets the animal need is obtained at same time if not the whole stable but rather the close environment is where the animal requirements are satisfied only.

The investigations were extended such fields which have not been examined, such as heat radiation, different air velocity, conductive heat transfer (loss and gain), etc. The program is applicable to carry out the mentioned jobs, to discover the particular conditions of the thermal connection between the animal and the environment.

In parallel with the program elaboration, laboratory experiments were conducted to determine the local climate conditions including the determination of the animal temperature sensation. The experiments were primarily conducted in broiler production. It was an important experiment the temperature sensation examination of different colour litter and animal stock in the case of radiation and conductive heat loss in poultry production.

Vergleich des Liegeverhaltens von Milchkühen und des Arbeitszeitbedarfes im Tretmiststall und Liegeboxenlaufstall

Comparison of the resting behaviour of dairy cows and the time for cleaning and littering the resting area in sloped floor housing and cubicle housing

BREITENBAUMER Othmar, BARTUSSEK Helmut[1]

[1] Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, A 8952 Irdning

1 Problemstellung

Vom Standpunkt des Tierschutzes wird das Tretmistsystem für tiergerechter als das Liegeboxensystem gehalten, weil die Kühe völlig unbehindert aufstehen, abliegen und Liegepositionen einnehmen können, während die Liegeboxe mehr oder weniger deutlich diese Verhaltensweisen einschränkt und behindert. Für eine umfassende Beurteilung sind jedoch genauere Untersuchungen nötig.

2 Material und Methode

Auf demselben Praxisbetrieb mit Schwarzbunt-Kühen wurden innerhalb von 2 Jahren hintereinander ein Mehrflächen-Tretmistsystem und dann ein Mehrflächen-Liegeboxensystem in ihrer Wirkung auf das Liegeverhalten von Milchkühen untersucht. Die Beobachtung erfolgte mittels Videotechnik, wobei jedes Stallsystem jeweils im Winter und im Frühjahr je eine Woche lang kontinuierlich beobachtet wurde. Aus den vier Beobachtungswochen wurden jeweils 24 Stunden ausgewertet. Nach Dauer und Häufigkeit wurden erfaßt: Liegen, Verdrängen und Verdrängtwerden im Freßbereich, Auftreiben und Aufgetriebenwerden im Liegebereich und Verjagen und Verjagtwerden im Liegebereich. Weiters wurden die Tagesmilchleistung, die Zellzahl der ermolkenen Milch an den Beobachtungstagen, die Größe der Tiere, der Arbeitsaufwand für Einstreuen und Ausmisten und die Zeitdauer der Abliege- und Aufstehvorgänge ermittelt.

3 Ergebnisse

3.1 Liegedauer und Liegehäufigkeit

Die Gesamtliegedauer je Kuh und Tag wird durch das Haltungssystem nicht beeinflußt (die Gesamtliegedauer je Kuh und Tag liegt in allen 4 Beobachtungen zwischen 700 und 751 Minuten). Ebenso wurden keine Unterschiede beim Verdrängen am Freßplatz gefunden. Im Tretmistsystem konnte eine signifikant höhere Anzahl an Liegeperioden pro Kuh und Tag (Tabelle 1) und damit verbunden kürzere Liegephasen nachgewiesen werden als in den

Liegeboxen (Tretmiststall: 68 min, Liegeboxenlaufstall: 110 min). Jahreszeitliche Unterschiede (Winter, Frühjahr) traten in beiden Haltungssystemen nicht auf (Tabelle 1). Auf der anderen Seite kommt im Tretmiststall das Auftreiben von liegenden Kühen durch andere signifikant häufiger vor als im Liegeboxenlaufstall (18 bzw. 26 mal im Vergleich zu 1 bzw. 7 mal).

Tab. 1: Liegehäufigkeiten im Tretmiststall und im Liegeboxenlaufstall
The number of resting periods in the sloped floor system and the cubicle system

Laufstallsystem	Tretmiststall		Liegeboxenlaufstall	
Beobachtungstag	22.02.1995	11.05.1995	01.03.1997	02.06.1997
Liegehäufigkeit [n/Tier,d]				
$\bar{x}$	11	10,42	7,17	6,83
$\pm s$	2,22	1,44	1,70	1,95
x_{min}	8	7	5	4
x_{max}	15	12	10	10
Signifikanzniveau	n.s.	n.s.	*	*

n.s. : nicht signifikant
** : $0{,}01 \geq P > 0.001$
* : $0{,}05 \geq P > 0.01$
*** : $P \geq 0{,}001$

3.2 Abliegen und Aufstehen

Das Abliegen und das Aufstehen dauert in den Liegeboxen signifikant länger als im Tretmistsystem, was auf eine Behinderung durch die Boxenabgrenzungen hinweist (Tabelle 2 und Tabelle 3). Ein Vergleich der vorhandenen Liegeboxenmaße mit den Empfehlungen nach CIGR (1994) entsprechend den Körpergrößen der Kühe, zeigt, daß die Nackenriegel zu niedrig liegen. Besonders deutliche Schwierigkeiten bei den Abliege- und Aufstehvorgängen hatten Kühe mit über dem Durchschnitt der Herde liegenden Körpermaßen (siehe Maxima in Tabelle 2 und 3).

Tab. 2: Dauer der Aufstehvorgänge (Tretmiststall und Liegeboxenlaufstall)
Duration of standing up (sloped floor system and cubicle system)

Laufstallsystem		Tretmiststall	Liegeboxenlaufstall
Aufstehdauer [sec]	$\underline{n}$	62	78
	$\bar{x}$	6,11	8,03
	$\pm s$	1,16	2,88
	x_{min}	3	5
	x_{max}	9	20
Signifikanzniveau		***	

Innerhalb der Stallsysteme konnten keine Unterschiede in der Dauer der Aufsteh- und Abliegevorgänge als Folge der Jahreszeit (Winter, Frühjahr) ermittelt werden.

Tab. 3: Dauer des Abliegens (Tretmiststall und Liegeboxenlaufstall)
Duration of lying down (sloped floor system and cubicle system)

Laufstallsystem		Tretmiststall	Liegeboxenlaufstall
Abliegen [sec]	$\underline{n}$	28	99
	$\bar{x}$	5,0	5,97
	$\pm s$	0,82	1,31
	x_{min}	4	4
	x_{max}	6	12
Signifikanzniveau		***	

3.3 Tagesmilchleistung, Liegedauer und Zellzahl

Zwischen der Liegedauer und der Tagesmilchmenge konnte ein signifikanter Zusammenhang errechnet werden (Abbildung 1). Wahrscheinlich führen hohe Milchleistung zu Laktationsbeginn und fortgeschrittene Trächtigkeit gegen Laktationsende zu längerer Liegedauer.

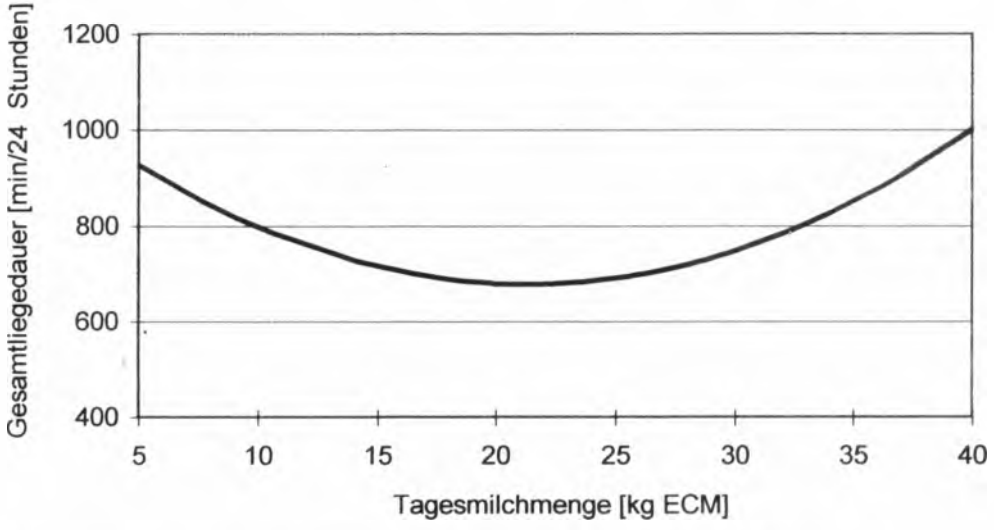


Abb. 1: Zusammenhang zwischen Tagesmilchmenge und Liegedauer
Daily milk yield and the total lying time

Die im Liegeboxenlaufstall aufgetretene Erniedrigung der Milch-Zellzahl konnte statistisch nicht abgesichert werden. Die geringere Zellzahl hängt mit der leichter erreichbaren Sauberkeit der Kühe (und damit gesündere Euter) in den Liegeboxen zusammen. Die Arbeitszeit für das Säubern der Liegefläche, Einstreuen und Ausmisten betrug im Tretmiststall 1,12 bzw. 1,24 min/Kuh,Tag und im Liegeboxenlaufstall 0,49 bzw. 0,52 min/Kuh,Tag.

3.4 Schlußfolgerungen

Vom Tierverhalten her gesehen, gibt es in beiden Systemen Vor- und Nachteile. Die Bevorzugung des Tretmistsystems gegenüber dem Liegeboxensystem aus Tierschutzgründen muß auf der Grundlage dieser Untersuchung in Frage gestellt werden. Arbeitsersparnis, sauberere Kühe mit in der Tendenz gesünderen Eutern und die Problematik der Strohverfügbarkeit im Grünland sprechen für das Liegeboxensystem, doch muß den richtigen Liegeboxenmaßen, insbesondere der Lage des Nackenriegels in Zukunft mehr Augenmerk geschenkt werden.

4 Literatur

CIGR (1994): The Design of Dairy Cow Housing. Report of the CIGR Section II, Working Group No 14 Cattle Housing, ADAS, Reading (UK), August 1994.

5 Summary

In animal husbandry more emphasis must be put on the needs of livestock. The behaviour of animals is an important parameter in assessing housing systems. The possibility for normal and undisturbed lying and resting behaviour is a major demand that must be met. Comparisons of different housing systems with respect to these criteria establish the basis for objektive assessment. Parameters of the resting behaviour of dairy cows kept in sloped floor housing compared to those in cubicle housing were examined within two years on the same farm. Resting behaviours, i.e. frequency, duration, positions of resting, rising and lying down behaviours were observed by time laps video-cameras. The examinations were carried out in both housing systems during winter as well as during springtime observing the animals over 24 hour in each case. The type of housing did not influence the total lying time per cow and day. Significant differences between the husbandry systems were found concerning the number and the length of resting periods. In the sloped floor system the number of resting periods was 11 resp. 10,42 and the average length of one resting period was 66,71 resp. 69,38 minutes. By contrast in the cubicle system the number of resting periods was lower (7,17 resp. 6,83) and the average length of the resting period was clearly longer (110,2 resp. 109,9). The resting behaviour was not only influenced by the housing system but also by the stage of lactation of the cows. Cows with a high daily milk yield (35 to 40 kg milk) rested longer than cows with a daily milk yield of 20 kg. At the end of lactation the cows rested longer again. Furthermore, the housing systems influenced clearly the length of the behavioural patterns in lying down and getting up. In the sloped floor housing (the cows can move freely in the resting area) both procedures took significantly less time than in the cubicle housing (less room to move because of too small overall dimensions). Evidence was found that cows were impeded by the cubicle`s neck rails which were apperently mounted too low. This impairment of normal behaviour could be a factor causing the prolongation of resting periods shown above. On the other hand, chasing up of lying animals by other ones occured more often in the sloped floor system than in the cubicle housing. Cubicle construction seems to hinder this more aggressive behaviour by superior cows and thus gives protection to submissive animals. On the basis of these opposite findings the significance of the differences in number and length of lying periods in respect to the animals` needs cannot be interpreted. Further investigations are necessary. The time for cleaning and littering the resting area in the cubicle system can be cut down to half of the time spent in the sloped floor system.

FTIR-Spektroskopie für die Erfassung von Spurengas-Emissionsraten aus landwirtschaftlichen Quellen: Neue Ergebnisse beim Emissionsvergleich von Gülle-Ausbringtechniken

FTIR spectroscopy for measuring trace gas emission rates from agricultural sources: new results comparing emissions from slurry application techniques

DEPTA, GEORG; SCHATTNER, SILVIA; NESER, STEFAN; GRONAUER, ANDREAS

TU München-Weihenstephan, Bayerische Landesanstalt für Landtechnik, Am Staudengarten 3, 85354 Freising
www.tec.agrar.tu-muenchen.de/uetech/page1.htm, depta@tec.agrar.tu-muenchen.de

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die Ammoniak-Emissionen aus anthropogenen Quellen haben zwar in den letzten Jahren immer weiter abgenommen, der Anteil aus der Landwirtschaft ist aber gleich hoch geblieben. Nach Angaben des Umweltbundesamtes betrugen 1994 die Gesamt-Ammoniakemissionen aller bekannten Quellen in Deutschland 622.000 t. Davon entfallen 533.000 t (85,7 %) auf die Tierhaltung und 58.000 t (9,3 %) auf die Mineraldüngeranwendung. Der Anteil der Emissionen während und nach der Ausbringung von Gülle läßt sich mit den N-Gehalten der Exkremente abschätzen. Geht man von einem 30-70 %-igen Verlust des NH_3-N bezogen auf den ausgebrachten NH_4-N aus, entspricht das Anteilen von 19 bis 45 % an der gesamten landwirtschaftlichen Emission.

Mit Hilfe von neuen Verteiltechniken für Gülle soll die Stickstoffemission, die vor allem in Form von NH_3 stattfindet, reduziert werden. Verschiedene Versuche berichten von NH_3-Emissionen nach der Gülleausbringung. Dabei wurde nur teilweise der Einfluß des Verteilgerätes untersucht, in den wenigsten Fällen auf Grünland. Keine Untersuchungen liegen zu Prallschürzen-Verteilern vor, die nur im Praxismaßstab getestet werden können; dazu ist vor allem eine Untersuchung schon *während* der Ausbringung nötig. Deshalb sollte ein Vergleich der NH_3-Emission nach Gülleausbringung auf Grünland durch verschiedene Verteiltechniken unter folgenden Voraussetzungen erfolgen:

- Die Meßmethode sollte eine praxisgerechte Ausbringung erlauben.
- Die Meßmethode sollte ohne Beeinflussung des Kleinklimas der Emissionsquelle arbeiten.
- Die Meßmethode sollte die Emissionen schon *während* der Ausbringung verfolgen.
- Die Meßmethode sollte bei verschiedenen Witterungsbedingungen einsetzbar sein.
- Vier verschiedene Verteiltechniken sollten unter sonst gleichen Bedingungen verglichen werden.
- Die Meßmethode sollte sich nicht nur auf die Emissionen von NH_3 beschränken, sondern auch andere Gase erfassen können.

2 Material und Methode

Die unterschiedlichen Verteiltechniken, die untersucht werden sollten, sind:

1. Breitverteilung mit Doppel-Prallkopf (Referenztechnik),

2. Breitverteilung mit Prallschürze,
3. bandförmige Ablage mit Schleppschlauch und
4. bandförmige Ablage mit Schleppschuh.

Zur Messung wurde über begüllten Feldstreifen die Gas-Konzentration mit FTIR-Offenpfad-Spektrometern bestimmt und zusammen mit gleichzeitig gemessenen meteorologischen Daten die Emissionsrate mit Hilfe eines invertierten Gaußschen Ausbreitungsmodells errechnet. Dabei wurde mit dem Fraunhoferinstitut für Atmosphärische Umweltforschung in Garmisch-Partenkirchen zusammengearbeitet.

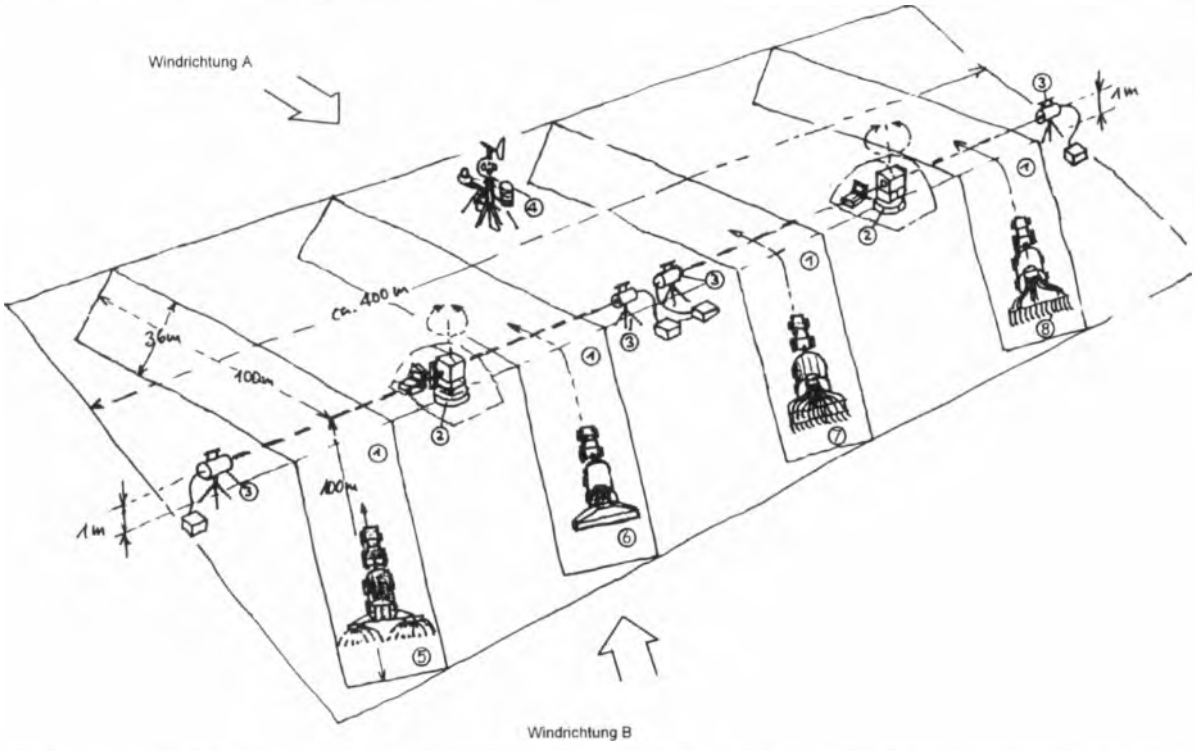


Abb 1: Skizze des Versuchsgeländes und der prinzipiellen Meßtechnik zum Emissionsvergleich verschiedener Gülle-Ausbringtechniken. 1) Begüllte Streifen, 2) FTIR auf Drehlager, 3) IR-Strahler, 4)Wetterstation; Breitverteilung: 5) Doppel-Prallkopf, 6) Prallschürze; Bandablage: 7) Schleppschlauch, 8) Schleppschuh. Sketch of the experimental site of the comparison of different slurry application techniques. 1) slurry plots 2) FTIR on rotating bearing, 3) IR source, 4) weather station; Broadcast Spreading: 5) double deflector nozzle, 6) deflector nozzle with tarpaulins; Bandspread: 7) hoses, 8) trailing shoe.

Um die Abhängigkeit von wechselnden Windrichtungen zu reduzieren, wurde ein Standort in einem Tal gesucht, der durch ein möglichst konstantes Berg-/Tal-Windsystem charakterisiert ist. Die Versuchsfläche ist zusammen mit den prinzipiellen meßtechnischen Geräten in Abb 1 skizziert. Ihre gesamten Ausmaße betragen 200 mal 400 m. Die 4 einzelnen Plots haben eine Breite von 36 m und eine Länge von 200 m. Sie sind in der Mitte leicht geknickt, da die beiden Windrichtungen (Berg- und Talwind) nicht genau senkrecht aufeinander stehen.

Zwei baugleiche Spektrometer wurden in der Mitte jeweils zweier Plots auf Drehlager gesetzt, um einen schnellen Schwenk zwischen jeweils zwei IR-Strahlern zu erlauben. Zwei Wetterstationen nahmen Windgeschwindigkeit und -richtung, Sonneneinstrahlung, Feuchtigkeit, Luftdruck und Temperatur auf, eine auch Niederschlag. Für die Berechnung der Emissionsraten wurde das Gaußsche Modell PAL (Point-Area-Line), anerkannt und validiert von der

Amerikanischen Umweltbehörde US-EPA (United States Environmental Protection Agency), eingesetzt. Dabei können mehrere Flächenquellen gleichzeitig berücksichtigt werden.

Während der ersten Messung (Herbst 1996) wurden vier Verteilsysteme verglichen, während der zweiten (Sommer 1998) drei. Der erste Plot diente dann für eine Leermessung.

Die Gülle stammt aus einem ortsansässigen Milchviehbetrieb. Die Tiere werden nachts in Anbindehaltung auf Spaltenboden gehalten, tagsüber auf die Weide geführt. Die wichtigsten Parameter sind in Tab. 1 aufgeführt. Die Ausbringmenge betrug 30 m^3/ha.

Tab. 1: Die wichtigsten Analysedaten des verwendeten Flüssigmistes
Most important parameters of the applied slurry

Messung	pH	TM in %	N_T in %	NH_4-N in %
Herbstmessung	7,20	7,67	0,32	0,15
Sommermessung	6,98	8,56	0,39	0,17

3 Ergebnisse

Emissionen konnten auf Grund der vorliegenden Messungen nur bei NH_3 festgestellt werden. Bei der Herbstmessung betrug die höchste Emissionsrate 0,058 mg/m²s bei der Prallschürze. Während der Sommermessung betrug die maximale NH_3-Emissionsrate beim Doppel-Prallkopf das nahezu 4-fache der Herbstmessung, nämlich 0,207 mg/m^2s.

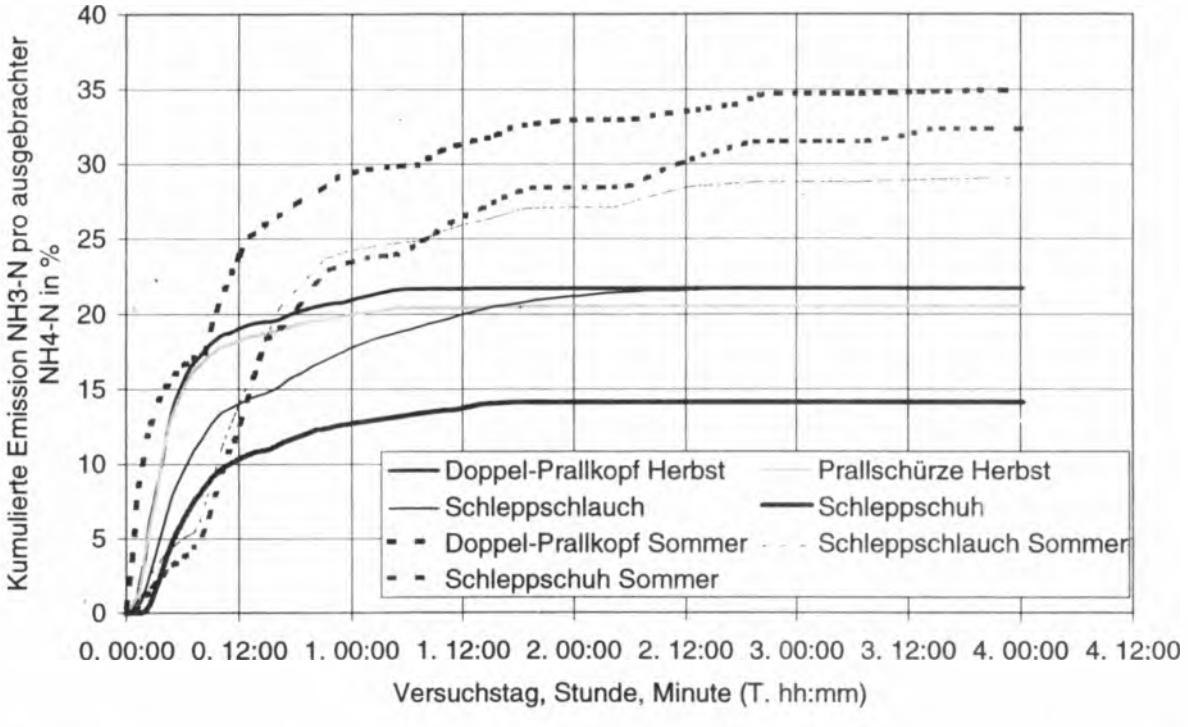


Abb. 2: Kumulation der Ammoniak-N-Emissionen bezogen auf den ausgebrachten Ammonium-N, aufgetragen über der Versuchsdauer. Cumulated emission of ammonia-N related to spread ammonium-N over measurement time.

Die kumulierten NH_3-N-Verluste zeigen für die ersten 12 h eine starke Unterscheidung zwischen Breitverteilung und Bandablage (Abb. 2). Bei der Herbstmessung liegen die Breitverteilungs-Techniken nach 12 h bei 18 bzw. 19 % des ausgebrachten NH_4-N, die bandförmigen Ablagen bei ca. ¾ (Schleppschlauch) bzw. bei etwas mehr als der Hälfte (Schleppschuh) dieses Wertes. Zum Ende des Versuches kann diese Aussage nur noch für den Schleppschuh getroffen werden. Er liegt bei 14 %, wohingegen Schleppschlauch und Doppel-Prallkopf bei 22 % des NH_4-N liegen.

Bei der Sommermessung beträgt nach den ersten 12 h die Emission der bandförmigen Ablagen (14 bzw. 13 % Verluste an NH_3-N) ca. 3/5 der Emission durch Breitverteilung (24 % Verlust). Die Werte liegen schon hier höher als die der Herbstmessung. Erst im weiteren Verlauf steigt die Emission des Schleppschuh-Verteilers auf 32 % an und liegt damit höher als die des Schleppschlauch-Verteilers mit 29 %. Die Breitverteilungstechnik Doppel-Prallkopf kommt auf 35 %.

4 Literatur

Eine Literaturliste kann beim Erstautor gerne angefordert werden.

5 Danksagung

Die vorgestellten Arbeiten wurden unterstützt von den Bayerischen Staatsministerien für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie für Landesentwicklung und Umweltfragen und von der Deutschen Forschungsgemeinschaft. Besonderer Dank gilt der Arbeitsgruppe um Prof. Dr. sc.nat. Klaus Schäfer am Fraunhofer-Institut für Atmosphärische Umweltforschung (IFU) in Garmisch-Partenkirchen.

6 Summary

New application techniques are supposed to reduce ammonia emissions from slurry spreading. To measure the reduction the method should allow a practice-orientated spreading without influencing the micro-climate. Four plots 36 m wide were laid out along the two main wind directions in a valley (figure 1). Two open path Fourier-Transform Infrared (FTIR) spectrometers were placed between two plots each on a rotating bearings to allow 180 degree swings on the altogether four IR sources. In combination with meteorological data emission rates could be estimated and compared. Two experiments were carried out, one in autumn, one in summer. The techniques compared were broad spread, broad spread with tarpaulins (autumn only), band spread and band spread with trailing shoes. Slurry parameters are listed in table 1. Emissions could be determined for NH_3 only. Cumulated emissions are showing a clear distinction between broad- and band spread techniques (figure 2). In autumn, total losses were 14 % for band spread with trailing shoe, 22 % NH_3-N of the NH_4-N applied with the slurry for broad spread. In summer, broad spread losses were at 35 %, band spread at 29 % and band spread with trailing shoe at 32 %. A literature list can be ordered from the first author.

The Effect of Internal Parameter on the Airborne Dust Concentration and Temperature Distribution in Broiler Houses

HASSAN ELHUSSEIN[1] ,VAN DEN WEGHE, HERMAN[1]

[1]Georg-August-University Göttingen, Research Centre for Animal Production and Technology, Driverstraße 22, 49377 Vechta, e-mail: hweghe@fosvwe.uni-vechta.de

1 Introduction

The objectives of this study were to determine the dust generation in broiler houses and to investigate the influence of factors on the dust concentration level. The dust is one of the main pollutions in the air of broiler houses. Increasing interest in animal welfare and the awareness of the effect of dust on human and animal health were registrated.

2 Material und Methods

2.1 Materials

The experiment was conducted in a commercial house. It was carried out during the period October - November 1995. In this experiment 29.000 white Broiler Chicks (ROSS) were used. The windowless building had an inside area of 75.6 x 16.52 m^2 an a height of 2.85 - 4.66 m. The wall and roof unit area thermal conductance were 0.56 W/m^2K and 0.51 W/m^2K, respectively. The birds were kept on a concrete floor that was covered with a 2-3 cm layer of straw.

The building was mechanically ventilated using 11 fans (Multifan 6D71, MULTIFAN, The Netherlands) located along its rear end. A negative pressure ventilation was produced by these fans, each of which was capable of moving 4.31 m^3/s of air. The air was forced into the house through slotted inlets along the top of both side walls of the building. Each side was attached with 21 slotted inlets, each of which had an area of 33.3 x 124.6 cm^2. The areas of the inlet openings were kept constant. The hinged baffle at the inlets directed the airflow along the ceiling. The house was equipped with four heaters (Ermaf ERMA 15V, THERMAFLEX company, Germany) which were located in the middle at a height of 2.29 m above the floor. Each heater needed 3.5 m^3/h natural gas to produce 33 KW heat. The hot air produced by the heaters (1.700 m^3/h/heater) was directed away from the centre of the building. The building was also provided with 5 mixing fans (Multifan 4D50) placed at the ceiling. The air mixing fans were used for better air distribution in the building. Each fan was capable of producing 2.2 m^3/s of air. The building was supplied by an automatic through feeding system. The feeders were attached to pipes in four rows, each row containing 75 feeders. Nipple drinkers attached to pipes in five rows, each containing 120 drinkers, were used. A computer (HÖLSCHER and LEUSCHNER, Emsbüren, Germany) was used to control and monitor temperature, relative humidity, lighting time, heating time, weight of the birds and amount of food and water consumed. Operation of the ventilation fans was also controlled by the computer. The light intensity in the building was maintained constant at 70 Lux in the animal range during the light-

on phase. The total dust concentration was measured using TEOM Series 1400a PM-10 Monitor instrument (RUPPRECHT & PATASHNICK, USA) which is a real-time device for measuring the concentration of particles smaller than 10 μm diameter. The TEOM-Series 1400a PM-10 Monitor was composed of two major components: the TEOM Sensor Unit and TEOM Control Unit (and the systems sample inlet). The gravimetric results, quantified as $\mu g/m^3$, were reported as dust concentration or total dust concentration without differentiating between particle size fractions.

2.1 Methods

The TEOM instrument for dust measuring was positioned randomly in the first quarter of the house where the concentration of dust in this section was assumed to be maximum because the exhaust air was at the other end of the building. The PM-10 inlet filter was mounted 2.2 meters above the floor and nearly in the middle of the side walls. The monitor of the TEOM was programmed to store the data from the TEOM sensor unit in the memory of the instrument every 30 minutes. The data was analysed using a computer. The dust concentration was measured in 6 days during the period from the 27^{th} to the 41^{st} growth days, namely the 28^{th}, 32^{nd}, 34^{th}, 36^{th}, 38^{th} and 40^{th} growing days. The inside filter of the TEOM was changed in the days directly before the measuring days. A description of the light plan, food supply plan and other factors which could influence the dust concentration are given in Table 1.
The four sensors (Pt 100) for measuring the temperatures were located in different positions in the building. All of the sensors were mounted 70 cm above the floor. The temperatures were measured in 28 days during the period from the 9^{th} to the 40^{th} growth day (12^{th}, 13^{th}, 27^{th} and 35^{th} growth days failed). The control unit was programmed to store the measured data every 30 minutes during the whole period.

3 Results

The results of dust were reported as dust contration in $\mu g/m^3$ without differentiating between particle size fractions. The data was separated into days, which represented the data in days, light on and off, which represented the data in the lightness and darkness phases, and intervals which represented the data throughout 24h time intervals. Due to unbalanced design, the data was analysed with procedure GLM to determine the effect of days, light and intervals on dust concentration. In general, analysis of variance showed highly significant effects of all the variables ($p<0.001$).

3.1 Effect of day

49 readings were used in the analysis to estimate the Least-Squares estimates of marginal Means (LSM) of dust for each day. The LSM and their Standard Errors (SE) for the 6 days are shown in Table 2. The highest value of dust was attained on the third day and the lowest on the sixth day.

Table 1: Time plan for light, food supply and other management during the experiment

Growth day	Management
28	0:00 to 3:00h and 12:00 to 15:00h light was turned off. 16:30h straw was distributed. 2:00 to 2:30h, 3:00 to 5:00h and 14:00 to 17:00h food was supplied
32	0:00 to 3:00h and 12:00 to 15:00 light was turned off. 2:00 to 2:30h, 3:00 to 4:45h and 14:00 to 16:15h food was supplied.
34	0:00 to 3:00h and 12:00 to 15:00 light was turned off. 2:00 to 2:30h, 3:00 to 5:00h and 14:00 to 16:00h food was supplied.
36	0:00 to 3:00h and 12:00 to 15:00 light was turned off. 22:30 to 0:30h 7176 Broilers were removed and light was off. 2:00 to 2:30h, 3:00 to 4:30h and 14:00 to 17:00h food was supplied.
38	0:00 to 3:00h and 12:00 to 15:00 light was turned off. 2:00 to 2:30h, 3:00 to 3:50h, 14:00 to 15:45h and 19:00h food was supplied.
40	0:00 to 3:00h and 12:00 to 15:00 light was turned off. 2:00 to 2:30h, 3:00 to 4:00h, 6:30 to 7:10h and 14:00 to 17:30h food was supplied

Table 2: LSM and Standard Error (SE) of total dust ($\mu g/m^3$) for days at several growth days (n=288)

Growth day	LSM*	SE
28	3668.88^{cd}	249.49
.32	4290.64^{bc}	249.49
34	5241.67^{a}	249.49
36	3598.34^{d}	249.49
38	4511.71^{b}	249.49
40	3109.48^{d}	249.49

* Means with the same letter are not significantly different.

3.2 Effect of light

From 76 readings in the dark phase (light off) and 212 readings in the light phase (light on) the LSM of dust for the two labels are shown in Table 3. The difference between the two labels was highly significant ($p<0.001$). The LSM of dust in the light period clearly increased (2 times) more than that in the dark period.

Table 3: LSM and Standard Error (SE) of total dust concentration ($\mu g/m^3$) for light on and off (n=288)

Light label	LSM*	SE
ON	5542.12^{a}	144.05
OFF	2598.11^{b}	346.91

* Means with the same letter are not significant different.

4.3 Effect of time troughout day (intervals)

24 readings were used to estimate LSM of dust for the intervals shown in Table 4. Each interval represented a two hour time interval. The intervals were in ascending order in such a way that the 24 hour period was represented by the twelve consecutive intervals. The highest value of dust was attained in the third interval and the lowest in the twelfth interval. The multiple comparison t-test between the means ($p<0.05$) are also shown in the table.

Table 4: LSM and Standard Error (SE) of total dust concentration ($\mu g/m^3$) at different time intervals throughout day (n=288)

Time-Intervals	LSM*	SE
1	4108.01^{bc}	386.51
2	4049.56^{bc}	315.59
3	6453.8^{a}	386.51
4	4012.14^{bc}	386.51
5	3648.17^{bcd}	386.51
6	2777.31^{de}	386.51
7	3849.10^{bcd}	386.51
8	4177.31^{bc}	315.59
9	5650.46^{a}	386.51
10	4400.06^{b}	386.51
11	3198.08^{cde}	386.51
12	2516.90^{e}	386.51

* Means with the same letter are not significantly different.

5 Discussion and Conclusions

The results of this study indicate that light has a significant effect on total dust concentration. The total dust concentration in the light period was two times more than in the dark period. The results show that the level of total dust concentration varies significantly for different days of measurement. It should be noted that, although the levels of dust concentration vary, there is no direct correlation between dust concentration and days.

Zuluftkonditionierung landwirtschaftlicher Stallanlagen mit Erdreichwärmetauscher
Air-conditioning with earth-heat exchanger in pig houses.

Epinatjeff, Peter; Jürgen Beck, Thomas Jungbluth, Andreas Scheuble,

Institut für Agrartechnik (440), Universität Hohenheim, Garbenstr. 9, 70599 Stuttgart.

1. Einleitung und Problemstellung

Der Erdreichwärmetauscher kann durch die Konditionierung der Zuluft dazu beitragen, im Stallabteil ein ausgeglichenes Klima zu schaffen. So können die großen täglichen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsschwankungen durch die thermische Speicherkapazität der Erde gedämpft und hohe Stalltemperaturen vermieden werden. Die Temperaturabsenkung durch den Erdreichwärmetauscher kann zu einer Minderung der Ammoniakemissionen aus dem Stall beitragen. Dies sollte im Rahmen eines BML-Modellvorhabens untersucht werden [BECK et al.1998]. Dieser Bericht umfaßt den gesamten Untersuchungszeitraum Juni 1996 bis August 1997.

2. Material und Methode

Das Modellvorhaben wurde in einem Schweinehaltungsbetrieb in Baden-Württemberg durchgeführt. Der Schweinemaststall (480 Mastplätze) ist in Kammabteile mit jeweils 60 Mastschweinen in 6 teilperforierten Buchten (2,40 x 3,60 m) aufgeteilt. Für die Versuche standen zwei Abteile zur Verfügung, die im Abstand von 14 Tagen mit Ferkeln belegt wurden. Die Untersuchungen wurden über eine Winter- und zwei Sommermastperioden durchgeführt.

Das eine Versuchsabteil (EWT-Abteil) entspricht der gesamten Anlage. Die Stallüftung ist als Unterdrucksystem mit Zuluftführung aus dem Dachraum über eine Porendecke und Abluftführung als Unterflurabsaugung ausgebildet. In den Dachraum gelangt die im Erdreichwärmetauscher (EWT) konditionierte Außenluft. In jedem Stallabteil sind ein zentraler Abluftkamin mit Ventilator und Meßventilator eingebaut.

Der Einfluß des Erdreichwärmetauschers auf das Stallklima und die Ammoniak- und Geruchsemissionen wurden zum Vergleich in einem konventionellen Abteil ermittelt. Dieses erhielt seine Zuluft über den Dachraum aber direkt aus der geöffneten Dachtraufe, ohne Vorkonditionierung (Abbildung 1).

Als Meßgrößen zur Beurteilung der Stallklimabeeinflussung wurden folgende Parameter erfaßt: Außentemperatur und -feuchte, Zulufttemperatur im Ansaugrohr des EWT, Bodentemperatur, Temperatur und Feuchte der konditionierten Zuluft nach Verlassen des EWT, Lufttemperatur und -feuchte im Dachraum, Temperatur und Feuchte der Luft in den beiden Abteilen.

Die Ammoniakkonzentration im Abluftstrom wurde im naß-chemischen Verfahren über jeweils 24 h bestimmt. Unter Berücksichtigung des Luftvolumenstromes und der Dichte von Ammoniak errechnet sich daraus die Ammoniakemission. Der Luftvolumenstrom wurde mit den in den Abluftkanälen installierten und kalibrierten Meßventilatoren (System Fancom) gemessen. Die Leistungsaufnahme der Lüftungsanlage wurde für jedes Versuchsabteil separat erfaßt.

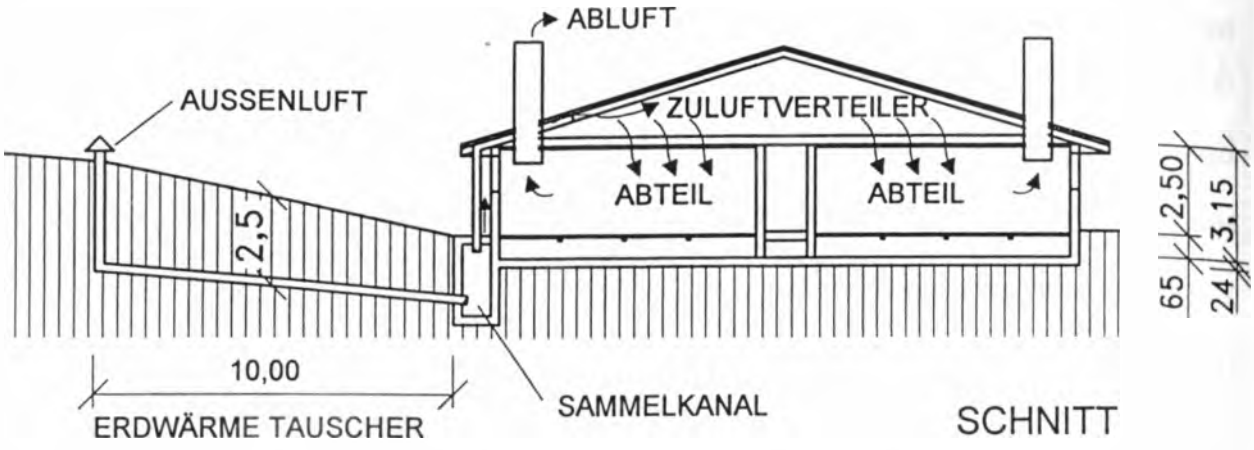


Abb. 1: Schnitt durch den Schweinemaststall /Section of pig house and earth- heat exchanger

3. Ergebnisse

Die Konditionierung der Zuluft im EWT führte zu einer deutlichen Verbesserung der Stallklimaparameter Temperatur und Luftfeuchte im Sommer. Im EWT-Abteil lagen die Tag-Nacht-Schwankungen der Stalltemperatur bei ≤ 5,5 K (T_{imax} ≤24°C), die Schwankungen der Außentemperatur bei ≤ 24,5 K (Abbildung 2). Diese Aussentemperaturschwankungen wirkten sich im konventionellen Abteil direkt auf die Innentemperaturen aus. Hier betrugen die Schwankungen immerhin noch 9,0 K (T_{imax} ≤29°C).

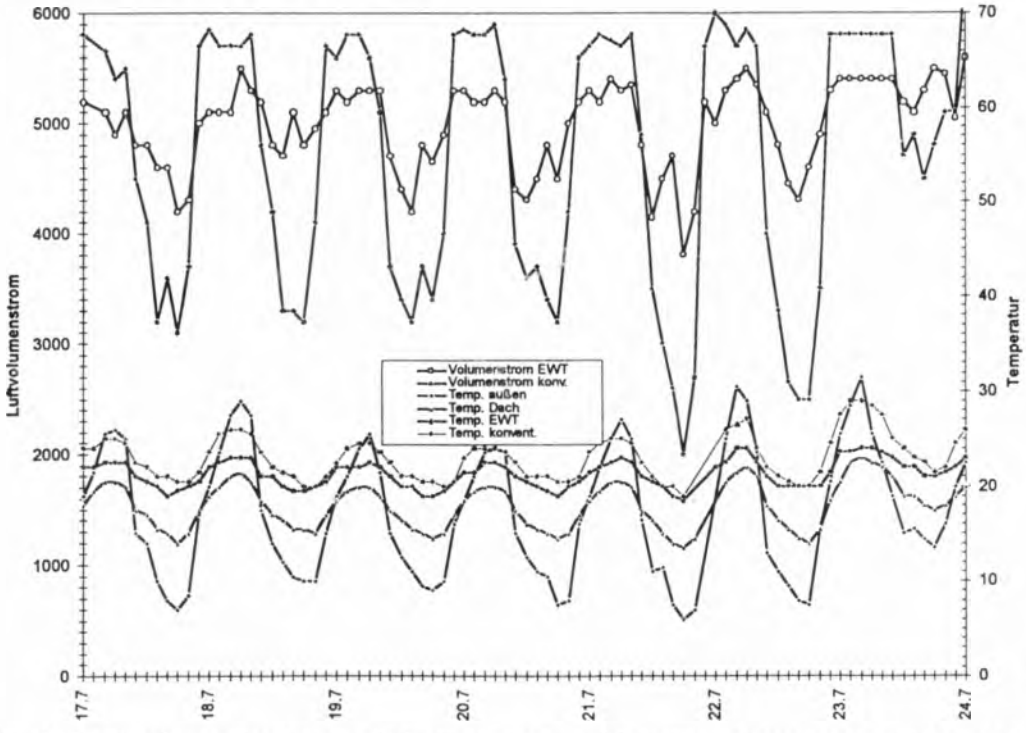


Abb. 2: Luftvolumenströme und Temperaturen / Air volume flow rates and temperatures

Die Außenluft gab also wie erwartet tagsüber Wärme an den Erdboden ab und nahm nachts von dort wieder Wärme auf. So konnten die Temperaturamplituden deutlich gedämpft und ein wesentlich gleichmäßigeres Stallklima erzielt werden.

Gleichzeitig bewirkt der EWT einen Ausgleich in der relativen Luftfeuchte des Stallabteils. Während im konventionellen Abteil die Luftfeuchte stark durch die Außenluft beeinflußt wurde (Schwankungen von bis zu 77 %), ergab sich im EWT-Abteil ein gedämpfter Verlauf (maximal 30 % Schwankungen). Es kommt somit im EWT durch Erwärmung bzw. Kühlung der Zuluft zu Verdunstungs- und Kondensationsvorgängen. Das Anfeuchten sehr trockener Zuluft wurde durch Einleiten von Wasser in den EWT-Sammelkanal zusätzlich unterstützt (Abbildung 3).

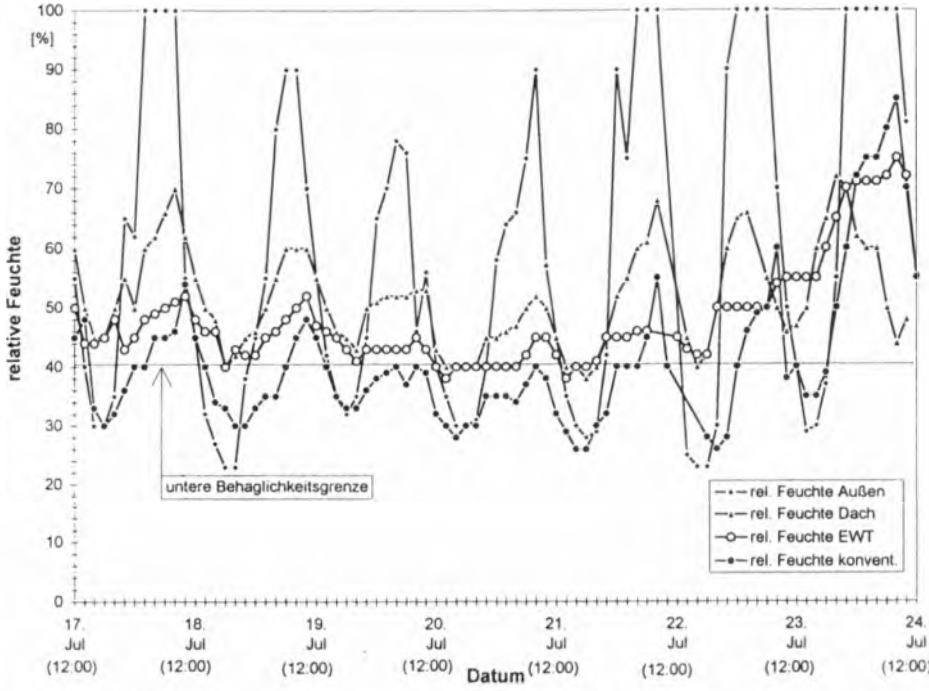


Abb. 3: Einfluß des Erdreichwärmetauschers auf die relative Luftfeuchte/
Relative air humidity influenced by earth-heat exchanger

Im gleichen Zeitraum wurden in der Abluft beider Stallabteile Ammoniakkonzentrationen bis zu 2 ppm bzw. 10 ppm gemessen. Die errechneten Ammoniakemissionen im konventionellen Abteil von 58 g NH_3/GV*d liegen deutlich über denen im EWT-Abteil mit 20 g NH_3/GV*d pro Tag. Dies könnte eine Folge des kühleren, gleichmäßigeren Luftvolumenstroms im EWT-Abteil sein. Im konventionellen Abteil liegt bei sommerlichen Außentemperaturen tagsüber ein hoher ‚trockener Luftvolumenstrom vor, der über den feuchten Flächen die Freisetzung von Ammoniak erhöht. Die im Tierbereich gemessenen niedrigen Ammoniakkonzentrationen bis zu 2 ppm bzw. 5 ppm unterstreichen dieses Ergebnis (Abbildung 4).

Der Erdreichwärmetauscher führte während der Untersuchungsperiode im Vergleich zum konventionellen Abteil zu einer deutlichen Verbesserung der Stallklimaparameter Temperatur und Luftfeuchte. Obwohl in der Beispielswoche im Juli 1996 keine extrem hohen Außentemperaturen auftraten, wirkten sich dennoch starke Tag-Nacht-Schwankungen der Außentemperatur (bis zu 24,5 K) direkt auf die Lufttemperaturen im konventionellen Abteil aus. Dessen Schwankungen betrugen immerhin noch 9,0 K bei Temperaturspitzen bis zu 29,0 °C.

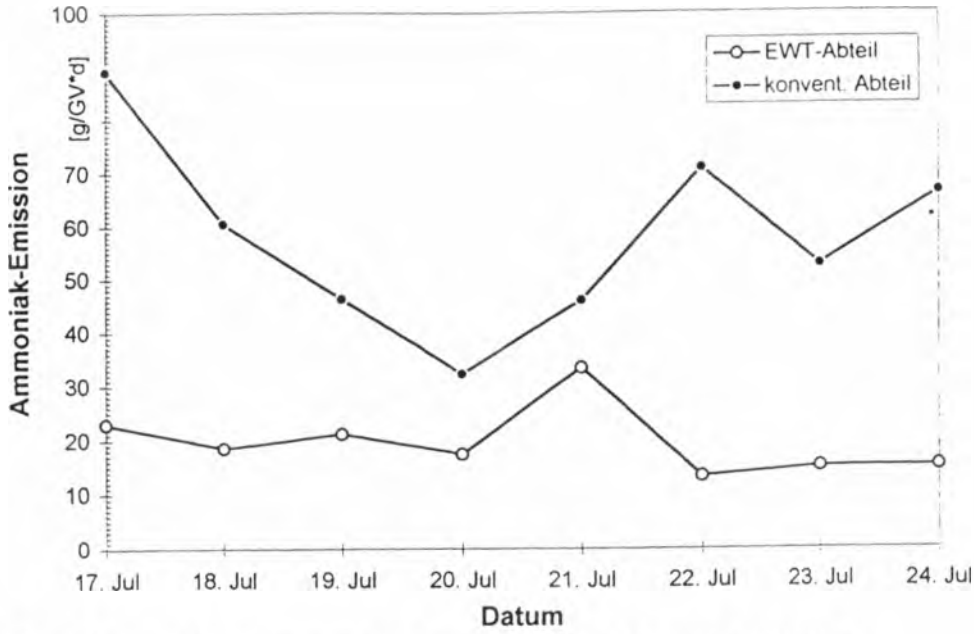


Abb. 4: Ammoniakemissionen im Beispielzeitraum 17. - 24.07.1996 / Ammonia emmissions from July 17-24, 1996 (example)

4. Fazit

Im Vergleich zu anderen Untersuchungen liegen die Ammoniakemissionen mit 20 g NH_3/GV*d aus dem EWT-Abteil auf einem sehr niedrigen Niveau. Von ähnlich niedrigen Emissionen wie imVergleichsabteil mit 58 g NH_3/GV*d berichtet nur OLDENBURG (1989). Die Untersuchungen von KECK (1996) zeigen für verschiedene Lüftungssysteme Werte zwischen 83 und 92 g NH_3/GV*d. Die impulsarme Zuluftführung durch die Porendecke in Verbindung mit gleichmäßigen, herabgesetzten Temperaturen der nicht zu trockenen Zuluft ist eine wirksame Maßnahme zur Minderung der Ammoniakemissionen.

Literatur

KECK, M. et al.: Ammoniakfreisetzung a. d. Schweinehaltung. Landtechnik 50, 1995, S.374-375

OLDENBURG, J.: Geruchs- und Ammoniakemissionen aus der Tierhaltung. KTBL-Schrift 333. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 1989.

BECK; J. et al.: Auswirkungen eiweißreduzierter Multiphasenfütterung und eines Erdreichwärmetauschers auf Ammoniakemissionen, Nährstoffbilanz und Wirtschaftlichkeit in einem einstreulosen Kammstall, Betrieb Hügle.KTBL-Arbeitspapier 259. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup, 1998.

Summary

The effect of earth-heat exchangers on ammonia-emmissions from fattening pig houses had been investigated under practical conditions.Compared with the conventional compartment, the earth-heat exchanger improved the indoor temperature and air humidity during the test period considerably. Porous ceiling as a low impulse air inlet system in connection with lower temperature and higher humidity of the incoming air reduced ammonia emissions during the warm season.

Bewegungsanalyse von Freßvorgängen bei Milchkühen mit Hilfe der Online-Motografie

Analysis of movement of dairy cows during feeding by means of Online-Motografie

HEIKO GEORG[1], PETER OBERDELLMANN[2], PETER SCHULZE-LAMMERS[2], FRANZ-JOSEF BOCKISCH[1]

[1]Institut für landwirtschaftliche Bauforschung, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), D-38116 Braunschweig

[2]Institut für Landtechnik, Rheinische-Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, D-53115 Bonn

Einleitung

Im Rahmen einer umfassenden Untersuchung der baulich-technischen Funktionalität eines Vorrückfreßgitters wurde der Freßplatz von Milchkühen einer besonderen Betrachtung unterzogen. Die Tiere nehmen das Futter im Vorrückfreßgitter im Unterschied zum normalen Freßgitter direkt von Silageblöcken auf, die zentral auf dem Futtertisch abgestellt werden. Über das verschiebbare Freßgitter wird der Abstand der Tiere zum Futterblock reguliert. Die Tiere stehen technisch bedingt auf dem gleichen Niveau wie der Futtertisch. Aus der Sicht des Tierschutzes stellt sich daher die Frage, ob kleine Tiere im Vorrückfreßgitter anatomisch bedingt Nachteile bei der Futteraufnahme haben, d. h. ob die Reichweite der Kühe im Freßgitter abhängig von der Tiergröße ist. Im Zusammenhang mit dem fehlenden Ausgleich des natürlichen Weideschritts der Kühe durch einen erhöhten Futtertisch interessiert auch die relative Dauer der tatsächlichen Futteraufnahme im Bereich zwischen 0 und 20 cm Höhe über dem Futtertisch.

Material und Methoden

Stand der Verfahren zur Beurteilung der Freßplatzgestaltung

Untersuchungen zur Freßplatz oder Krippengestaltung wurden bereits 1957 von OBER durchgeführt. OBER arbeitete zur Messung der Reichweite von Kühen im Freßgitter mit einer Platte, auf die Kraftfutter gestreut wurde. Das Versuchstier frißt diese Schicht Kraftfutter je nach Reichweite herunter. Danach kann der Abstand zum Freßgitter an drei Punkten dieser "Freßkurve" gemessen werden und daraus die mittlere Reichweite bestimmt werden. Ähnliche Werte wie von OBER (1957) ermittelt, finden sich auch bei ROGERSON (1972), allerdings ohne Angabe des Meßverfahrens. METZNER (1976) konnte in seiner Arbeit über die Gestaltung von Krippen aufgrund von Versuchen Berechnungen für die Hals-Kopf-Zungenlänge der Tiere ableiten und damit die Reichweiten für verschiedene Tiere bestimmen. Zur Bestimmung der Reichweite verwendete METZNER ebenfalls die

Kraftfutterplatte. Ein gemeinsames Merkmal dieser Arbeiten ist es, das das Untersuchungsobjekt nur die Krippenschale und die damit verbundene Reichweite umfaßt. Die verwendeten Methoden sind daher nur bedingt für Bewertung des Freßvorgangs im Vorrückfreßgitter anwendbar. Probleme bestehen insbesondere bei der Erfassung von Reichweiten oberhalb von 60- 70 cm über dem Standniveau der Tiere. Daher wurde die Möglichkeit geprüft, zur Erfassung der Bewegung beim Fressen eine bereits in der Ergonomie häufig eingesetzte Methode, die Online-Motografie, zu verwenden.

Online-Motografie

Die Motografie ist eine Technik, die durch die Aufzeichung von Bewegung als Lichtspuren auf Filmen zumeist qualitative Analysen der Bewegungen ermöglicht (BAUM 1986). Anwendungsmöglichkeiten bestehen in der Sportmedizin, der Ergonomie, Bewegungstherapie und vielen ähnlichen Bereichen. Baum entwickelt dieses Verfahren weiter, so daß auch technisch anspruchsvollere Bewegungsanalysen durchgeführt werden konnten. Eine weitere entscheidende Verbesserung dieses Verfahrens gelang mit der Kombination von Motografie und digitaler Bildverarbeitung zur online-Motografie. Die Aufnahmen der Lichtspuren erfolgen nicht mehr durch herkömmliche Filme, sondern digital mit Hilfe von CCD-Kameras. Auch ist im Gegensatz zu der von BAUM (1986) dargestellten Technik die Arbeit am Tag unter bestimmten Bedingungen möglich, da die Lichtpunkte durch Infrarotdioden (IR-Dioden) dargestellt werden. Die Daten für eine Bewegungsaufnahme werden mit einer maximalen Frequenz von 25 Hz gespeichert und können auch als ASCII-Datei exportiert werden. Über einen Videorekorder mit Timecode-Signal können bei Bedarf Bewegungsdaten mit Einzelbildern kombiniert werden. Das Online–Motografiesystem "Extrac" ermöglicht auch die dreidimensionale Bewegungsaufzeichnung, für den Versuch wurden die Freßbewegungen aber nur zweidimensional aufgezeichnet.

Versuchsbeschreibung

Aus der Versuchstierherde der FAL wurde eine Gruppe von 10 Tieren ausgewählt, mit denen über einen längeren Zeitraum im Vorrückfreßgitter gearbeitet wurde. Die Tiere wurden gründlich vermessen und mit speziell präparierten Haftern versehen, in die in der Nähe des Flotzmauls kleine Infrarotdioden eingebaut waren. Die Stromversorgung der Dioden erfolgte über am Halfter angebrachte NiCd-Akkus. Die Tiere wurden einzeln im Vorrückfreßgitter aufgenommen, parallel zur Aufnahmeebene war eine Platte angebracht, auf der Paßpunkte aufgeklebt waren. Die Aufnahmekamera, eine zusätzliche Videokamera und eine zweite Photogrammetriekamera waren im Abstand von 3 m senkrecht zu dieser Platte angeordnet. Die zweite Videokamera diente zur Aufzeichung eines Kontrollbildes, da die Kamera des Motografiesystems nur die Position der IR-Diode als Bild anzeigt. Aus der photogrammetrischen Einzelbildaufnahme des jeweiligen Versuchstieres wurde die Information über den Abstand zwischen Flotzmaul und IR-Diode am Halfter ermittelt. In einem ersten Versuchsdurchgang wurde die Reichweite der Tiere im Freßgitter auf verschiedenen Höhen mit Hilfe der Kraftfutterplatte (OBER 1957) und parallel mit der online-Motografie aufgezeichnet. Die zweite Versuchsreihe nur mit Hilfe der online-Motografie diente zur Bestimmung der maximalen Reichweite der Tiere unter realen Bedingungen mit direktem Fressen am Siloblock. In der dritten Versuchreihe wurde der Freßvorgang nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich analysiert, um die relative Dauer von Freßvorgängen auf verschiedenen Höhen zu ermitteln.

Ergebnisse

Die mit Hilfe der online Motografie gewonnenen Bewegungsdaten erlauben vielfältige Betrachtungen des Freßplatzes im Vorrückfreßgitter. Bei den Untersuchungen der maximalen Reichweite im Freßgitter konnte keine Korrelation zwischen schräger Rumpflänge und Reichweite der Tiere festgestellt werden. Die maximale Reichweite wurde aus den aufgezeichneten Positionsdaten (siehe Abbildung 2, rechte Hälfte) des Flotzmauls der Versuchstiere als Hüllkurve errechnet.

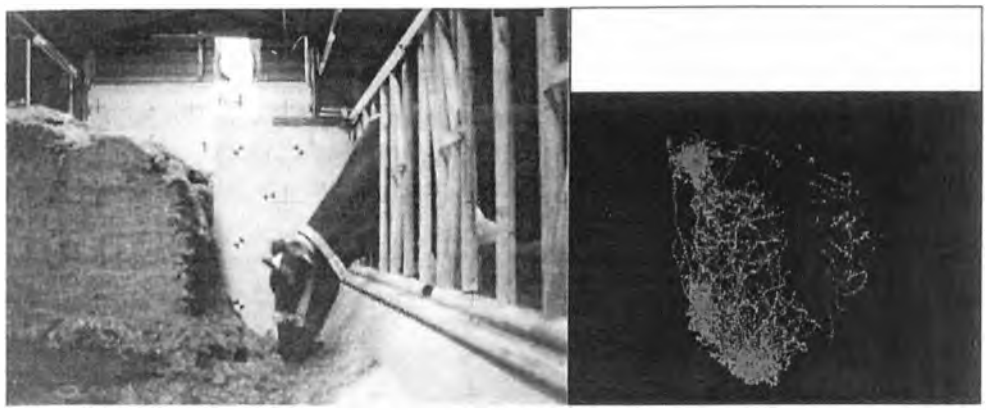


Abb. 1: Aufnahmesituation des Motografiesystems (linke Bildhälfte) und grafische Darstellung der Koordinaten einer Bewegungsaufzeichnung (rechte Bildhälfte)
View of Motografie camera (left part) and scatter diagram of recorded positions (right part)

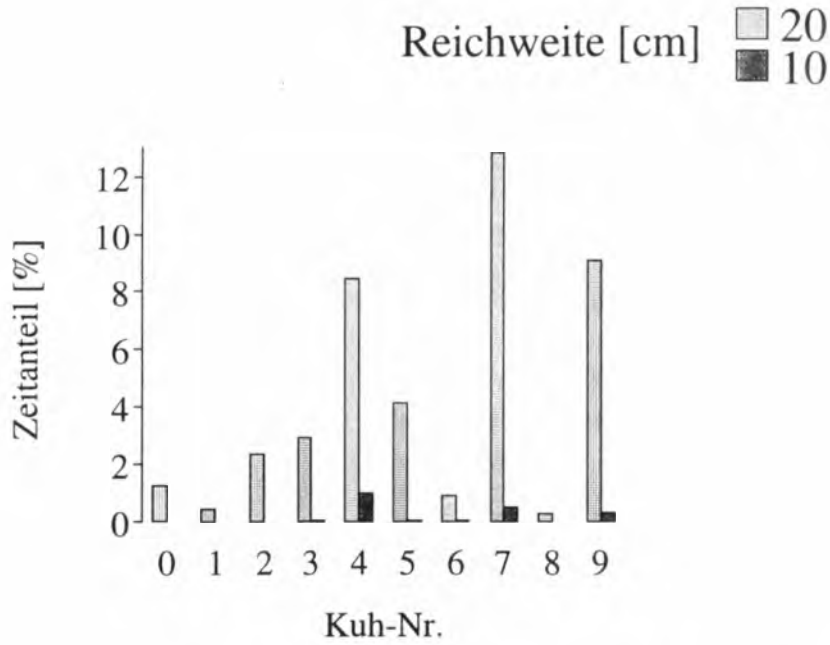


Abb. 2: Darstellung der Zeitanteile für Freßvorgänge in zwei Ebenen über dem Standniveau für die gesamte Versuchstiergruppe
Amount of time for feeding on two levels above ground

Klassifiziert man die Positionsdaten nach Reichweite und Höhe, können bestimmte Präferenzbereiche der Tiere bestimmt werden. Um die tatsächliche Dauer von Freßvorgängen im Bereich zwischen 0 und 20 cm Futtertischniveau darzustellen, wurde für alle Versuchstiere nur dieser Bereich mit den jeweiligen relativen Zeitanteilen in einem Diagramm (Abbildung 2) dargestellt. Man sieht, daß der zeitliche Anteil von Freßvorgängen zwischen 0 und 10 cm Niveau für alle Tiere unter 2 % liegt, für das Niveau 10 – 20 cm wird nur von einem Tier die 10 % Grenze überschritten. Diese Aussagen beziehen sich allerdings nur auf einen Freßvorgang je Tier über einen Zeitraum von ca. 45 Minuten. Wie auch aus Abbildung 1 ersichtlich, können die Tiere im Vorrückfreßgitter aufgrund der Formgestaltung des Freßgitters (abgekantetes Blech im Bodenbereich) und den Futterblock als "Krippenrückwand" nur sehr geringe Teile des Futters direkt vom Boden aufnehmen. Die Analyse der einzeltierspezifischen Daten zeigt, daß ein großer Teil des Futters direkt aus dem Silageblock aufgenommen wird. Die online Motografie als Bewertungsverfahren für die Freßplatzgestaltung hat sich bewährt, allerdings können aufgrund der praktischen Erfahrungen technische Details noch weiter optimiert werden.

Literatur

OBER, H. (1957): Krippen im Rindviehstall, AlB-Schriftenreihe Heft 7, Grub 1957

BAUM, E. (1986): Motografie III Entwicklung einer Methode zur Bewegungsaufzeichnung unter Berücksichtigung photogrammetrischer Anforderungen, Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Schriftenreihe Forschung Fb Nr. 468, Dortmund 1986

ROGERSON, P.D. (1972): The size of cattle and their requirement for space, Farm Building R & D Studies (3) November 1972 3- 18

METZNER, R. G. (1976): Kennwerte für tiergemässe Versorgungseinrichtungen des Kurzstandes für Fleckviehkühe. München, Techn. Univ., Fachbereich Landwirtschaft u. Gartenbau, Diss., Ausz. - München10 S. S.

Summary

This study was conducted to test online measurement of the feeding reach in the "weelink-trough". The results show no disadvantages of the weelink-system regarding animal behaviour and trough design. "Online Motografie" as a method to evaluate through design was sucessfully established.

Charakterization of the environmental conditions for employees and pigs in out door and traditional systems

Graf, Viktor[1], Kaufmann, Otto[1]

Einleitung

Die intensive Landbewirtschaftung und insbesondere die konventionelle Tierhaltung üben in erheblichem Umfang direkt oder indirekt einen negativen Einfluß nicht nur auf die Nutztiere sondern auch auf die Umwelt und die Arbeitsbedingungen aus. Deswegen kann die Bewertung von Tierproduktionsverfahren in dem neuen alternativen System der Freilandhaltung von Schweinen nicht nur auf wirtschaftlichen Aspekten beruhen, sondern muß auch weitergehend die eventuellen Belastungen für die Umwelt und das Betreuungspersonal einbeziehen.

Aus diesem Grund richten sich die Untersuchungen auf das Ziel der Charakterisierung der Arbeitsumwelt bei der Freilandhaltung von Schweinen im Vergleich zur konventionellen Stallhaltung.

Material und Methode

Als Ausgangsposition wurden statistische Analysen von Berufskrankheiten und von Unfällen auf der Grundlage der Daten der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften (LBG) des Bundesverbandes und Berlins (neue Bundesländer) sowie die Befragung der arbeitenden Menschen aufgrund des vorliegenden Fragebogens vorgenommen.
Die Vergleichsuntersuchungen wurden in der Versuchsstation des Instituts für Nutztierwissenschaften durchgeführt.

Es wurden Klimaparameter und folgende klimarelevante Spurengase gemessen: N_2O, NH_3, CO_2, CH_4. Zur vollständigen Ermittlung der N- und C- Bilanz und der genaueren Beschreibung des Lebensraums der Nutztiere und Arbeitsort der Landwirts wurde zusätzlich Dimethylamin (DMA) ermittelt.

Alle Messungen, bei denen der Multigasmonitor vom Typ 1302 der dänischen Fa. Brül & Kjäer, der durch den Mehrpunktprobenehmer vom Typ 1309 angesteuert wird, und das Thermgerät vom Typ 2281-8 eingesetzt worden waren, wurden im Atembereich sowohl der Menschen, als auch der Tieren vorgenommen.

Erste Ergebnisse und Diskussion

Die landwirtschaftliche Tätigkeit bedeutet auch heute noch, besonders in der Tierhaltung, vielfach eine Exposition gegenüber Risiken. So passierten nach Angaben der LBG Berlin in der neuen Bundesländern in der letzten drei Jahren (1995 – 1997) mehr als 37% der Gesamtunfälle in der Tierhaltung, 50% davon sind auf die Tiere als Hauptunfallursache zurückzuführen.
Nicht zu übersehen ist auch das hohe Niveau von Berufskrankheiten. An der Spitze der anerkannten Krankheiten, auf Grund der Daten des Bundesverbandes der LBG, stehen neben den Antropozoonosen die Atemwegerkrankungen (Tab.). Wobei die Letzeren unangefochtene Spitzenreiter unter den angezeigten Krankheiten sind. Gründe dafür sind in den

[1]Institut für Nutztierwissenschaften der Humboldt Universität zu Berlin, Philippstr. 13, 10115 Berlin

Arbeitsbedingungen zu suchen.

Tab.: Zahl der anerkannten Berufskrankheiten Tab.: Number of recognized occupatiional diseases

Berufskrankheiten	Jahre		
	1995	1996	1997
Atemwegerkrankungen	242	233	227
Lendenwirbelsäule, Heben, Tragen	63	79	40
Hauterkrankungen	129	66	58
Zoonosen	466	319	264
Lärmschwerhörigkeit	201	207	162

Dieses haben auch die Befragungen der unmittelbar mit den Tieren beschäftigten Personen (n=19) im Alter von 29 bis 62 Jahre, davon 12 Frauen in der Versuchstation bestätigt. 7 von ihnen schätzen ihre Arbeit als schwer und 12 als unterschiedlich ein. Als schlecht und eher schlecht bewerten 7 die Stalluft. Nur 2 bezeichnen die Arbeit als ruhig. 10 angemeldete gesundheitliche Beschwerden, 8 Arbeitsunfälle, 5 frühere und 2 derzeitige berufsbedingten Krankheiten verdeutlichen das Bild.

Als Schadfaktoren mit den stärksten Auswirkungen auf die Landwirte nennen sie vor allem Staub (15), Gerüche (13), Gase (2) und Lärm (2).

Die in den Abbildungen 1 bis 3 dargestellten Ergebnisse der kontinuierlichen Messungen über die gesamte Lebensperiode der Versuchsferkel zeigen den Verlauf von Gasemissionen und Klimaparametern in zwei Hütten (FF,SF) und zwei Ställen (FS, SS) sowie in der Außenluft (Aus L-F – bei der Freiland-, Aus L-S – bei der Stallmessungen).

Wie die Abbildung 1 zeigt, sinkt die Lachgaskonzentration im Laufe der Zeit sowohl in den Hütten als auch im Stall. Die Konzentration in der Hütte ist immer höher als im Stall(Ausnahme 28.04) und temperaturabhängig.

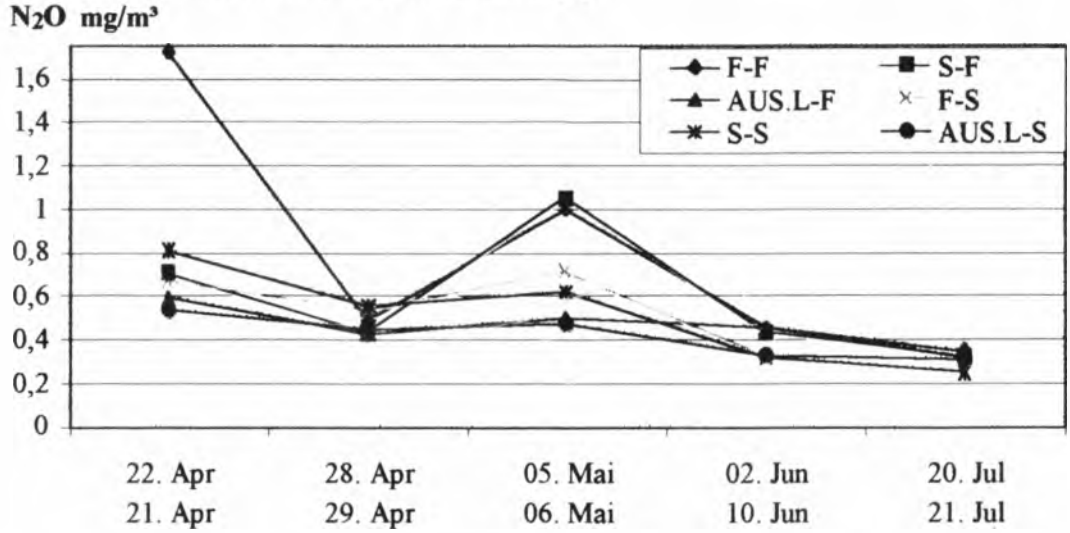


Abb. 1.: Lachgaskonzentration Fig. 1.: Nitrous oxide concentration

Die täglichen und die wöchentlichen Verläufe der N_2O - Konzentration sind stabil.

Auf die gleiche Weise wurde die NH_3-Konzentration in der Abbildung 2 dargestellt. Im Unterschied zu den N_2O-Werten, verlaufen die täglichen Konzentrationskurven instabil. Der

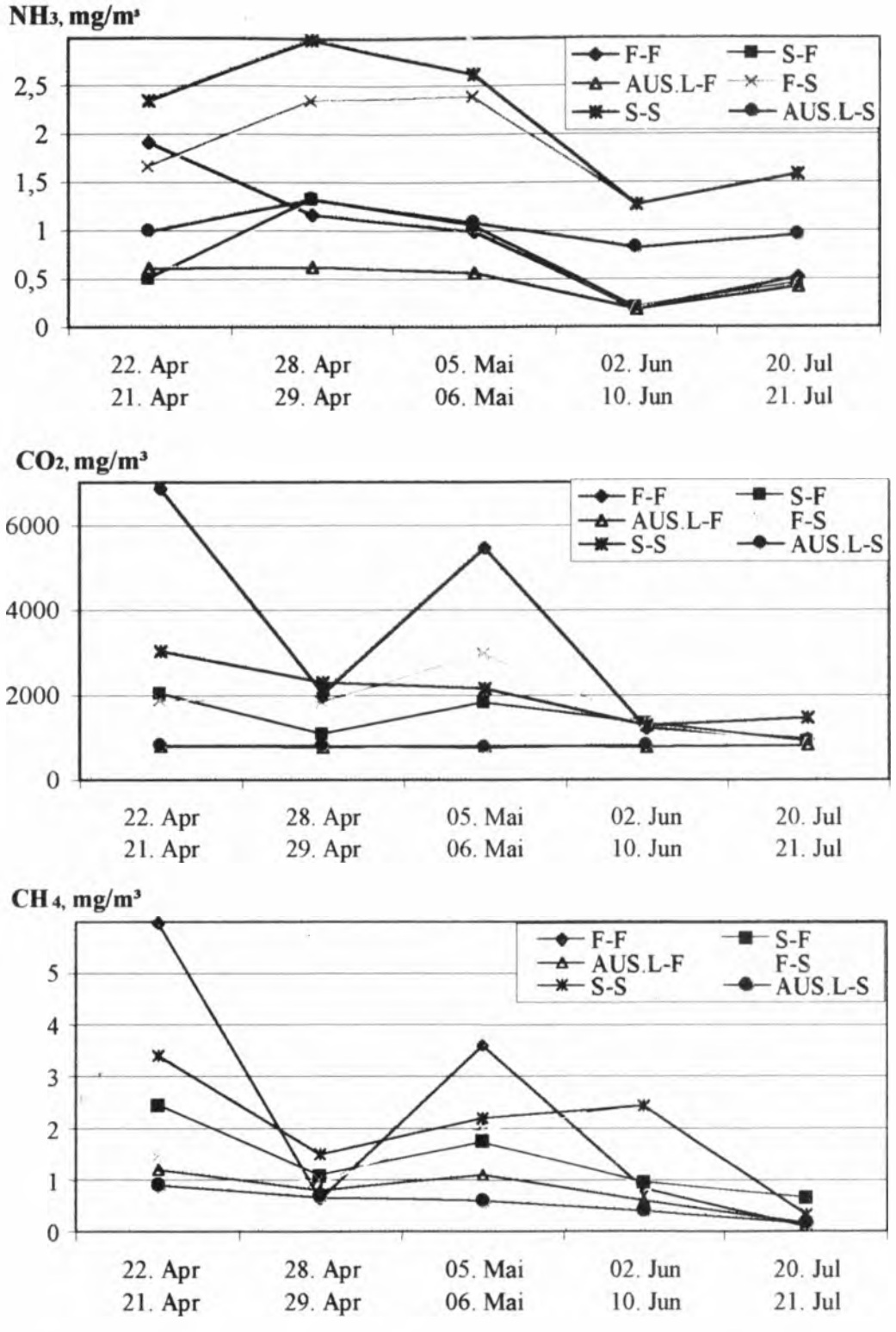


Abb.2: NH_3-, CO_2-, CH_4-Konzentration Fig. 2: NH_3-, CO_2-, CH_4-concentration

NH_3-Gehalt in der Luft ist deutlich höher als im Stall. Der Höchstmittelwert 2,34 mg/m³ ist am 28.04.98 im Stall ermittelt worden. Der niedrigste Gehalt – 0,49 mg/m³ ist für den 22.04.98 in der Hütte ausgewiesen worden.

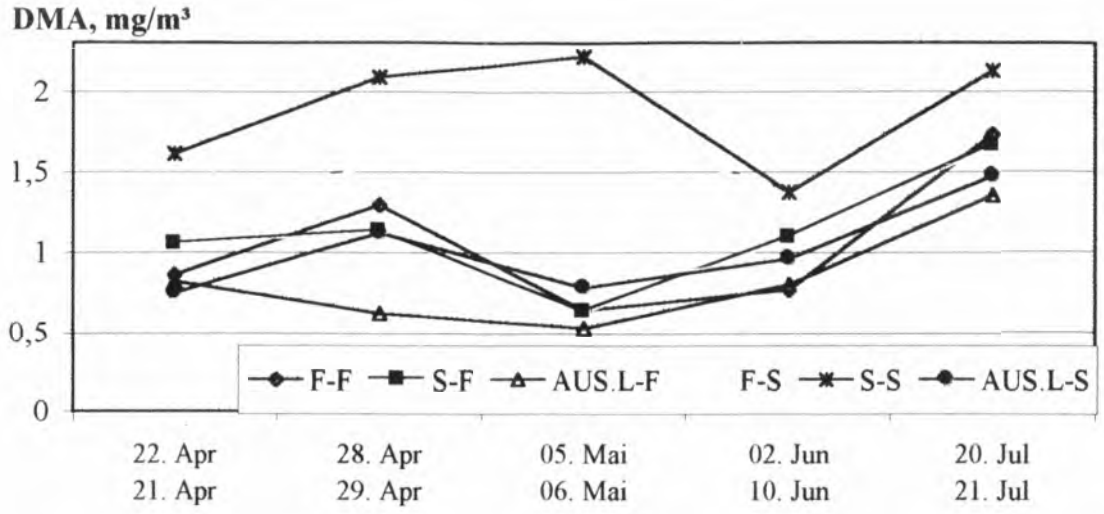


Abb.3: Dimethylaminkonzentration Fig 3: Dimethylamine concentration

Ein Zusammenhang zwischen NH_3 und Luftfeuchtigkeit war nicht festzustellen.

Die Abbildung 2 gibt einen Überblick über die CO_2-Konzentration. Der CO_2-Gehalt in der Hütte ist bei niedrigeren Temperaturen (< 21°C) höher als im Stall. Bei Temperaturen über 25°C steigt die Konzentration im Stall an und ist höher als in den Hütten.

Die Konzentration von CO_2 liegt bei allen Messungen (ausgenommen am 22.04.98 in der Hütte) unter dem MAK und MSK-Wert sowie unter dem von CIGR empfohlen Grenzwert. Im Tagesverlauf unterliegt der Kohlendioxidgehalt Schwankungen.

Methan, dessen Konzentrationsverlauf aus der Abbildung 2 ersichtlich ist, hat keine große Bedeutung in der Schweineproduktion. Es ist aber auch hier nachweisbar. Der Methangehalt in der Stall- und Hüttenluft ist mehrfach höher als in der Aussenluft. Die Meßwerte in den Hütten, wie auch bei den anderen Gasen, sind von der Außenluftkonzentration und dem Aufenthalt der Tieren in den Hütten abhängig. Eine Tendenz im Konzentrationsverlauf ist nicht erkennbar.

Die Konzentration von DMA, die in der Abbildung 3 dargestellt ist, zeigt deutlich höheren Werte im Stall. Tendenziell steigt die Konzentration von DMA mit zunehmendem Gewicht der Schweine. Die niedrigeren Werte im Stall vom 02.06.98 sind durch Umstallung und geringere Bestandsdichte bedingt. Die niedrigeren Werte in den Hütten am 06.05.98 sind durch die höhere Lüftungsrate, bedingt durch größere Temperaturunterschiede von zuweilen mehr als 10°, und einer großen Luftgeschwindigkeit zu erklären.

Neben der Gasmessung wurde auch die absolute Luftfeuchtigkeit erfaßt, die danach in relative Luftfeuchtigkeit umgerechnet wurde. Die Werte in den Hütten liegen bei der Freilandhaltung zwischen 26 und 54%, bzw. zwischen 33 und 67% für Außenluft, im Stall dementsprechend bei 32 bis 62%. Man kann die Werte als niedrig beurteilen, besonders niedrig sind sie bei extrem hohen Außentemperaturen. Die niedrige Luftfeuchtigkeit bedingt eine trockene Stalluft und begünstigt die Staubentwicklung.

SUMMARY

This study shows that the out door keeping of swine has some advantages specially in relation to animal aproprated system, work safety and environment protection. To be able to give a final evidence and conclusion, there will be needed further farm related studies.

Quantifizierung gasförmiger Emissionen aus quer gelüfteten Außenklimaställen für Mastschweine mit Hilfe der Tracergas-Technik*

Measuring Emission Rates from Naturally-Ventilated Pig Houses by Tracergas Technique

HOFFMANN, A.[1], ROSS, A.[1], STEFFENS, G.[1], ARNOLD, H.[1], VAN DEN WEGHE, H.[2]

[1]Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA), Jägerstraße 23-27, 26121 Oldenburg, e-mail: ross.lufa.lwk-we@t-online.de
[2]Georg-August-Universität Göttingen, Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser/Ems (FOSVWE), Driverstraße 22, 49377 Vechta, e-mail: hweghe@fosvwe.uni-vechta.de

1 Einleitung

Die Forderungen nach tiergerechten und umweltverträglichen Haltungssystemen werden immer lauter. Deshalb werden zunehmend auch für Mastschweinehalter Stallsysteme mit freier Lüftung attraktiv. Die Energieeinsparungen bei Lüftung und Heizung sind erheblich (VAN'T KLOOSTER,1995), weiterhin wird der Tiergerechtheit u.a. durch die Kompartimentierung der Buchten Rechnung getragen (SCHWARTING, 1996). Charakteristisch für neuartige Außenklimaställe, speziell sog. „Kistenställe", ist die Luftführung nach dem Prinzip der Querlüftung. Die Seitenwände des Stalles sind beidseitig über die gesamten Längsseiten in einer Höhe von 1m über Boden über eine Höhe von 1,5-1,8m geöffnet. Fest installierte Windnetze kompensieren die Windgeschwindigkeit, höhenverstellbare Vorhänge regulieren den Zu- und Abluftquerschnitt je nach Außenklimasituation (manuell oder automatisiert). Das **Emissionsverhalten** solcher Stallsysteme ist bisher jedoch kaum untersucht worden. Während die Konzentrationsmessung des zu betrachtenden Gases meßtechnisch gut durchführbar ist, bereitet die Ermittlung der Luftwechselraten frei gelüfteter Stallungen mit Querlüftung Schwierigkeiten. KAISER et al. (1998) arbeiteten bei der Ermittlung der Emissionsmassenströme eines solchen Außenklimamaststalles mit einem Tracergas, Schwefelhexafluorid (SF_6). Sie bestimmten die Luftwechselzahlen nach der Abklingmethode über die Tracergas-Massenbilanzen. Mit Hilfe dieser Berechnungsgrundlage können jedoch nur Momentanwerte bestimmt werden, eine kontinuierliche Messung ist nicht möglich.

In der vorliegenden Untersuchung wird eine Meßkonfiguration zur Ermittlung der Luftvolumenströme mit Hilfe der Messung eines kontinuierlich in den Stallraum frei gesetzten Tracergases (SF_6) definierter Konzentration vorgestellt. Diese Meßkonfiguration erlaubt die Berechnung der Luftvolumenströme nach der Methode der Konstanten Injektion, somit können Emissionsmassenströme aus kontinuierlichen Messungen kalkuliert werden.

* gefördert durch die Europäische Union und das Land Niedersachsen im Rahmen des Ziel 5b-Strukturfonds

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsstall

Das Versuchsvorhaben wird in unterschiedlichen Praxisställen durchgeführt. Die in Abbildung 1 dargestellten Abmessungen eines exemplarischen Untersuchungsstalles differieren bei jedem Praxisbetrieb, die Inneneinrichtung und -aufteilung jedoch kann auf die anderen Betriebe übertragen werden.

2.2 Meßkonfiguration

Die Meßkonfiguration zur Ermittlung der Emissionsmassenströme besteht aus einem Stall-Luft-Sammelsystem (modifiziert nach PFEIFFER et al., 1994) und aus einem Tracergas-Dosiersystem

Stall-Luft-Sammelsystem

Seitenwände

Über die gesamte Länge des Stalles werden an der Außenseite jeder Seitenöffnung PTFE-Schlauchleitungen ($\varnothing_a$: 8mm; $\varnothing_i$: 6mm) in drei separaten Ebenen in einem 50cm-Höhenabstand verlegt und mit kritischen Glaskapillaren (Volumenstrom: 500ml/min) ausgestattet. Der Abstand der Kapillaren innerhalb einer Ebene zueinander beträgt 1,5m. Jede dieser Schlauchebenen ist an eine separate Vakuumpumpe angeschlossen. Dabei ist die Stallänge entscheidend, ob, bedingt durch die Menge der anfallenden kritischen Glaskapillaren, Pumpen des Typs ME 2C oder ME 4C (Firma Vacuubrand) eingesetzt werden. Jede dieser Schlauchebenen saugt durch den von der Pumpe erzeugten Unterdruck die gleiche Menge an Stalluft an. Dieses Luftgemisch jeder Ebene wird in einer 5l-PTFE-Flasche zusammengeführt. Aus diesem Gefäß entnimmt ein angeschlossenes NDIR-Analysegerät (Multigasmonitor 1302 der Firma Innova AirTech Instruments) in 2-minütigem Intervall eine Probe zur Untersuchung der Stalluft auf die Konzentrationen der Gase : CO_2, NH_3, N_2O und CH_4 sowie SF_6 hin.

First/Schächte

Die Luft, die den First/die Schächte verläßt, wird mit Hilfe einer PTFE-Schlauchleitung mit eingesetzten Kapillaren nach dem gleichen Prinzip beprobt.

Nebelversuche im jeweiligen Untersuchungsstall am Meßtag vor Meßbeginn geben über die aktuellen Zu- bzw. Abluftsituationen im Stall Auskunft. Für die Ermittlung der Emissionsmassenströme wird nur **die aus dem Stall austretende** Luft untersucht, d.h. es werden nur die Schlauchebenen angewählt und beprobt, die innerhalb der vorher definierten Abluftfläche liegen.

Tracergas-Dosiersystem

Ein Tracergas-Luft-Gemisch definierter und gleichbleibender Konzentration wird kontinuierlich durch kritische Glaskapillaren einer PE-Schlauchleitung in einer Höhe von 2,7m in den Stallraum dosiert. Der Abstand der Glaskapillaren zueinander beträgt 4,5m. Eine druckstabile Verdrängerpumpe gewährleistet durch den Überdruck eine quantitativ gleichmäßige Injektion. Eine weiträumige und gleichmäßige Verteilung des Tracergas-Luft-Gemisches ist aufgrund des Freistrahl-Effektes der Kapillaren sichergestellt.

Abbildung 1 gibt eine Übersicht über Anordnung und Aufbau der Meßkonfiguration.

Erste Meßergebnisse liegen bereits vor, sie bedürfen jedoch weiterer Auswertungen und können auf dem Poster zur Tagung eingesehen werden.

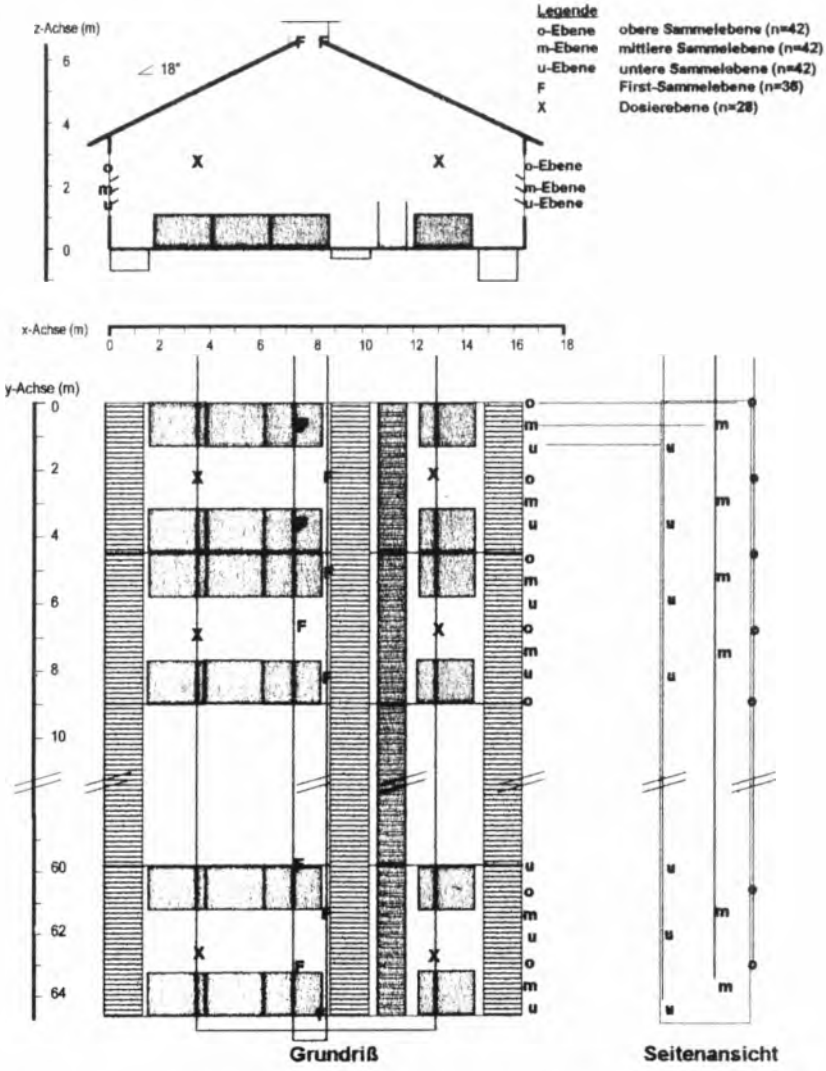


Abb. 1 Schema der Meßkonfiguration in einem Versuchsstall (Außenklimastall)

Fig.1 Scheme of an experimental naturally-ventilated pig house with installed injection and measuring locations

3 Literatur

KAISER, S.; BREHME, G.; HOFFMANN, A. und H. VAN DEN WEGHE (1998): Quantifizierung umwelt- und klimarelevanter Emissionen aus einem frei gelüfteten Mastschweinestall. BML-Modellvorhaben:"Landwirtschaftliches Bauen", Innovative Stallsysteme für eine umweltverträgliche Mastschweinehaltung MVH 1995-1997, Abschlußbericht MVH 2-95

PFEIFFER, A.; ARENDS, F.; STEFFENS, G. und H.J. LANGHOLZ (1994): Ammonia emissions originating from naturally ventilated dairy cow housing systems with different dung systems. Animal Waste Management.Proceedings VIIth Techn. Consultation on the ESCORENA Network on Animal Waste Management, Bad Zwischenahn, 17.-20. Mai, 39-45

SCHWARTING,G. (1996): Die Schweinemast rentabel gestalten - aber wie ? Sonderdruck aus: Schweinewelt (21), **6**

VAN`T KLOOSTER, C.E. (1995): Natural ventilation: State of the art. PIGS Misset, **4**, 215-216

4 Summary

A method has been developed to measure emission rates of ammonia, nitrous oxide, methane and carbon dioxide from naturally ventilated pig houses. The method is based on measurements of NH_3-, N_2O-, CH_4- and CO_2-concentration and calculation of the ventilation rate of the buildings by tracer gas technique.

Determination of the ventilation rate is based on the mass balance of the tracer using the method of constant rate of release. This method allows the continuous measurement of instantaneous ventilation rate. Sulphur hexafluoride (SF_6) as tracer was diluted with air to a defined concentration. The tracer-air-mixture was continuously supplied within the building by critical capillaries of a PTFE-ring line. The air leaving the building was collected by critical capillaries of PTFE-sampling lines, which were located at the sides and the ridge of the building. Releasing fog within the building supported to decide whether a given opening in the building acted as an air inlet or outlet. Before a sampling period started, only sampling lines of openings were activated which were defined as outlets. The sampling configuration gave an averaged sample of polluted air, concentrations of NH_3, N_2O, CH_4, CO_2 and SF_6 were measured continuously by photoacustic spectroscopie every two minutes.

Ammoniak- und Lachgasemissionen eines Zweiraumkompost- und eines Vollspaltenbodenstalles für Mastschweine

Ammonia and nitrous oxide emissions of a half-bedding deep litter and a slatted floor housing system for fattening pigs

KAISER, STEFFEN[1], VAN DEN WEGHE, HERMAN[1]

[1]Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Georg-August-Universität Göttingen, 49377 Vechta

1 Einleitung

Kompoststallsysteme gelten als Alternative zur einstreulosen Mastschweinehaltung. Bisher überwogen im Stallbereich allerdings negative Aspekte beim Arbeitsaufwand und bei der Emission von Ammoniak und Lachgas (GROENESTEIN ET AL, 1996; THELOSEN ET AL., 1992). Notwendiger Forschungsbedarf besteht bei Kontrolle und Steuerung der in situ-Kompostierung. Aus diesem Grund sind in einem Zweiraumkompoststall mit getrennten Funktionsbereichen und automatisierter Kompostbettbearbeitung über sechs Mastperioden hinweg neben kontinuierlichen on-line Messungen der Gase NH_3 und N_2O, Klima- und Volumenstromwerte sowie ausgewählte Substratparameter untersucht worden. Als Referenzsystem diente ein Vollspaltenbodenstall mit identischen Voraussetzungen bezüglich Tiermaterial, Fütterung und Lüftungssystem.

2 Material und Methoden

Der **Zweiraumkompoststall** „System Vechta" ist wärmegedämmt ausgeführt und besitzt ein Unterdrucklüftungssystem mit Porenkanälen. Der Stall verfügt über vier Zweiraumbuchten für je sechs Mastschweine. Die Buchten bestehen jeweils aus einer wärmegedämmten, teils überdachten, beheizbaren Betonfläche mit 6% Gefälle und einer eingestreuten Kompostfläche (Abb. 1). Je Tier stehen 1.38 m² Fläche zur Verfügung. Als Einstreumaterialien kamen Sägespäne, Stroh und ein Sägespäne/Stroh-Gemisch zum Einsatz. Mit Hilfe der halbautomatischen Mischtechnik und Wasserdüsen wurde versucht, die Kompostierung des Einstreu-Exkrementen-Gemisches gezielt nach Temperatur, Wasser- und Sauerstoffgehalt zu steuern.

Das **einstreulose Stallsystem**, ebenfalls ausgestattet mit Unterdrücklüftung über Porenkanäle, verfügt über zwei Vollspaltenbodenbuchten für je sechs Mastschweine, die zeitgleich mit den Tieren im Kompoststall aufgestallt wurden. Das Flächenangebot je Tier beträgt 0.7m². Die Fütterung der Tiere erfolgte wie im Kompoststall ad libitum, nährstoffangepaßt in zwei Phasen über Breifutterautomaten. Der anfallende Flüssigmist wurde über den jeweils gesamten Versuchszeitraum unter den Betonspalten gelagert.

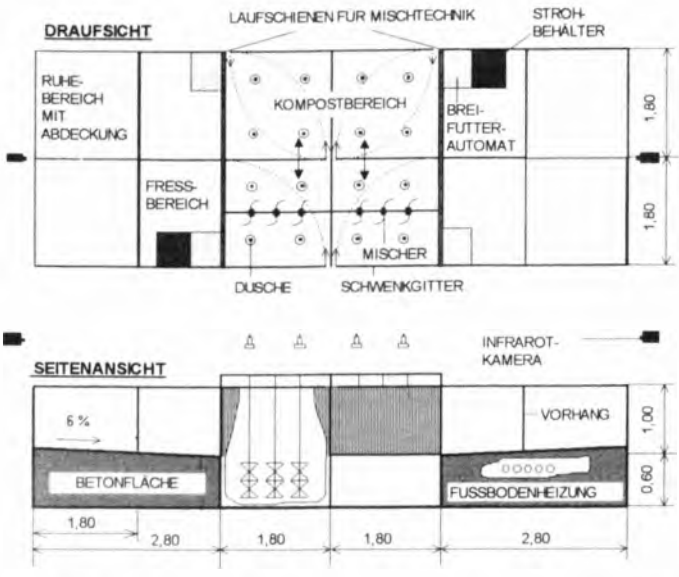


Abbildung 1: Schematische Ansicht des Zweiraumkompoststalls „System Vechta"
Figure 1: Schematic view of the half-bedding deep litter system "System Vechta"

Zur kontinuierlichen **Erfassung der Gaskonzentrationen** (NH_3 und N_2O) diente ein NDIR-Meßsystem (INNOVA AirTech GmbH). Die kontinuierliche Bestimmung der Luftvolumenströme erfolgte mittels Meßventilatoren. Innen- und Außenklimaparameter wurden kontinuierlich über einen Klimacomputer registriert. Einmal wöchentlich erfolgte die Kompostprobenahme für die Bestimmung der **Substratparameter** TS-Gehalt, pH-Wert, N_{ges}, TOC, NO_3^-, NO_2^-, NH_4^+ sowie dreimal je Versuch von Cu, Zn und P. Temperatur und O_2-Konzentration wurden wöchentlich dreimal 20 und 40 cm unter der Substratoberfläche ermittelt.

3 Ergebnisse

Die Verwendung diverser Einstreusubstrate bzw. -gemische im Kompoststall führte zu unterschiedlichen Emissionspotentialen gegenüber dem Referenzsystem. So konnte in den Versuchen 4 und 5 mit Sägespänen als Einstreu die mittlere **NH_3-Emission** je Tier und Tag um 1,62 % bzw. 27,34 % reduziert werden. Bei Verwendung von Stroh (Versuch 3) und einem Sägespäne/Stroh-Gemisch (Versuch 6) als Einstreu lagen die mittleren NH_3-Emissionen je Tier und Tag über denen des Vollspaltenbodenstalles. Die Emission war um 47,95 % bzw. 10,79 % höher als im Referenzsystem (Tab. 1). Die mittleren NH_3-Emissionen je Tier und Tag waren mit 10,09 g etwa doppelt so hoch wie bei den Sägespäneversuchen. Das Emissionsverhalten im Versuch mit Strohsubstrat ähnelte dem von Festmistsystemen.

In allen Kompoststallvarianten mit Sägespänen sind gegenüber dem Referenzsystem Vollspaltenbodenstall signifikant höhere **N_2O-Emissionen** ermittelt worden. Die höchsten Werte wurden in den zwei Sägespänevarianten (Versuch 4 und 5) mit 8,00 bzw. 9,31 g je Tier und Tag gemessen. Die ermittelten Maximalemissionen von 20,82 und 23,75 g je Tier und Tag waren die höchsten in allen Versuchen. (Tab. E2).

Trotz intensiver mehrmals wöchentlicher Durchmischung des Einstreusubstrates mit der stationären Bearbeitungstechnik konnte die für eine umweltverträgliche aerobe Kompostierung notwendige O_2-Zufuhr in das Kompostbett nicht gewährleistet werden. Innerhalb von

14 Tagen nach Beginn der Versuche betrug die O_2-Konzentration i.d.R. < 10 Vol.-%. Innerhalb von 15 min. nach dem Mischvorgang erreichte die Substratsauerstoffkonzentration nahezu das Niveau der Konzentration vor der Mischoperation.

Tab. 1: Mittlere NH_3-Emissionen des Kompost- und Vollspaltenbodenstalles [g/Tier * d]
*Tab. 1: Average NH_3-emissions of the deep litter and slatted floor system [g/animal * d]*

	NH_3 [g/Tier und Versuchstag]			
	Versuch 3 Kompoststall mit Strohsubstrat	**Versuch 4** Kompoststall mit Sägespänesubstrat	**Versuch 5** Kompoststall mit Sägespänesubstrat	**Versuch 6** Kompoststall mit Mischsubstrat
Kompoststall	n=89	n=90	n=90	n=90
$\bar{x}$	**10,09**	**5,48**	**5,13**	**6,16**
s	5,76	3,27	3,26	6,60
Vollspaltenbodenstall				
$\bar{x}$	**6,82**	**5,57**	**7,06**	**5,56**
s	2,41	2,24	2,34	2,54
Varianzursache	p-Werte			
Haltungssystem	***	n.s.	***	*
Versuchstag	*	*	*	***
Versuchswoche	***	***	***	***

* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,001$, *** $p \leq 0,0001$.

Tab. 2: Mittlere N_2O-Emissionen des Kompost- und Vollspaltenbodenstalles [g/Tier * d]
*Tab. 2: Average N_2O-emissions of the deep litter and slatted floor system [g/animal * d]*

	N_2O [g/Tier und Versuchstag]			
	Versuch 3 Kompoststall mit Strohsubstrat	**Versuch 4** Kompoststall mit Sägespänesubstrat	**Versuch 5** Kompoststall mit Sägespänesubstrat	**Versuch 6** Kompoststall mit Mischsubstrat
Kompoststall	n=89	n=90	n=90	n=90
$\bar{x}$	**0,15**	**8,00**	**9,31**	**5,96**
s	0,07	6,63	6,01	4,75
Vollspaltenbodenstall				
$\bar{x}$	**0,11**	**0,12**	**0,06**	**0,12**
s	0,03	0,26	0,02	0,15
Varianzursache	p-Werte			
Haltungssystem	***	***	***	***
Versuchstag	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Versuchswoche	***	***	***	**

* $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,001$, *** $p \leq 0,0001$.

4 Diskussion und Schlußfolgerungen

Aufgrund suboptimaler Kompostierungsbedingungen war die Summe der nachgewiesenen stickstoffhaltigen Emissionen in Form von NH_3 und N_2O im Kompoststall durchschnittlich um etwa 54 % höher als die Emissionen des Vollspaltenbodenstalles. Unter Hinzunahme der Bilanzdifferenz lag die Summe der gasförmigen N-Verluste im Kompoststall durchschnittlich um etwa 52 % über den Verlusten des Vollspaltenbodenstalles. Im Vergleich zu

Literaturangaben konnte die Summe aus nachweisbaren und nicht nachweisbaren Stickstoffgasen aber um 20 % gesenkt werden (KAUFMANN, 1997; THELOSEN et al., 1992).

Die unzureichende O_2-Versorgung des Einstreubettes führte aufgrund der anoxischen Bedingungen in den Sägespäneversuchen zu den relativ hohen N_2O-Emissionen (unvollständige Denitrifikation). Die rasch erreichten anoxischen Bedingungen im Versuch mit Stroh als Einstreusubstrat resultierten sehr wahrscheinlich in der Bildung von N_2 (vollständige Denitrifikation) Das erklärt die gegenüber den Versuchen mit Sägespäneeinstreu wesentlich geringeren N_2O-Emissionen (Tab. 2). Die höheren NH_3-Emissionen der Strohvariante (Tab. 1) basierten auf der rapiden Abnahme des C/N-Verhältnisses, das bereits nach sechs Wochen den suboptimalen Wert von 20:1 erreicht hatte.

Resümierend aus den Untersuchungen könnte das NH_3- und N_2O-Emissionspotential von Kompostställen durch folgende Maßnahmen entscheidend verbessert werden:

- kontinuierliche Substratbelüftung ($\geq$ 15 Vol.-% O_2 im Substrat) unter Beachtung optimaler Feuchte- und Temperaturbedingungen (60-80 Gew.-% bzw. 30-45 °C),
- Verwendung geeigneter Einstreumaterialien (C-Verfügbarkeit, C/N-Verhältnis $\geq$ 30:1),
- regelmäßige Kompostbettbearbeitung (2 x wöchentlich) zur Nährstoffverteilung.
- Einbeziehung der Reststoffverwertung im Boden zur Beurteilung der Gesamtemission

5 Literatur

GROENESTEIN, C.M. AND H.G. VAN FAASSEN, 1996. Volatilization of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide in deep-litter systems for fattening pigs. The Journal of Agricultural Engineering Research 65: 269-274.

KAUFMANN, R., W. HELLER UND M. BIERI, 1997. Nährstoffbilanz im Kompoststall für Mastschweine. Agrarforschung 4(1):25-28.

THELOSEN, J.G.M. AND J.A.M. VOERMANS, 1992. Comparison of two deep litter systems for fattening pigs with a traditional housing system; influence on some environmental aspects. In: VOERMANS, J.A.M. (ed.). Proceedings workshop deep litter systems for pig farming. Rosmalen, The Netherlands, pp. 26-35.

6 Summary

In six trials, the emission of NH_3 and N_2O in the deep litter fattening house "System Vechta" was compared with a fully-slatted floor system. The sum of NH_3 and N_2O losses in the deep litter system amounted to between 10.97 and 15.72 %, in the reference system between 7.50 and 11.07 % due to the N-input. Including further unmeasured gaseous nitrogen compound losses, total nitrogen losses ranged about 30 % in the deep litter system and at about 14 % in the reference system. The gaseous nitrogen losses in the fully-slatted floor system at 53 % clearly ranged below the level of the deep litter system. Decisive advantages regarding an improvement of the ecological impact are only to be reached by a continuous aeration of the deep litter and simultaneously by optimal conditions due to water content, C/N-ratio, and temperatures of the litter. Owing to this, deep litter systems could prove to be clearly beneficial for the environment.

Milking routine has an effect on cow's udder health and milk quality

KIIMAN HELI

Estonian Agricultural University, Estonia, 51014, Tartu, Kreutzwaldi 1

1. Introduction

Milk is one of the most important products for human consumption. The modern lactating dairy cow has a much higher milk production than calf needs. This is the result of the great genetic breeding programs and the improvements in feeding and management. Dairy industry and consumers prefer milk with a low fat content and higher protein content. The milk, which is synthesised, is stored in the alveolis, milk ducts, udder and teat cistern between milkings. 60...80% of the synthesised milk is stored in alveolis and small milk ducts, while the cistern only contains 20...40%. A good milking technique is of utmost importance and a milker develops a routine that is followed during each milking.

From udder health an efficient milk removal is important. To empty the udder as completely as possible does not mean that milkers can allow over-milking. Many researchers were found that twelve hour's interval is the most optimal milking interval with twice daily milking. An optimal milking routine include different working operations: cleaning udder and teats, manual pre-stimulation, fore milking, attaching the milking unit to the cow, removing the milking unit, teat dipping.

Careless milking technique can cause udder infection (mastitis), mammary tissue damage, decreased production, and inferior milk quality.

The somatic cell count (SCC) is commonly used as measure of milk quality as well as udder health. Somatic cell count in milk from normal, healthy udders are 50,000 per ml or less. In infected quarters somatic cell count increase to 500,000 or more. In mastitic milk, 90 to 95% of the cells are polymorphonuclear (PMN) leukocytes.

The object of this study was to determine how the milking routine affects the cow's udder health and milk quality.

2. Material and Method

Data were collected from Kehtna Mõisa, Põlva and Melliste joint-stock company. It was an operational observation of milkers working during which each element of the working process was registered. There were 32 milkers in our trials and their working time observations were carried out. Working time observations were carried out one day after control-milking. Then we could fix somatic cell count in milk, milk yield, milk fat and protein content. Daughters of 21 bulls were studied in our trials: 378 daughters in first lactation, 359 daughters in second lactation and 340 daughters in third lactation. Cows were milked in milking parlour with „Impulsa" milking

equipment on the Kehtna Mõisa cattle farm. Since June 1997 they are milked with Alfa Laval Agri equipment. Cows on the Põlva and Melliste cattle farms are milked with Rezekne and Alfa Laval Agri pipeline milking equipments. The data processing was carried out by the personal computer using SAS program.
There are several factors that may affect somatic cell count in milk. These are milking technique, milking equipment, cows' health situation, feeding and keeping conditions, stage of lactation and so on. Correlation analysis was made to find out by continual factors the cows' preparing for milking, delaying in applying the milking unit to the cow, machine stripping and over-milking and how these factors affect somatic cell count in milk.

3. Results

In our trials the dairy cow groups were large, more than 50 cows milked by one milker. As we can see from Table 1, some milkers were making mistakes in the basic regulations on machine milking.

Tab. 1: Items of the main working operations doing during milking process in seconds (n=1077)

Item	Mean	Standard deviation	Min	Max
Duration of udder preparation	26.0	6.2	12.0	50.0
Delay in applying the milking unit to the cow	2.9	7.5	0	41.0
Over-milking	19.9	22.9	0	93.0
Machine stripping	21.5	10.0	0	42.0

The pre-milking udder preparation procedure should be effective in removing teat surface bacterial contamination as well as providing an effective milk letdown. There is demand that cows must be prepared meanly during 30 seconds, with deviations from 20...45 seconds (VALDMANN, 1974). Milk letdown response varies with stage of lactation and level of production.
In Table 1 we see, that some cows' udders were prepared even by 12 seconds. The hormone oxytocin actuates the milk letdown mechanism and this is quite essential that udder preparation time is longer.
Essential part of the udder preparation is forestripping, when we can check the foremilk for clinical mastitis. In our trials 6 milkers from 32 do not spent the time to forestripping.
The milking unit should be applied to the cow as soon as possible. U.S. and Danish studies have determined that ideal time is 1.3minutes (1 min. 18 seconds) with a range of 1...1.5 minutes. There were 9 milkers not late in attaching the milking unit to

the cow. The longer delay in applying milking unit to cow was 41 seconds per cow. Four milkers, who late in attaching the milking unit, were working with more milking units than they were able to follow (more than 3 milking units). R.C.GOREWIT (1983) be expected that concentration of oxytocin in the blood at machine attachment can be lower after a 3-min interval than after a 1-min interval. An increase in residual milk was found by waiting 3 min until machine attachment. Adequate premilking udder preparation and a short interval of about one min between the start of preparation and machine attachment was recommended (RASMUSSEN, 1990).
The milker should remove the milking unit as soon as milk flow ceases. Full attention must be paid to each cluster unit of the milking machine to achieve optimal milkout. The risk of adverse effects on udder health are great during over-milking.
In our experiment milkers, who were working with Alfa Laval Agri milking equipment, an automatic cluster removal (ACR) system can be of great help.
From these observations appeared, that milkers did not pay necessary attention to watching the milking machines. The maximum over-milking duration was 93 seconds per cow. There were large differences between milkers by duration of the cows' over-milking. Six milkers worked so watchfully that there was not over-milking by milking the cows.

Tab. 2: Correlations between working operations, milk yield and somatic cell count

Item	Milk yield per cow, kg	Somatic cell count in milk, 1000-s/ml
Duration of udder preparation, sec	0.298^{***}	-0.031^{*}
Delay in applying the milking unit to the cow, sec	-0.063^{*}	0.175^{***}
Over-milking, sec	-0.024	0.552^{***}
Machine stripping, sec	0.048	0.208^{***}

From Table 2 we can see that sufficiently doing udder preparation for milking plays essential part to the average milk yield per cow as well as to cows' udder health ($P<0,001$). It was statistically essential ($P<0.05$) to somatic cell count in milk that cow was preparing with enough time.
It was important, when there was no delay in applying the milking unit to the cow. In these groups, where milkers not late in applying the milking unit to the cow, there was less somatic cell count in one millilitre milk ($P<0.001$).
The milker should remove the milking machine as soon as milk flow ceases by shutting off the vacuum. Faster milking quarters that milk out one to two minutes before other quarters should be left alone. It is quite essential that the machine stripping will be a short-range. From our observations appeared that milkers, who devoted to udder preparation less time, were devoting to machine stripping more

time. The rules of machine milking do not permit devote to machine stripping more than 30 seconds (ETGEN, 1987).
One of the long-standing recommendation is adequate watching the milking machine by milking the cow. From Table 2 we can see, when milkers did not pay necessary attention to watching machine, there was over-milking. In this case the somatic cell count in milk was large ($P<0.001$).

3. Conclusion

The success of dairy farm will be dependent of the profitable production of high quality milk.
A uniform work routine should be established that results in smooth cow flow, uses good practices, and makes best use of milker time.
Manual stimulation (washing, drying and forestripping) of 30 seconds appears to be adequate for most cows regardless of stage of lactation.
Forestripping to check for clinical mastitis is a recommended premilking cow preparation procedure.
The milking unit should be applied to the cow as soon as cow preparation is completed. Milkers should routinely attach the milking unit one minute after stimulation begins.
If cows are properly prepared and milked with a good milking system, machine stripping should take no more than 15 to 20 seconds.
The milker should remove the unit as soon as milk flow ceases, because after that the result is over-milking. Such routine should be considered where units are removed manually.
When there are problems with udder health, the teats should be dipped in a sanitising solution.

References

ETGEN W.M.,JAMES R.E., REAVES P.M. (1987): Dairy cattle feeding and management.
GOREWIT R.C., WACHS E.A., SAGI R., MERRILL W.G. (1983): Current concepts on the role of oxytocin in milk ejection, Journal of Dairy Sci 66, 12, 2236-2241.
RASMUSSEN M.D., FRIMER E.S., HORVATH Z., JENSEN N.E. (1990): Comparison of a standardized and variable milking routine, Journal of Dairy Sci 73, 12, 3472-3480.
VALDMANN E. (1974): Masinlüpsi füsioloogilised alused, Veisekasvatuse arendamisest Eestis, 85-104.

COMPARISON OF DIFFERENT NATURAL VENTILATION MODELS FOR FREE-STALL DAIRY BARNS

KIZIL, UNAL[1] SIMSEK, ERCAN[1] ARICI, ISMET[1]

[1] University of Uludag, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Engineering, 16059 Bursa, Turkey

1. INTRODUCTION

Good indoor air quality depends on barn management, feeding and manure handling systems, the ventilation system, as well as on the overall cleanliness of the operation, and type of livestock. It is assumed that to maintain good growing and production levels, the animals need good air quality (Choiniere and Munroe 1993).

Since electricity prices have risen, there is a great interest in using natural ventilation for dairy barns. Natural ventilation is ventilation induced by so-called natural means: wind forces and thermal buoyancy (Albright 1990). Natural ventilation theory has been used to describe ventilation rate in livestock housing (Cooper et al., 1998).

A natural ventilation system consists of ridge, eaves and sidewall openings for a convenient air circulation. There are different approaches available to design these openings. In this study, it was aimed to compare 12 different natural ventilation models in Bursa climate conditions, and to discuss the natural ventilation efficiency of Bursa - Karacabey Doganci Farm dairy barn. In order to do these comparison easily and contemporary, a spreadsheet program was prepared by using Microsoft Excel. As a result of these comparisons, we tried to select an appropriate natural ventilation model for the region of interest.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Material

Karacabey -Doganci free-stall dairy barn, with 390-cow-capacity, was selected as the material of this study. Some structural dimensions of the barn are shown in Table 1.

Table 1. Structural Dimensions of Doganci Dairy Barn

Barn width, m	Barn length, m	Wall height, m	Ridge height, m	Roof slope, %	Ridge opening area,m^2	Eaves opening area,m^2	Sidewall opening area,m^2	Sidewall opening level above the ground, m
28.0	121.0	3.6	7.4	27	121.0	60.5	108.9	2.25

2.2.Method

12 different natural ventilation models used in the study are presented in Table 2. Minimum ventilation rate of the barn was described by using the program VENTGRPH for the application project conditions shown in Figure 1. (Albright 1990).

Table 2. Natural Ventilation Models

Md No*	Model	Md. No.	Model
1	$V = 2A[g\Delta h\ (T_i - T_o)/\ T_i]^{1/2}$	7	$V = 0.827A_e(\Delta p)^{1/2}\ A_e = A_iA_o/\ (A_i^2 + A_o^2)^{1/2}$ $\Delta p = 3462\Delta h(1/T_o - 1/T_i)$
2	$V = C_{d4}A_4v_4$ $v_4=[2g\Delta hq_s/(T_o(1+(T_o/T_i)(C_{d4}A_4/C_{d2}A_2)^2)(\Sigma UA+FP+ c_p\rho_iC_{d4}A_4v_4))]^{1/2}$ $\rho^2_i[(C_{d4}A_4/C_{d2}A_2)^2(v_4^2/\rho_o)] + \rho_i(v_4^2 + 2g\Delta h) - 2g\Delta h\rho_o = 0,\ T_i = \rho_oT_o\ /\ \rho_i$	8	$V = 1/1000CA[\Delta h(t_i - t_o)/t_i]^{1/2}$
3	$V = \theta A[2g\Delta h\ (T_i - T_o)/T_i]^{1/2}$	9	$V = 0.17A_e(\Delta h\ \Delta T)^{1/2}\ A_e = A_i[A_o^2/(A^2_o + A^2_i)]^{1/2}$
4	$V = A_ov_o\ ,\ v_o = C_d\ (2g\Delta h\ \Delta T/T_1)^{1/2}[1 + (A_o/A_i)^2]^{-1/2}$	10	$V = KA_i(\Delta h\ \Delta T)^{1/2}, K = 0.157R/(1 + R^2), R = A_o/A_i$
5	$V = C_d\ (2g\Delta h\ \Delta T/T_2)^{1/2}[1/A_i^2 + 1/A_o^2]^{-1/2}$	11	$V = Av,\ v = 110[h(t_i - t_d)/(t_d + 273)]^{1/2}$
6	$V=C_d(2g\Delta T/T_2)^{1/2}[wl(\Delta h-h)^{1/2}+4l/3(d/2- h)^{3/2}],\ h = \Delta h\ /\ [1 + A_i^2T_i/A_o^2T_o]$	12	$V = C_dW\Delta h^{3/2}/3[g(T_i - T_o)/T_o]^{1/2}$

Notation,

V = Ventilation rate, m^3/s
A = Area, m^2
g = Acceleration due to gravity, m/s^2
T = Air temperature, K
t = Air temperature, C
ρ = Air density, kg/m^3
C_d = Discharge coefficient
v = Air velocity, m/s
Δh = Distance between two openings, m
q = Heat production, W
U = Thermal transmittance, W/ m^2K
F = Perimeter heat loss factor, W/ mK
P = Barn perimeter, m
c_p = Specific heat of air, 1006 J/ kgK
θ = Friction factor,
ΔT = Temperature difference , K
h = neutral pressure plane or elevation above a datum
d = Sidewall opening height, m
l = Barn length, m
w = Ridge vent wide, m
C = 116 (for $C_d = 0.65$), 89 (for $C_d = 0.50$)
Δp =Pressure difference, N/m^2

Subscripts;

i, inside or inlet
o, outside or outlet
4, ridge vent
2, sidewall
s, sensible

* References of Models; 1,2- Albright, L.D. 1990., 3- Lindley, J.A., J.H. Whitaker. 1996., 4- Bruce, J.M. 1977., 5,6- Foster, M.P., M.J. Down. 1987., 7- Anonymous 1970., 8- Anonymous 1981., 9- Daly, B.B. 1978., 10- Sainsbury, D., P. Sainsbury. 1979., 11- Ekmekyapar, T. 1991., 12- Randall J. M., R. Patel. 1994.

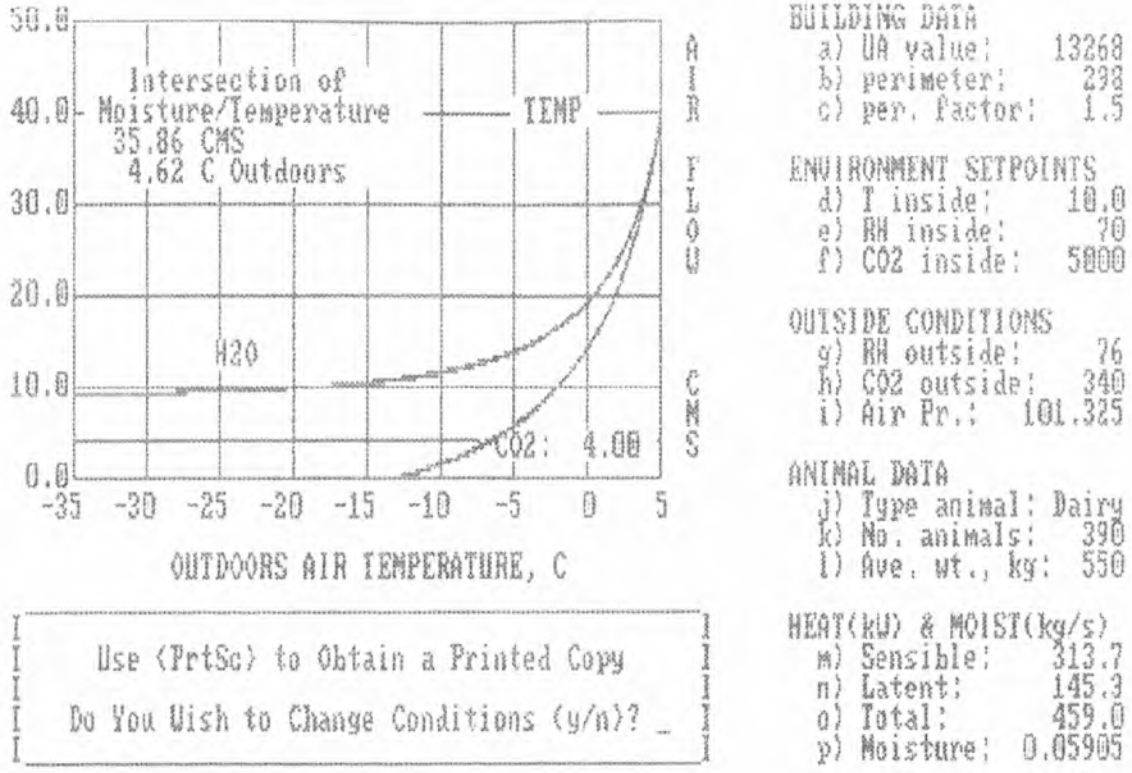


Figure 1. Ventilation Graph of Doganci Dairy Barn

3. RESULTS AND DISCUSSION

Required minimum ventilation rate of Doganci Dairy Barn was calculated as 35.86 m^3/s as can be seen in Figure 2.1. In current conditions ridge and eaves openings have the area of 121.0 m^2 and 60.5 m^2 respectively. Predicted ventilation rates calculated by using the models were greater than the required ventilation rate. Consequently, it is evident that the natural ventilation system can provide adequate air circulation, however, in conditions of 84.7 m^2 ridge opening and 42.4 m^2 eaves opening areas, 6 of the models give similar results to the required ventilation rate. These models and the results are given in Table 3. As shown in Table 3. Model 8 which was presented in Anonymous 1981 gives the closest result among the others.

Table 3. Predicted Ventilation Rates, m^3/s

Model No	Predicted Ventilation Rate	Model No	Predicted Ventilation Rate
2	36.9	8	35.7
4	32.2	9	34.7
6	33.3	12	38.2

In Model 8, C is 0.6 (Albright 1990), inside and outside air temperature are 10 C (Munroe et al. 1993), 1.7 C (Anonymous 1974) respectively. When we rearrange the Model 8 by using these assumptions, the new equation can be written as the following.

$$\mathbf{V = (5.50E - 0.4)A(\Delta h)^{1/2}}$$

4. SUMMARY

In order to determine an appropriate natural ventilation system for Bursa region of Turkey, 12 different natural ventilation systems were examined. As a result of this study, we determined that Bursa - Karacabey Doganci Farm dairy barns natural ventilation system provides more ventilation rate than the required and model 8 which was presented in Anonymous 1981 can be rearranged for Bursa conditions as shown above.

LITERATURE

Albright, L.D. (1990): Environment Control for Animals and Plants. ASAE Textbook, Technical Publications, St. Joseph, Michigan.

Anonymous (1970): IHVE Guide Book A. Institution of Heating and Ventilating Engineers.

Anonymous (1974): Average and Extreme Values Meteorological Bulletin. Prime Ministerial Publications, Ankara.

Anonymous (1981): Handbook of Fundamentals. American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning Engineers.

Bruce, J.M. (1977): Natural Ventilation. Farm Building R and D Studies No:8. Scottish Farm Buildings Investigations Service.

Choiniere, Y., J.A. Munroe (1993): Air Quality Inside Livestock Barns. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA) Factsheet.

Cooper K., D. J. Parsons, T Demers (1998): A Thermal Balance Model for Livestock Buildings for Use in Climate Change Studies. Journal of Agricultural Engineering Research. 69, p 43-52.

Daly, B.B. (1978): Woods Practical Guides to Fan Engineers. Woods of Colchester, p 47.

Ekmekyapar, T. (1991): Environment Control in Livestock Housings. Ataturk University Publications, No:306.

Foster, M.P., M.J. Down. (1987): Ventilation of Livestock Buildings by Natural Convection. Journal of Agricultural Engineering Research. 37, 1-13.

Lindley, J.A., J.H. Whitaker. (1996): Agricultural Buildings and Structures. ASAE. St. Joseph.

Munroe, J.A., Y. Choiniere, A.S. Tremblay, D. McKnight, L. Burnet. (1993): Automatically Controlled Natural Ventilation In A Modified Environment Dairy Barn. Livestock Environment 4. Fourth International Symposium University of Warwick Coventry, p:403-410, England.

Randall J. M., R. Patel. (1994): Thermally Induced Ventilation of Livestock Transporters. Journal of Agricultural Engineering Research. 57, 94-107.

Sainsbury, D., P. Sainsbury. (1979): Livestock Health and Housing. Baillere and Tindall, 165-167.

Die elektronische Tierkennzeichnung im europäischen Großversuch - Vorstellung des Projektes IDEA

Electronic animal identification in an european large scale trial - a presentation of the IDEA - project

KLINDTWORTH, MICHAEL [1] ; WENDL, GEORG [1]; PIRKELMANN, HEINRICH [2] ; REIMANN, WERNER [2] ; KLINDTWORTH KLAUDIA [2]

[1] Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik der Technischen Universität München, 85354 Freising-Weihenstephan

[2] Bayerische Landesanstalt für Tierzucht Grub, 85586 Poing

1 Einleitung und Zielsetzung

Unter den Rahmenbedingungen des europäischen Agrarmarktes und einer anhaltenden Diskussion über die Herkunft von Rindern erhält eine effiziente, möglichst fälschungssichere Tierkennzeichnung eine stetig wachsende Bedeutung. Nach den Vorarbeiten der vergangenen Jahre ist derzeit ein bundeseinheitliches Registrierungssystem für Rinder etabliert, das eine einheitliche und einmalige Tiernummer gewährleistet (sog. RIC-System). Nachteilig ist jedoch, daß dieses Verfahren auf dem Einsatz von zwei konventionellen Ohrmarken basiert und deshalb mit einem erheblichen bürokratischen Aufwand verbunden ist, der unter Verwendung elektronischer Kennzeichnungsmedien deutlich reduziert werden könnte. Diese Technik könnte auch dazu genutzt werden, um der Forderung der Verbraucher nach Herkunftssicherung von Rindfleisch besser Rechnung zu tragen.

Um den genannten Anforderungen zukünftig gerecht werden zu können, wird mit der Umsetzung eines EU-weiten Feldversuchs erstmals umfassend die elektronische Tierkennzeichnung bei Rindern, Ziegen und Schafen im Praxiseinsatz untersucht. Ziel ist die technische Überprüfung unterschiedlicher Transponderarten und Lesegeräte, ein Vergleich der Applikation am oder im Tier hinsichtlich des Verfahrensablaufs sowie die sichere Rückgewinnung der Transponder beim Schlachtprozeß. Weiterhin soll die Erfassung und Registrierung der Tierdaten in durchgängigen, national und international vernetzten Datenbanksystemen und Organisationsstrukturen erfolgen. Es wird erwartet, daß damit mittelfristig eine Reduzierung des Verwaltungsaufwandes bei der Tierkennzeichnung und bei der Prämienregelung einhergeht. Weiterhin können Maßnahmen zur Tiergesundheitsüberwachung und Seuchenbekämpfung effizienter durchgeführt werden als bisher.

2 Durchführung des Projektes

Träger des Projektes ist die GD VI der EU-Kommission mit Unterstützung der gemeinsamen Forschungsstelle (Joint Research Centre, JRC) in Ispra. Neben fünf weiteren EU-Mitgliedstaaten (Niederlande, Spanien, Portugal, Frankreich und Italien) hat sich Deutschland über das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BML) als nationaler Antragsteller für dieses Projekt beworben. Für die praktische Umsetzung wurde ein regionaler Antrag Bayerns ausgewählt, in dem auf bestehende horizontale und vertikale Bindungen zwischen Erzeugern, Vermarktungsorganisationen und Verarbeitungsbetrieben sowie bewährte Organisationsstrukturen zurückgegriffen wird. Als unmittelbar nachgeordnete Dienststelle des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (StMELF) wurde die bayerische Landesanstalt für Tierzucht in Grub mit der Koordinierung des Gesamtprojektes beauftragt. Neben der Antragsverfassung ist sie für die Beschaffung der Technik zuständig, ihr obliegt weiterhin die Aufgabe der Dokumentation und Berichterstattung sowie die finanzielle Abwicklung des Projektes. Die wissenschaftliche Betreuung des IDEA-Projektes erfolgt in enger Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Landtechnik in Weihenstephan.

Für die Einsatzuntersuchungen, die in Bayern an ca. 100.000 Rindern durchgeführt werden sollen, wurde auf vertraglich geregelte Produktionsketten zurückgegriffen. Dabei sind zwei Schlachtbetriebe der Südfleisch GmbH (Waldkraiburg und Würzburg) sowie der Betrieb der A. Moksel AG in Buchloe beteiligt. Auf diesen drei Betrieben werden alle beteiligten Tiere zentral mit Unterstützung des Fleischprüfrings Bayern e.V. geschlachtet. Die Kennzeichnung der Tiere und die damit verbundene Datenerfassung führen geschulte Mitarbeiter des Landeskuratoriums der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V. (LKV) durch. Dabei werden folgende Transpondervarianten vergleichend untersucht (Abb. 1):

- **Injektat:** In Bioglas verpackter, 23 mm langer Transponder zur Injektion (Injektionsort: Schildknorpel (Scutulum) am Ohransatz)
- **Bolus:** In Kunststoff oder Keramik eingebetteter Transponder mit einer Länge von ca. 65 bis ca. 90 mm zum dauerhaften Verbleib im Netzmagen bzw. Pansen
- **elektronische Ohrmarke:** In eine Ohrmarke integrierter Transponder

Um differenzierte Ergebnisse erarbeiten zu können, werden zwei technisch unterschiedliche Arten der Signalübertragung (Half-Duplex-Verfahren, HDX bzw. Full-Duplex-Verfahren, FDX) berücksichtigt. Eine Voraussetzung für den Einsatz der Identifikationssysteme im Projekt ist die Einhaltung der ISO-Standards 11784 und 11785.

Nach der Kennzeichnung der Tiere werden die eingesetzten Transponder sowohl von offizieller Seite als auch von den Landwirten selbst in geregelten Abständen kontrolliert, um eventuell auftretende Ausfälle zu dokumentieren. Zum Auslesen der Transponder kommen Lesegeräte zum Einsatz, die beide Arten der Signalübertragung (HDX, FDX) interpretieren können.

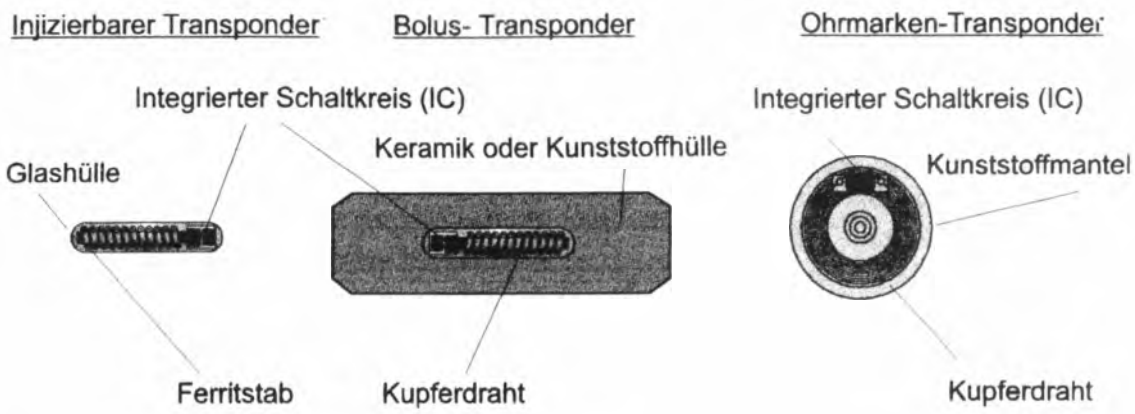


Abb. 1: Varianten der elektronischen Tierkennzeichnung

Fig. 1: Different types of transponders for electronic animal identification

Um den Aufwand der Datenerfassung bei der Kennzeichnung zu minimieren und eine Verknüpfung zum Rinderpaß bzw. Begleitpapier herzustellen, werden besondere Vermerke eingetragen. Neben einem Stempel mit dem Hinweis auf "IDEA" wird bei der Kennzeichnung seitlich auf den Paß ein Etikett mit der eingesetzten Transpondernummer als Strichcode aufgeklebt. Dieses erleichtert eine sichere Zuordnung von Transponder- und offizieller Tiernummer (VVVO-Ohrmarke). Außerdem kann dadurch die Transpondernummer des Tieres auch dann nachvollzogen werden, wenn eine Funktionsstörung oder ein Verlust des Transponders auftreten sollte.

Der beschriebene Feldversuch zur elektronischen Tierkennzeichnung wird in der Umsetzung zu umfangreichem Datenmaterial führen, das nur mit automatisierten Verfahren zu handhaben ist. Um dies zu gewährleisten, werden bei jedem Projektpartner regional Datenbanken installiert. In diesen Datenbanken werden alle Einzeldaten zusammengetragen, plausibilisiert, aufbereitet und in definierten Zeitabständen an die zentrale IDEA-Datenbank beim JRC in Ispra weitergeleitet.

3 Erste Erfahrungen

Die derzeit vorliegenden Transpondervarianten unterscheiden sich je nach Hersteller in den Abmessungen und auch in der möglichen Lesereichweite. Tendenziell haben Bolus-Transponder die größte Reichweite, gefolgt von Ohrmarken und Injektaten. Dies kann beim Einsatz in der Praxis zu Unterschieden in der Lesesicherheit führen. Detailliertere Ergebnisse liegen hierzu jedoch aus dem erst anlaufenden Projekt noch nicht vor. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, daß sich die Unterschiede vor allem aus der Dimensionierung und Güte der eingesetzten Antenne sowie aus Störsignalen ergeben. Bei gleicher Baugröße der Antenne haben HDX-Transponder in der Regel die größere Reichweite.

Auf der Seite der Lesegeräte hat das IDEA-Projekt zu verschiedenen Neuentwicklungen der Industrie geführt. Dies gilt sowohl für stationäre als auch für mobile Leseeinheiten. So sind

heute komfortable Kleincomputer mit Tastatur zur Dateneingabe ebenso verfügbar wie einfache Geräte, mit denen lediglich die Nummer des Transponders ausgelesen werden kann. Die elektronisch gelesene Nummer kann meist über eine Schnittstelle an einen PC weitergegeben werden und steht so für andere Anwendungen zur Verfügung. Die vorhandene Lesetechnik kann aus Gründen der Handhabung, der Funktionalität oder des Preises als noch nicht zufriedenstellend bezeichnet werden. Positiv ist aber zu bewerten, daß sich bereits einzelne Hersteller von Melk- und Tränketechnik um eine Integration ISO-konformer Technik bemühen, so daß sich der Nutzen für den Landwirt zukünftig deutlich erweitern wird.

Die Erprobung der elektronischen Tierkennzeichnung auf betrieblicher und regionaler Ebene setzt Maßnahmen zur effektiven Datenverwaltung und zum Datenschutz voraus. In diesem Bereich wurde auf die langjährige Erfahrung des LKV aufgebaut. So konnte vom LKV eine entsprechende Software zur Datenerfassung und Weitergabe an die regionale Datenbank entwickelt werden. Die nächste Stufe zur Datenübertragung an die zentrale IDEA-Datenbank der EU befindet sich in der fortgeschrittenen Entwicklungsphase. Hierbei wird auf Übertragungsprotokolle zurückgegriffen, die auch in der Waren- und Finanzwirtschaft eingesetzt werden (EDIFACT). Zusätzlich erfolgt die Datenübertragung in verschlüsselter Form, so daß eine hohe Sicherheit gegeben ist.

Es bleibt festzuhalten, daß das IDEA-Projekt bereits jetzt zu zahlreichen Entwicklungen im Bereich der Hard- und Software geführt hat. Teilweise entsprechen die Produkte noch nicht voll den Anforderungen der praktischen Landwirtschaft. Es ist aber zu erwarten, daß die Anregungen aus dem Projekt dazu beitragen, dem Landwirt funktionsgerechte und kostengünstige Komponenten zur Verfügung zu stellen.

4 Summary

The IDEA-project is carried out to test and to evaluate the electronic animal identification with different types of transponders (injectables, ruminal transponders called bolus and electronic eartags) under the conditions of several european countries. In Germany an amount of about 100 000 cattle will be involved. For this project a complex structure for data handling is needed which includes the development of software and databases. Although the project is still at the beginning it becomes obvious that the amount of required transponders and readers lead to several new developments. Both stationary and mobile readers are now available on different steps of comfort and price, but improvements are necessary.

Danksagung
Wir danken der EU, dem BML, dem StMELF und der CMA für die Förderung des Projektes.

Atmospheric Dust Concentrations in Different Housing Systems for Fattening Pigs

MAYER, CLAUS; HAUSER, RUDOLF

Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, c/o Eidg. Forschungsanstalt Tänikon (FAT), CH-8356 Tänikon (Schweiz)

1 Einleitung

Im Rahmen der zunehmenden Labelproduktion und der staatlichen Förderung "Besonders tierfreundlicher Haltungssysteme (BTS)" wird in der Schweiz für Mastschweine Langstroh auf den Liegeflächen gefordert. Die Verwendung von Stroh kann für die Tiere mit einer Staubbelastung verbunden sein. In der vorliegenden Untersuchung wurden Erhebungen zum Stallklima, zum Liegeverhalten und zu den Schäden am Integument der Tiere durchgeführt. Um die Ergebnisse hinsichtlich der Leistung einordnen zu können, wurden auch die täglichen Zunahmen sowie die Futterverwertung erhoben. Die Stallklimamessungen wurden als Langzeit- und Intensivmessungen durchgeführt.
Die Langzeitmessungen erfolgten über jeweils ein Jahr pro Betrieb. Sie beinhalteten stündliche Aufzeichnungen der Temperaturen, Erhebungen zur Buchtensauberkeit und die Messung des Sedimentstaubanfalls.
Die Intensivmessungen wurden pro Betrieb jeweils während zwei Sommer- und zwei Winterwochen durchgeführt.
Untersucht wurden neben der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit in verschiedenen Funktionsbereichen die Ammoniak-, Kohlendioxid- und Schwebstaubkonzentration. Die Ergebnisse aus dem Teilbereich Schwebstaubkonzentration werden nachfolgend dargestellt.

2 Material und Methode

2.1 Untersuchte Systeme

Die Erhebungen wurden auf Praxisbetrieben in folgenden Haltungssystemen durchgeführt:

Als wärmegedämmte Systeme: 3 Ställe mit Vollspalten und 2 Ställe mit Teilspalten
Als nicht-wärmegedämmte Systeme: 2 Ställe mit System "Kistenstall" und 3 Ställe mit System "Kriegerschür"
Bei dem letztgenannten System handelt es sich um einen Aussenklimastall mit angeschlossenem, überdachtem Auslauf. Das Systemkonzept sieht vor, dass die Mastschweine den Stallinnenraum zur Futteraufnahme und als Liegebereich nutzen und im Auslauf den Kotbereich anlegen. Der Auslauf besitzt einen teilperforierten Boden, der Innenbereich wird mit durchschnittlich 70 g Stroh pro Tier und Tag eingestreut.

2.2 Messtechnik

Während den Intensivmessungen wurde die Schwebstaubkonzentration mit einem Streulichtphotometer ermittelt. Dieses Verfahren bietet eine sehr gute Annäherung an die effektive Gesamtstaubmenge und erreicht zusätzlich durch die kontinuierliche Arbeitsweise eine hohe

zeitliche Auflösung (W_{OIWODE},1976). Das gewählte Streulichtverfahren nach Sigrist misst die Gesamtstaubkonzentration. W_{OIWODE} (1976) wies die volle Erfassungsbreite für Schwebstaub von 1-10 μm für das Streulichtverfahren nach.
Das Sigrist-Photometer wurde zusammen mit anderen Messgeräten in einem Messwagen ausserhalb des Stalles installiert. Die Stallluft wurde über Teflonleitungen angesaugt. Mit Hilfe eines Messstellenumschalters konnten sechs Messstellen an den Messgeräten angeschlossen werden. Von allen Messstellen wurde alle 15-Minuten ein Messwert gespeichert.

3 Ergebnisse und Diskussion

Für die Staubkonzentration in Ställen gibt es keinen allgemein anerkannten Grenzwert. Meist wird jedoch von 6 mg/m^3 ausgegangen ($B_{RESK\ UND}$ S_{TOLPE}, 1975).
Im System "Kriegerschür" wurden nur in Ausnahmefällen kurzzeitig erhöhte Werte der Schwebstaubkonzentration gemessen. Beim System "Kistenstall" handelt es sich um ein Haltungssystem mit getrennten Klimabereichen, d.h. es ist ein wärmegedämmter Liegebereich und ein offener Aktivitätsbereich vorhanden. Daraus folgt, dass die Staubkonzentration in den Ruhekisten und im Aktivitätsbereich gesondert betrachtet werden muss.

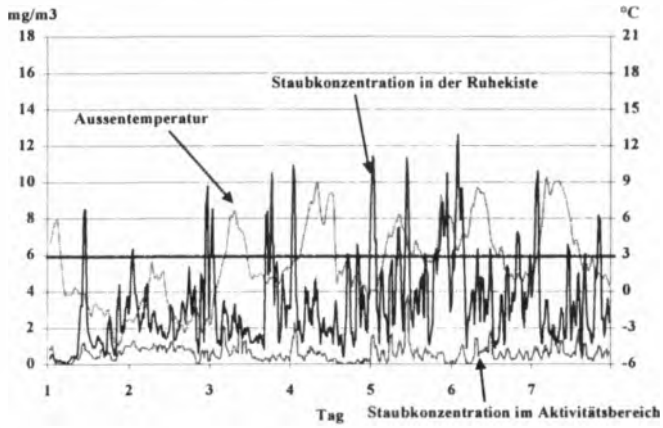


Abb. 1: Verlauf der Schwebstaubkonzentration und der Aussentemperatur in einem Kistenstall im Winter in Abhängigkeit vom Messort

Fig. 1: Course of the outside temperature and the atmospheric dust concentrations in a kennel house in winter as a function of the place of measurement

Aus Abbildung 1 geht hervor, dass die Schwebstaubkonzentrationen im Aktivitätsbereich auf einem sehr tiefen Niveau lagen. Dies ist auf die freie Lüftung zurückzuführen, die Schadstoffe schnell aus dem Stall entfernte. In den Ruhekisten, die über keinerlei Ventilation verfügten, war die Schwebstaubkonzentration in erster Linie von der Aktivität der Tiere abhängig. Man erkennt, dass am Tag 1 gegen Mittag die Konzentration in der Kiste anstieg. Dies war der Zeitpunkt der Neubelegung des Stalles. Scheinbar stand die Staubkonzentration in der Kiste in einer negativen Abhängigkeit zu der Aussentemperatur. Jedoch muss berücksichtigt werden, dass die Tiere die Kisten insbesondere zum Ruhen in der Nacht aufsuchten. Im Winter hielten sich die Tiere ausser zum Fressen mehrheitlich innerhalb der Kisten auf, sodass es in der Kiste zu hohen Staubkonzentrationen kam. Im Sommer war die Staubkonzentration in den Ruhekisten, bedingt durch die kürzere Aufenthaltszeit, tiefer.

In den wärmegedämmten Stallsystemen (Teil- und Vollspalten) ist eine starke jahreszeitliche Abhängigkeit der Schwebstaubkonzentrationen, bedingt durch die unterschiedlichen Luftraten, gegeben.

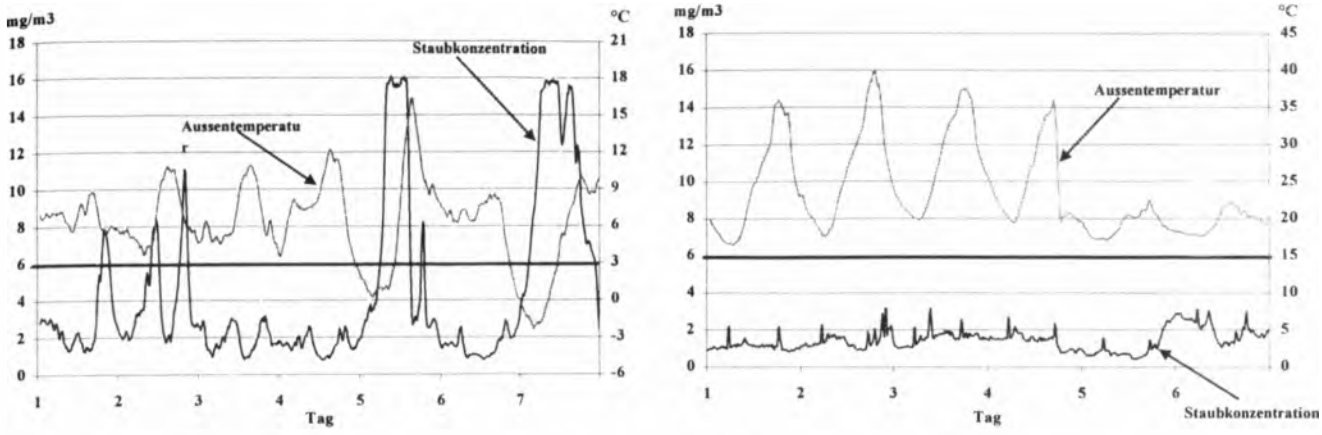


Abb. 2: Verlauf der Schwebstaubkonzentration und der Aussentemperatur in einem wärmegedämmten Stall (System „Vollspalten"). Links Winterluftrate; rechts Sommerluftrate

Fig. 2: Course of the outside temperature and the atmospheric dust concentrations in an insulated house for fattening pigs (fully slatted floor). Diagram on the left: situation in winter; diagram on the right: situation in summer

In Abbildung 2 ist für die Wintersituation ein Zusammenhang zwischen der Aussentemperatur und der Staubkonzentration erkennbar. Wenn die Aussentemperatur für mehrere Stunden absank (Tag 5 und Tag 7), was zu einer Senkung der Luftwechselrate führte, wurde ein starker Anstieg der Staubkonzentration gemessen. In der Sommersituation hingegen hatten die Schwankungen der Aussentemperatur, als Folge der generell höheren Luftrate, keinen Einfluss auf die Schwebstaubkonzentrationen.

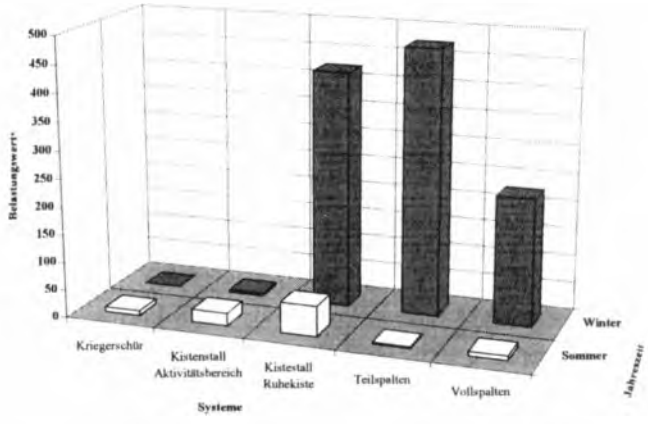


Abb. 3: Belastungswert durch Schwebstaub in Abhängigkeit von der Jahreszeit und dem Haltungssystem

Fig. 3: Pollution degree caused by atmospheric dust as a function of the season and the housing system

Die Belastung der Tiere durch Schwebstaub setzt sich aus der Belastungsdauer und der Belastungshöhe zusammen. Als belastende Grenze wurden auch in der vorliegenden Untersuchung 6 mg/m^3 angenommen. Für jedes System wurde ein Belastungswert aus der Staubkonzentration und der Zeitdauer errechnet, in der dieser Grenzwert überschritten war (Abbildung 3).
Während den Sommermessungen wurden generell geringe Belastungswerte ermittelt. Im Winter wurden im System "Kriegerschür" und im Aktivitätsbereich der Kistenställe ebenfalls geringe Belastungswerte festgestellt. Im System "Teilspalten" und in den Ruhekisten der Kistenställe wurden in den Wintermonaten sehr hohe Belastungswerte ermittelt, das System "Vollspalten" nahm eine Mittelstellung ein. Bei der Beurteilung der Belastung im System "Kistenstall" muss berücksichtigt werden, dass die Mastschweine nur während 13,5 % des Tages den Rüssel innerhalb der Kiste hatten, während der restlichen Zeit befanden sie sich im Aktivitätsbereich oder lagen so in der Ruhekiste, dass sie den Kopf ausserhalb der Kiste hatten.

4 Literatur

B$_{RESK}$, B.; S$_{TOLPE}$, J. (1975): In: Z$_{EITLER}$, M.H.:Hygienische Bedeutung des Staub- und Keimgehaltes der Stallluft.
Sonderdruck aus Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, 65, SH 1/1988

W$_{OIWODE}$, J.(1976): Vergleichende Untersuchungen zur Grössenbestimmung koloniebildender Einheiten in der Stallluft.
Diss. med. vet., Universität Hohenheim

Die weitere zugrundeliegende Literatur kann bei den Verfassern bezogen werden.

5 Summary

Atmospheric dust concentrations were continuously measured in practice in non insulated and insulated houses for fattening pigs. The results showed that the use of straw in non insulated houses does not lead to an increase of the dust concentration. The highest concentrations of atmospheric dust was recorded in insulated houses and inside the kennels of kennel houses in winter. As the pigs' heads were outside the kennels in 86,5 % of the day, the animals mainly breathed only the slightly polluted air from the activity area.
In summer, only very low dust concentrations were measured in all housing systems examined.

ON THE STATISTICAL PREDICTION OF WATER REQUIREMENTS IN THE MILK-COWS BARS

PETROVIC V. DRAGAN, MILAN TOSIC, TOPISIROVIC R. GORAN

Univ. of Belgrade, Faculty of Agriculture, Dep. for Agricultural Mechanisation, Nemanjina 6, Y-11080 Zemun

1 Introduction

Preservation of ecologically pure environment and limited natural resources is an important goal of contemporary science. Significant advances of technology, especially during the last century, resulted in biological disaster and environment contamination. It became evident that survival of human civilization is not possible without the existence of other living creatures, preserving the ecologically clear environment and careful usage of available resources. However many financially successful technological projects still does not take into account the resulting damage of nature and decrease chances for our future survival. In the area of livestock housing, employing the mathematical modeling and statistical analysis could decrease this problem. Having on mind that resources of pure water represent one of the most critical ecological aspects and that its preparation consumes significant energy resources, many researchers extensively analyzed the water consumption in the livestock buildings. Consequently, important results about the influence of air temperature and humidity, food dry-matter content, temperature of supplied water, Na-Cl content in the food, supplied water drinking-frequency and restrictions, milk production, type of housing, etc. were published (see *Agricultural Research Council 1965* and *Topisirovic 1994* for example).

2. Experimental conditions and scientific goal

The goal of this paper is to provide an additional empirical data and describe relevant influences on the water consumption in the milk-cow bar. Analysis is founded on elementary statistics, in order to reveal principal directions for the future studies. Presented data originate from the farm "Mladost" at "PKB-Jedinstvo". Monitoring period of 39 weeks was chosen from 04.05.1992. to 01.02.1993., in order to include the whole range of typical climate conditions during a year. Water consumption was registered weekly, while air temperature and humidity were measured three times per day, at 7 P.M., 2 A.M. and 9 A.M. Average daily values were calculated as their averages. Daily milk production is measured every day.

3. Standard descriptive statistics

Basic descriptive statistics is presented in the table no. 1 for weekly-averaged daily water consumption per cow, weekly-averaged mean air temperature and relative humidity, as well as daily milk production per cow. In the first column are listed mean values, in the next two limits of confidence interval containing 95% values, while column no. 4-6 present the interval ranges. Standard deviations, skewness factors and kurtosis are listed in the column no. 7-9.

Tab. 1: Standard descriptive statistics of water consumption and other relevant parameters.

	Mean	Conf.-95%	Conf.+95%	Min.	Max.	Range	RMS	Skew.	Kurt.
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Water consum. (lit/cow/day)	50.21	46.98	53.45	35.68	72.85	37.17	9.98	0.66	-0.51
Amb. Temp. (C^0)	14.30	11.20	17.40	-7.50	26.90	34.40	9.57	-0.61	-0.68
Rel. humidity (%)	79.81	77.67	81.95	67.30	93.10	25.80	6.61	0.04	-0.83
Milk prod. (lit/cow/day)	19.14	18.66	19.63	16.24	21.75	5.51	1.49	0.12	-0.83

Tab. 1 shows high dispersion of values of daily water consumption per cow within the monitoring period. Minimum value is nearly twice smaller that the maximum one, which means that capacity of water-supply system was not optimally used in all seasons. Although some variations are unavoidable because of variable ambient conditions and biological reasons, it would be useful to examine the relevant parameters with the strongest influence on water consumption and increase the efficiency of supply systems. Listed values of skewness factors and kurtosis illustrate significant deviations of all parameters from the normal Gaussian distribution. Large assumetry of distribution is evident for water consumption (S=0.66) and air temperature distribution (S=-0.61). In the cases of milk daily production (S=0.12) the assumetry is weak, while for air-humidity distribution is negligible (S=0.04). Kurtosis is far away from the value 0 that corresponds to the normal distribution for all analyzed parameters.

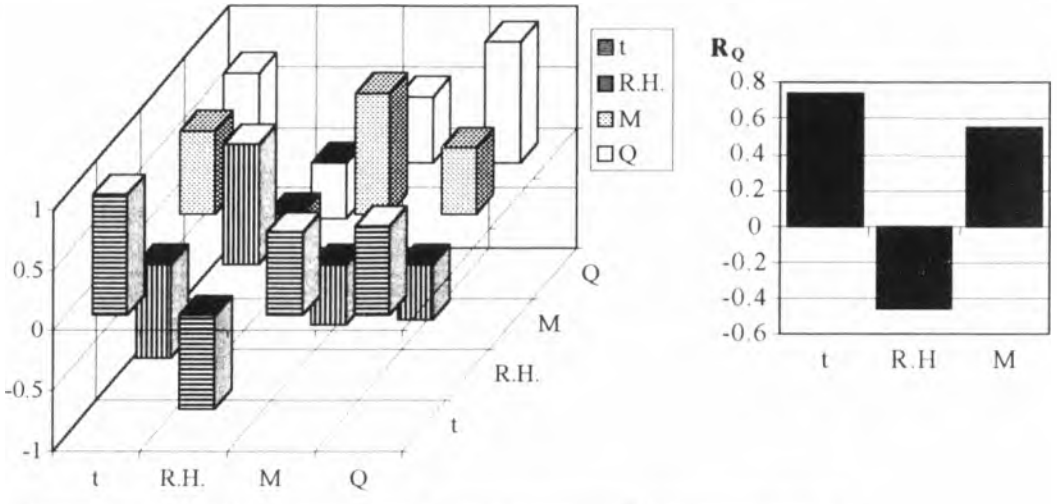
4. Correlation analysis and regression line

Tab. 2: Correlation matrix.

	Amb. Temp. (C^0)	Rel.hum. (%)	Milk prod. (lit/cow/day)	Water cons. (lit/cow/day)
Amb. Temp. (C^0)	**1**	-0.78	+0.69	+0.74
Rel.humidity (%)	-0.78	**1**	-0.50	-0.46
Milk prod. (lit/cow/day)	+0.69	-0.50	**1**	+0.55
Water cons. (lit/cow/day)	+0.74	-0.46	+0.55	**1**

Table 2 presents correlation coefficients between tested variables, which are illustrated in fig. 1 ("Q" is the water consumption, "t" represents ambient temperature, "RH" air humidity and "M" designates milk production). Our results show significant dependence of "Q" from ambient temperature (R=+0.74), air-humidity (R=-046) and milk production (R=0.55). Highly positive correlation between the air temperature and water consumption is quite logical. Increasing the ambient temperature decreases temperature difference between the animal skin and environmental air, what results in decreased convection cooling flux of the animal. In such conditions, metabolic heat has to be additionally released through evaporation. It results in increased loosing of water, which has to be consumed. Similarly, negative correlation coefficient between water consumption and air-humidity can be explained by two reasons. The first is connected with decreased water evaporation (from the cow skin) at higher relative air-

humidity. The other reason originates from physical properties of atmospheric air: decreasing the air-temperature increases its relative humidity, especially during the winter. Negative correlation coefficient (R=-0.78) between the air temperature and humidity confirms this conclusion. Follows that heat convection from the animal skin toward the ambient air will be increased thanks to larger temperature difference, what decreases the animal's requirement for water consumption. Positive value of the correlation coefficient between the milk production and water consumption (R=0.55) is in general agreement with the results of *Murphy et al 1983*, *Crampton et al 1969*, etc. Having on mind that 87% of milk contents belongs to water, the increase of water consumption at increased milk production is logical.



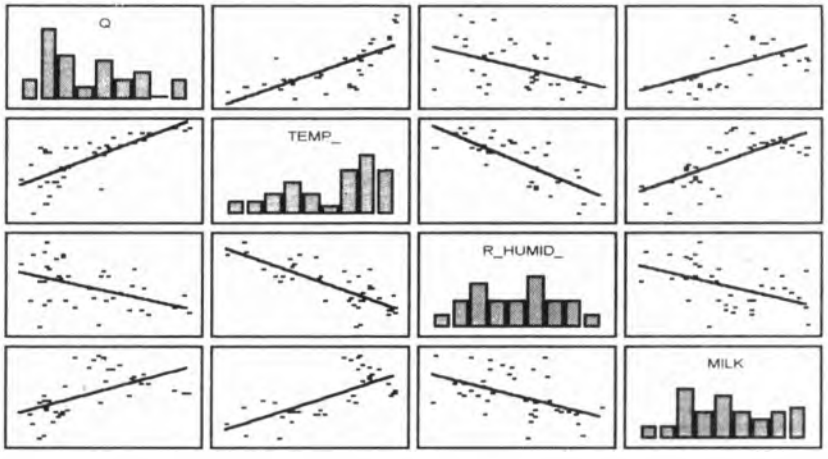


Fig. 1: Correlation of water consumption with relevant parameters (up).
Fig. 2: Correlation between measured parameters (down).

Correlation between the monitored parameters is illustrated in fig. 2. Experimental data are presented together with regression lines. Corresponding histograms are also provided, showing significant deviations of real distributions from the normal (Gaussian).

After correlation analysis, a multiple lienar-regression method was applied, which gave the equation **Q=-5.75+0.97*t+0.44*RH+0.38*M** which describe water consumption "Q"

dependence on the air temperature "t", humidity "R.H." and milk production "M". Correlation coefficient reached the value of R=0.77 and standard estimation error was Sy=6.37.

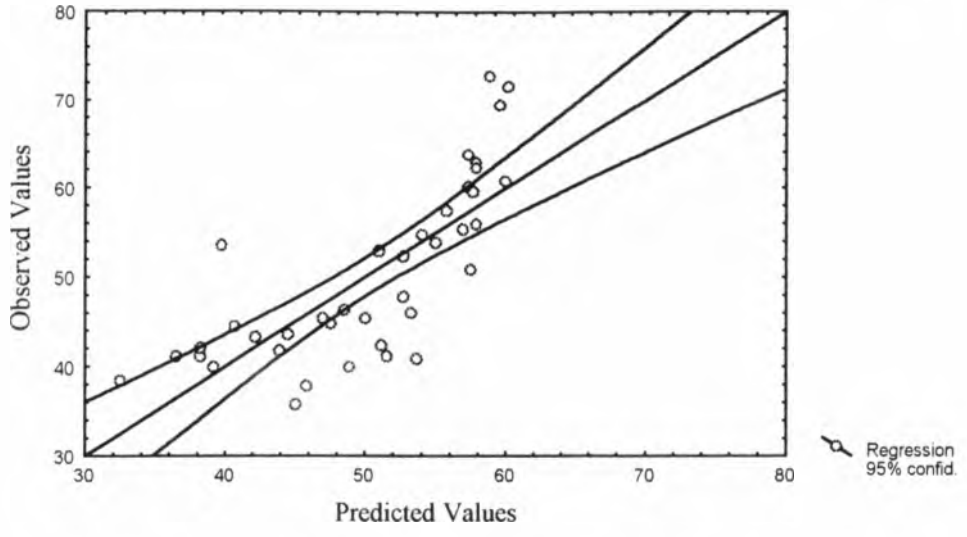


Fig. 3: Test of regression line: predicted v.s. observed values.

5. Conclusions

Values of "R" and "Sy" show that a non-linear model should be used instead of linear. In addition, fig. 3 shows that 95% confidence area does not include a significant number of experimental points. Data sample has to be increased in future studies, in order to improve the reliability of results and corresponding conclusions. Furthermore, additional parameters should be included in the analysis, such as the NaCl content, variable water temperature, air velocity and exchange rate within the bar, dry matter content and other food properties, etc. However, it is very important to qualitatively improve the applied statistical tools. For example, the partial correlation analysis, testing of distribution types of all variables etc. should be performed. The biological properties of various cows should be also included in the analysis.

6. References

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (1965): The Nutritient Requirements of Farm Livestock no. 2. Ruminants, Technical Reviews and Summaries, London.

CRAMPTON E. W. AND HARRIS L. E (1969): Applied Animal Nutrition, San Fransico.

MURPHY M. R., DAVIS C. L., MCCOY G. C. (1983): Factors Affecting Water Consumption by Holstein Cows in Early Lactation. Journal of Daury Science 66, pp. 35-38.

TOPISIROVIC R. GORAN (1994): Research of water consumption in the objects for milk cows, M.Sc. thesis, University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Belgrade (in Serbian).

ACKNOWLEDGEMENT: The work is granted by Serbian Ministry of Sci. & Techn. (pr. 08M01).

Evaluation of a computerized method of management of the feeding of dairy cow

Radev, Dimitar[1], Stoyanov, Ivailo[1]

[1]University of Rousse, Department of ESEO, 8 Studentska Street, 7017 Rousse, Bulgaria

1. Introduction

Modern microelectronics already gives opportunities for monitoring and management of feeding, individual milk yield and health control with tied housing system and a main milk pipeline. The general conception for development of a management system when breeding small herds (20-30 cows) suggested by Radev (1997), is characterized by the presence of a common lactometer which send information about the quantity of milk at the moment of milking (fig. 1). The collected and processed data about the yield of each cow is used when there is programmed distribution of the concentrate fodder, planning and optimization of the fodder farming prognostication of the annual yield of the whole herd. With the introduction of

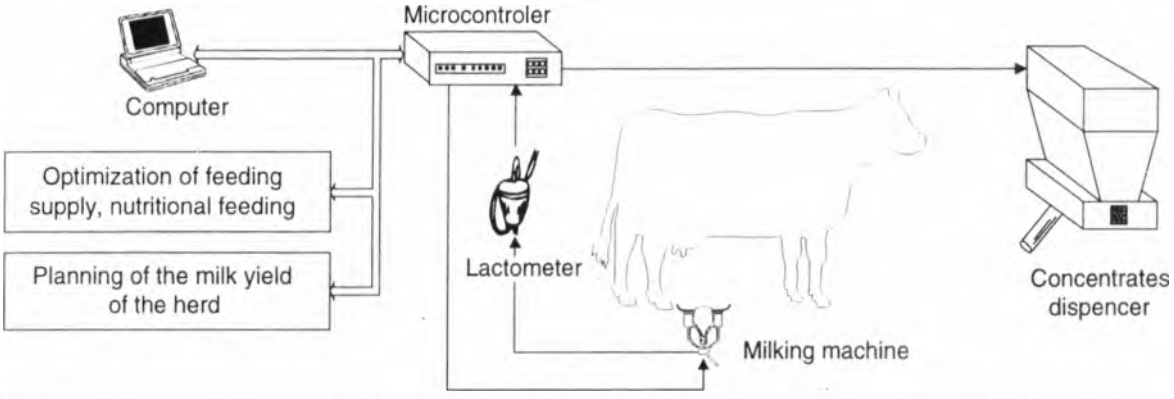


Figure 1: A general conception of a computer-aided management system with tied housing system for dairy cows

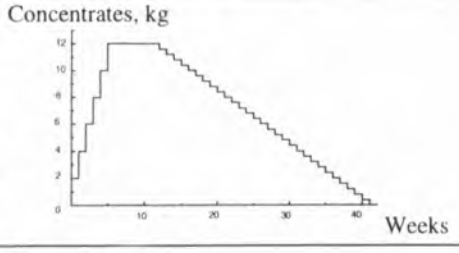
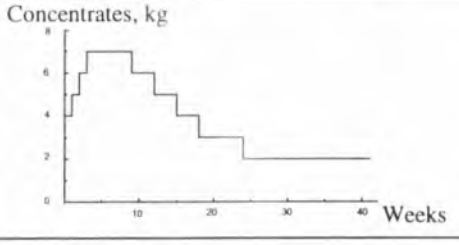
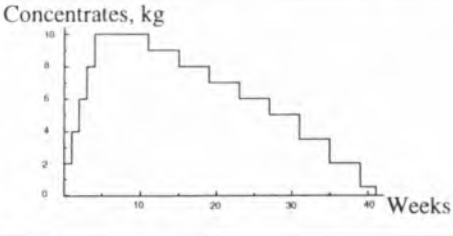
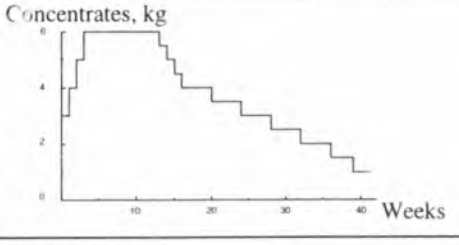
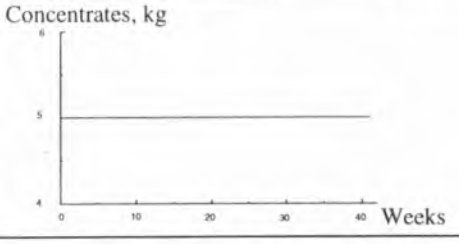
a feedback for control of the yield there arise problems connected with the determining of the minimum number of measuring and the interval between two successive measuring of the daily yield, necessary for the lactation curve of each cow. The present paper deals with the evaluation of different lactation curves and finding of characteristic sections from them, which serve as the basis of the strategy for programmed feeding (individual and group) of the cows.

2. Materials and methods

Observations were carried out using a representative excerpt from 54 Bulgarian Holstein cows (Tab. 1). The distributing of roughage was carried out "ad libitum". The control of the yield took place in the following manner: once a week the daily yield of each cow was reported. The cows were grouped according to the lactation stage and the prognostic annual yield (the base was the past year) and the concentrates for each group was distributed using a specific programme. The cows in group B and C are bred by private farmers (from 5 to 10 cows in a

herd) and due to this fact during the greater part of the lactation period (6-7 months) they were taken out to pasture. During the first 24 weeks after the calving the cows from group B were given 120 kg concentrate fodder, as the first 12 weeks the quantity was increased at the expense of the rest. The feeding in group C corresponds to the expected annual yield (on the basis of the past lactation), as the daily concentrate ration was changed regularly at the beginning, in the middle and at the end of the lactation cycle. The group D and E were kept in separate barns and the distributed concentrates for D was calculated using Todorov's factorial method of the fodder with rates (1997). The cows from group E were fed with constant quantity of concentrate fodder (5 kg) during the whole lactation. The lactation (Kelpis, 1994) for Holstein dairy cows with expected milk yield, 5500 kg, fed according to the recommendations of the firm Alfa Laval, was used as a control curve.

Table 1: Feeding processes of the experimental groups of cows

Group	Data for the herd		Feeding
A (by Alfa Laval)	Dairy cows	-	
	Expected milk yield, kg	5500	
	Stage of lactation	-	
	Body weight, kg	-	
B	Dairy cows	18	
	Expected milk yield, kg	4700	
	Stage of lactation	5	
	Body weight, kg	610	
C	Dairy cows	14	
	Expected milk yield, kg	5200	
	Stage of lactation	3	
	Body weight, kg	560	
D	Dairy cows	12	
	Expected milk yield, kg	-	
	Stage of lactation	1	
	Body weight, kg	450	
E	Dairy cows	10	
	Expected milk yield, kg	-	
	Stage of lactation	1	
	Body weight, kg	490	

3. Results and discussion

The weekly measuring of the daily yield of each cow were processed statistically for the respective group and the described by Zenger (1996) method was used. After that general lactation (fig. 2) were drawn. The results show that the chosen regimen of diet for the cows from group B is not suitable and leads to undernourishment at the beginning of the lactation and this strongly influences the annual yield of the cows (curve B). The resulting curve C is closest to the control curve A. It can be maintained that the regimen of diet of the cows from third lactation has been the suitably chosen. An increase of the annual yield may be expected when we increase the concentrate ration during the first weeks after calving when distributing constant quantity of fodder we can notice an increase of overfeeding as the lactation progresses (curve E). It is obvious that with this type of feeding the yield goes this down more slowly than with the feeding according to rates (curve D). The low value of the lactation maximum of curve D and its shift during the 7-8 weeks show undernourishment of the cows from this group and that's why corrections in the regiment of diet are necessary.

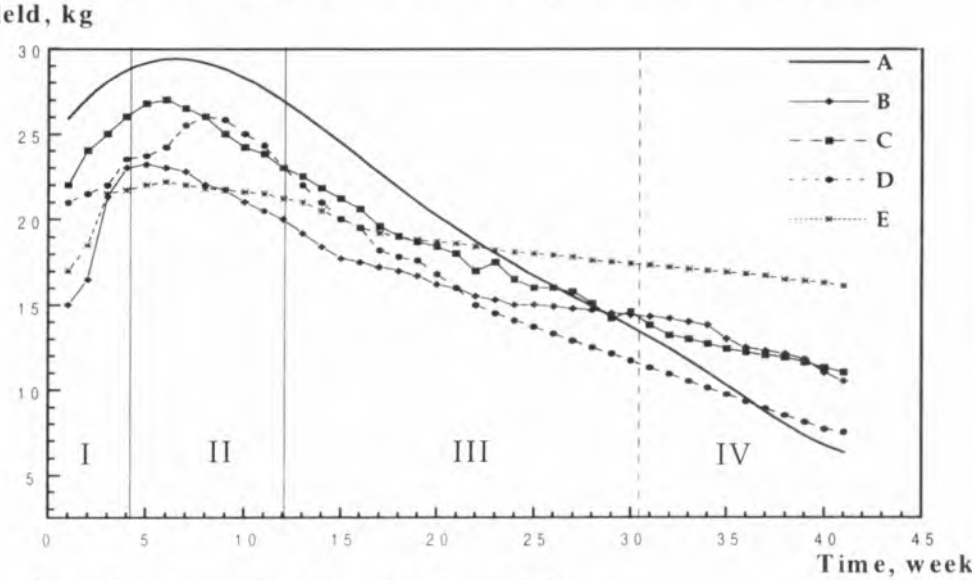


Figure 2: Lactation curves from the experimental data

The resulting dependencies (fig. 2) were processed with the help of a sigmoidal analysis. According to the described in N. N. (1983) automatic cow calendar the lactation curve is divides into 4 zones, When the daily milk yield at the end of the lactation is relatively high and is due to unsuitable regimen of diet with concentrate fodder, correction of the feeding is necessary (zone IV).

Table 2: Number of measuring (N_{min}) and the interval between 2 successive samples (Δ) in days, necessary for the description of zones of the lactation curve

Zones of the lactation curve	I (to 30 day)		II (to 90 day)		III (to 215 day)		IV (to 305 day)	
Fixed parameters	N_{min}	Δ	N_{min}	Δ	N_{min}	Δ	N_{min}	Δ
Lactation B	3	≤3	4	≤5	3	≤3	3	≤2
Lactation C	3	≤7	2	≥14	3	≤3	3	≤2
Lactation D	3	≤14	3	≥10	3	≤3	3	≤2
Lactation E	3	≤10	2	≥14	3	≤3	3	≤2

The values of the minimum number of measuring and the interval between two successive measuring of the daily milk yield, necessary for the describing, accurately enough)with a

mistake $\varepsilon \leq 2{,}5\%$), of the general lactation curve for each group of cows for each zone is shown in Tab. 2. They allow us to create a computer-aided for programmed taking of data about the daily milk yield of each cow and it can be used when working out a complex system for keeping herds with tied rearing.

4. Conclusions

General lactation for a representative excerpt from 54 Bulgarian Holstein calves with different regimen of feeding have been drawn, With the help of the sigmoidal analysis , 4 separate zones have been established and in these zones the daily yield of each cow has a common character of changing. On the basis of this the optimum number of control measuring in every zone and the interval between two successive samples have been determined, which together with the data about past lactation can be used when choosing the regime for distributing of concentrate when optimizing the fodder farming for transfer of data to the computerized management system.

5. References

Kelpis, E., Kossa, Y. (1994): Means for control of the production processes in the private farms with tied rearing of the cows. Scientific Works from NIMESS. Series 2: Mechanisation of the Processes in Animal Husbandry, Sofia (Bulgaria), 13-22.

N.N.(1983): Automation of dairy farm management. Istitute of Agricultural Engineering (IMAG) Wageningen (the Netherlands), Research Report 83-1.

Radev, D. (1997): Research work on a proportioner for computer-aided individual feeding of diary cows. Dissertation, University of Rousse (Bulgaria).

Todorov, N. (1997): Rates of feeding and nutritive values of the fodder for calves and buffaloes. Pensoft, Sofia (Bulgaria).

Zenger, X (1990):Methodische Ansätze zur computergestützen Überwachung der Milchleistung in der Milchviehhaltung. Dissertation Weihenstephan, MEG-Schrift 189.

6. Summary

The introduction of a feedback for control of milk yield in the management systems of rearing small herds (20-40 cows) is being discussed in this paper. Information about the dairy milk yield of 54 Bulgarian Holstein calves has been gathered and processed; the concentrate fodder has been distributed according to different feeding programmes during one lactation cycle (305 days).

Four separate lactation zones of the lactation curve have been determined and in these zones the daily milk yield has got a common character of changing, The parameters influencing the authenticity when collecting and processing the information form the milking machine have been indicated.

Fertilizing Effects of Aerobically Composted Dairy Solid Manure

RADIVOJEVIC, DUSAN[1], TOSIC, MILAN[1], TOPISIROVIC, GORAN[1]

[1]Faculty of Agriculture, Nemanjina 6, YU - 11080 Belgrade - Zemun

1 Introduction

New technologies in organic waste treatment are of strategic importance for environmental protection. Their basic aim should be to create rapid conversion of organic into mineral matter and in plant available forms, with lowest energy costs (Radivojevic, 1993.).

New technologies of solid manure treatment on large farms should solve following problems:

- recycling of pathogens from manure,
- recycling of resistant weed seeds,
- space provided for fermentation and storage of compost,
- decrement of nutrients during fermentation,
- mass volume,
- energy input for its care,
- transport and application costs.

2 Material and Methods

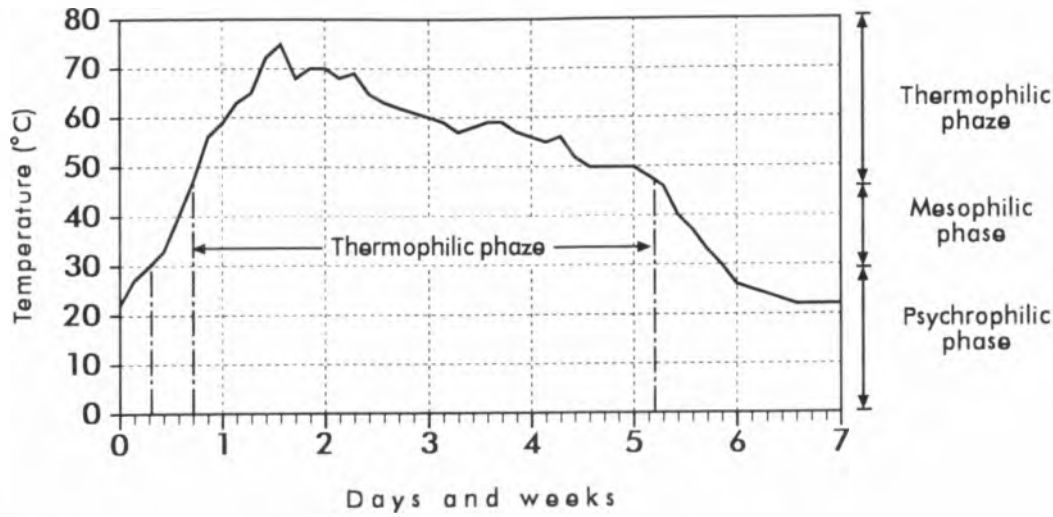
The investigations were conducted on the farm with 2000 dairy cows at the Agricultural Corporation Belgrade. Stalls with stantion barns are wheat straw bedded. Fresh dairy manure (1 kg straw per 7 l excrements in ratio, total amount 800 t) was formed into narrow piles (3 m wide, 70 m long, 1 m high). The dimensions was adapted to the working dimensions of a self-propelled turning machine (Schuchartdt, 1987.). Anaerobically fermentated Manure of the same starting characteristics was used as a control sample. Characteristics of self-propelled turning machine (Radivojevic, 1996.): weight 3400 kg, engine power 58 kW, r.p.m. 2200 min^{-1}, working width 3280 mm, clearing height 1500 mm, working speed 280-720 m/h, efficiency 200-1300 m^3/h. During the 7 weeks treatment 12 tu-rnings were performed. The obtained results were stati-stically analyzed, and are presented graphically and numerically.

Tab. 1: Characteristics of the manure at the beginning of the treatment

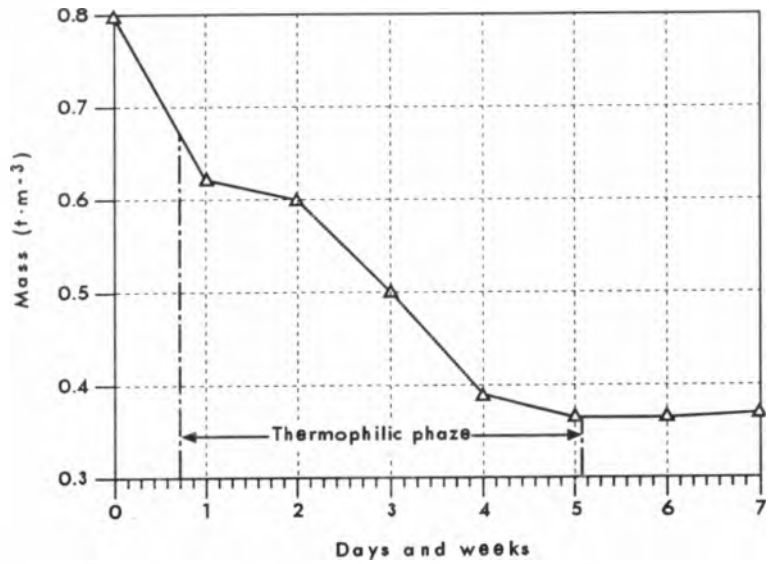
Water content (%)	Mineral matter (%)	Organic matter (%)	pH	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)
78.34	2.77	97.22	7.72	0.77	0.36	0.46

2 Results

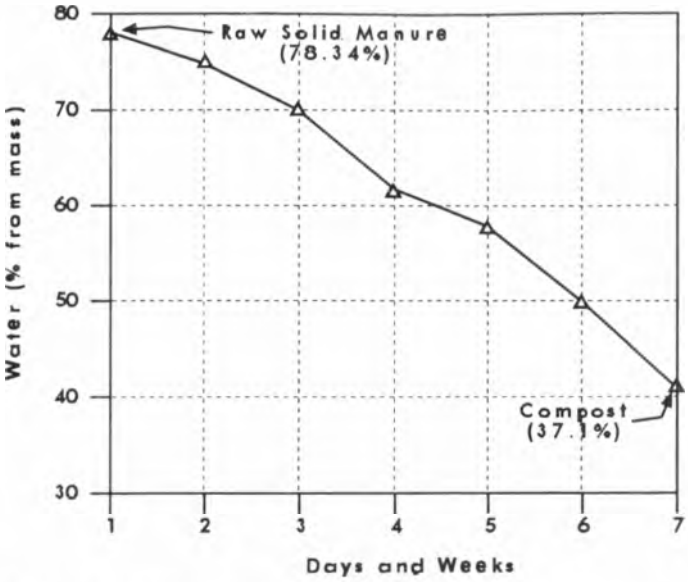
2.1 Changes of manure physical properties



Graph. 1. Temperature changes during the treatment



Graph. 2. Weight changes during the treatment



Graph. 3. Water content changes during the treatment

2.2 Changes of manure fertilizing properties

Mineralization of organic matter increased total NPK contents by 3.76 times. During the fermentation high temperatures also performed manure disinsectioin and elimination of germination ability of weed seeds. Heavy metals such Pb, Cd and As were found in traces (Table 1).

Tab. 2: Changes of manure fertilizing properties during aerobic fermentation

Weeks of Care	Water (%)	Dry Matter		pH	Macroelements (%)						Heavy Metals (mg kg^{-1})		
					N		P_2O_5		K_2O				
		Min.mat. (%)	Org. mat.(%)		Total	Soluble	Total	Soluble	Total	Soluble	Pb	Cd	As
1.	78.34	2.77	97.22	7.92	0.77	0.16	0.36	0.29	0.46	0.27	1.22	0.102	0
2.	77.65	3.51	96.48	8.31	0.69	0.17	0.36	0.30	0.54	0.31	1.53	0.087	0
3.	71.60	4.82	95.18	8.75	0.90	0.20	0.46	0.41	0.69	0.34	1.47	0.11	0
4.	63.39	6.89	93.11	8.79	1.08	0.10	0.73	0.66	0.98	0.54	1.56	0.27	0
5.	58.21	8.57	91.41	8.74	1.09	0.07	0.80	0.49	1.03	0.55	1.79	0.38	0
6.	51.43	10.23	89.71	8.46	1.65	0.08	1.50	0.95	1.35	0.59	2.93	0.37	0
7.	39.01	13.71	86.71	8.31	2.04	0.08	1.79	1.16	2.11	0.61	3.23	0.15	0

3 CONCLUSIONS

The results of solid manure aerobic treatment as compared to anaerobic fermentation allow for the following conclusions:

- Solid manure was converted by aerobic treatment into a fine, loose compost within the period of 7 weeks. This process, as compared to anaerobic fermentation, was shortened, on average, by 6 times.
- From both, economical and ecological aspects, storage capacities were more efficiently utilized.
- In the thermophilic phase of aerobic care, manure was released from pathogens and weed seeds were destroyed by thermodisinsection due to temperature rise up to 75°C.
- Finally, a considerable part of organic matter was mineralized by aerobic fermentation, and along with beneficial changes of physico-chemical properties such as weight reduction, volume reduction, looseness decrease, compost fertilizing value was increased by 4 times, as well as economic effectiveness of its application was achieved.
- Accordingly, manure disposal and handling on dairy farms should necessary include composting by aerobic fermentation.

REFERENCES

RADIVOJEVIC, D. (1993): Technical and Technological Solutions of Compost Production From Pig Liquid Manure and Organic Wastes of Plant Production. Ph.D. Thesis. Faculty of Agriculture. Belgrade.

RADIVOJEVIC, D. (1996): Energetical and Exploitational Characteristics of Mobil Equipment for Manure Treatment. Contemporary Agricultural Technique. Vol. 22, nr. 7, pp. 600-604. Novi Sad.

SCHUCHARTDT, F. (1987): Composting of Liquid Manure and Straw. Proceedings of International Symposium on Agricultural Waste Management and Environmental Protection. Braunschweig. pp. 271-281.

TOSIC, M., RADIVOJEVIC, D. (1989): Verwendung von Stroh zur Kompost-herstellung in Landwirtschaftlichen Grosbetrieben. IV Internacionale Wissenschaftliche Arbeitstagung, Mechanisierung der Prozesse der Getriderproduction Halle. pp. 62-63.

SUMMARY

On a dairy farm with 2000 cows, changes of solid manure (1 kg straw : 9 l excrements in ratio) during the aerobic and anaerobic fermentation were analyzed. Procedure involved continual measurement of: temperature, volume, water and organic matter contents, pH, total macroelement contents and their low soluble forms. Solid manure was aerobically treated during 7 weeks; its volume decreased by 2.3 times, macroelement contents decreased by 4 times as compared to unit volume of compost obtained by anaerobic treatment.

Investigations on the use of recuperative heat exchangers for stabilazation of the stable air condition

SEUFERT, HERMANN, KLEMENT, STEFFEN

Institut für Landtechnik der Justus-Liebig-Universität zu Giessen, Braugasse 7, 35390 Giessen

1 Einleitung

Die Notwendigkeit des sparsamen Umgangs mit den endlichen Ressourcen und die Erfordernis, regenerative Energiequellen zu erforschen und vermehrt zu nutzen ist heute weitgehend unbestritten.

Die Beschäftigung mit der Lüftung von Schweineställen führt in diesem Zusammenhang unmittelbar zu dem Problem, daß in der Wintersituation einerseits erhebliche Wärmedefizite auftreten, gleichzeitig aber große Wärmemengen durch Lüftungswärmeverluste nutzlos emitiert werden.

Vor diesem Hintergrund drängt sich bei der Beschäftigung mit Lüftungsanlagen für Schweineställe die Frage auf, ob die auftretenden Lüftungswärmeverluste nicht mit Hilfe rekuperativer Wärmetauscher deutlich reduziert und die Stallwärme somit besser genutzt werden kann. Die auf diese Weise eingesparte Energie sollte darüberhinaus helfen Betriebskosten zu sparen, so daß auch der wirtschaftliche Anreiz zur Nutzung solcher Anlagen nicht fehlt.

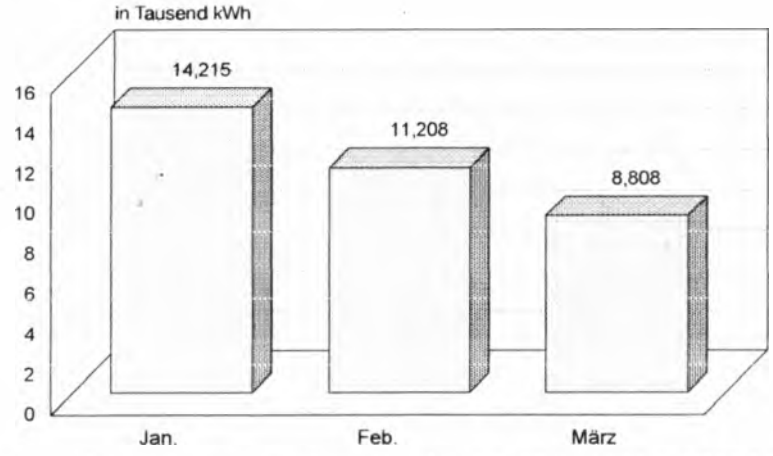


Abb. 1: Lüftungswärmeverluste von Jan. bis März 1998 bei 300 Mastplätzen

Abbildung 1 zeigt die Verluste an sensibler Wärme, wie sie bei den tatsächlichen Außentemperaturen in den Monaten Januar bis März 1998 bei Luftwechsel nach DIN 18910 entstehen. Diese Wärmeverluste beeinflussen maßgeblich die Wärmebilanz des Gebäudes und stellen in Form von Heizkosten einen direkten wirtschaftlichen Aufwand dar.

Die grundsätzliche Überlegung beim Einsatz von Wärmetauschern ist es, diese ohnehin vorhandene Wärme weiter für den Produktionsprozeß zu nutzen, damit Heizkosten und Energie zu sparen und somit Umwelt und Ressourcen zu schonen.

2 Material und Methode

Der untersuchte Wärmetauscher ist in Abbildung 2 skizziert. Er besitzt 70 gerippte Kunststoffrohre mit einem lichten Durchmesser von 57 mm. Sie sind versetzt angeordnet und variieren in der Länge in Abhängigkeit von der Position zwischen 225 cm und 270 cm. Damit ergibt sich für die Wärmeübertragung eine Oberfläche von etwa 34 m^2.

In den Röhren wird der Fortluftstrom nach außen geführt, der Frischluftstrom wird zwischen den Röhren in den Zuluftkanal transportiert. Beide Luftströme werden durch je einen Ventilator unterstützt. Unterhalb der Tauschereinheit sitzt eine flach zulaufende Auffangwanne, an deren tiefstem Punkt ein 8 cm dickes Kunststoffrohr das anfallende Kondenswasser aus dem Tauscherbereich in den Stallraum leitet.

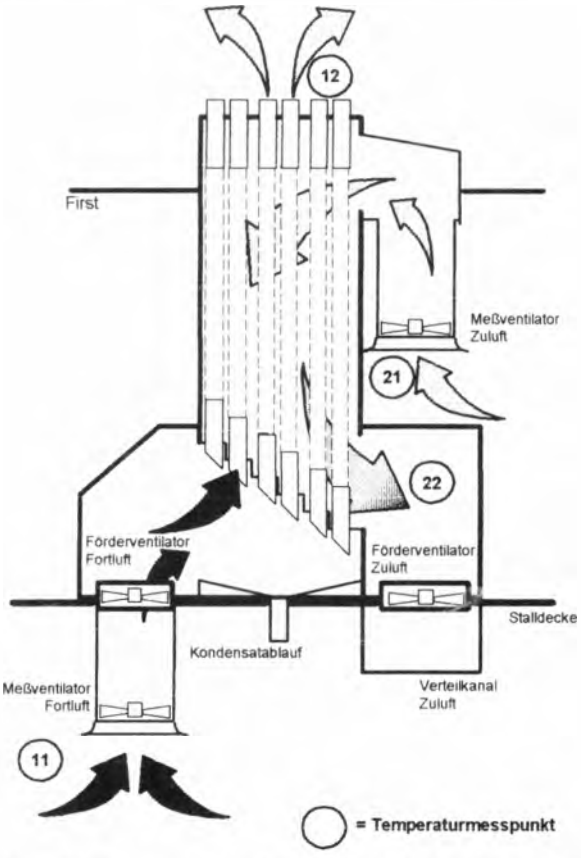


Abb. 2: Skizze des untersuchten Wärmetauschers mit Luftströmen und Messpunkten

In einer sächsischen Schweinemastanlage wurden von Oktober 1997 bis April 1998 an den vier in Abbildung 2 gekennzeichneten Meßpunkten die Temperaturen sowie die beiden Volumenströme durch den Wärmetauscher gemessen. Gleichzeitig wurde der Wärmetauscher auf dem Prüfstand der DLG-Prüfstelle von Herrn Niethammer untersucht. Somit ergibt sich

die Möglichkeit, die Prüfstandsergebnisse mit Meßergebnissen aus dem praktischen Einsatz zu vergleichen.

3 Ergebnisse

Im folgenden sollen Ergebnisse für einen als repräsentativ erachteten Tag dargestellt werden.

3.1 Stalltemperatur und Erwärmung des Zuluftstroms

Als sehr gut kann das Ergebnis in Hinblick auf die Stablilität des Stallklimas bezeichnet werden. Abbildung 3 mit minimalen Schwankungen in der Stalltemperatur ist dabei repräsentativ für den gesamten Untersuchungszeitraum. Es ist dabei sehr gut zu erkennen, wie die tageszeitlichen Temperaturschwankungen weitgehend vollständig ausgeglichen werden können und die Temperaturamplitude im Stall auf wenige Zentelgrad reduziert wird.

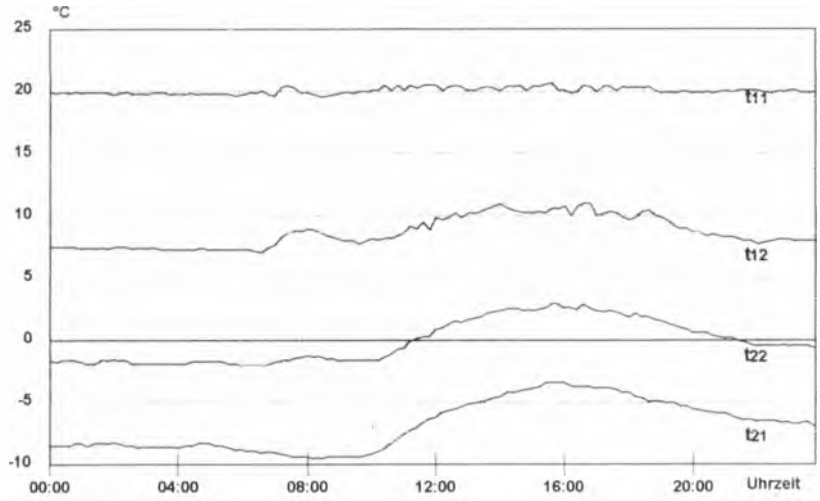


Abb. 3: Temperaturen am Wärmetauscher vom 27. Jan. 1998

Die erzielte Erwärmung des Zuluftstroms variiert in der gesamten Meßperiode sehr stark. Dies war insofern zu erwarten, als in einer derart langen Meßperiode sehr starke Außentemperaturschwankungen auftreten. Da die Volumenströme durch den Wärmetauscher weitgehend konstant gehalten wurden hängt die Erwärmung des Frischluftstroms ($t_{21} \rightarrow t_{22}$) sehr stark von Δt_{gesamt} ($= t_{11}-t_{21}$) ab. Die erzielten Erwärmungen lagen in der Spitze bei etwa 8 K.

Wie die Untersuchung gezeigt hat, hängt die Erwärmung der Frischluft neben Δt_{gesamt} sehr stark von der geförderten Luftrate und von der relativen Luftfeuchte ab. Da sich die verschiedenen Parameter wiederum gegenseitig beeinflussen, muß zunächst ein eindeutiger Regelalgorithmus definiert werden.

3.2 Vergleich von Prüfstand und Praxis

Abbildung zeigt den Vergleich der rückgewonnen Leistung mit der nach der Prüfstandsmessung theoretisch möglichen Leistung für den 27. Jan. 1998.

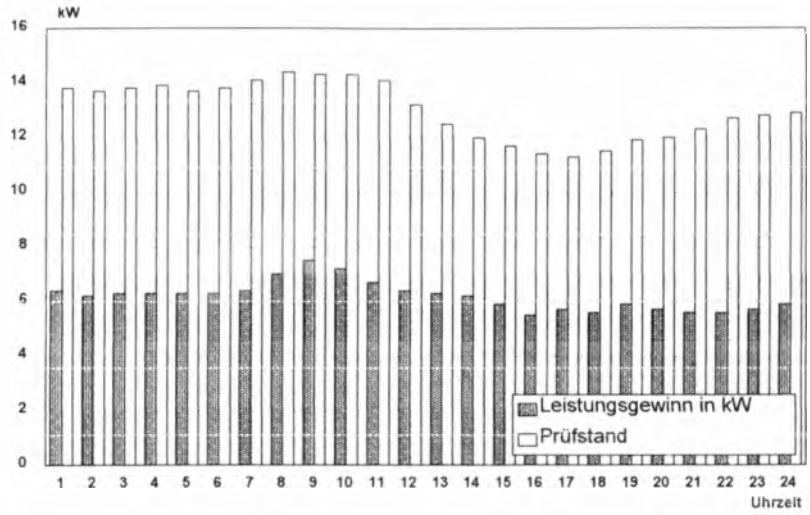


Abb. 4: Vergleich von erzieltem mit theoretischem Leistungsgewinn für den 27. Jan.1998

Der dargestellte typische Tagesgang zeigt einen Peak am morgen, der durch erhöhte Luftfeuchtigkeit in Folge erhöhter Tieraktivität bedingt ist. Damit bestätigt sich die auf dem Prüfstand gemachte Beobachtung, daß die Luftfeuchte und die letztlich daraus resultierende Kondensationswärme einen deutlichen Einfluß auf die rückgewonnene Wärmemenge haben.

Gleichzeitig liegt die erreichte Leistung im gesamten Tagesverlauf nur bei etwa 50% dessen, was auf dem Prüfstand erreicht werden kann. Hier wird die Notwendigkeit der regelmäßigen Reinigung ebenso deutlich wie Bedeutung einer strömungstechnischen Optimierung.

4 Diskussion und Zusammenfassung

Im vorliegenden Beitrag wird der Einfluß eines Wärmetauschers auf das Stallklima, die erzielte Erwärmung des Frischluftstroms ($t_{21} \rightarrow t_{22}$) sowie die Leistung im Vergleich zum Prüfstand diskutiert.

- In bezug auf die Stalltemperatur läßt sich festhalten, daß diese durch den Einsatz des Wärmetauschers eine sehr konstante Klimaführung mit minimalen Temperatur-schwankungen im Stall erlaubte.
- Die erzielten Temperaturerhöhungen des Frischluftstroms lagen in Abhängigkeit von der gesamten Temperaturdifferenz bei bis zu 8 K. Damit konnten die durch die Prüfstandsergebnisse bestärkten Erwartungen nicht voll befriedigt werden.
- Im Vergleich mit den nach dem Prüfstand zu erwartenden Leistungen bietet der Wärmetauscher noch ein großes Verbesserungspotential. Dabei stellt vor allem die durch Verschmutzung bedingte Leistungsminderung ein Problem dar, für das eine effiziente und praxistaugliche Lösung gefunden werden muß.

NEW SYSTEMS OF MICROCLIMATE CREATION IN RECONSTRUCTED STABLES

J. ŠOTTNÍK, P.FĽAK
Research Institute of Animal Production, Hlohovská 2, 949 01 Nitra, Slovakia

1 Introductions

It is necessary to analyse development of new housing systems on the base of practical results. They are determined by microclimate as well as other structural parameters of stables with their modernised systems. It is necessary to evaluate application of the new heating system with direct burning of natural gas (or propane-butane gas) in housing space from the point of view of exceeding carbon dioxide content. In stables with housed animals using direct burning-gas heater is not possible, our standard limits the using these systems. If it was used in time for preparing required thermal environment (preheat in housing space), content of carbon dioxide exided the allowed concentration in stable air (0.6% in stable for chicken broilers, or 0.42 % in stable for pig housing by Kosař-Hucl (1994). Is it possible to use it in standard housing conditions with adequate ventilation and the housing conditions? This systems with direct burning are more effectively from the point of view of higher efficiency using supply thermal energy of the burned gas. The question is: Is it possible to use it in housing without risk or not?

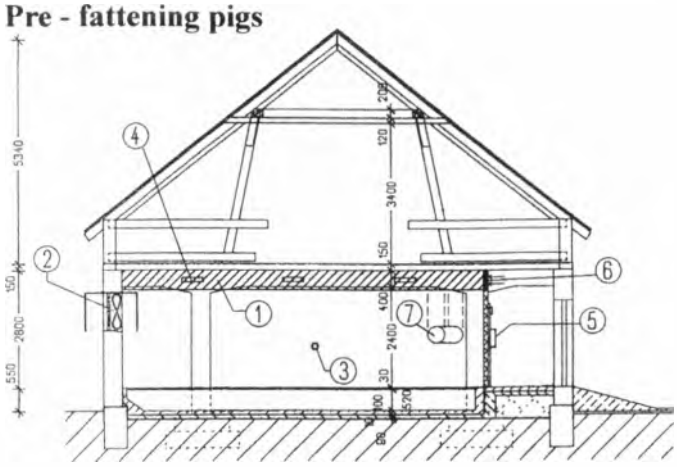
2 Method

The aim of the contribution is to define microclimatic parameters, especially those determining the influence of direct heating (burning) equipment on carbon dioxide content in the stable space air. There were analysed several different housing systems for the pre-fattening pigs (sections with and without direct heating equipment), poultry - chicken and turkey broilers during fattening periods (fig. 1). Measurements were done ambulatory during two consecutive days in winter as well as in summer periods. Different measurement regimes for the pre-fattening pigs and poultry housing (with different measurement places in tested technological systems, seven to six and five set during measured days, measuring time from 6^{00} to $19\text{-}20^{00}$ hours) were applied. There were measured t_{db}, t_{wb} (°C), RH (%), CV ($W.m^{-2}$), v ($m.s^{-1}$), CO_2 (%).

3 Results

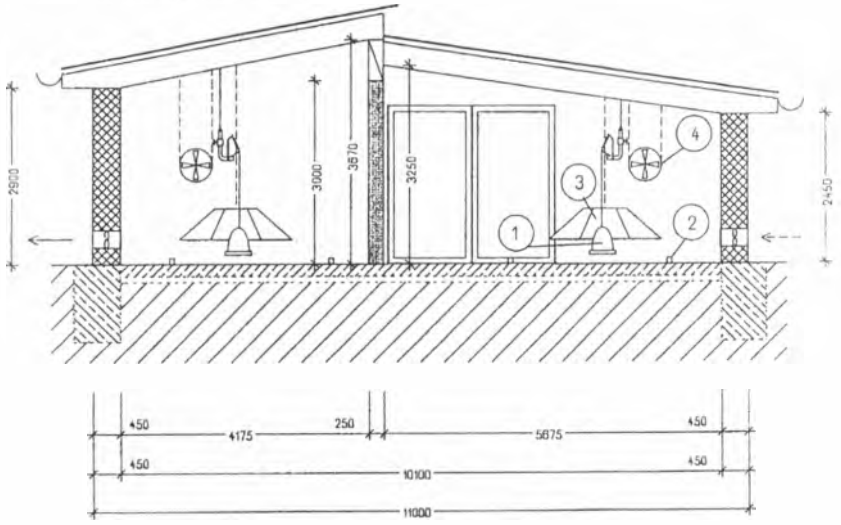
Direct heating gas burring equipment is possible to use in housing for pre-fattening pigs. At heating section with the equipment of 40 kW thermal capacity was not increased carbon dioxide content in comparison to section without heating, fig. 2. In summer period it was 0.127 % and 0.115 %, with t_{dbi}(24 or 22.3 °C), R_{vi}(52 or 55 %), K_i(184 or 247 $W.m^{-2}$) v_i(0.176 or 0.308 $m.s^{-1}$), tab.1. There were in section with heating higher air temperatures, smaller were relative humidity and cooling values, and air movement was of higher difference. In winter period carbon dioxide content was higher as in summer period. At heating section it was 0.302 % and without 0.273 %; with higher difference in air temperature - t_{dbi}(22.5. or 17.9 °C) and relative humidity R_{vi}(64 or71 %); at K_i(202 or 255 $W.m^{-2}$) and v_i(0.136 or 0.109 $m.s^{-1}$) were differences smaller, tab.1. It is important that all data of carbon dioxide, in summer and winter periods, were under the standard values, fig.2. Exploatation of similar equipment in housing for chicken and turkey broilers was with higher thermal capacity (2x70 kW). In one case they were used as supplementary source of heat and in other as a primary heat source. Natural gas and propane-butane were used in farms mentioned above. In housing

Pre - fattening pigs



1 - air supply
2 - ventilator
3 - temperature sensor
4 - regulation flaps
5 - control box
6 - protective sieve
7 - gas heater - 40 kW

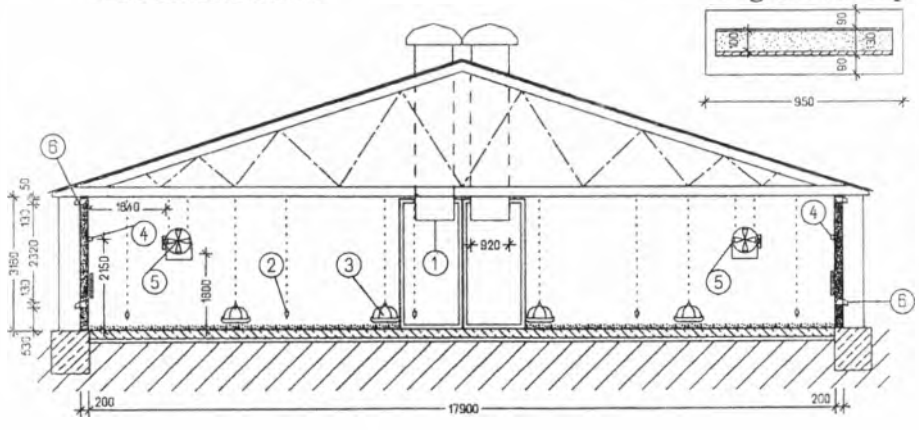
Turkey broilers



1 - drinkers
2 - feeder
3 - electric clucking - hens
4 - gas heater - 2 x 70 kW

Chicken broilers

Detail -
- regulation flap

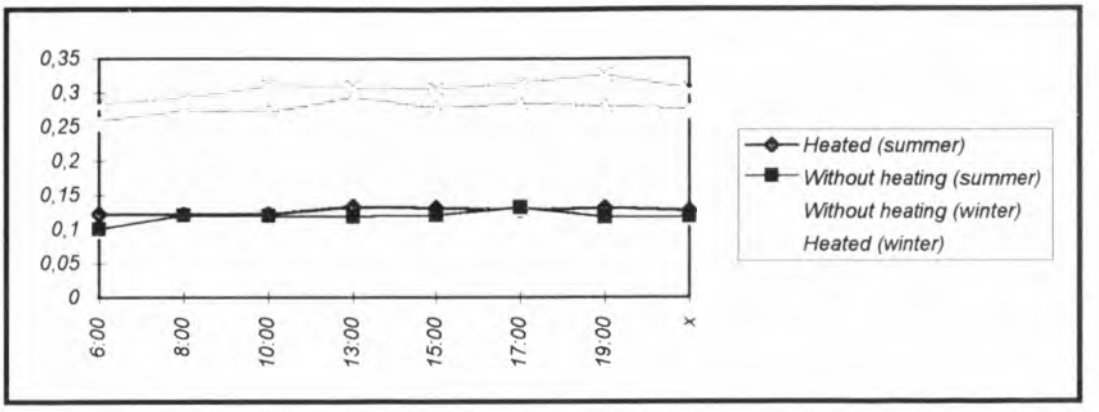


1 - ventilation shaft
2 - drinkers
3 - feeders
4 - preasure fogging-cooler
5 - gas heater - 2 x 70 kW
6 - regulation flaps - air supply

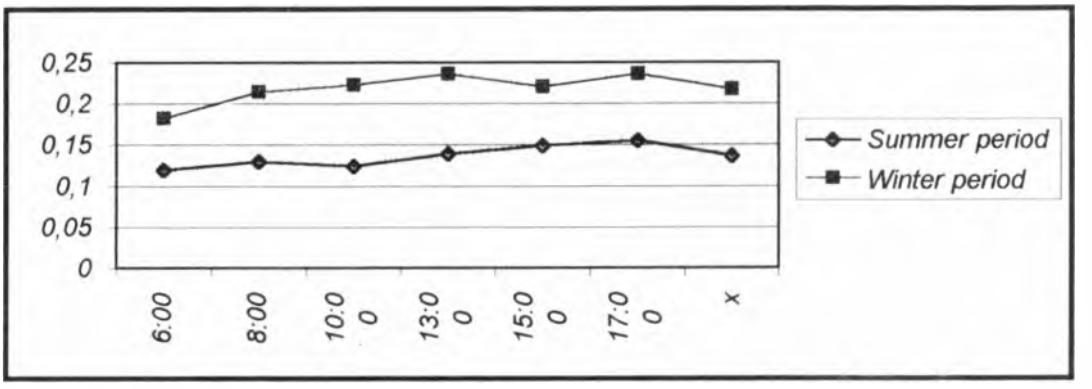
Fig. 1 Cross sections of analysed stables

Fig. 2 Carbon dioxide content in % in the stables

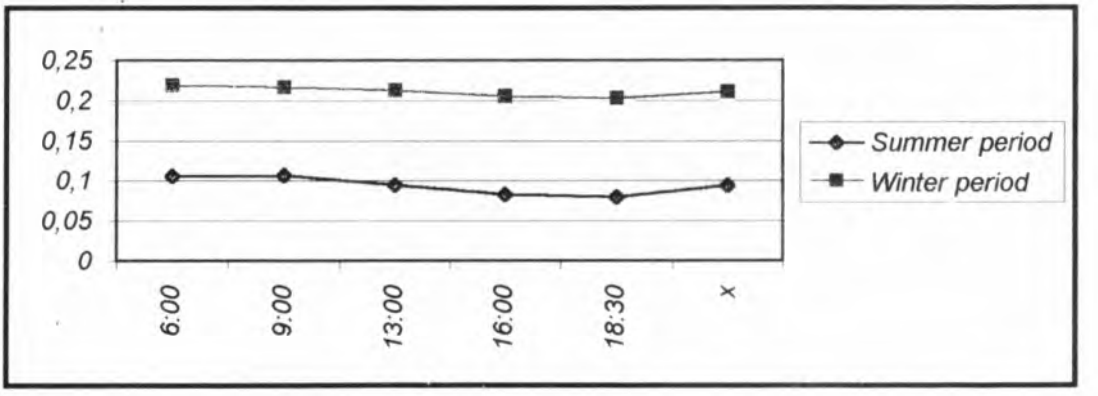
Pre-fattening pigs



Turkey broilers



Chicken broilers



for turkey broilers as a supplementary source were used electric clucking-hens. In housing for chicken as a primary heat source were pipe-radiators.
With the equipment of these types (gas fired air heating) it is possible to secure needed heating, too. The carbon dioxide concentrations were lower than in pig stable. In summer period in turkey broilers stable it was 0.136 %, (fig. 2) with t_{dbi} (23.1 °C), R_{vi} (71 %), K_i (206 $W.m^{-2}$) v_i (0.190 $m.s^{-1}$); in chicken broilers stable was CO_2 only 0.094 %, with t_{dbi} (25.1 °C), R_{vi} (70 %), K_i (181 $W.m^{-2}$), v_i (0.220 $m.s^{-1}$), tab. 1. In chicken broilers housing only 0.094 %. In winter period the carbon dioxide content was 0.214 % at higher density of turkeys. In winter period the carbon dioxide content was 0.214 %, fig. 2, at higher density of turkeys, with t_{dbi}(23.2 °C), R_{vi} (56 %), K_i (216$W.m^{-2}$), v_i (0.249 $m.s^{-1}$). In chicken broilers housing it was 0.208 %, with t_{dbi}(22.5 °C), R_{vi} (54 %), K_i (217 $W.m^{-2}$) v_i (0.191 $m.s^{-1}$), tab.1.

4 Summary

Exploitation of gas fired air heating systems is possible to use in stables for pigs and poultry broilers. Although, in the stables natural or propane-butane gas was burnt. Carbon dioxide contents did not exceed standard values in our experiments. However, ventilation systems must function according to climatic season needs. Evaluated heating systems are more effective than other ones. First of the losses of energy are lower (almost none) and investiment cost are very low, too.

5 Literature

Kosař, K. and Hucl, J.(1994): Použití přímotopných agregátů v halách pro chov drůbeže, Zpráva o průběhu a výsledcích experimentálního ověřování, VÚŽV Praha-Uhříněves, 1994, 36s., 32 graf(In: Czech).

Tab.1 Mean values of microclimate parameters in measured stables

	Pre-fattening pigs			Turkey and Chicken broilers			
	Outside	Heated	Without	Outside	Stable	Outside	Stable
Summer							
- t_{db}(°C)	19.1	24	22.3	20.0	23.1	20.9	25.1
- RH(%)	54	52	55	75	71	72	70
- K ($W.m^{-2}$)	542	184	247	346	206	310	181
- v ($m.s^{-1}$)	1.945	0.176	0.308	0.699	0.190	0.523	0.220
- CO_2(%)	-	0.127	0.115	-	0.136	-	0.094
Winter							
- t_{db}(°C)	8.3	22.5	17.9	2.1	23.2	-0.8	22.5
- RH (%)	76	64	71	81	56	78	54
- K ($W.m^{-2}$)	877	202	255	958	216	888	217
- v ($m.s^{-1}$)	1.870	0.136	0.109	1.337	0.249	1.275	0.191
- CO_2(%)	-	0.302	0.273	-	0.214	-	0.208

Grooved floor system to reduce ammonia emission and to prevent slipperiness in loose houses for cows

Rillen-boden-system zur Minderung der Ammoniakemission und zur Erhöhung der Bodengriffigkeit in einem Laufstall

SWIERSTRA, DURK AND C. RENÉ BRAAM

DLO Institute of Agricultural and Environmental Engineering (IMAG-DLO) P.O. Box 43, 6700 AA Wageningen, The Netherlands

1 Introduction

In various areas in The Netherlands a reduction in ammonia emission by 50% is prescribed for newly-built animal houses compared with traditional housing systems. Floors in traditional cow houses mostly include prefabricated concrete slatted elements covering a slurry pit.

The function of passage floors is to collect the slurry and to provide a stable surface for the animals to walk on. These floors shall not be slippery and shall not cause hoof disorders. In general, the manner of floor finishing can influence the health of the animals' claws, the behaviour of the animals and most of all, their locomotion (ALBUTT, R & J. CERMAK,1985). Earlier research showed possibilities to reduce ammonia emission with sloped solid floors (BRAAM *et al.*, 1997) On the sloped concrete floor, however, more slips during locomotion of the animals were observed. To improve slip resistance conditions of solid floors, a floor with grooves was developed. The ammonia emission from a loose house with cubicles and the functioning of the perforations in the grooves are reported here.

2 Materials and methods

2.1 Grooved floor system

The grooved floor system consisted of flat prefabricated concrete floor elements with grooves perpendicular to the span of the floor elements. A slurry scraper removed the faeces from the floor surface to the end of the passage. The grooves in the concrete floor elements were 35 mm wide and 30 mm deep and placed 160 mm centre to centre. The width of the solid walking surface was similar to the width of concrete slats for dairy cattle: 125 mm. At the connections of the floor elements at every 1.1 m, the grooves ended with a pyramidal profile and, together with the next element formed a self-discharging perforation. Urine drained via the grooves and through the perforations into the slurry pit underneath.

The concrete elements were made of prefabricated concrete and were finished according to Dutch standards. The length of the elements was 3.0 m, the width 1.1 m and the thickness 160 mm, see Figure 1. During construction of the floor, care was taken to place the elements well even at the joints and with the grooves lined up. The elements were placed without filler in the joints and with a minimum supporting length of 100 mm.

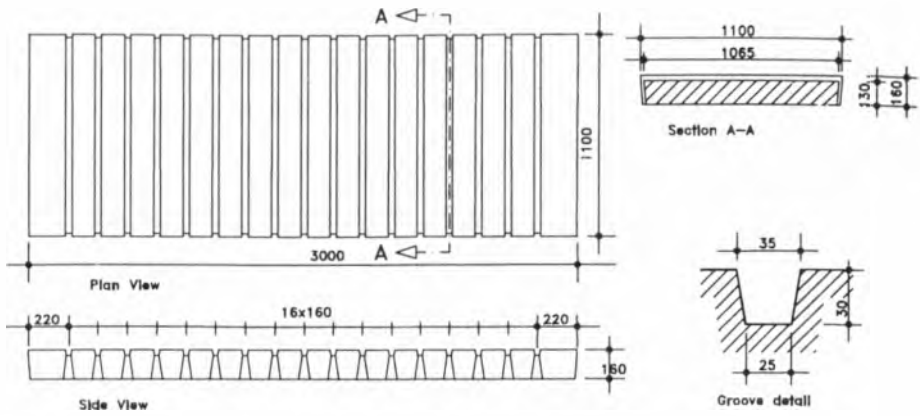


Fig. 1: Prefabricated grooved concrete floor element (dimensions in mm)

The faeces were removed every two hours by a mechanical scraper and fell through a floor opening at the end of the passage. To clean the grooves and to prevent them from becoming clogged, the blade of the slurry scraper was equipped with a tooth-shaped rubber strip. The discharge opening at the end of the passage was covered to prevent air exchange between the slurry pit and the cow house.

2.2 Cubicle house

The experiments were performed in a cow house on the IMAG-DLO experimental farm 'De Vijf Roeden'. Two compartments of the cow house were each provided with one row of ten cubicles. One compartment was provided with the grooved floor and the other compartment with a standard slatted floor. The rows of cubicles were situated against the side wall and, there was a 3.0 m wide passage for the animals next to the feed rack. Underneath the cow passage was a 1.65 m deep slurry pit.

The slurry was mixed with an electric mixer twice a day. In each compartment ten non-lactating Holstein-Friesian cows were housed day and night. The cows were housed in the compartments at least three weeks before the trial for adaptation and had a similar total live weight per group.

2.3 Measurements

2.3.1 Ammonia emission

To determine the ammonia emission from the compartments, each compartment was provided with a mechanical ventilation system. The ammonia emission was defined by the amount of ammonia released from the house per unit of time and was calculated by multiplying the ventilation rate of the cow house and the difference between the ammonia concentration in the exhaust and incoming air flows. The ventilation rate was calculated from the amount of outgoing air per time unit.

The ammonia concentration in the outgoing air was measured in air samples taken approximately ten times an hour in the exhaust shaft. In a converter, the NH_3 in the air samples was oxidized to NO. The NO concentration was measured in a NO_x analyser. In the centre of each compartment the ambient temperature and the relative humidity were also measured. The average values of the data collected were stored on an hourly basis.

2.3.2 Perforations

The perforations in the floor are essential for the functioning of the grooved floor system. Clogging of the perforations with solid manure or feed rests could reduce the effect of the perforations. The performance of the perforations in the floor was tested. Perforations were identified as clogged when a small stick of 40 gram would not fall through the perforation by gravity. The grooved floor system with perforations was tested for 12 weeks in the winter of 1996-1997.

3 Results

3.1 Ammonia emission

By covering the slurry pit with the flat concrete elements and by draining the urine via the grooves and through the perforations, a substantial reduction in ammonia emission was obtained. The average daily inside temperature during the test period was below 10^{o} C. The reduction of ammonia emission was 46% compared with the emission from the slatted floor. The 95%-confidence interval was 40% to 52%.

3.2 Clogged perforations

The results showed that the percentages of clogged perforations overall never exceeded 10% of the total number of perforations present (n=170). It appeared that the location of the clogged perforations varied. Probably the pyramidal profile of the perforations in combination with the supply of fresh urine on the floor resulted in spontaneous unclogging of most of the blocked perforations. Figure 2 shows the percentage of clogged perforations per groove over the width of the passage. Most of the clogged perforations were observed directly behind the feed rack. Here the perforations are least needed due to less urinating of the cows.

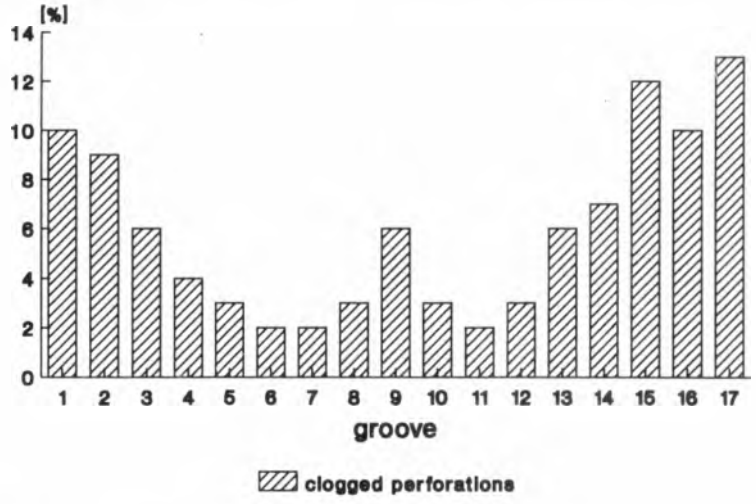


Fig. 2: Percentage of clogged perforations of the total number of perforations per groove over the width of the passage. Groove 1 was near the lying area and groove 17 was near the feed rack.

4 Applications

The grooved concrete floor elements can be applied over a slurry pit in a cow house in the same way as slatted concrete elements. The investment costs of a slurry scraper varies from ECU 87 - 130 per cow place (SWIERSTRA *et al.*, 1997). The additional investment costs of constructing a grooved floor are approximately ECU 13 per square meter. In a cubicle house for 90 cows the total extra investment is approximately ECU 150 - 170 per cow place. The annual running cost of the grooved floor system is approximately ECU 24 - 26 per cow place. With a reduction in ammonia volatilization by 4 kg (46%) per cow per housing period of 190 d, the annual costs are ECU 6 – 6.5 per kg ammonia reduction.

5 Conclusions

During a 12-week winter period a cubicle house with a grooved concrete floor and perforations gave a reduction of 46% in ammonia emission compared with an identical cow house with a slatted floor. These reductions were measured at average daily temperatures of 10° C and less.

During use of the floor, not more than 10% of the perforations became clogged. The locations of the clogged perforations varied, the highest percentage of clogged perforations was found behind the feed rack where least urinating takes place.

The additional financial investments of a grooved floor system compared to a slatted floor vary from ECU 150 – 170 per cow place in a cubicle house.

6 References

ALBUTT, R & J. CERMAK (1985): An approach to the development of improved floor surfaces for dairy cows. Farm Buildings & Engineering, 2(2): 21-23

BRAAM, C.R., J.J.M.H. KETELAARS & M.C.J. SMITS (1997): Effects of floor design and floor cleaning on ammonia emission from cubicle houses for dairy cows. Netherlands Journal of Agricultural Science 45, p. 49-64

SWIERSTRA, D., M.C.J. SMITS & C.R. BRAAM (1997): Grooved concrete floor elements to reduce ammonia emission and to prevent slipperiness in a loose house for cows. Int. Symposium Concrete for Sustainable Agriculture. Stavanger, Norway, May 21-24, 1997, p. 263- 269

7 Zusammenfassung

Betonbodenplatten mit Rillen und Ablauföffnungen in einem Boxenlaufstall für Kühe ergaben eine Minderung der Ammoniakemission um 46 % im Vergeleich zu einem Spaltenbodensystem. Während des Einsatzes der Platten verstopften lediglich 10 % der Ablauföffnungen. Die Mehrkosten des Rillenbodensystems betragen ECU 150 – 170 pro Kuhplatz.

Energiebilanzen zur Bewertung von Flüssigmistbehandlungs- und -verwertungsverfahren in der Schweinemast

KATRIN SCHIEßL, H. ECKEL, H. DÖHLER UND M. SCHWAB[1]

Einleitung

Im Rahmen des BMBF-Förderschwerpunkts "Umweltverträgliche Gülleaufbereitung und -verwertung" wurden verschiedene Konzepte zur Teil- und Vollaufbereitung von Gülle erprobt. Wesentliches Ziel der Vorhaben war die Abtrennung von Wasser und damit die Herstellung transportwürdiger Dungstoffe. Mit dem Konzept der Gülleaufbereitung sollten Möglichkeiten zur "Nährstoffentlastung" von Veredelungsregionen erarbeitet werden. Diese Nährstoffentlastung von Gülleüberschußbetrieben ist allerdings auch mit anderen Verfahren, z.B. mit an den Leistungsbedarf der Tiere angepaßter Fütterung, Abtransport der Gülle und Separierung erheblich kostengünstiger möglich. Daher stellt sich die Frage, ob diese Verfahren auch ökologisch günstiger zu bewerten sind. Im folgenden Beitrag wird daher mit der Berechnung von Energiebilanzen und Primärenergiesalden ein Teil einer ökologischen Bewertung verschiedener Verfahren des Nährstoffexports aus Gülleüberschußbetrieben vorgenommen. Weiter wird geprüft, inwieweit der dadurch hervorgerufene Energieverbrauch mit der Vergärung der Gülle in Biogasanlagen kompensiert werden kann.

Methodik der Bilanzierung

Neben den "direkten" Energieaufwendungen (Verbrauch von Endenergieträgern wie z.B. Dieselverbrauch des Schleppers, Stromverbrauch der Pumpen etc.) wurden in die Energiebilanzen auch die "indirekten" Energieaufwendungen einbezogen. Letztere umfassen die energetischen Vorleistungen für die Herstellung und Bereitstellung der Investitionsgüter, also z.B. die Energie, die für die Materialien und den Bau des Güllebehälters nötig waren.

Alle Energieaufwendungen und -erträge werden primärenergetisch bewertet, d.h. auch die Aufwendungen für die Bereitstellung der Endenergieträger werden berücksichtigt. Für Dieselkraftstoff sind dies z.B. Erdölgewinnung, Raffinerieprozeß, Transporte u.a. Wird 1 MJ Diesel verbraucht, sind 1,1 MJ Primärenergie (PE) verbraucht worden, für 1 MJ Strom 3,2 MJ PE.

Szenarien

Es wurden 4 Szenarien für einen Schweinemastbetrieb mit 500 Mastplätzen definiert, jeweils unter Annahme eines N- und P-Überschusses von 20% (alle Szenarien mit abgedeckter Lagerung und Ausbringung mit emissionsmindernder Technik).

- **Szenario 1)** bedarfsgerechte Fütterung; der N- und P-Anfall wird um 1/6 (=20% Überschuß) reduziert; Lagerung und Ausbringung der Gülle

[1] Dipl.-Geoökol. K. Schießl, Dipl.-Geoökol. H. Eckel, Dipl.-Ing. agr. H. Döhler, Dipl.-Ing. agr. M. Schwab; Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Bartningstr. 49, 64289 Darmstadt

- **Szenario 2)** Separierung zur Abtrennung von 1/6 der Nährstoffe; Kompostierung der Feststoffe, Vermarktung im GaLa-Bau; Lagerung und Ausbringung der separierten Gülle
- **Szenario 3)** Abtransport von 1/6 der Rohgülle aus dem Überschußgebiet (Entfernung: 30 km); der Rest (5/6) wird gelagert und ausgebracht
- **Szenario 4)** Abtransport von 1/6 der Rohgülle zur Totalaufbereitung in zentraler Anlage; der Rest (5/6) wird gelagert und ausgebracht

Für Sz. 4 wurde die Totalaufbereitung (Vergärung, Separierung/Kompostierung der Feststoffe, Ultrafiltration und Umkehrosmose) bis zur Vorfluterreife angenommen (Modell dafür: BMBF-geförderte Anlage in Surwold). Es wurde volle Funktionsfähigkeit der Anlage angenommen, obwohl diese im Demonstrationsbetrieb nie störungsfrei gearbeitet hat.

Zusätzlich wurden die Szenarien 1-3 jeweils mit einer anaeroben Stufe (Biogasanlage) kombiniert. Dadurch entstanden **Szenario 1B**, **Szenario 2B** und **Szenario 3B**.

Ergebnisse

Zunächst wurden die Energieaufwendungen der einzelnen Aufbereitungsschritte (=Module) berechnet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 dargestellt.

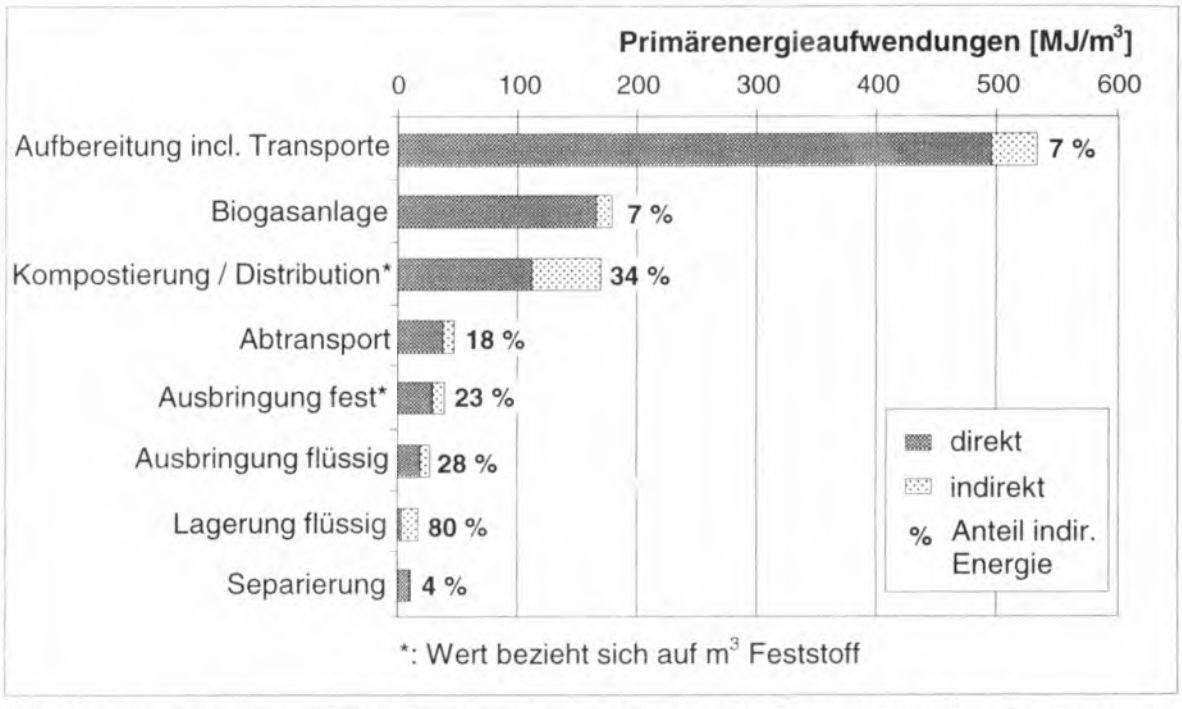


Abbildung 1: Primärenergie (PE)-aufwendungen der Behandlungsschritte je m^3 Flüssigmist

Die Aufbereitung bis zur Vorfluterreife ist mit 533 MJ/m^3 der energieintensivste Teilprozeß. Ebenfalls hohe PE-Aufwendungen sind für die Separierung und Kompostierung incl. Distribution (169 MJ/m^3) sowie für den Betrieb einer Biogasanlage (169 MJ/m^3) nötig. Die anderen Module erfordern vergleichsweise geringe Aufwendungen; allerdings sind auch hier deutliche Unterschiede festzustellen: der Abtransport eines m^3 Flüssigmist (46 MJ/m^3)

erfordert z.B. fast doppelt so viel Energie wie die Ausbringung (26 MJ/m^3). Der Anteil der indirekten Energieaufwendungen an den Gesamtaufwendungen eines Moduls schwankt zwischen 4% (Separierung) und 80% (Lagerung des Flüssigmistes).

Aus den Aufwendungen der Module (in MJ/m^3), und der behandelten Menge je Modul (in m^3/a) wurden die Energieaufwendungen der verschiedenen Verfahrensketten pro Jahr errechnet. Die Ergebnisse, bezogen auf Mastplatz und Jahr, sind in Abbildung 2 dargestellt.

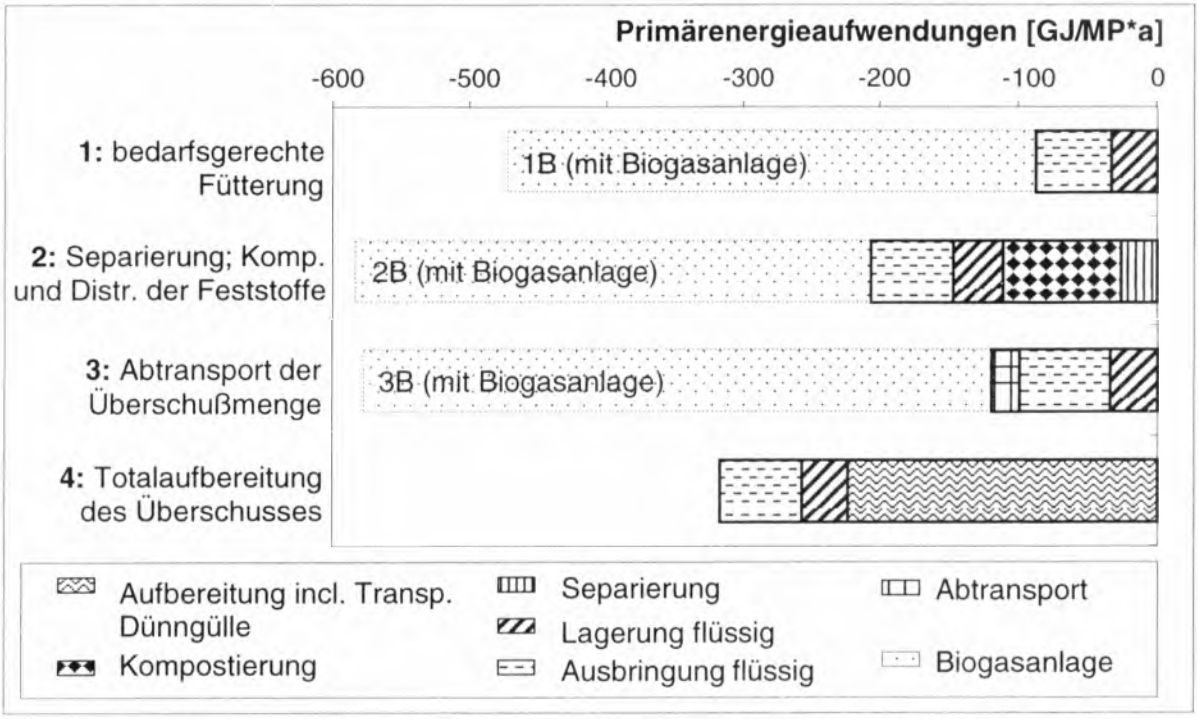


Abbildung 2: Primärenergieaufwendungen der Szenarien 1-4 je Mastplatz und Jahr; die zusätzlichen Aufwendungen durch die Kombination mit einer Biogasanlage (Szenario 1B, 2B, 3B) sind als gepunktete, dünn umrandete Balken dargestellt

Szenario 4 ist - obwohl nur 1/6 der Gülle in der Totalaufbereitung behandelt wird - das energieintensivste Szenario (-317 GJ/MP*a), gefolgt von Szenario 2 (Sep./Komp./Distr.: -206 GJ/MP*a). Der Abtransport (Sz. 3) erfordert demgegenüber einen geringeren PE-Aufwand (-118 GJ/MP*a), den geringsten hat die bedarfsgerechte Fütterung (Sz. 1: -88 GJ/MP*a). Die Kombination mit Biogasanlagen erhöht die PE-Aufwendungen beträchtlich, so daß Szenario 1B-3B den höchsten PE-Verbrauch haben (-472, -584 bzw. -577 MJ/MP*a).

In Abbildung 3 wird dem Energieverbrauch der Energieertrag (durch Strom und Wärme aus dem BHKW) gegenübergestellt.

Bei den Szenarien 1-3 - ohne energiegewinnenden Teilschritt - bleibt der Primärenergiesaldo negativ, den höchsten PE-Verbrauch hat die Separierung und Kompostierung/Distribution (-206 GJ/MP*a). In Sz. 4 wird durch die Vergärung der Überschußgülle im Zuge der Totalaufbereitung ein PE-Ertrag erzielt; der die Aufwendungen für das Gesamtverfahren decken kann: es ergibt sich ein leicht positiver Saldo (6 GJ/MP*a, senkrechte Striche in Abb. 3).

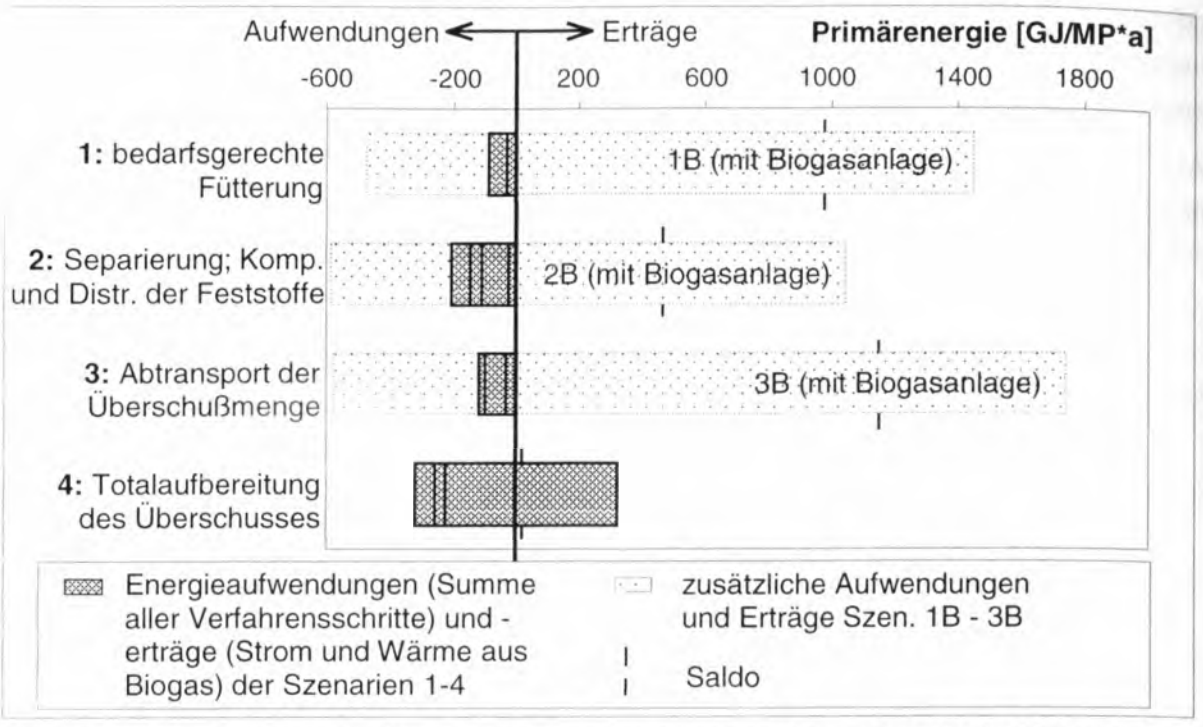


Abbildung 3: Primärenergieaufwendungen und -erträge der Szenarien 1-4 je Mastplatz und Jahr; zusätzliche Aufwendungen und Erträge durch die Kombination mit einer Biogasanlage (Szenario 1B, 2B, 3B) sind als gepunktete Balken dargestellt.

Die Szenarien 1B, 2B und 3B können durch die Vergärung sehr hohe PE-Erträge erzielen, sie haben einen positiven Saldo (979, 461 bzw. 1164 GJ/MP*a). Dabei fällt der Saldo bei Sz. 2B entsprechend den höheren Aufwendungen der Separierung/Kompostierung geringer aus.

Zusammenfassung und Abschlußbewertung

Die Primärenergieaufwendungen und -erträge verschiedener Güllebehandlungsverfahren wurden ermittelt und in insgesamt 7 Szenarien (mit je 20% N- und P-Überschuß) zu Verfahrensketten kombiniert. Die Primärenergiesalden dieser Szenarien wurden berechnet.

Die Vollaufbereitung von Gülle bis zur Vorfluterreife ist der energieintensivste der untersuchten Behandlungsschritte. Ebenfalls hohe Energieaufwendungen sind für die Vergärung in einer Biogasanlage sowie für die Kompostierung und Distribution notwendig.

In den Primärenergiesaldo der Verfahrensketten werden auch die Erträge durch Biogaserzeugung einberechnet. Im Szenario mit Vollaufbereitung können dadurch die gesamten Aufwendungen des Verfahrens abgedeckt werden, es ergibt sich knapp ein positiver Saldo. Für die Szenarien 1-3 (ohne Biogasanlage) bleiben die Salden negativ; die höchsten PE-Aufwendungen sind bei Separierung und Kompostierung der Feststoffe notwendig, den geringsten Energieeinsatz erfordert die bedarfsgerechte Fütterung. Durch die Kombination mit einer Biogasanlage (Sz. 1B-3B) können die Energieaufwendungen mehr als kompensiert werden, alle drei Szenarien erwirtschaften einen deutlichen Primärenergiegewinn.

Die Arbeiten wurden durch das Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) gefördert.

EINSATZ UND ENTWICKLUNGSTENDENZEN VON FUTTERMISCHWAGEN

APPLICATION OF MIXERS, DEVELOPING TENDENCIES

PROF. DR. SC. TÓTH, LÁSZLÓ[1]
HORVÁTH, GÁBOR[2]
DR. BAK, JÁNOS[3]
DR. ERÉNYI, ALBERT[4]

[1,2] Agrarwissenschaftliche Universität Gödöllő
Lehrstuhl für Agrarenergetik und Lebensmittelindustrie
H-2100 Gödöllő, Páter Károly u. 1.
[3] Technisches Institut des Ministeriums für Landwirtschaft und Landentwicklung
H-Gödöllő, Tessedik S. u.4.
[4] Landtechnische Hochschulfakultät, Mezőtúr

EINLEITUNG

In den ungarischen Milchviehanlagen hat die Einführung von Holstein-friesischen Viehbeständen eine besonders große Erhöhung der Milchproduktion hervorgerufen. Die Durchschnittsleistung betrug im Jahre 1980 3500 Liter/Jahr/Kuh, im Jahre 1998 hat sich diese Leistung auf 3500 Liter/Jahr/Kuh erhöht. *Diese Produktion auf ein hohem Niveau stellt an Fütterung neue, noch strengere Ansprüche.* Im vorigen Jahr haben wir in 844 Milchviehanlagen die Tendenzen der Milchproduktion, die verwendeten Fütterungsformen, sowie die eingesetzten Fütterungstechniken untersucht.
20,9 % der untersuchten Anlagen sind Anbindeställen (336 Anlagen), die anderen sind Laufställen mit Melkhäusern ausgerüstet. Die Anlagen mit einer Milchproduktion von 5000-7000 Liter auch am häufigsten vorkommen.

MATERIAL UND METHODE

Die Futtermischwagen werden in etwa 56 % der Milchviehanlagen für die Mischung und Ausbringung verschiedener Futterarten eingesetzt. In einigen Betrieben - wo die Identifizierung der Tiere mit Transponders erfolgt - werden auch die individuellen Kraftfutterdosierer verwendet. Die Futtermischwagen wurden in einer Anteil von 81 % in Ungarn hergestellt, die Alter der Maschinen liegt zwischen 6-12 Jahren, die Mehrheit der Wagen ist 3,5 – 6,5 Jahre alt.
In den untersuchten Milchviehanlagen sind folgenden 3 Fütterungsformen charakteristisch:

A. Individuelle Kraftfutterverteilung und Rauhfutterzuteilung in Anbindeställen. Neben Weidegang erfolgt die Ergänzfütterung mit traditionellen Wagen, bzw. für die kompletten Fütterung werden Futtermischwagen eingesetzt.
B. In Laufställen ist die Fütterung uniformiert, da die Tiere mit kompletten, für die Tiergruppe bestimmte Futtermenge versorgt sind (diese Lösung wird dann selten mit RF-Identifizierten Fütterungsautomaten ergänzt).
C. Bei den Hochleistungsbeständen wird dann die komplette Monodiät eingeführt (TMR). Bei diesem System werden Tiergruppen gestaltet, und für die Gruppen die Futterkomponenten nach einer vorher bestimmten Rezept gemischt. Zu dieser letzten Phase sind unbedingt solche Futtermischwagen notwendig, die mit einer Waage und mit

einer Häckseleinheit ausgerüstet sind.
Etwa 23 % der in Ungarn eingestzten Futtemischwagen sind mit einer, auf den Futtermischwagen montierte Waage versehen, in den anderen Anlagen werden die Futterkomponenten anderst, extra gewogen.
Im allgemeinen werden die folgenden drei Futterkomponenten verwendet: Maissilage (aus ganzer Pflanze gegärt), Kraftfutter (sogenannte komplettes Kraftfutter für Milchviehe - das wird vorher industriell eingemischt), Halmfutter (getrocknete Luzerneheu, oder Grasheu). Die letzte wird überwiegend als Halmfutter gefüttert, aber wo es der Futtermischwagen ermöglicht, wird auch das Halmfutter vor der Einmischung aufgeschnitten. Besonders problematisch ist das Schneiden, Zerkleinern von nassen (verwelkten) Grasarten, es kommt aber sehr oft vor, da die Mehrheit der Betriebe keine entsprechende überdachte Heuscheune, oder genug große, bedeckte Heulager hat. Bestimmte Futtermischwagentypen können das verwelkte Material nicht aufschneiden, die Leistungsaufnahme steigert sich beim Schneiden und Mischen zu hoch, die noch nicht zerkleinerten Futterhalmen werden durch die Mischschnecken zu einem „Knäuel" zusammengewickelt, den dann die Schnecken zur Auslösöffnung weiterleiten, und dadurch können im Bereich der Auslauföffnung (besonders an Dosiergerät) schädliche Deformationen verursachen.

ERGEBNISSE

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Leistungsaufnahme für Zerkleinerung bei Futtermischwagen mit spiralförmigen oder dazu ähnlichen Messerprofilen am niedrigsten ist, und diese Maschinen können auch das feuchte, verwelkte Material aufschneiden. Diese Erfahrung kann auch theoretisch Bewiesen werden, da eben bei Schneidwerke mit spiralförmigen Messerformen (Abb.1) kommt das Schneiden mit minimaler Energiebedarf statt Hacken am häufigsten vor.

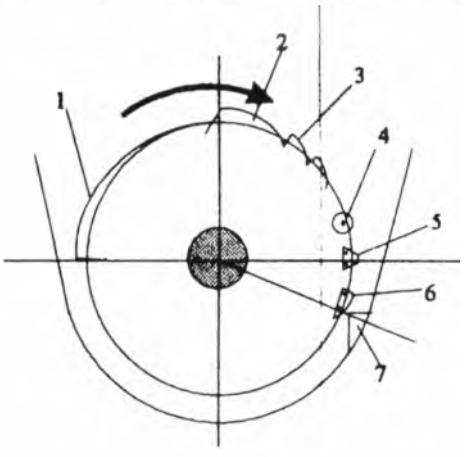


Abb.1.
Wichtigsten Messerprofile der Mischschnecken.
The main types of „knifes" used on mixing augers
1-bandförmige, oder für verteilte Schaufelschnecke, für 2 und 3-Blattschnecken, die Messerprofile sind aus dem Schneckenblatt gestaltetet, 4-Scheibenmesser, 5-Senseförmige Schneidklingen, 6-gekrümmte, gewölbte kurvenförmige Messerprofile, 7.-Gegenmesser,

Die verwelkten Futterhalme bleiben an spiralförmigen Profilen nicht hängend, die legen eine längere Strecke (Kante) hinter sich, und das Schneiden erfolgt mit erhöhter Sicherheit, ausgeglichen. Bei den senseförmigen Schneidklingen ist auch das Schneiden charakteristisch, aber es kommen auch Risse vor (besonders bei dickhalmigen, verwelkten Grashalmen). Laut unseren Untersuchungen eignen sich die logarithmischen Messerformen (Abb.2. und 3.) am besten, bei denen sich der Schlupfwinkel minimal verändert, so erhöht sich in Radialrichtung

vom innen nach außen das Zerkleiner-Moment weniger, d.h. bei gleicher Drehzahl ist die Leistungsaufnahme geringer.

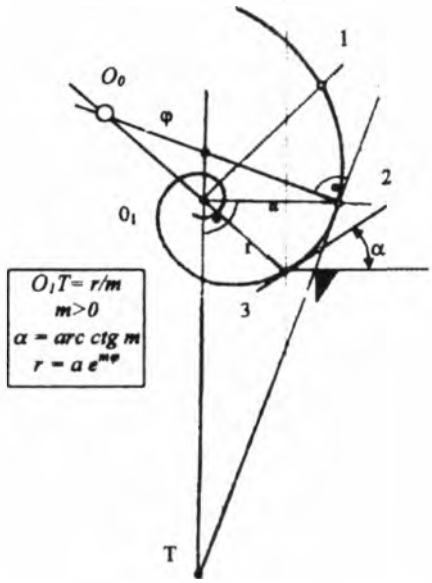


Abb. 2.
Bei einem Profil von logarithmischen Spirale bleibt der Schneidwinkel am Umfang beinahe konstant und dadurch werden die dynamischen Beanspruchungen des Antriebsmechanimus geringer.
At knife with form of logarithm spiral, cutting angles are almost constant during turning round and lower torque stresses of augers
α = der Schneidwinkel, φ = Winkelverdrehung, gehört zur Schneidkantenbogen zwischen den Punkten 2. und 3.

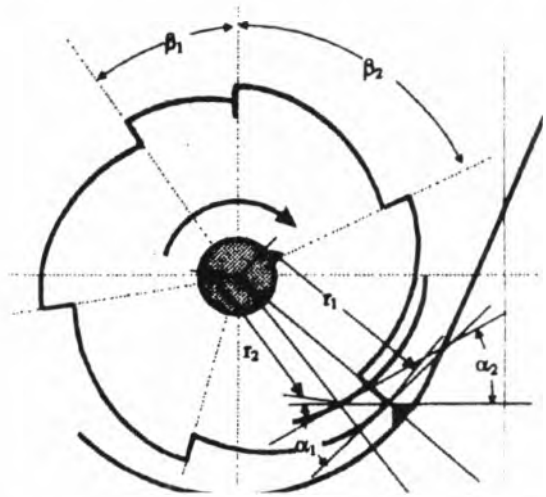


Abb. 3.
Schnecke mit gekrümmten, spiralförmigen Messerprofil, mit in Längsrichtung der Schnecke in einer Schraubenlinie versetzten Schneidkanten-Sektionen.
Auger with knifes formed logarithm spiral and with screw-threading knife sections along by the auger axle

Wenn man auf den internationalen Märkten erhältlichen vielen verschiedenen Futtermischwagen untersucht, kann die folgenden Feststellungen getroffen: die Investitionskosten sind für die Varianten mit ein oder mit zwei Schnecken am günstigsten, für drei Schnecken ist es höher, und am höchsten liegt bei der Maschine mit vier Schnecken. Bei der Variante mit vier Schnecken, davon zwei unten hat die geringste Leistungsaufnahme, die

beste Arbeitsweise und die höchste Effektivität. Die Erfahrungen über die Untersuchungen einiger Wagentypen (DLG, Deutschland, FMMI Ungarn) es kann festgestellt werden, das bei den meisten Wagentypen ist die Mischzeit kurz (3-4 Minuten), die Homogenität der Mischung innerhalb das Mischen gut ist, aber beim spezifischen Energieverbrauch gibt es eine bedeutende Abweichung zwischen den verschiedenen Wagentypen. Die Daten bewiesen, daß die Variante mit richtigen Messergestaltung und mit zwei Schnecken unten sind vorteilhaft.

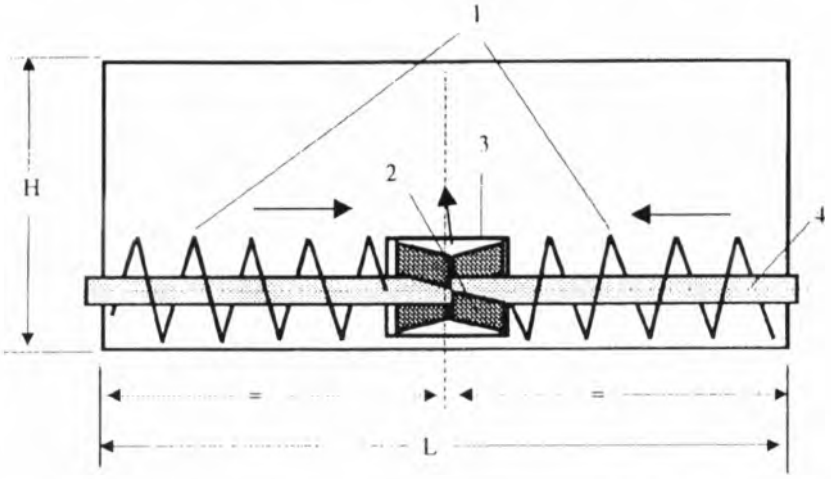


Abb. 4.
Bei der Zweischnecken Variante verfügt über zwei, gegeneinander drehende Schnecken, entgegensetzte Steigung die in die Mitte transportieren, dadurch kann die gleichzeitige, beiderseitige Ausdosierung gelöst werden.
A two-auger mixer with opposite rotating-, opposite threading-, in center transporting augers, and with two sides unloading conveyor, can be realized as well

Die Variante mit zwei Schnecken unten verfügen über Schnecken entgegengesetzter Drehrichtung und die Gegenmesser befinden sich zwischen den zwei Schnecken. Der Vorteil dieser Variante besteht darin, daß sie auch für eine gleichzeitige, beiderseitige Ausdosierung geeignet ist (Abb.4) .

DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Unsere Modellversuche haben bewiesen, daß die Schnecken mit entgegengesezter Steigung am günstigsten arbeiten, d.h. die Schneckek transportieren das Material nach innen, dann an die Dosieröffnung. Dadurch wird auch die axiale Belastung weniger. Es muss angestrebt werden, möglichst wenige Mischschnecken einzusetzen, dadurch kann das Eigengfewicht und die Investitionskodten der Wagen gesunken werden, wobei sich die Mischzeit nicht deutlich erhöht bzw. die Mischqualität unverändert bleibt. Diese Ansprüche können am besten durch die Variante mit zwei, unten eingebauten Schnecken erfüllt werden, aber es kann auch eine Einschnecken-Variante (grössere Durchmesser) effektive Arbeit leisten. Die Anzahl der spiralförmigen Messer am Umfang häng vom Schneckendurchmesser ab, für grösseren Durchmesser kann 7-8 Messer, bei kleineren Durchmesser 5-6 Stück empfohlen werden. Die Messer in Längsrichtung der Schnecke sind Gweindeförmig zu gestalten. Das erfogt durch eine Ausführung, wenn die teilung auf den projizierten Umfang keine ganze Zahl ist, z. B.: 4,5, 5,5 oder 6,5 (Messerstrecke/projizierter Umfang). Die Varianten mit ein- oder mit zwei Schnecken unten sind auch bei den selbstladenden Ausführungen vorteilhaft, da bei diesen Maschinen ein sehr hoher Anteil des Materials bereits in aufgelockerten Zustand in den

Behälter Maschine beladen wird, und während des kontiunierlichen Mischprozesses nicht nur durch die Mischwirkung von Schnecken erfolgt.

Literatur

TOTH, L. (1998): Állattartási technika (Verfahrenstechnik der tierischen Produktion), Szaktudás Kiadó, Budapest, p 204-216.
WENNER, H-L. UND AUERHAMMER, H. BOXGERGER, J. ESTLER, M. KROMER, K-H. SCHÖN, H. STREHLER, A. (1986): Landtechnik Bauwesen, BLV Verlagsgesellschaft München, p 232-237.

ZUSAMMENFASSUNG

Einsatz und Entwicklungstendenzen von futtermischwagen

PROF. DR. SC. TÓTH, LÁSZLÓ[1]
HORVÁTH, GÁBOR[2]
DR. BAK, JÁNOS[3]
DR. ERÉNYI, ALBERT[4]

Aufgrund von Untersuchungen in Ungarn konnte es festgestellt werden, daß in etwa 60 % der Milchviehanlagen die Futtermischwagen eingesetzt werden. In den großen Milchviehanlagen sind die Futtermischwagen überwiegend auch mit einer Waage ausgestattet, und in diesen Anlagen wurde bereits die sogenannte TMC-Technologie eingeführt, die ganz markant die Ansprüche von Viehbeständen hoher Milchleistung und Zuchtwert erfüllt. Durch die entsprechende Gestaltung der Futtermischwagen ist auch die Einmischung von Halmfutter gelöst, es ist keine extra Schneidemaschine für das Halmfutter notwendig. Ein hoher Anteil von Futtermischwagen kann die verwelkten Heuarten nur mit sehr hohem Energiaufwand (oder gar nicht) zerkleinern, schneiden. Wir haben Entwürfe zur Produktion solcher Futtermischwagen-Konstruktionen, die auch verwelkte Halmfutter schneiden können, aber es bedeutet keine große Kostenerhöhung bei der Investition solcher Geräte. Um die Leistungsaufname zu vermindern ist die spiralförmige Messerform (die entsprechende Gestaltung der Schneckenblattkurve) besonders bei verwelktem Halmfutter vorteilhaft. Die Aufwandskosten können durch die Verminderung der Anzahl von Schnecken gesunken werden, das bedeutet aber nicht unbedingt auch eine schwächere Arbeitsqualität.

RESULTS AND PROPOSALS

APPLICATION OF MIXERS, DEVELOPING TENDENCIES

According our modeling study it is most advantageous when ends of the augers equipped with opposite threading, that is to say the augers transport the feed to the center of mix chamber and to the conveyor. Here stresses of bearings from axle direction are moderate.
It is worth to reduce the number of augers because the mass of mixer and some cost decrease simultaneously and mixing time , mixing quality are almost the same level.
A mixer with bottom placed two augers is most suitable for previous principles, but well constructed one auger mixer (with larger working capacity) can make effective work as well.
Suggested number of knifes formed logarithm spiral depends on diameter of auger, 7 – 8 pieces on larger ones and 5 – 6 pieces on smaller ones.
The mixers with one or two augers and with self loaders are advantageous as well because of the loading feed partly stirred up when it falls into mix chamber, and mixing of feed can be done not only by the mixing augers.

Ergebnisse des Modellvorhabens 'Artgerechte Geflügelhaltung in Hessen'

Results of the pilot study 'Appropriate Poultry Husbandry' in Hessen

STAACK, M.; TREI, G.; HÖRNING, B.; FÖLSCH, D. W.

Fachgebiet Angewandte Nutztierethologie und Artgemäße Tierhaltung, Fachbereich 11 der Universität Gesamthochschule Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen

1 Einleitung

Im Rahmen des dreijährigen Modellvorhabens wurden auf drei Legehennenbetrieben (Bioland) mit verschiedenen Haltungssystemen, einem Masthühnerbetrieb (Bioland) und einem Aufzuchtbetrieb Untersuchungen zur artgemäßen Hühnerhaltung durchgeführt (vgl. FÖLSCH et al. 1997). Unter anderem wurden Daten aus den Bereichen Leistung, Tiergesundheit, Tierverhalten, Stallklima und Wirtschaftlichkeit (Investitionen, Arbeitszeiterhebungen, DB-Rechnungen) erhoben. Ziel war es, Alternativen zu den gängigen Haltungsverfahren (Käfighaltung, Aufzucht im Dunkelstall, intensive Bodenhaltung in der Hähnchenmast) auf Praxisbetrieben zu demonstrieren und begleitend zu untersuchen.

Aus 22 betreuten Legehennendurchgängen werden im folgenden wesentliche Ergebnisse vorgestellt.

2 Ergebnisse und Diskussion

Tabelle 1 zeigt Kenndaten der untersuchten Betriebe und Ställe. Ausgewählte Ergebnisse werden in Tabelle 2 getrennt nach Mauserung gezeigt, da diese zu Unterschieden führt.

Die Dauer der Legeperiode lag bei dem Großteil (12 von 15) der ungemauserten Legehennengruppen unter einem Jahr und hat eine Verringerung der durchschnittlichen **Legeleistung** zur Folge. Die Ergebnisse sind deshalb nur bedingt mit solchen aus der Literatur vergleichbar. In drei Legehennendurchgängen mit einer 12monatigen Legeperiode lag die Legeleistung bei über 80 % mit einer Legespitze von über 90 %. Diese Ergebnisse sind vergleichbar mit den Ergebnissen der amtlichen Legeleistungsprüfungen. Die Leistungskurvenverläufe der übrigen Gruppen waren, mit Ausnahme einer Gruppe (Betrieb B), zufriedenstellend. Die Legespitze lag stets über 80 %.

Der angegebene **Futterverbrauch** bezieht sich auf das Alleinfutter. Der Verbrauch an Getreidekörnern (10 g/Henne/Tag, z. T. Ausputzgetreide) wurde nicht miteingerechnet. Der Alleinfutterverbrauch lag in 9 Durchgängen unter 120 g pro Huhn und Tag. BEHRENDS und NORDHUES (1993) geben eine Futteraufnahme von 125 g/Henne/Tag in der Käfighaltung an. In Boden-/Freilandhaltung wird aufgrund der höheren Bewegungsaktivität ein Zuschlag von 8 bis 10 % des Energiebedarfs eingerechnet (TILLER, 1994). Die schlechtere Futteraufnahme in den genannten Durchgängen konnte u. a. auf das zu energiereiche Alleinfutter zurückgeführt

werden. Problematisch ist außerdem, daß in diesem Zusammenhang wichtige Wirkstoffe (z. B. Methionin) nicht in ausreichendem Umfang von den Tieren aufgenommen werden. Die Richtlinien der ökologischen Landbauverbände erschweren die Zusammenstellung von Legehennenrationen, weil nur wenige Eiweißkomponenten zugelassen sind. Dieses hat zur Folge, daß die Deckung des Nährstoffbedarfs einer Hochleistungshybride nur knapp gelingt.

Tab. 1: Kenndaten der untersuchten Betriebe

Tab. 1: Characteristics of the investigated husbandry systems

Betrieb – Stall	**Stallsystem**	**Anfangshennen/Stall**	**Stallgrundfläche**	**Besatzdichte** [2)/3)]
A-1	Natura-Voliere, Kotbandentmistung	1.200	74,5 m²	16,1 / 8,3
A-2 und 3	Kliba-Voletage, Voliere über Kotkeller	1.200	87 m²	13,8 / 10,1
A-4	Volito-Voletage, Kotbandentmistung	2.400	178,4 m²	13,5 / 9,3
B-1 bis 3	Bodenhaltung, Kotgrube über Kotkeller	850	145 m²	5,8
C-1 [(1)]	Bodenhaltung, Kotgrube, Grünauslauf	250 bzw. 350	50 bzw. 77 m²	5 bzw. 4,5

alle Ställe mit Ausnahme von A–4 mit überdachten Ausläufen, [1)] Stallerweiterung im Verlauf des Modellvorhaben, [2)] pro m² Stallgrundfläche, [3)] pro m² Stallgrundfläche inkl. Volierenetagen

Tab. 2: Ausgewählte Ergebnisse, ungemauserte/gemauserte Gruppen (in Klammern Anzahl Herden)

Tab. 2: Selected results, not moulted/moulted groups (in brackets number of groups)

Betrieb -Stall	**A-1**	**A-2/3**	**A-4**	**B-1 bis 3**	**C-1**
Legeleistung DH (%)	75/68 (2/1)	82/72 (1/4)	81/73 (1/1)	67/- (9/0)	75/69 (2/1)
Futter Henne/Tag (g)	120/122 (2/1)	138/117 (1/4)	123/132 (1/1)	118/- (9/0)	156/130 (2/1)
Verlegerate (%)	3,8/4,1 (1/1)	-/5,4 (0/4)	1,1/1,0 (1/1)	5/- (6/0)	- (0)
Tierverluste (%)	4,4/8,5 (2/1)	6,4/9,3 (1/4)	16,2/12,3 (1/1)	7,4/- (9/0)	14,8/15,8 (2/1)
NH_3 - Stalluft (ppm)	1,1 - 4,2 (2)	0,6 - 14,7 (3)	0,6 - 6,6 (1)	1,9 - 59,7 (6)	0,8 - 6,1 (2)
Arbeitszeitaufwand [1)]	6,26/5,75	6,33/5,69	7,13/6,68	4,33/-	13,13/9,92
Umbaukosten/Tierplatz [2)]	75,99	29,90	45,14	27,01	19,07
Einkommen/Ei (DM)	0,11/- (1/0)	0,12/0,14 (1/1)	0,16/- (1/0)	0,14/- (6/0)	0,15/0,19 (1/1)
Legehennenalleinfutter	∅ 4 Futteranalysen: 12,7 ME MJ, 18,6 % Rohprotein, 0,32 % Methionin				

[1)] min/100 Hennen/Tag [2)] DM Umbaukosten für Altgebäude ohne Eigenleistung und ohne überdachte Ausläufe

Die **Verlegerate** war in den Ställen A-4 (1 %) und C-1 sehr gering. In den Ställen A-2 und 3 war die erhöhte Verlegerate auf eine ungünstige Nestkonstruktion zurückzuführen. Im Betrieb B variierte die Verlegerate mit jedem Durchgang. Die Anzahl verlegter Eier schwankte zwi-

schen 1,0 und 7,6 %. Einflußfaktoren sind das Haltungssystem und Management während der Aufzucht und während der Legeperiode, das Einstallungsalter, das Nestangebot, die Erreichbarkeit und Attraktivität der Nester als auch die Hybridherkunft. In der Literatur sind ebenfalls erhebliche Schwankungen bekannt. Nach VAN HORNE und NIEKERK (1998) wurden in 29 untersuchten Durchgängen in Volierenhaltung unter Praxisbedingungen Verlegeraten zwischen 0,9 und 13,9 % festgestellt.

Die **Abgangsrate** in den einzelnen Gruppen war sehr unterschiedlich. Im Durchgang A-4 kam es durch Kannibalismus zu den hohen Verlusten (16,2 %), im Stall C-1 wurden viele Hennen im Grünauslauf durch Greifvögel getötet. Es gab keine Krankheitsausbrüche auf den Betrieben. Im Stall E-1 wurde im Sommer 1995 eine Behandlung gegen Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) durchgeführt. Regelmäßige Untersuchungen auf Salmonellen fielen negativ aus. Auffällig bei den Verlusten in den gemauserten Gruppen ist, daß ein hoher Anteil der Verluste nach Beginn der Mauser auftrat. Die Mauser bzw. die Futterumstellung stellt wahrscheinlich eine hohe Belastung für die Hennen dar. Besonders bei den Mausern, die im Sommer stattfanden, waren die Verluste nach Mauserbeginn sehr hoch. AMGARTEN und MEIERHANS (1992) geben für Hühner in alternativen Haltungssystemen (mit /ohne Auslauf) Mortalitätsraten von 0,64 %/Monat in Beständen über 2.000 Tiere an. HORNE und NIEKERK (1998) kommen in ihren Untersuchungen (29 Herden, 20 Tiere/m²) auf Mortalitätsraten von 6,8 % gegenüber 8,5 % in Käfighaltung.

Auf dem Betrieb B wurden im Rahmen stichprobenartig erhobener Klimamessungen erhöhte **Ammoniakbelastungen** in der Stalluft festgestellt. Durch das Belassen des Kotes im Kotkeller (Umbau einer Käfiganlage) unter den Ställen und durch einen im Winter geringeren Luftumsatz stiegen die Werte an einigen Tagen stark an. Der Ammoniakgehalt in der Stalluft war auf den Betrieben A und C kein Problem, da der Kot regelmäßig aus dem Stall entfernt wurde (Kotbänder bzw. -schieber).

Aus den erhobenen Arbeitszeiten wurde der durchschnittliche tägliche **Arbeitszeitaufwand** pro 100 Hennen für jeden Durchgang errechnet (ohne Umtriebswechsel und ohne Vermarktung). Der durchschnittliche, tägliche Arbeitszeitaufwand auf den drei untersuchten Betrieben lag deutlich unter den in der Literatur angegebenen Werten. HUBER und AMGARTEN (1992) geben für Betriebe mit Volierensystemen und einer Herdengröße von 2.000 Hennen einen durchschnittlichen Aufwand von 8,6 AKmin pro 100 Hennen und Tag an.

In den Betrieben A und B wurde in Altgebäuden die Käfighaltung durch alternative Haltungssysteme ersetzt. Die **Umbaukosten** je Hennenplatz betrugen zwischen 19,- und 76,- DM. Volierensysteme mit Kotbandentmistung sind gegenüber den übrigen Systemen deutlich teurer.

Der **Einkommensbeitrag** pro Ei ist abhängig von dem Erlös pro Ei, der Anzahl verkaufsfähiger Eier und den angefallenen Kosten. HÖRNING (1994) kalkuliert Einkommensbeiträge von 0,13 und 0,09 DM pro Ei in der Volierenhaltung und 0,12 und 0,11 DM pro Ei für Bodenhaltungssysteme. Die auf den untersuchten Praxisbetrieben erzielten Einkommensbeiträge pro Ei lagen zum größten Teil über diesen Angaben. Die variablen Kosten lagen zwischen 0,18 und 0,23 Pf./Ei, die Fixkosten waren aufgrund der Altgebäudenutzung mit 0,01 - 0,05 Pf sehr niedrig.

3 Fazit

Das Modellvorhaben hat gezeigt, daß artgemäße Haltungsformen für Legehennen im ökologischen Landbau insgesamt gut funktionieren. Schwachpunkte konnten aufgezeigt werden und

bieten Anlaß für weiterführende Untersuchungen. Das Modellvorhaben hatte eine gute Beispielswirkung, auch für konventionelle Betriebe.

4 Dank

Wir danken dem Hessischen Ministerium des Innern und für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Wiesbaden sowie dem Schweizer Tierschutz, Basel für die finanzielle Unterstützung.

5 Literatur

AMGARTEN, M. und D. MEIERHANS (1992): Vergleichende Untersuchung der Wirtschaftlichkeit verschiedener Haltungssysteme für Legehennen in der Praxis und an der SGS, Schweizerische Geflügelzuchtschule (Hrsg.), Zollikofen. 108 S.

FÖLSCH, D.W., M. STAACK, G. TREI, C. KEPPLER, M. HÖFNER und B. HÖRNING (1997): Modellvorhaben zur artgemäßen Geflügelhaltung in Hessen. Abschlußbericht z.Hd Hess. Minist. des Inneren und für Landwirtschaft, Forsten, Naturschutz; Wiesbaden, 298 S.

HÖRNING, B. (1994): Ökologische Legehennenhaltung, DGS-Mag. 46 (6): 10-15

HORNE, P.L.M. v. und T.G.C.M. v. NIEKERK (1998): Volieren- und Käfighaltung im Vergleich - Produktivität, Gesundheit und Wirtschaftlichkeit von Legehennen. DGS-Mag. (6): 14 - 17

HUBER, R. und M. AMGARTEN (1992): Legehennen: Arbeitszeitbedarf in neuen Haltungssystemen. FAT-Berichte No. 409, Tänikon, Schweiz

BEHRENDS und NORDHUES (1993): Geflügel halten mit Gewinn - Legehennenhaltung. DGS 45 (38): 8-20

TILLER, H. (1994): Deutsche Praxiserfahrungen mit LOHMANN BROWN in Bodenhaltung. Lohmann Information Jan./April 1994: 21-33

6 Summary

Within the scope of the pilot study 22 groups of layers in floor and aviary systems were examined. In the study data relating performance, animal health, behaviour, hen house climate and economy was recorded and analysed. The performance of three groups were comparable with official performance tests, mortality ranged between 4,4 and 16,2 %, income per egg amounted to 0,11 to 0,19 DM. The study showed, that keeping of hens in ecological housing systems leads to good results. Shortcomings were discovered and call for further investigations. Also the pilot study had a positive effect on conventionel hen keeping.

Investitionsausgaben beim Bau von größeren Zuchtschweineställen (Posterbeiträge)

Investment expenditure in the building of larger pig production units

GARTUNG, JÜRGEN[1], UMINSKI, KERSTIN[1], HAGEMANN, JENS[1]

[1] Institut für landwirtschaftliche Bauforschung der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), 38116 Braunschweig, Bundesallee 50

1 Einführung

Seit 1991 hat sich ein bedeutender Strukturwandel in der Schweineproduktion vollzogen, der sich offensichtlich in den kommenden Jahren noch fortsetzen wird. Ausschlaggebend hierfür sind insbesondere ökonomische Gründe, darüber hinaus seuchenhygienische Gründe sowie eine weiter steigende Spezialisierung.

Zukunftsorientierte Betriebe werden größere Tierbestände halten, um ausreichende Gewinne zu erwirtschaften. In der Sauenhaltung werden Bestände bis 750 Sauen genannt. Hierfür liegen zur Zeit keine aktuellen Kalkulationsdaten für Neubauten vor.

2 Problem- und Zielstellung

Eine wirtschaftliche Schweineproduktion ist in Deutschland nur möglich bei hoher Tierleistung, guter Arbeitsorganisation und möglichst geringen Gebäudekosten. Zur Vermeidung von Fehlinvestitionen beim Bau von Zuchtschweineställen sollten Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Kostenvergleiche alternativer Lösungen bereits in sehr früher Planungsphase erfolgen. Hierzu sind Orientierungsdaten bezogen auf die betreffenden Nutzeinheiten erforderlich. Der Bereitstellung von aktuellen Baukostendaten zur überschlägigen Ermittlung des Investitionsbedarfs und der baubedingten Jahreskosten kommt deshalb eine besondere Bedeutung zu.

Im Rahmen des Arbeitsprogrammes Kalkulationsdaten des KTBL werden derzeit Kostenkennwerte für größere Zuchtschweineställe erarbeitet. Die Ergebnisse werden zum Jahresende 1998 vorliegen.

3 Methode

Die Baukostendaten werden im Institut für landwirtschaftliche Bauforschung (ILB) seit Jahren nach dem ILB-Baukostenverbundsystem ermittelt. Das heißt, ausgewählte Alternativen werden mit Hilfe des dreidimensionalen CAD-Systems RIBCON konstruiert, davon ausgehend die Mengen erfaßt und mit Einheitspreisen einer zentralen Datenbank verknüpft. Die Daten stammen dabei aus gebauten und abgerechneten Bauvorhaben.

Die Ergebnisse stehen von der 1. Gliederungsebene der DIN 276 „Kosten im Hochbau", den Kostengruppen bis zur 3. und feinsten Gliederungsebene, den Elementen mit Ihren Leistungspositionen zur Verfügung. Zusätzlich erfolgt eine Aufteilung der Baukosten nach Kosten-

blöcken. Kostenblöcke sind funktionsbezogene Bauteile oder Bauteilgruppen. Bei den Zuchtsauenställen unterscheidet man die Kostenblöcke STALL, FUTTER und MIST.

4 Auswahl von Stallsystemen

Gemeinsam mit Mitgliedern der KTBL "Arge Bauwesen" wurden die zu bearbeitenden Haltungsverfahren, Bestandsgrößen und Bauausführungen festgelegt. Bezüglich der Verknüpfung von Bestandsgröße, Gruppengröße, Gruppenzahl und Absetzrhythmus wurde die Beratung der LK Westfalen-Lippe zusätzlich in den Entscheidungsprozeß einbezogen.

Die Raumplanung wird entscheidend von der Organisation der Betriebsabläufe beeinflußt. Oft werden individuelle Lösungen gewählt. Die Auswirkungen auf bauliche Ausführung und Investitionsbedarf sind nicht unerheblich, die Durcharbeitung aller denkbaren Alternativen ist aber im Rahmen dieser Arbeit nicht durchführbar. Berücksichtigt wurden zunächst nur Stallanlagen mit Kastenständen. Verschiedene Varianten der Gruppenhaltung für tragende Sauen sollten in einer weiteren Arbeit untersucht werden.

Da es hier um Orientierungsdaten zur Ermittlung des Investitionsbedarfes und Kostenvergleiche unterschiedlicher Stalltypen und Bestandsgrößen, nicht aber den Vergleich unterschiedlicher Betriebsabläufe geht, wurde von der "ad hoc"-Gruppe folgende Festlegung getroffen:

1.) Produktionsverfahren:
   - Einphasige Ferkelaufzucht, Rein-Raus-Verfahren,
   - Einstreulose Aufstallung auf teil- bzw. vollperforierten Böden,
   - Getrennte Stallabteile, Deckstall, Wartestall und Abferkelabteile

2.) Bestandsgrößen und Produktionszyklus:
   - Stallbelegung im 1-Wochen-Rhythmus
   - 240, 320 und 640 produktive Sauen, 21 Tage Säugezeit und
   - 252, 336 und 672 produktive Sauen, 28 Tage Säugezeit

   Bei der kleinsten Bestandsgröße wurden für 252 produktive Sauen zusätzlich eine Aufstallungsform mit 3 Wochen-Absetz-Rhythmus und 28 Tagen Säugezeit untersucht.

Bei den ausgewählten Alternativen (Tab. 1) handelt es sich um geschlossene, wärmegedämmte Gebäude mit einer Wandkonstruktion aus zweischaligem Mauerwerk als Tragwerk für Holz-Dreiecksbinder. Die Dacheindeckung besteht aus Stahltrapezblech mit Dämmung; die Dämmung unter den Untergurten der Binder aus Hartschaumplatten. Abluftschächte mit Ventilatoren sind zur Entlüftung vorgesehen. Die Freßliege- und Abferkelstände sind aus verzinktem Stahlrohr hergestellt. Im Deck- und Wartebereich sind Betonspaltenbodenelemente vorgesehen, im Abferkelbereich Vollkunststoffroste.

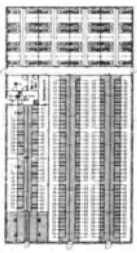
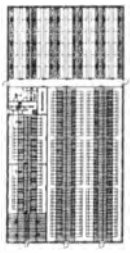
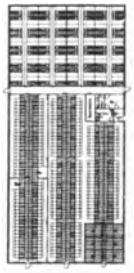
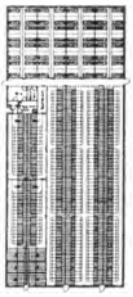
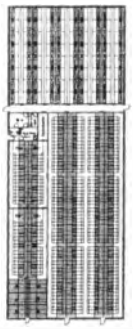
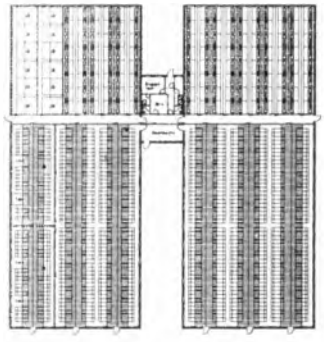
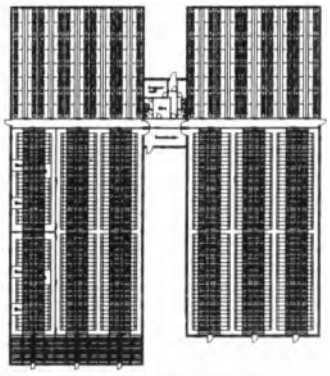
Aus arbeitswirtschaftlichen Gründen wurden ausschließlich Flüssigmistverfahren unterstellt.

Für den Deck- und Wartestallbereich wurde sowohl Unterstall-Lagerung als auch die Entmistung über Wechselstaukanäle unter den Beton-Spaltenbodenflächen untersucht. Bei den Varianten mit Güllekeller handelt es sich jeweils um 1,25 m tiefe Kanäle. Die Wechselstaukanäle sind jeweils nur 60 cm tief und münden nicht in einen Querkanal, sondern in PVC-Rohre, die in Gebäudemitte unter dem Stall verlegt sind. Durch diese gelangt die Gülle in die Vorgrube, von wo sie in den Hochbehälter umgepumpt wird.

Unter den Abferkelabteilen ist bei allen Varianten eine Rohrentmistung vorgesehen. In flachen Auffangwannen unter den Kunstoffböden, wird die Gülle zunächst angestaut und dann durch Rohre in die Zirkulationskanäle bzw. Querrohre abgelassen.

Tab. 1: Grundrisse

Tab.1: ground plans

1 Wochen Rhythmus 21 Tage Säugezeit	1 Wochen Rhythmus 28 Tage Säugezeit	3 Wochen Rhythmus 28 Tage Säugezeit
240 produktive Sauen ZS 10001 ZS 10004 	252 produktive Sauen ZS 10002 ZS 10005 	252 produktive Sauen ZS 10003 ZS 10006 
320 produktive Sauen ZS 11001 ZS 11003 	336 produktive Sauen ZS 11002 ZS 11004 	STALL: Einphasige Ferkelaufzucht FUTTER: Trockenfütterung mit Fördereinrichtung und Dosierung
640 produktive Sauen ZS 12001 ZS 12003 	672 produktive Sauen ZS 12002 ZS 12004 	GÜLLE: Zirkulationssystem, (ZS 10 001-3, 11+12 001-2) Güllekeller, 6 Monate Staukanäle unter Deck- und Wartestall (ZS 10 004-6, 11+12 003-4) Außenlager, 6 Monate Rohrentmistung im Abferkelbereich (alle Alternativen)

Die Fütterung gehört neben dem Management, der Züchtung und Haltung zu den wichtigsten Einflußfaktoren, welche die Leistungsfähigkeit der Sauenhaltung bestimmen. Wegen der Vergleichbarkeit der Baukosten wurde für alleAlternativen eine Trockenfütterungsanlage unterstellt. Das Futter gelangt von der Lagerung in Außensilos über Seilförderer zu den Sauen. Die Futterzuteilung erfolgt über Volumendosierer durch unterschiedliche Einstellungen und automatische Auslösung der Verschlußklappe über den Trögen.

Für den Abferkelbereich sowie den Deck-und Wartebereich kommen 2 verschiedene Futtermischungen zum Einsatz, was mindestens 2 Außensilos erforderlich macht. Es ist eine Futterlagerzeit von 4 Wochen vorgesehen.

Eine ausreichende Wasserversorgung der Tiere wird durch Selbsttränken sichergestellt. Für Sauen sind Sprühnippel über den Trögen installiert, für Ferkel Zapfentränken angebaut.

5 Investitionsbedarf

Nach vorliegenden Ergebnissen beträgt der Investionsbedarf pro produktive Sau für größere Zuchtsauenställe ca. 4 950 DM bei 240 produktiven Sauen und etwa 4 250 DM bei ca. 680 produktiven Sauen.

Bei einer differenzierten Betrachtung der bisherigen Ergebnisse wird im Vergleich zu früheren Arbeiten mit kleineren Bestandsgrößen eine erhebliche Kosteneinsparung bei den größeren Zuchtsauenställen deutlich. Während hier Kostenwerte von ca. 8 000-7 000DM bei 64 und 128 produktiven Sauen errechnet wurden, ergibt sich für die größeren Bestandsgrößen ein relativ konstanter Wert von ca. 4 400 DM mit einer Abweichung von ± 200 DM.

Insgesamt gesehen sind die Alternativen mit Gülle-Außenlagerung um ca. 90 – 50 DM günstiger als die mit Unterstall-Lagerung. Die Varianten mit 21 Tagen Säugezeit sind bis auf kleine Überschneidungen bei den Systemen mit Zirkulationssystem im Bereich von 520-640 produktiven Sauen kostengünstiger als die Alternativen mit 28 Tagen.

Die endgültige Zusammenstellung der Kostendaten kann derzeit noch nicht erfolgen. Zur Tagung werden aber alle Ergebnisse vorliegen, als Grafik unterbreitet und als Poster dargestellt sein.

6 Literatur

Gartung, J.; Uminski, K.; Preiß, F. (1997): Investitionsbedarf für Mastschweine- und Zuchtschweineställe, Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft Nr. 174/1997

Bauförderung Landwirtschaft, Hannover (1997): Sauenhaltung und Ferkelaufzucht, Bau Briefe Landwirtschaft Nr. 37/1997

7 SUMMARY

With an closer consideration of the results it is clear that in comparison with earlier results relating to smaller herds, significant cost savings are achieved through increasing the size of pig production units. While here costs of ca. 8 000 - 7 000 DM in 64 and 128 sow units are calculated, the larger units have costs of ca. 4 400 DM with a margin of error of ± 200 DM.

A trend to larger herds is already evident in the German pig industry and will continue under the pressure to reduce investment and production costs per sow and young pig. Good management and a clear separation of the functional areas (farrowing, dry sow house etc.) are important preconditions for economic pig production.

Promotion of Standardisation and Certification of Concrete Products in Agriculture

VERVAEKE, VEERLE[1], SONCK, BART[2]

[1] Agribeton, Burg. Van Gansberghelaan 115, 9820 Merelbeke (Belgium)
[2] Ministry of Small Enterprises, Traders and Agriculture, Department Mechanisation, Labour, Buildings, Animal Welfare and Environmental Protection - CLO, Burg.Van Gansberghelaan 115, 9820 Merelbeke (Belgium)

1 Introduction

Concrete is widely used in agriculture for amongst others trench silos, roads and aprons around agricultural buildings, slurry cellars, floors, slats, pen separations, etc. Government policy can have a great impact on the building industry, both on the entire building volume and on the materials used. This applies certainly to the agricultural branch where the concern for the environment and animal welfare will impose more stringent requirements to the quality of the applied concrete products. Important too is that besides the building requirements the agricultural requirements are also satisfied. In practice, it is regularly experienced that errors are made through lack of information or guidance on the application of existing standards, or lack of certification or guidelines from the authorities on these materials. Increasingly, concrete manufacturers in the agricultural branch feel this absence of Belgian standards and certification and the lack of quality control as a problem that weakens their competitiveness on foreign markets. Agriculture and horticulture would benefit from certification that can guarantee that the supplied concrete products meet particular requirements on the quality of the concrete, the safety of a constructional design, the environment and animal welfare. Such a certification and standardisation of concrete materials requires an interdisciplinary discussion and approach which very seldom happened in Belgium until now.

With the introduction of a new project, the foundation will be laid for an entirely new service at the Department for Mechanisation, Labour, Buildings, Animal Welfare and Environmental Protection of the Agricultural Research Centre - Gent. This service must act as a platform making it possible for farmers and farmers' organisations, agricultural researchers, agricultural extension officers, the concrete industry, agricultural building contractors and BIN (Belgian Institute for Standardisation), to discuss standardisation and certification of concrete and concrete products used in agriculture.

Standardisation and certification in agriculture will be promoted through several specific channels:

- Publication of an informational magazine
- Setting up an electronic information network on the Internet (using an existing system)
- Active participation in developing Belgian normative documents, Belgian and European standards on concrete construction materials. Promotion of these documents and standards will be done through the above channels.

- Sensitising all manufacturers of concrete elements and building enterprises active in agriculture to apply the normative documents and standards and to use certified products
- The possible foundation of a central laboratory for testing concrete products, after completion of feasibility study. Manufacturers of precast slatted floors could then submit their materials to this laboratory to obtain or maintain the BENOR label.
- Establishing an inventory / database of all possible concrete constructions or parts of constructions.

2 AgriBETON, a new informational magazine



At the end of October 1998, the first edition of a new quarterly magazine will treat a specific concrete element used in agriculture or horticulture. The first issue focused on 'Precast slatted floors' and future issues will highlight 'Low emission concrete constructions', 'Trench silos and silo retaining walls' and 'Roads and aprons'. In this free magazine emphasis is placed on the existing or anticipated standards for these products. Besides, the magazine will carry also articles on future trends, different kinds of applications, the impact on animal welfare, innovations, calculation and stability, etc. in connection with concrete products for agricultural use. Everyone interested can subscribe to this free magazine. Some articles will appear also in other specialist magazines of interest to the farmer.

3 AgriBETON on the World Wide Web



The website www.agris.be/agribeton/ contains an extensive coverage of the project:

- the people behind the consortium of the project
- articles published in the magazine
- interesting addresses and websites
- an agenda with information on future activities
- the already existing standards in Europe and Belgium on concrete in agriculture
- a database, etc...

4 Active participation in developing standards and normative documents

The Department Mechanisation, Labour, Buildings, Animal Welfare and Environmental Protection of the Agricultural Research Centre – Gent participated in drawing up the Belgian normative document PTV 203 for precast slatted floors and cooperates in the European Taskgroup CEN/TC 229/WG 2/TG 2 that prepares a European draft standard (prEN 12737) for the same elements. For other elements like precast wall-elements, a Working Group will

be set up to draw up a general technical approbation of building systems and construction materials. Both manufacturers and consumers will be informed about all these standards through the above-mentioned channels.

5 Sensitising

The new service will encourage the market to produce and buy standardised products. Moreover, it intends to organise workshops, training courses, visits, etc. to attain the above goal. For example, during the winter, the farmers could attend courses on the repair of concrete constructions organised by an agricultural and horticultural centre.

6 A feasibility study for a central laboratory

The recently established normative document on precast slatted floors stimulated the manufacturers to adapt their production to the requirements set out in the document. As part of this, manufacturers will need also a laboratory to test their raw materials, concrete and finished materials. The costs associated with setting up individual laboratories, each with their own equipment and personnel, are too high. A central laboratory that can be used by all participating manufacturers, perhaps including even a mobile laboratory, may form a suitable alternative. Such a central laboratory has the following advantages:

- A better equipped laboratory for an investment lower than that required for several individual laboratories.
- The results of the tests on slatted floors of different manufactures are comparable.
- There is the (financial) opportunity to recruit a full-time, trained laboratory assistant to develop and run the lab.

The feasibility of setting up such a central laboratory will be studied and if favourable steps will be taken towards its realisation.

7 Database of agricultural and horticultural concrete constructions or parts of constructions

The consortium plans to create a database on concrete constructions or parts of constructions that are of interest to the farmer. This database will be linked to a website and will be easy to consult.

8 Research

Since several years, the department monitors an experiment with different slatted floors in a pig house. The exposure of concrete slats to lactic and acetic acid originating from acid feed forms a serious problem. This effect is most pronounced around the trough and leads to substantial corrosion. The chemical impact of acids on the concrete surface makes the latter weaker, after which the corroded parts are further removed by wear and tear caused by animal movements or by cleaning of the compartments. The increased surface roughness and the broadened slots of the precast slatted floors can cause serious injuries to the animals.

Repairing or replacing the floors means an additional financial loss and more work for the farmer.
In slaughter pig houses, concrete made of different sorts of cement, granulates and additions, cement-bound coatings and impregnating systems was studied. From figure 1, the attack depth, which is a measure for the destructive effects of the corrosion aggravated by wear and tear, can be seen. Stallit, Bernit, Epoxy and I* (concrete with sulphate) resist better to the aggressive environment than other treatments (CEM I, III/A, III/B, V/A, fly ash, silica fume).

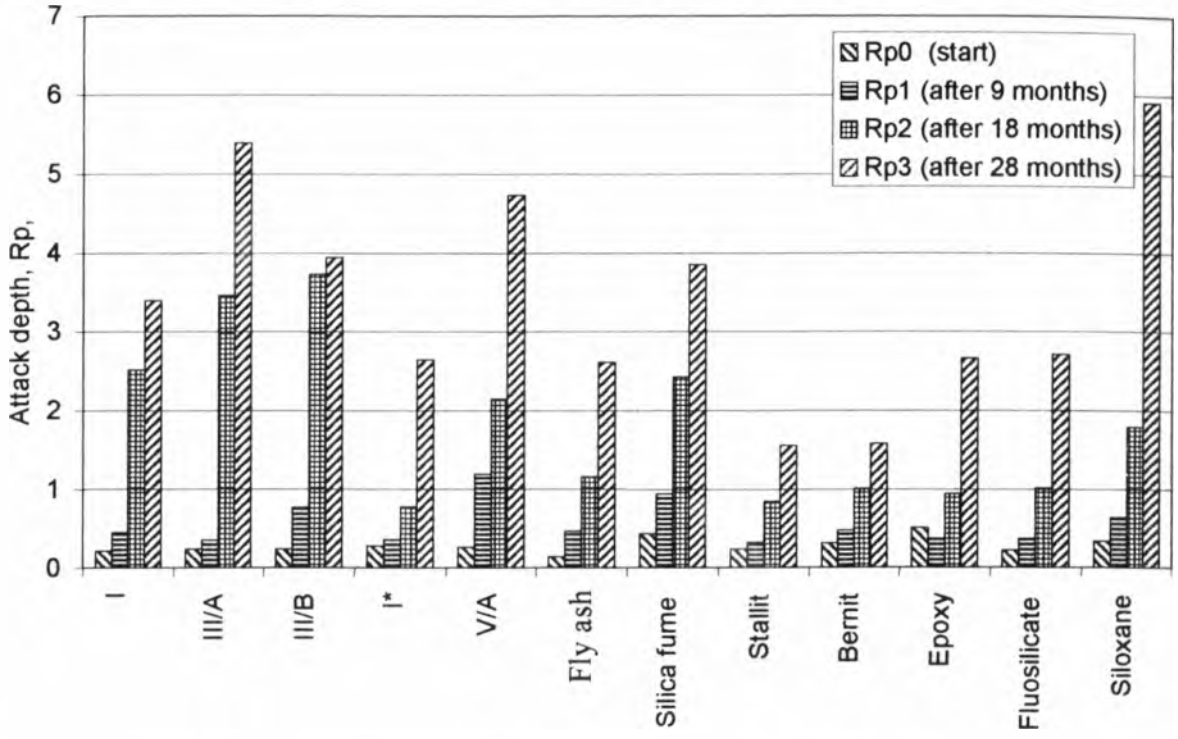


Abb. 1 Degradation für 12 verschiedene Spaltenboden für Mastschweine nach 0, 8, 18 und 28 Monate
Fig. 1 Attack of 12 different slatted floors for pigs, after 0, 8, 18 and 28 months of use

A similar test started recently with precast slatted floors in which polymer-cement is added. Results are not yet available.

9 Summary

Standardisation and certification have been introduced recently also in the agricultural sector. Both at Belgian and at European level, documents on specific concrete construction materials for use in agriculture have been prepared by carefully selected working groups. The Department AgriBETON participates actively in the preparation and realisation of these standards and promotes their use to the manufacturer as well as the consumer.
Slowly but definitely, the agricultural sector becomes aware that it can no longer continue without standardisation and certification in sustainable agriculture and horticulture.

Approach to Design of Floors in Livestock Farm Buildings

Vojnovic, M.[1], Brdarevska, Marija [2]

1 Prof. Dr. Arch. Milan Vojnovic,
2 Arch. Marija Brdarevska, M.S.,
Faculty of Agriculture, University of Belgrade, Yugoslavia

1 Introduction

There are two major objectives in modern livestock production: to meet the human requirements in sufficient quantity of food, and to ensure a high level of food quality. Achievement of these objectives enhances the development of intensive production in all fields of agriculture activities, especially the livestock production. Modern intensive livestock production provides the new productive and technological conditions in this branch of agriculture. That requires design of completely new environment for domestic animals, possessing different qualities than natural.

Several general approaches has merged for solving the problems of domestic animals breeding in modern intensive production systems. Among the others, the environmental approach is related to all problems coming from the artificially constructed technological space and concerns the livestock accommodation indoors. The environment impacts very roughly domestic animals health and its well being. This underlines the importance of the artificial environment definition. Livestock environment could be defined in few terms concerning the qualities of covered space designed in livestock production purposes: floor type, space, ambiental conditions, waste disposal, etc.

The most important environmental component is the floor; its quality, the amount of space it provides for domestic animals in their stocking density. Some of main behavioural reactions of livestock are connected directly with the space allowed and the floor type, as well as the constructive materials applied. In some occasions floor problems could cause low level of livestock comfort, slipperiness, aggressive behavioural reactions the insufficient floor space and inadequate number of lying places or feeding gates, injuries, disease etc.

2 Breeding Technology and Zoohigyene Requirements

From the aspect of breeding technology and zoohygiene the artificial environment designed in livestock purposes is mainly determined by:

- indoor space limited by farm building walls and barriers,
- floor type and constructive materials applied.

Farm building space is drastically reduced compared to the pasture. Livestock are always accommodated indoors as high a density as possible, allowing additional space for staff activities and agricultural mechanisation operations. The space requirements vary, depending on breeding technology decisions concerning:

- accommodation type (individual or livestock group),
- livestock species, age and genetic variations,
- population density, or the effect of the number of domestic animals/m^2 ,
- needs in space from the aspect of animal everyday activity organisation,

- feeding of animals and the food distribution requirement,
- waste disposal technology decision (solid waste or manure),
- water supplying system type,
- some specific or traditional technology impacts, etc. [1].

The development of modern intensive production systems provides alternative floor types, possessing different qualities from natural and traditional farm building ground surfaces. The definition of requirements related to the floor type, its frame, shape and constructive materials qualities come from zoohygiene and breeding technology. From these aspects, farm building floor surface should be:

- clean, comfortable and not too hard,
- watertight, both against excreta and rising dump,
- well insulated and dry, not slipper and humid,
- without steep slopes, high stairs, thresholds and other kinds of obstacles,
- suitable for collection and removal of the waste organisation in an optimal way [2].

Further technical solutions must be based on these requirements meeting them in all quality aspects needed in previous zoohygiene and breeding technology definitions.

3 Technical Decisions

Following the idea of farm building as a new environment, necessary to avoid negative consequence of adverse climatic conditions and a lack of food outside on domestic animals for a main part of the year, designers try to arrange artificial ambient used for keeping livestock indoors. These efforts result in providing an artificial shelter which protects domestic animals from all outside impacts; high and low temperatures, snow and rain, enemies and other kinds of rough experiences. In those terms, the floor should offer an accommodation of safe and comfortable component, protecting livestock from cold and rising dump. From the other side, the floor is exposed to various physical, chemical and biological impacts, originating from aggressive activities and substances provided by technological process performed inside the farm building. Floor surface is loaded, both statically and dynamically, by different weight coming from livestock, staff, equipment and mechanisation. The weight varies from only a few kg (hen, rabbit, piglet etc.), to the mass of over 700 kg (milking cow, hors etc.) for animals [3], and the weight of even over 4 000 kg for the mechanisation [4]. Presence of animal excretion or their mixtures with the litter material, containing different kinds of chemical compounds on the floor surface, like P_2O_5 and K_2O, could easily destroy the floor surface and its frame [5].

According to the traditional breeding technology solutions, livestock were usually kept inside farm buildings under the conditions maintained at extremely dense stocking, on different kinds of littered solid floors. Solid ground or brick floor was usually covered by straw, hay, cornstalks, leaves or wood shaving [6]. Modern livestock farming developed originally new types of flooring for all species of domestic animals. There are three types of alternative floor systems: solid, slatted floor and partly slatted floor.



Fig. 1. Solid, slatted and partly slatted floor scheme.

To satisfy the zoohygienic and livestock breeding requirements, as well as to avoid aggressive influence coming from technological space, the most important objective in constructing farm building, as an artificial shelter for livestock and the floor as its part, is to make appropriate technical decisions, which must be based on following architectural design considerations:

- suitable floor frame,
- principles of construction,
- structural material, according to:
  - mechanical, physical and chemical characteristics,
  - waterproof and insulating possibilities,
  - duration and low price,
- other kinds of principals coming from different technical solutions.

4 Livestock Behavioural Reactions

The most immediate expression of interaction established between domestic animal and artificial environment and its constructed components is livestock behavioural reaction to the offered accommodation level. Fig 1. shows an example of dairy cows behaviour reaction to different ambiental qualities, artificial and natural, where the activities and number of livestock movements / h drastically rise on pasture comparing with the behaviour within the stall space [7].

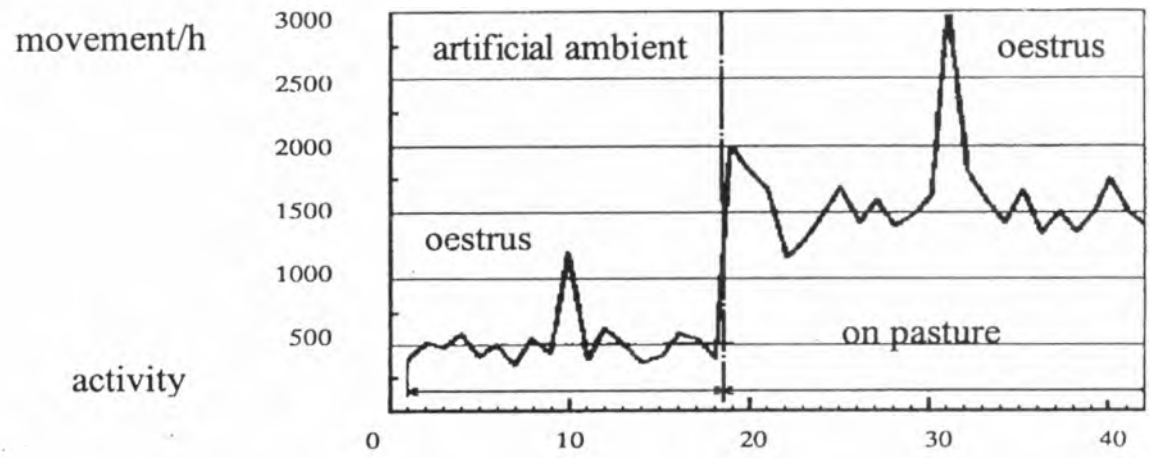


Fig. 2. Dairy cows activities under the artificial and natural environment conditions.

Artificial floor, unknown in natural conditions, as a component of farm building is the factor to which the livestock has accommodate within shortest possible period. According to the domestic animals experience and its reactions, the concrete floor, both solid and slatted, is an unpleasant part of an artificially constructed environment. It provides many difficulties in livestock activities (moving, laying, sleeping, etc.).

From a comparison with the floor in the pasture, artificial floor could be defined as an uncomfortable and disturbing surface. It seems more to be a significant source of livestock injuries and sickness, cold and pain, than an element of comfortable livestock indoors accommodation [8]. Depending on type, modern floors provoke animal sense of extremely hard and cold, sometimes too steep and slippery, very often humid and dirty and, finally, they perform quite different quality from natural surface outdoors (grass, ground, sand etc.) [9].

5 Basic Criteria Definition

Well-known criteria applied in modern theory and practice in the field of agricultural architecture connecting farm building floor design consists of three groups:

- livestock breeding technology aspect,
- technical and
- actual occupational regulations.

Another important criteria, in addition to previously mentioned ones, is:

- livestock behavioural reaction to: the space allowed, floor type and structural materials qualities used in constructing of comfortable floor surfaces.

6 Conclusion

The transformation of livestock shelter from the pasture to farm building cause environmental conditions changing for domestic animals compared to the natural. Creation of adequate artificial environment which would posses approximate qualities to the outdoors conditions, where the domestic animals originate from, includes creation of completely new productive circumstances inside the livestock building and begins by insuring the suitable space amount and adequate floor surface.

The role of housing is to provide an environment that places livestock within the comfortable technological space, possessing suitable floor space from two main aspects:

- the aspect of allowing space sufficient for all livestock activities and
- the aspect of providing adequate floor quality,

as they have to define basic accommodation conditions.

To maintain these two requirements, design must respect basic criteria: technological, technical, actual regulations, and finally, livestock behavioural. According to the importance of the problem and its influence to the livestock well being and the productivity itself, floor design requires a multidisciplinary approach.

7 Bybliography:

[1] Brdarevska,Marija,Vojnovic,M.Topisirovic,G.(1996): Osnovi racionalnog projektovanja objekata za muzne krave, Aktuelni problemi mehanizacije poljoprivrede,Beograd.p.p.174.-175.

[2] Brdarevska, Marija, Topisirovic, G., Radivojević, D. (1996): Prilaz optimizaciji podova tehn.prostora namenjenih stocarskoj proizv., Poljoprivr.tehnika, No.1/2, Beograd, p.p121-125.

[3] DIN 18 908

[4] *** (1992): ZMAJ production programme, Belgrade.

[5] Ilic, Andjelija (1997): Floors in Agricultural Buildings - the Effect of Aggressive Media on Concrete, 7th International Symposium, Vol. 3., Ohrid. p. 34/4.

[6] Kojic, M. (1972): Poljoprivredne zgrade i kompleksi, Gradjevinska knjiga,Beograd, p.p.5-7.

[7]Rossing et alt.(1988): Real-time measurements of Milk Conductivity for detecting Mastitis,Agricultural Engineering, Paris.

[8] Webb,N., Nilsson,C. (1983): Flooring and Injury - an Overview, Farm Animal Housing and Welfare, Nijhoff, The Hague, p.p. 226-259.

[9] Sommer, T. (1985): Untersuchungen zur Tiergerechtheit praxisüblicher Gestaltung von Lauflaechen für Milchvieh im Boxenlaufstall. Zoologishe Institut, Bern.

8 Summary

This paper focuses on problems of floor as a basic component of artificially designed livestock environment. Generally, the base of modern livestock buildings designing considerations is zoohygiene and technological requirements. The relationship established between the animal and its constructed shelter is to be appreciated in solving the problem. All the requirements considering the farm building, as well as to the artificially constructed floor space perform important criteria and must be met in an adequate way by proper technical decisions. They are related to the selection of constructing materials and floor frames, floor dimensions, space geometry and other qualities needed in technological process involving domestic animals, staff engaged and other technical means applied.

Key words: artificial environment, floor, designing criteria, behavioral reactions.

Einfluß der Sauerstoffkonzentration in der Zuluft auf die Reaktionsgeschwindigkeit und das Emissionsverhalten bei Kompostierung tierischer Exkremente

Influence of oxygen concentration in air supply on the reactiorate and behaviour of emission in the composting of animal manure

SHANWU ZHOU[1], HACHEM ZAIED[1] UND HERMAN VAN DEN WEGHE[1]

[1] Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser-Ems der Georg-August-Universität Göttingen, Driverstr. 22, 49377 Vechta, Germany

1. Einleitung

Bei der Kompostierung spielt die O_2-Konzentration neben einer Reihe anderer physikalisch-chemischer Einflußfaktoren eine elementare Rolle. Mit der O_2-Konzentration steigt die Reaktionsgeschwindigkeit der Kompostierung. Bei einem Defizit der Sauerstoffversorgung wird der Nitrifikationsvorgang beeinträchtigt und unter anoxischen Bedingungen emittiert im Rahmen der Denitrifikation N_2O in erheblichen Mengen. SCHNEIDER (1997) stellt zudem fest, daß die Kompostierung durch eine erhöhte O_2-Konzentration in der Zuluft schneller initiiert wird. Bei der Kompostierung unter Einsatz von technischem Sauerstoff wird festgestellt (ANONYMUS, 1996), daß es zu einer starken Reduzierung der Geruchsstoffemission kommt.

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, in welchem Umfang eine optimale Sauerstoffversorgung den Kompostierungsprozeß tierischer Exkremente positiv beeinflußt, insbesondere in Hinblick auf die Minimierung der Emission umweltrelevanter Gase und der Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit.

2. Material und Methode

Die drei Reaktoren sind identisch und haben ein Maß von 1800 x 1000 x 1400 mm (L x B x H). In der Mitte befindet sich die Substratkammer, die eine Höhe von 500 mm hat. Der erste Reaktor fungiert als Referenzsystem und wird mit atmosphärischer Luft belüftet. Der zweite wird mit der Luft betrieben, die mit technischem Sauerstoff auf eine O_2-Konzentration von 25 Vol % angereichert ist. Beim dritten Reaktor ist die Zusammensetzung der Zuluft dieselbe wie im zweiten Reaktor, aber die Belüftung wird über die O_2-Konzentration in der Abluft gesteuert.

Als Kompostsubstrat wird ein Gemisch von Weizenstroh und Schweinegülle sowie ein Gemisch von Sägemehl und Schweinegülle verwendet. Das Stroh wird gehäckselt und gespleißt und hat eine Länge von 1 bis 4 cm. Das Sägemehl hat eine Korngröße von 1 - 4 mm. Die Abluft wird quasi kontinuierlich on-line mit einem Prozeß-GC und einem Multigasanalysator auf die Konzentration von NH_3, N_2O, O_2, CH_4, CO_2 analysiert. Die Temperaturen im Kompostsubstrat werden mit Hilfe von Temperaturmeßsonden (6 Meßstellen) erfaßt (Abbildung 1).

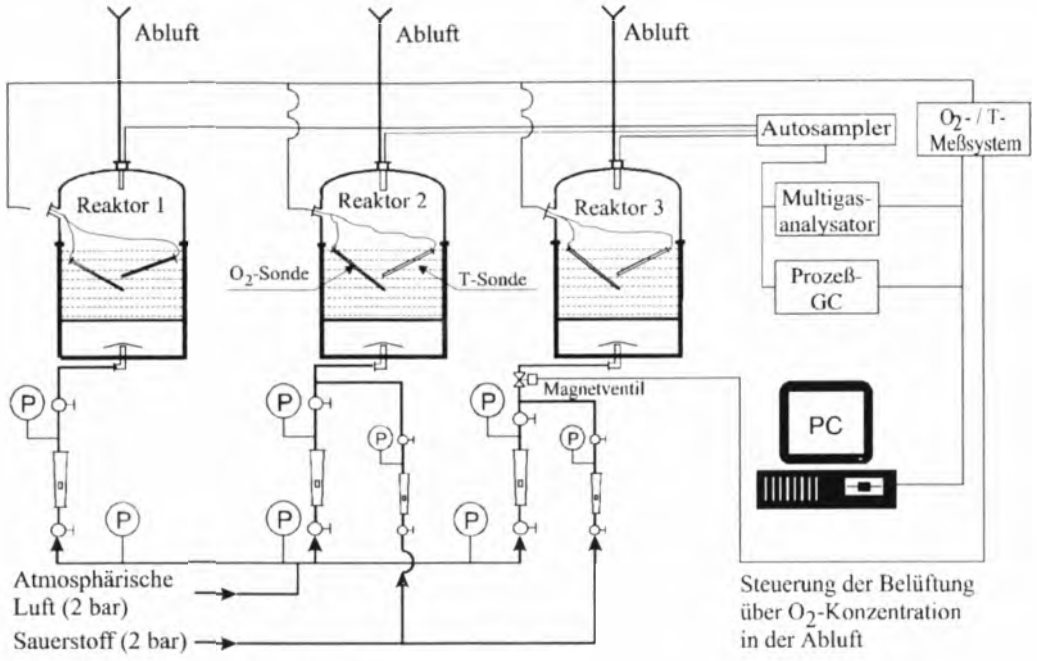


Abb. 1: Fließdiagramm der Versuchsanlage
Fig. 1: Flow chart of experimental plant

3. Ergebnis

3.1 Abbaugeschwindigkeit der organischen Kohlenstoffsubstanz

Die Abbaugeschwindigkeit organischer Kohlenstoffsubstanz steigt mit der O_2-Konzentration. Abbildung 2 zeigt das Ergebnis einer Versuchsreihe. Durch eine Erhöhung der O_2-Konzentration in der Zuluft von 21 Vol % auf 25 Vol % steigt die CO_2-Fracht um 30 %. Die Beschleunigung der Abbaugeschwindigkeit kann auch durch eine Steigerung der Belüftungsrate erzielt werden. In einer Versuchsreihe ist die CO_2-Emission bei einer Belüftungsrate von 10 l/(h·kg TS) in den ersten 4 Rottetagen doppelt so hoch wie bei einer Belüftung von 5 l/(h·kg TS). Dabei steigt die NH_3-Fracht allerdings auch um ca. 100 %.

Die Reaktionsgeschwindigkeit bei der Kompostierung hängt nicht nur von dem Gesamtkohlenstoffgehalt ab, sondern viel mehr von dem Kohlenstoffgehalt, der den Mikroorganismen zeitnah verfügbar ist. Die Kompostierung mit Stroh läuft viel schneller als mit Sägemehl, weil der Anteil der leicht abbaubaren Stoffgruppen in Stroh viel höher ist als in Sägemehl. Bei einer Versuchsreihe unter gleichen Bedingungen beläuft sich die CO_2-Fracht beim Stroh am 14. Tag auf 7,9 kg/(kg TS), beim Sägemehl dagegen nur auf 1,2 kg/(kg TS). Trotzdem sind die Reaktionsgeschwindigkeiten in beiden Fällen in den ersten zwei Tagen gleich hoch. Erst danach sinkt die Reaktionsgeschwindigkeit beim Sägemehl schnell gegen Null ab. Die Reaktionsgeschwindigkeit bei Stroh bleibt bis zu 8 Rottetagen auf ungefähr gleich hohem Niveau.

Im Versuch mit Sägemehl wird ab dem dritten Tag kein positiver Einfluß einer erhöhten O_2-Konzentration in der Zuluft auf die Reaktionsgeschwindigkeit mehr festgestellt; nach dem Verbrauch der leicht verfügbaren Kohlenstoffsubstanz ist die Versorgung mit Kohlenstoff der limitierende Faktor, nicht aber die O_2-Versorgung.

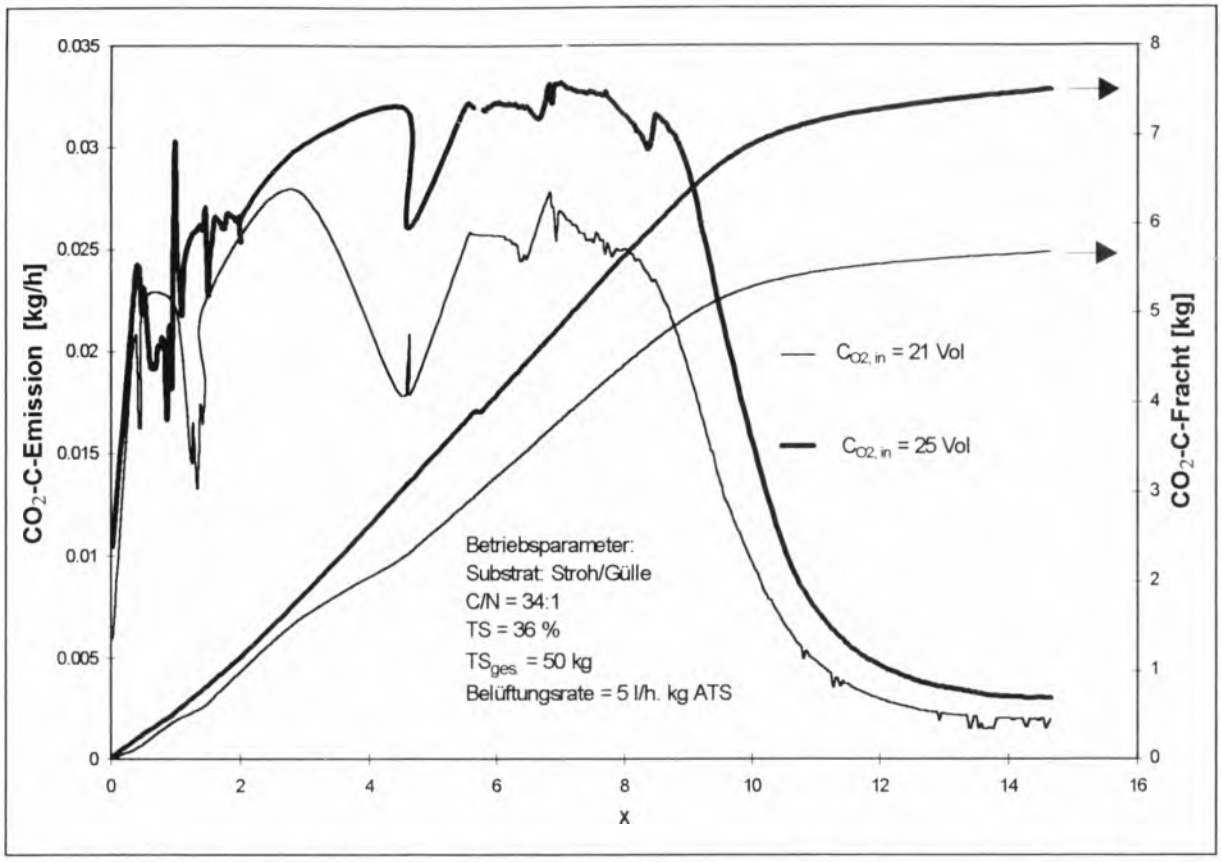


Abb. 2: Vergleich der CO_2-Emission und -Fracht in Abhängigkeit von der O_2-Konzentration in der Zuluft
Fig. 2: Comparison of CO_2-emission and -freight in dependence on O_2-concentration of air supply

3.2 Stickstoffemission

Der gasförmige Stickstoff bei der Kompostierung tierischer Exkremente emittiert hauptsächlich als NH_3 und N_2O. Die NH_3-Emission ist stark von der Belüftungsstärke abhängig. Dies trifft bei der Güllekompostierung besonders zu, da ein großer Anteil von Stickstoff im Kompostsubstrat in Form von NH^+_4 vorliegt. Tabelle 1 zeigt den Einfluß der Belüftungsrate auf die NH_3-Emission. Die NH_3-Emission steigt überproportional mit der Belüftungsrate an.

Tab.1: Emission des NH_3-Stickstoffs
Table 1: Emission of ammonia nitrogen

Belüftung	5 l/(h·kg TS)	17 l/(h·kg TS)
Sonstige Parameter	Sägemehl/Gülle C/N=37:1 TS = 30 %	Sägemehl/Gülle C/N=37:1 TS = 30 %
Rottezeit [Tag]	NH_3-N-Fracht [g/kg TS]	NH_3-N-Fracht [g/kg TS]
2	0,04	0,8
5	0,12	1,7
14	0,24	2,7

In der Untersuchung wird außerdem festgestellt, daß die N_2O-Emission bei einer O_2-Konzentration unterhalb 3 Vol % sprunghaft steigt.

3.3 Geruchsstoffemission

In Tabelle 2 ist das Ergebnis der Geruchsmessungen aufgelistet. In jeder Versuchsreihe sind die Bedingungen mit Ausnahme die O_2-Konzentration in der Zuluft identisch. Es ist ersichtlich,

Tab.2: Einfluß der O_2-Konzentration auf die Geruchsstoffkonzentration C_{odour}
Table 1: Influence of O_2-concentration on odour concentration C_{odour}

Versuchs-reihe	Rotte-zeit [Tag]	C_{odour} [GE/m³]	
		$C_{O2, in}$= 21 Vol %	$C_{O2, in}$= 25 Vol %
1	7	683	645
	13	724	767
2	2,5	1024	1218
	9	456	575
4	9	7300	3500
5	6	1100	1100
	9	816	870

daß die Messungen mit Ausnahme von zwei Meßdaten in der Versuchsreihe 4 keine signifikanten Unterschiede der Geruchsstoffkonzentration bei unterschiedlichen O_2-Konzentrationen in der Zuluft aufweisen.

Aus den Ergebnissen in Tabelle 2 können allerdings keine generellen Schlußfolgerungen gezogen werden, weil die gemessenen Geruchsstoffkonzentrationen insgesamt auf einem niedrigen Niveau liegen und die O_2-Konzentration in der Zuluft lediglich um 5 Vol % variiert.

4. Summary

The research shows that the composting can be accelerated through the increase of O_2-concentration. In an experiment with the mixture of straw and liquid pig manure as a substrate the decompositionrate of organic substance is increased by 20 to 30 %, if the O_2-concentration in air supply increases from 21 vol % to 25 vol %. The acceleration of the reaction rate in composting can also be reached by increasing the aeration rate, but has to take account a strong increase of NH_3-emission. The positive effect of O_2-concentration will be small if the organic substance within the substrate is not insufficiently available for micro-organisms.

The ammonia emission increases strongly according to the rise of the aeration rate. In the experiment with the mixture of sawdust and liquid pig manure the ammonia emission amounts to 2.7 g/(kg ds) by an aeration rate of 17 l/(h·kg ds) and to 0.24 g by an aeration rate of 5 l/(h·kg ds) after 14 days of composting.

An increase of the O_2-concentration in the air supply has no significant influence on the emission of NH_3 and odour. It needs further research which uses as wider range of variation of the O_2-concentration to reach a reliable conclusion.

An optimal oxygen supply of the substrate is essential to reduce the N_2O-emission during the intensive composting. The O_2-concentration in compost substrate should not be lower then 5 vol %. If the O_2-concentration is below 3 vol % the N_2O-emission will increase quickly.

5. Literatur

ANONYMUS (1996): Versuchsbericht zum Einsatz von Sauerstoff bei der biologischen Reststoffbehandlung, Schönmackers Umweltdienste Entsorgung GmbH & Co. KG und Messer Griesheim GmbH

SCHNEIDER, H.U. (1997): Einfluß des Sauerstoffs auf das Rotteverhalten von Restmüll. Diplomarbeit, Fachbereich Sicherheitstechnik der bergischen Universität-Gesamthochschule Wuppertal

Referenten und Diskussionsleiter

A. Aland
Estonian Agricultural University
Dept. of Animal Hygiene
Kreutzwaldstr. 1
Tartu EE2400
Estland

Dipl.-Ing. Barbara Amon
Universität für Bodenkultur Wien BOKU
Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik
Nußdorfer Lände 29-31
1190 Wien
Österreich

Dr. Thomas Amon
Universität für Bodenkultur Wien BOKU
Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik
Nußdorfer Lände 29-31
1190 Wien
Österreich

Dipl.-Ing. agr. Helga Andree
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik
Max-Eyth-Str. 6
24118 Kiel

Dr. Engel F. Arkenau
Georg-August-Universität Göttingen
Institut für Agrartechnik
Gutenbergstr. 33
37075 Göttingen

Prof. Dr. habil. Istvan Barotfi
University of Agricultural Sciences, Gödöllö
Pater Karoly u 1
2100 Gödöllö
Ungarn

ao. Univ. Prof. Helmut Bartussek
BAL Gumpenstein
Institut für Technik, Bauwesen und Ökonomie
8952 Irdning
Österreich

Dr. Sabine Beyer
Bundesamt für Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung: Widerkäuer und Schweine
8356 Tänikon
Schweiz

Prof. Dr. F.-J. Bockisch
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Institut für Landwirtschaftliche Bauforschung
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Prof. Dr. Dr. J. Boxberger
Universität für Bodenkultur Wien BOKU
Institut für Land-, Umwelt- und Energietechnik
Nußdorfer Lände 29-31
1190 Wien
Österreich

Dipl.-Ing. agr. Gunnar Brehme
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Institut für Biosystemtechnik
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Dr. U. Brehme
Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (ATB)
Technik in der Tierhaltung
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam

O. Breitenbaumer
BAL Gumpenstein
Institut für Technik, Bauwesen und Ökonomie
8952 Irdning
Österreich

Nina Bremermann
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Nutztierwissenschaften,
Fachgebiet Technik in der Tierhaltung
Phillipstr. 13
10115 Berlin

Dipl.-Ing. G. Brose
Universität Hohenheim Institut für Agrartechnik
Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen
Garbenstr. 9
70599 Stuttgart

Dr. R. Brunsch
Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (ATB)
Technik in der Tierhaltung
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam

Dr. B. Bünger
Institut für Tierzucht und Tierverhalten der FAL, Trenthorst
23847 Westerau

Prof. Dr. Wolfgang Büscher
Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrartechnik und Landeskultur
Ludwig-Wucherer-Str. 81
06108 Halle (Saale)

Dr. Horst Cielejewski
Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe
Postfach 5925
48135 Münster

Dr. Ing. Theo Damm
Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe
Postfach 5925
48135 Münster

Dr. de Baey-Ernsten
KTBL
Bartningstr. 49
64289 Darmstadt

Dr. Andreas Deininger
Universität Gesamthochschule Kassel-Witzenhausen
Agrartechnik
Nordbahnhofstr. 1a
37213 Witzenhausen

Dipl. Phys. Georg Depta
Institut u. Bayer. Landesanstalt für Landtechnik,
Umwelt- und Energietechnik
Vöttinger Str. 36
85354 Freising

Hassan Elhussein
Forschungs- und Studienzentrum für Veredelungswirtschaft Weser Ems der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen
Driverstr. 22
49377 Vechta

Dipl.-Ing. Hans-Heinrich Ellersiek
Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe
Postfach 5925
48135 Münster

Peter Epinatjeff
Universität Hohenheim Institut für Agrartechnik
Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen
Garbenstr. 9
70599 Stuttgart

Dr. Bernd Fischer
Lehr- und Versuchsanstalt des Landes Sachsen-Anhalt
LVA Tierhaltung und Technik
Lindenstraße 18
39606 Iden

Dr. Ing. Werner Franke
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
Institut für Tierproduktion
Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf

Dipl.-Ing. sc. agr. Eva Gallmann
Universität Hohenheim Institut für Agrartechnik
Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen
Garbenstr. 9
70599 Stuttgart

Dipl.-Ing. Architekt Jürgen Gartung
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Institut für Landwirtschaftliche Bauforschung
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Dr. Heiko Georg
FAL Braunschweig-Völkenrode
Institut für landwirtschaftliche Bauforschung
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Doz. Dr.-Ing. Viktor Graf
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Technik in der Tierhaltung
Phillipstr. 13
10115 Berlin

PD Dr. Hartmut Grimm
Universität Hohenheim Institut für Agrartechnik
Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen
Garbenstr. 9
70599 Stuttgart

Dr. Bernhard Haidn
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik
Vöttingerstr. 36
85354 Freising

Dr. E. Hartung
Universität Hohenheim Institut für Agrartechnik
Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen
Garbenstr. 9
70599 Stuttgart

Dr. Rudolf Hauser
Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine
Forschungsanstalt Tänikon (FAT)
8356 Tänikon
Schweiz

Prof. Dr. H.J. Heege
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik
Max-Eyth-Str. 6
24118 Kiel

Dr. Dirk Hesse
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL)
Institut für Landwirtschaftliche Bauforschung
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Dipl.-Ing. agr. Anke Hoffmann
Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt der Landwirtschaftskammer Weser-Ems
Jägerstr. 23-27

26121 Oldenburg

Anita Hoofs
Research Farm
Vlaamseweg 17,
6029 PK Sterksel
The Netherlands

Dipl.-Ing. agr. Norbert Hornauer
Bayerische Landesanstalt für Landtechnik
Vöttingerstr. 36
85354 Freising

Dr. G. Hörnig
Institut für Agrartechnik Bornim e.V.
(ATB)
Technik in der Tierhaltung
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam

Prof. Dr. Steffen Hoy
Justus-Liebig Universität Gießen
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik,
Fachgebiet Tierhaltung und
Haltungsbiologie
Bismarkstr. 16
35390 Gießen

Prof. Dr. Edmund Isensee
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für landwirtschaftliche
Verfahrenstechnik
Max-Eyth-Str. 6
24118 Kiel

Prof. Dr. T. Jungbluth
Institut für Agrartechnik
Universität Hohenheim
Garbenstr. 9
70599 Stuttgart

Dipl.-Ing. H. Kämper
Arbeitsgemeinschaft für
Elektrizitätsanwendung in der
Landwirtschaft
Am Hauptbahnhof 12
60329 Frankfurt

Steffen Kaiser
Forschungs- und Studienzentrum für
Veredelungswirtschaft Weser - Ems der
Fakultät für Agrarwissenschaften der
Georg-August-Universität Göttingen
Abteilung Verfahrenstechnik
Driverstr. 22
49377 Vechta

B. Kamann
Institut u. Bayer. Landesanstalt für
Landtechnik,
Vöttingerstr. 36
85354 Freising

Prof. Dr. Otto Kaufmann
Humboldt-Universität
Philippstr. 13
10115 Berlin

H.-J. Kiiman
Estnische Landwirtschaftsuniversität
Abteilung Tierhaltungstechnologie
Kreutzwaldstr. 1
Tartu EE2400
Estland

Unal Kizil
University of Uludag
Dept. of Agricultural Engineering
Bursa
Türkei

Dipl.-Ing agr. St. Klement
Justus-Liebig Universität Giessen
Institut für Landtechnik
Braugasse 7
35390 Giessen

Martin Klinger
Gummiwerk Kraiburg Elastik GmbH
Abt. Entwicklung Landwirtschaft
Göllstr. 8
84529 Tittmoning

Dipl.-Ing agr. Christiane Kötting
Justus-Liebig Universität Giessen
Institut für Landtechnik
Braugasse 7
35390 Giessen

Dipl.-Ing. agr. Alois Kramer
Institut u. Bayer. Landesanstalt für
Landtechnik,
Vöttingerstr. 36
85354 Freising

Dr. Ing. Karl-Heinz Krause
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft (FAL)
Institut für Biosystemtechnik
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Betina M. Kress
Forschungs- und Studienzentrum für
Veredelungswirtschaft Weser - Ems der
Fakultät für Agrarwissenschaften der
Georg-August-Universität Göttingen
Driverstr. 22
49377 Vechta

Renate Küchenhoff
Sächsische Landesanstalt für
Landwirtschaft
Tierzucht, Fischerei und Grünland
Am Park 3
04886 Köllitsch

Prof. Dr. agr. Bernd Lehmann
Fachhochschule Osnabrück
Fachgebiet Landtechnik
Am Krümpel 31
49090 Osnabrück

Dipl.Ing. Peter Leuschner
Hölscher + Leuschner GmbH
Siemensstr 15
48488 Emsbüren

Dipl. Ing. Barbara Maier
Institut u. Bayer. Landesanstalt für
Landtechnik,
Umwelt- und Energietechnik
Vöttinger Str. 36
85354 Freising

B. Mannebeck
Mannebeck Landtechnik GmbH
Industriestr. 7
48465 Schüttorf

Dipl.-Ing. agr. Claus Mayer
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Forschungsanstalt Tänikon (FAT)
8356 Tänikon
Schweiz

Prof. Dr. W. Meier
Eidgenössische Forschungsanstalt für
Agrarwirtschaft und Landtechnik
Forschungsanstalt Tänikon (FAT)
8356 Tänikon bei Aadorf
Schweiz

Dr. Toby Mottram
Silsoe Research Institute
Bio-Engineering Division
Wrest Park, Silsoe
Bedford, MK 45 4HS
United Kingdom

Dr. H.-J. Müller
Institut für Agrartechnik Bornim e.V.
(ATB)
Technik in der Tierhaltung
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam

S. Najati
Forschungs- und Studienzentrum für
Veredelungswirtschaft Weser Ems der
Fakultät für Agrarwissenschaften der
Georg-August-Universität Göttingen
Driverstr. 22
49377 Vechta

Dipl. Ing. agr. Stefan Neser
Institut u. Bayer. Landesanstalt für Landtechnik,
Umwelt- und Energietechnik
Vöttinger Str. 36
85354 Freising

PD Dr. D. Ordolff
Bundesanstalt für Milchforschung
Institut für Verfahrenstechnik
Postfach 6069
24121 Kiel

Uwe Osthues
Westfalia Landtechnik GmbH
Werner-Habig-Straße 1
D-59302 Oelde

Ph. D. Dragan V. Petrovic
Faculty of Agriculture
Nemanjina 6
11080 Belgrade
Yugoslavia

Dr. H. Pirkelmann
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht (BLT)
Postfach 1180
85580 Poing

Dr. Jens-Peter Ratschow
Landwirtschaftskammer Westfalen-Lippe
Postfach 5925
48135 Münster/Westfalen

Dr. W. Reimann
Bayerische Landesanstalt für Tierzucht (BLT)
Postfach 1180
85580 Poing

Dipl.-Ing. agr. Annette Reiners
Arntjen Unternehmensgruppe - Beratung und Verkaufsmanagement im In- u. Ausland
An der Brücke 33-35
26180 Rastede

Prof. Dr. Thomas Richter
Fachhochschule Nürtingen
Fachbereich Agrarwirtschaft - Tierhaltung, Nutztierethologie
Neckarsteige 6-10
72622 Nürtingen

Dr. Gisbert Rieß
Institut u. Bayer. Landesanstalt für Landtechnik,
Umwelt- und Energietechnik
Vöttinger Str. 36
85354 Freising

Dipl.-Ing. agr. Architekt Dr. L. Rittel
Institut u. Bayer. Landesanstalt für Landtechnik,
Bau und Technik in der Tierhaltung
Vöttingerstr. 36
85354 Freising

Antje Ross
Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt der Landwirtschaftskammer Weser-Ems
Jägerstr. 23-27
26121 Oldenburg

Dr. Annerose Rudowsky
Martin-Luther- Universität Halle-Wittenberg
Institut für Agrartechnik und Landeskultur
Ludwig-Wucherer-Str. 81
06108 Halle/S.

Dipl.-Ing agr. A. Schaal
Justus-Liebig Universität Giessen
Institut für Landtechnik
Braugasse 7
35390 Giessen

D. Schätzl
Forschungszentrum für Milch und Lebensmittel Weihenstephan
Institut für Physiologie
Vöttingerstr. 45
85354 Freising

Prof. Dr. Günther Schauberger
Veterinärmedizinische Universität Wien
Institut für Medizinische Physik und Biostatistik
Veterinärplatz 1
1210 Wien
Österreich

Katrin Schießel
KTBL
Bartningstr. 49
64289 Darmstadt

Prof. Dr. Dr. Hans Schön
Institut u. Bayer. Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttingerstr. 36
85354 Freising

Dipl.-Ing. agr. Sonja Schuch
Institut u. Bayer. Landesanstalt für Landtechnik,
Vöttingerstr. 36
85354 Freising

Prof. Dr. H. Seufert
Justus-Liebig Universität Giessen
Institut für Landtechnik
Braugasse 7
35390 Giessen

Frank Seipelt
Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt der
Landwirtschaftskammer Weser-Ems
Jägerstr. 23-27
26121 Oldenburg

Dr. ir. Bart Sonck
Department of Agricultural Engineering-CLO
Burg. Van Gansberghelaan 115
9820 Merelbeke
Belgien

J. Sottnik
Forschungsinstitut für Tierproduktion
Institut für Technologie und Ökonomik
Hlohovska 2
949 92 Nitra
Slovakei

Dipl. Ing. agr. Barbara Stegbauer
Institut u. Bayer. Landesanstalt für Landtechnik,
Umwelt- und Energietechnik
Vöttinger Str. 36
85354 Freising

C. Stockinger
Bayer. Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur
Infanteriestr. 1
80797 München

Angela Stubbe
Universität Hohenheim Institut für Agrartechnik
Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen
Garbenstr. 9
70599 Stuttgart

Dr. Jörn Stumpenhausen
Abteilung Marketing
Lemmer-Fullwood GmbH
Postfach 2020
53790 Lohmar

D. Swierstra
Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)
Institute of Agricultural and Environmental Engeneering (IMAG)
P.O. Box 43
6700 AA Wageningen
The Netherlands

Dr. L. Toth
Universität Gödollö

Dr. Tibor Takatsy
Pannon Agrarwissenschaftliche Universität
Fakultät für Tierzucht, Lehrstuhl für
Technik und Automatik
7401 Kaposvar Pf. 16
Ungarn

Dipl. Ing. agr. Gerriet Trei
Universität GHS Kassel-Witzenhausen
FB 11 Landwirtschaft, Internationale
Agrarentwicklung und Ökologische
Umweltsicherung
Nordbahnhofstr. 1a
37213 Witzenhausen

Dipl.-Ing. Kerstin Uminski
Bundesforschungsanstalt für
Landwirtschaft (FAL)
Institut für landwirtschaftliche
Bauforschung
Bundesallee 50
38116 Braunschweig

Prof. Dr. Ir. Hermann Van den Weghe
Forschungs- und Studienzentrum für
Veredelungswirtschaft Weser - Ems der
Fakultät für Agrarwissenschaften der
Georg-August-Universität Göttingen
Driverstr. 22
49377 Vechta

Ir. Veerle Vervaeke
Department of Agricultural Engineering-
CLO
Burg. Van Gansberghelaan 115
9820 Merelbeke
Belgien

Dipl. Ing. Gerhard Vogl
Schauer Maschinenfabrik GmbH & Co KG
Passauerstr. 1
4731 Prambachkirchen
Österreich

Prof. Dr. sc. Arch. Milan Vojnovic
Faculty of Agriculture
Nemanjina 6
11080 Beograd-Zemun
Yugoslavia

Dr. Roland Weber
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Forschungsanstalt Tänikon (FAT)
8357 Tänikon
Schweiz

Dr. Alois Weidinger
Bayer. Staatsministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten
Ludwigstr. 2
80538 München

Dr. agr. Georg Wendl
Bayer. Landesanstalt für Landtechnik
Vöttingerstr. 36
85354 Freising

B. Wesseler
TEWE-Elektronic GmbH & Co
Karl-Benz-Str. 17
48691 Vreden

Dipl.-Kfm. Magnus Westerkamp
HOWEMA Gerätebau GmbH & co. KG
Wöstendöllen 24
49429 Visbek

Shanwu Zhou
Forschungs- und Studienzentrum für
Veredelungswirtschaft Weser Ems der
Fakultät für Agrarwissenschaften der
Georg-August-Universität Göttingen
Driverstr. 22
49377 Vechta

Dr. Zähres
Lehr- und Versuchsanstalt für
TierhaltungHaus Riswick
Elsenpaß 5
47533 Kleve

Prof. Dr. J. Zaske
Institut für Agrartechnik Bornim e.V.
(ATB)
Technik in der Tierhaltung
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam

Chronik

Internationale Tagung „Bau, Technik und Umwelt in der Landwirtschaftlichen Nutztierhaltung“

Tagung	Veranstalter	Vorträge und Teilnehmer	Ort	Termin
1	Justus-Liebig-Universität Gießen Institut für Landtechnik	23 Vorträge einzügige Veranstaltung 126 Teilnehmer	Gießen	15.03. Exkursion 16. und 17.03.1993
2	Institut für Agrartechnik Bornim e.V. (ATB) Humboldt-Universität zu Berlin Institut für angewandte Nutztierwissenschaften	49 Vorträge zweizügige Veranstaltung 180 Teilnehmer	Potsdam	13.03. Exkursion 14. und 15.03.1995
3	Christian-Albrechts-Universität zu Kiel Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik	68 Vorträge dreizügige Veranstaltung 225 Teilnehmer	Kiel	11. und 12.03.1997
4	Technische Universität München Institut und Bayerische Landesanstalt für Landtechnik Freising-Weihenstephan	70 Vorträge, 25 Poster dreizügige Veranstaltung ca. 230 Teilnehmer	Freising	09. und 10.03.1999