

Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2003

KTBL-Schrift 431



Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2003

KTBL-Schrift 431

Current Research in Applied Ethology

Vorträge anlässlich der
35. Internationalen Arbeitstagung
Angewandte Ethologie bei Nutztieren
der Deutschen Veterinärmedizinischen
Gesellschaft e. V.
Fachgruppe Verhaltensforschung
vom 20. bis 22. November 2003
in Freiburg/Breisgau

Herausgeber
Kuratorium für Technik
und Bauwesen in der
Landwirtschaft e. V. (KTBL),
Darmstadt

Deutsche
Veterinärmedizinische
Gesellschaft e. V. (DVG),
Gießen

Konzeption und Zusammenstellung

Auswahl der Vorträge und Programmgestaltung

Dr. Ursula Pollmann, Freiburg

Prof. Dr. Dr. Hans Hinrich Sambraus, Freising-Weihenstephan

Dr. Beat Wechsler, Tänikon

Dr. Hanno Würbel, Zürich

Englische Zusammenfassungen (summaries) werden in der Reihe CAB Abstracts vom Verlag CAB International, Wallingford, Oxon OX10 8DE, UK, veröffentlicht.
<http://www.cabi-publishing.org>

© 2004

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)

Bartningstraße 49 • 64289 Darmstadt

Telefon (06151) 7001-0 • Fax (06151) 7001-123

E-Mail: ktbl@ktbl.de • www.ktbl.de

Alle Rechte vorbehalten. Die Verwendung von Texten und Bildern, auch auszugsweise, ist ohne Zustimmung des KTBL urheberrechtswidrig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigung, Übersetzung, Mikroverfilmung sowie die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) • Bonn

Redaktion

Dr. Kathrin Einschütz, Herbert Harder • KTBL

Titelfotos

Anja-Christin Schulz, LMU München • Werner Achilles, KTBL

Druck

Druckerei Lokay • Reinheim

Vertrieb und Auslieferung

KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH • Münster-Hiltrup

Printed in Germany

ISBN 3-7843-2175-5

Vorwort

Angewandte Ethologie bedeutet im Grunde das Gleiche wie Tierhaltung. Damit steht allerdings nicht so sehr die technische Seite dieses Faches im Vordergrund; vielmehr sind es die vom Tier vorgegebenen Bedürfnisse. Diese Bedürfnisse zu erkennen erfordert umfangreiche und eingehende Untersuchungen. Die Ergebnisse sind Grundlage für die Tierschutzgesetzgebung, und diese kann zu Änderungen der Haltungsbedingungen führen.

Die Diskussion um eine angemessene Tierhaltung ist ein dynamischer Prozess. Die Entwicklung führt nicht nur in eine Richtung. Es soll nicht verkannt werden, dass technische Einzelheiten Auswirkungen auf Tierhygiene und Tiergesundheit haben können. Meist stehen allerdings Rationalisierungsmaßnahmen, also vorwiegend Vorrichtungen zur Erleichterung der Ver- und Entsorgung der Tiere, im Vordergrund. Diese sind jedoch in der Regel mit Einschränkungen für das Tier verbunden. Hier die Grenzen des Tolerierbaren aufzuzeigen ist gleichfalls Aufgabe der Angewandten Ethologie.

Der vorliegende Band befasst sich zum einen mit der Erfassung von Befindlichkeiten bei Tieren. Dabei haben neben dem Verhalten Physiologie und Morphologie wesentliche Bedeutung. Sie werden eingehend abgehandelt. Zum anderen geht es um Probleme der Verhaltensanalyse. Hierdurch scheint eine bessere Interpretation des tierlichen Verhaltens möglich. Einige Kapitel behandeln die Haltungstechnik. Ihr Anliegen ist, belegt durch Maß und Zahl, die Mindestanforderungen von Tieren unterschiedlicher Art aufzuzeigen.

Im Vordergrund stehen die traditionellen Nutztiere wie Rind, Schwein und Huhn. Doch auch Labortiere und gehaltene Wildtiere finden angemessene Beachtung. Der Band stellt eine ausgewogene Mischung dessen dar, was die Angewandte Ethologie bewegt. Ihm ist vor allem in jenen Kreisen, denen die tiergerechte Haltung ein Anliegen sein sollte, weite Verbreitung zu wünschen.

VORSITZENDER DER FACHGRUPPE „ANGEWANDTE ETHOLOGIE“
DER DEUTSCHEN VETERINÄRMEDIZINISCHEN GESELLSCHAFT (DVG)

PROF. DR. DR. HANS HINRICH SAMBRAUS

Inhalt

Möglichkeiten der Erfassung von Befindlichkeiten bei Tieren ***Options for the Ascertainment of the Emotional Status of Animals***

- Neurotransmitter und Befindlichkeiten im Tier/Mensch-Vergleich
Neurotransmitters and Emotional States – an Animal/Man-Comparison 9
GERTRAUD TEUCHERT-NOODT
- Ändern Schweine bei Kälte ihre Lautgebung?
Do Pigs Change their Vocalisation at Low Ambient Temperatures? 20
EDNA HILLMANN, CLAUS MAYER, PETER-CHRISTIAN SCHÖN, BIRGIT PUPPE UND
LARS SCHRADER
- Thermografie als neue Methode einer nicht-invasiven
Belastungsmessung bei Milchkühen
*Thermography as a New Method for a Non-Invasive Stress
Measurement in Dairy Cows* 29
ROGER MÜLLER, ALEX MEIER, LARS SCHRADER, MARKUS STAUFFACHER
- Intra-individuelle Konsistenz der Verhaltensaktivität und der
Stressreaktivität innerhalb einer Laktation bei Milchkühen
*Intra-individual Consistency of Behavioural Activity and Stressreactivity
within a Lactation in Dairy Cows* 36
ROGER MÜLLER, LARS SCHRADER

Spezielle Probleme der Verhaltensanalyse ***Particular Problems of Conduct Analysis***

- Optimierung der Versuchsplanung bei ethologischen Untersuchungen
Optimising the Experimental Design in Ethological Studies 43
BEAT WECHSLER
- Statistische Modelle für ethologische Daten und Versuchsdesigns
Statistical Models for Ethological Data and Experimental Designs 53
LORENZ GYGAX
- Methoden der soziometrischen Analyse biologischer Dominanzstrukturen
dargestellt am Beispiel einer Fallstudie bei Zwergziegen und Schweinen
*Methods for Sociometric Analysis of Dominance Relationships –
A Case Study in Dwarf Goats and Pigs* 62
JON LANGBEIN, BIRGIT PUPPE
- Analyse des lokomotorischen Verhaltens bei Masthähnchen
Analysis of Movement Behaviour in Broilers 71
KLAUS REITER

Schmerz, Angst und Leiden – Die belastenden Befindlichkeiten der Tiere <i>Pain, Anxiety and Suffering the Uncomfortable Feelings of Animals</i>	78
HEINZ MEYER	

Tier und Haltungstechnik
Animal and the Technique of Animal Husbandry

Einfluss der Strohbeschaffenheit auf das Verhalten der Sau sowie Abgangsursachen der Ferkel in Abferkelbuchten ohne Fixierung der Sau <i>Influence of Straw Quality on Sow Behaviour and Causes of Piglet Losses in Farrowing Pens without Confinement of the Sow</i>	93
SABINE MÜNCH, RAINER WEBER UND MARKUS STAUFFACHER	

Untersuchungen zum Verhalten von Ebern in Besamungsstationen <i>Investigations on Behaviour of Boars in Semen Processing Centers</i>	100
STEPHAN ROHRMANN, STEFFEN HOY	

Auswirkung des Tier-Fressplatzverhältnisses auf das Tierverhalten bei der sensorgesteuerten Flüssigfütterung in der Schweinemast <i>Effects of the Animal-Feeding Place Ratio on the Behaviour of Fattening Pigs Fed by Means of Sensor Controlled Liquid Feeding</i>	107
DORTHE K. RASMUSSEN, ROLAND WEBER, BEAT WECHSLER	

Evaluation von Liegeboxenabmessungen für Rindvieh aufgrund des Liegeverhaltens unterschiedlich großer Milchkühe <i>Evaluation of the Dimensions of Cubicles for Cattle Based on the Lying Behaviour of Dairy Cows Varying in Body Size</i>	115
NINA MARIA KEIL, EDITH GISIGER, MARKUS STAUFFACHER	

Untersuchung zur optimalen Neigung der Liegefläche im Boxenlaufstall für Mastbullen <i>Optimal Inclination of the Lying Area in Vubicles for Fattening Bulls</i>	122
TIM MEIER, HEIKE SCHULZE WESTERATH, CLAUS MAYER, LORENZ GYGAX	

Freie Themen (Wild- und Labortiere)
Open Themes (Wildlife and Laboratory Animals)

Untersuchungen zum Einfluss des Klimas auf das Verhalten von in Deutschland lebenden Zuchtstraußen <i>Studies on the Influence of Climate on the Behaviour of in Germany living Breeding-Ostriches</i>	129
ANJA-CHRISTIN SCHULZ, ANNA-CAROLINE WÖHR, MICHAEL ERHARD	

Enrichment in den Ausläufen von Laborhunden <i>Enrichment in the Outdoor Pens of Laboratory Dogs</i>	136
LOTHAR SCHMID, DORTHEA DÖRING-SCHÄTZL, MICHAEL ERHARD	

Auswirkungen eines „Gentling“-Programmes auf das Verhalten von Wistar-Ratten <i>Effects of a Gentling-Programme on the Behaviour of Wistar-Rats</i>	144
BARBARA MAURER, DOROTHEA DÖRING-SCHÄTZL, MICHAEL ERHARD	
Auswirkungen postnataler Manipulationen auf das mütterliche Pflegeverhalten und die Stressreaktivität und Ängstlichkeit der Nachkommen bei Ratten <i>Effects of Postnatal Manipulations on Maternal Care and the Offspring's Stress and Fear Responses in Rats</i>	152
SIMONE MACRÍ UND HANNO WÜRBEL	
 Freie Themen (Rinder und Schweine) <i>Open Themes (Cattle and Swines)</i>	
Schäden am Integument – Einfluss von Einstreu auf die Gelenksgesundheit bei Milchkühen <i>Lesions of the Integument – Influence of Bedding Material on Joint Health Dairy Cows</i>	154
HARALD KÖGLER, BERNHARD HAIDN, HANS-JOCHIM HERRMANN, HARALD REUBOLD	
Betreuungsmaßnahmen bei Mutterkühen – eine Situationsanalyse auf Schweizer Betrieben <i>Handling Suckler Cows – a Swiss Farm Situation Analysis</i>	161
MARGRET KECK, FRANZISKA KLARER, MARCUS DOHERR, PETER RÜSCH, BEAT WECHSLER	
Soziale Interaktionen zwischen Aufzuchtferkeln bei unterschiedlicher Gruppenzusammensetzung und Gruppengröße <i>Social Interactions between Weaned Piglets kept in Groups of different Composition and Size</i>	170
EVELYN LOIBERSBÖCK, JOHANNES BAUMGARTNER, JOSEF TROXLER	
Zum Einsatz von Pheromonen beim Transport von Schlachtschweinen – eine neue Methode zur Stressreduktion? <i>Porcine Pheromones: a Novel Method to Improve the Well-being of Fattening Pigs during Transportation to the Slaughterhouse?</i>	179
ANNA-CAROLINE WÖHR, CHRISTOPHE MAIER, PETER HOLLWICH, PETRA MERTENS, JÜRGEN UNSHELM UND MICHAEL ERHARD	

Neurotransmitter und Befindlichkeiten im Tier/Mensch-Vergleich *Neurotransmitters and Emotional States – an Animal/Man-Comparison*

GERTRAUD TEUCHERT-NOODT

Zusammenfassung

Zustände des Befindens gehören zur neuronalen Grundausstattung von Wirbeltieren. Dafür gibt es im Gehirn – ebenso wie für die Sensorik und die Motorik – eine anatomische Repräsentation bzw. weit gestreute Areale der Repräsentation von Aspekten des Befindens, die über Rückkopplungsschleifen kooperieren. Diese Strukturen sind gleichzeitig für Lernen und Gedächtnisbildung verantwortlich. Deswegen werden bei Tieren und dem Menschen höhere Lernvorgänge im emotionsbezogenen Kontext durchgeführt. Das heißt, dass Zustände des Befindens zum Lernvorgang beitragen und einen Lernerfolg bzw. Misserfolg verantworten. Zu den Strukturen, welche Befinden repräsentieren, zählen neben Glutamat, GABA und den Neuropeptiden die im Hirnstamm produzierten Amine Serotonin, Adrenalin und Dopamin. Dazu zählen außerdem thalamische und hypothalamische Kerne, der Amygdalakomplex, das hippocampale System, Assoziationsfelder im Neokortex und das Stirnhirn (Präfrontalkortex). Somit werden die anatomischen Voraussetzungen für Befindlichkeiten von weit gestreuten Strukturen im Gehirn geleistet, die nur im funktionellen Bezug als einheitliches System verstanden werden können. Eine integrierende Bedeutung kommt dem limbischen System zu.

Erkenntnisse aus der Transmitter- und Plastizitätsforschung der vergangenen drei Jahrzehnte versetzen uns heute in die Lage, einzelne Aspekte von Befindlichkeitsstörungen im Gehirn zu beschreiben: Die über Hypothalamus und Amygdala verantwortete chronische Beeinträchtigung von Befindlichkeitszuständen wie dauerhafte Schreckhaftigkeit, Fluchtbereitschaft und Angst erzeugen basale Qualitätsverluste mit Folgeschäden von Herz-, Kreislauf- und Atemwegserkrankungen sowie Schwächungen des Immunsystems und Reproduktionsverhaltens. Höhere Qualitätsverluste des Individualbefindens werden durch die Einbindung von Hippokampus und Stirnhirn in die Schaltkreise erzeugt.

Eine durch traumatische Belastungen des Tieres induzierbare Entkoppelung der präfrontalen Kontrolle über viszerale, motorische, assoziative und/oder limbische Subfunktionen führt im artspezifischen Kontext zur Entstehung von körperlicher Erkrankung und psychischen Befindlichkeitsstörungen höchsten Ausmaßes, die sich beim Menschen als Psychose darstellen. Im Tier findet das seinen Ausdruck in vegetativen Störungen, Stereotypien, chronischen Ängsten, Depression, Agonie und/oder anderen Zuständen des Verlustes der Kontrolle über natürliche Verhaltensweisen. Zu bedenken gilt, dass sich Störungen von Befindlichkeitszuständen bei höheren Wirbeltieren (speziell bei Säugetieren und Primaten) prinzipiell eher einstellen möchten als beim Menschen, der gerade auch durch die extreme Ausprägung seines Stirnhirns über ein Höchstmaß an antizipatorischen und kompensatorischen Fähigkeiten verfügt, die der Bewältigung von erfahrenem Leid dienen.

Summary

Emotional states are part of a vertebrate's basic equipment. They are subserved by anatomical representation in the brain just like sensory and motoric functions are, with distinct aspects of emotions being distributed by cooperating by feedback loops. The same structures are responsible for learning and memory formation. Therefore complex types of learning happen in an emotional context in animals and man, so that emotional evaluations influence the learning rate. Transmitters and structures being involved in the realization of emotional states are the fibre systems of neuropeptides and the neuromodulators acetylcholine, dopamine, serotonin, noradrenaline, thalamic and hypothalamic nuclei, the amygdaloid complex, the hippocampal system, associative cortical fields and the prefrontal cortex.

Transmitter- and plasticity research from the last two decades enables us today to describe single neural states of suffering: The flight reaction triggered by the diencephalon and amygdala, and the panic disorder induced in the dorsal brain stem produce basal traits of fear. Suffering on this level arises, among others, from the fact that panic attacks and chronic fear cause cardiovascular and respiratory illnesses. Higher properties of general emotional states emerge from the involvement of amygdala and hippocampus in cortical circuits.

Especially the prefrontal cortex serves as a supreme control instance over all subfunctions connected to feeling. Decoupling the prefrontal cortex from the visceral, motor, associative and evaluative functions leads to most extended physical and psychical sufferings. In animals this results in vegetative disturbances, stereotypies, chronic fear, depression and other instances of loss of control over natural behaviours. It shouldn't be neglected that this loss of control might occur earlier in higher vertebrates (especially mammals) than man, who disposes of an extraordinary ability to anticipate and compensate unpleasant experiences.

1 Zur Kopplung von Transmittern, Befindlichkeiten, Strukturplastizität und Umwelt

Die neurobiologische Grundlagenforschung hat in den vergangenen zwei Jahrzehnten die Wirkprofile von solchen *Neurotransmittern* und Modulatoren am Tiermodell zunehmend gut beschrieben, die Zustände von Befindlichkeiten verantworten. Die Entwicklung von Psychopharmaka (Anxiolytika, Neuroleptika und Antidepressiva) am Tiermodell in erster Instanz und die klinische Erprobung in Folge hat einen enormen Erkenntnisgewinn für den diesbezüglichen Mensch/Tier-Vergleich erbracht. Auch die neuronalen Mechanismen von frühkindlichem Lernen wurden primär am Tiermodell erarbeitet, bevor die Übertragbarkeit auf den Menschen gelang. Dabei hat sich herausgestellt, dass speziell diejenigen Subsysteme im Gehirn Lernen verantworten, die auch Zustände von Befindlichkeiten steuern. Die vergleichende Anatomie bestätigt, dass die Solches verantwortenden Neurotransmitter sich evolutionsbiologisch ebenso konservativ wie die zugehörigen Subsysteme verhalten.

Große Übereinstimmungen im Grundkonzept von *Befindlichkeiten* bei allen Wirbeltiergruppen verwundern nicht: Jedes Lebewesen ist das Produkt einer individuellen und gleichzeitig generellen Entwicklung. Gefühle des Behagens im Zustand von Gesundheit und Gefühle des Unbehagens im Zustand von Schmerzen und Krankheit sind generelle Antworten auf fundamentale Lebenserfahrungen, die der Nahrungs- und Obdachsuche, dem Reproduktions- und Sozialverhalten sowie der Körperpflege zugrunde liegen. Darüber hinaus

sind Fähigkeiten zur Bildung von Handlungskonzepten und Vermeidungsstrategien allgemeine lebensnotwendige Anforderungen an ein Individuum. Solche Leistungen können nicht ohne Gefühlserfahrungen (wie Furcht, Angst und Schmerz) vonstatten gehen und nicht ohne das Hinterlassen von Gedächtnisspuren, denn das macht das Tiere lebenstüchtiger. „Höhere Tiere“ zeichnen sich geradezu dadurch aus, dass sie, mit hohen Lernleistungen ausgestattet, solches mit einer besonders ausgeprägten Gefühlsbezogenheit verbinden.

Und so werden gefühlsbezogene Kontexte über *Strukturplastizität* in die Nervenetze einprogrammiert: Das Gehirn entwickelt sich als höchst komplexes Ökosystem, das im Embryo um die Zeit der Geburt sowie im frühkindlichen und jugendlichen Alter jeweils eine bestimmte Organisationsform nur transient bekleidet und sukzessiv zu neuen Stufen der Organisation fortschreitet – und das ein Leben lang. Morphogene, das sind reifende Rezeptoren, Transmitter, Hormone, kommen während der Kindes- und Jugendentwicklung in reifenden Schaltkreisen zur Wirkung. Hohe synaptische Dynamik vermittelt die Kopplung zwischen strukturellen und funktionellen Aspekten in Abhängigkeit von intrinsischen und extrinsischen Aktivitäten. Kompensation verändert die Verfügbarkeit von synaptischen Elementen mittels Degeneration und Reorganisation. Morphogene Prozesse bieten dafür die Voraussetzungen.

Damit hat die systemische Plastizitätsforschung für Tiere und den Menschen auch die Tür zu der Frage geöffnet, wie weitgehend sich die *Umwelt* in das Gehirn einschreibt und d. h. in welchen hirnhysiologischen Zusammenhängen sich Beeinträchtigungen durch soziale Deprivation und nicht artgerechte Tierhaltung auf Befindlichkeiten auswirken. Die aktivitätsgesteuerte Synaptogenese macht nicht Halt vor falschen Signalgebern und Kompensation ist bestrebt, die Verfügbarkeit von Synapsen nicht nur an normale, sondern gleichwohl auch an abnorme Gegebenheiten reorganisatorisch anzupassen. Die Konsequenzen für Tier und Mensch können unter traumatischen Bedingungen von tragischer Natur sein: Tiere, die unter restriktiver Isolationsaufzucht mit solchen aus semi-natürlicher Aufzucht verglichen werden, zeigen Defizite im Sozialverhalten, erhöhtes Angstpotenzial und Stereotypien (Environment-Modell). Solches kann als Folge von pathologisch veränderten Transmitteraktivitäten, Plastizitätsschwund und dysfunktional gereiften Schaltkreisen in motorischen und limbischen Subsystemen erklärt werden (CRESPI et al. 1992; JONES et al. 1992; WRIGHT et al. 1991).

Wenngleich die Tierpsychologie seit ihren Gründerzeiten vor etwa 100 Jahren durch Konrad Lorenz die Zusammenhänge von Psyche, Anatomie und *Umwelt* empirisch längst erfasst hatte, musste noch ein langer Weg zur analytisch-wissenschaftlichen Beschreibung und Quantifizierung der auf den Prinzipien von Neuroplastizität basierenden Kopplung von Leib und Seele begangen werden: Das Hebb'sche Postulat des plastischen „cell assemblies“ (1949) und die Beschreibung der Leistungen von lernaktiven Synapsen und Neuronen in Funktionsmodulen des Gehirns in den folgenden Jahrzehnten durch die Neurophysiologie, molekulare Neurobiologie und experimentelle Plastizitätsforschung wurden zur Voraussetzung dafür, dass seit jüngster Zeit Kompensationsmechanismen als Prinzip der Kopplung von Struktur und Funktion in einer definierten Umwelt beschrieben werden können. Das limbisch-präfrontale System einschließlich derjenigen Neurotransmitter, die die dazugehörige Hirnareale zu einer Funktionseinheit verschmelzen lassen, spielen für die Entstehung von Befindlichkeiten eine zentrale Rolle.

2 Struktur-Funktionsbezüge unter dem Einfluss von zentralen Transmittern

Es geht im Folgenden darum, diejenigen Strukturen und Transmitter herauszustellen, die Befindlichkeiten in besonderem Maße verantworten. Das Gehirnmodell in Abbildung 1 vermittelt für den Menschen und im Vergleich dazu in Abbildung 2 für Nagetiere einen Einblick in die komplexen Bezüge sensorisch-motorischer (somato-motorischer Kortex, Basalganglien), limbischer (Hippokampus) und assoziativer (Präfrontalkortex) Verarbeitungen, die sich am Zustandekommen von Befindlichkeiten wesentlich beteiligen. Bei Tieren wie beim Menschen stehen einzelne Subsysteme unter dem Einfluss von jeweils identischen Transmittern, wie Glutamat und GABA (mit Produktionsstätten im Kortex), Serotonin, Dopamin, Adrenalin und Acetylcholin (mit Produktionsstätten in spezifischen Kernen des Hirnstammes). Eine gewisse Ausgewogenheit im Interaktionsgeschehen zwischen den Ebenen von Hirnstamm, Striatum, limbischem System und Kortex stellt sich erst im Erwachsenenalter ein, wenn die Reifung von Transmitterbahnen und Hormonen mit morphogenem Potenzial in den jeweiligen Zielgebieten abgeschlossen ist. Die Reifung von Nervenetzen bezieht sich immer auf eine Kopplung von lokalen mit überregionalen Strukturen und Funktionen. Störungen in der Reifung lokaler Nervenetze haben infolgedessen erhebliche Auswirkungen auf ganze Hirnareale und Subsysteme. Funktionsanomalien treten erst dann offen zutage, wenn sich lokale dekompensierte Schaltkreise auf integrativer Ebene bewähren müssen, also im jung erwachsenen Alter nach Ausreifung der Transmitterbahnen .

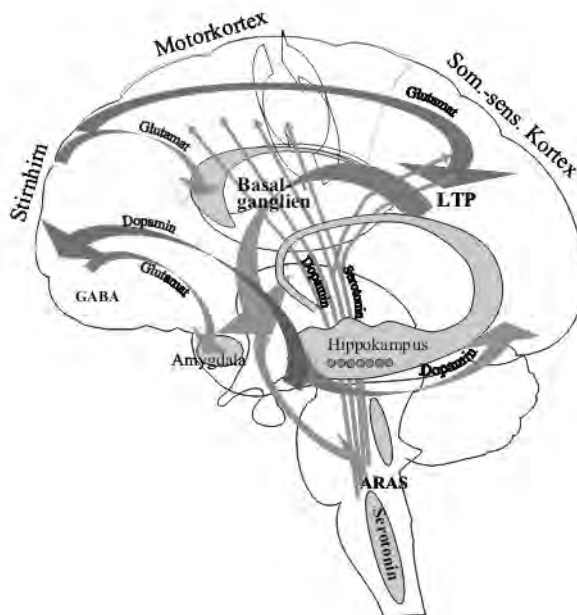


Abb. 1: Gehirn des Menschen: Herausgehoben sind motorische Areale (Basalganglien und Motorkortex), limbische Areale (Hippokampus mit Fornix und Stirnhirn) und Hirnstamm (mit den Produktionsstätten für Serotonin und Dopamin) sowie die verbindenden glutamatergen und dopaminergen Transmitterbahnen.
Brain of human: highlighted are motorial areas (basal ganglia and motorial cortex), limbic area (hippocampus with fornix and frontal lobe) and brain stem (with the production locations for serotonin and dopamine) as well as the connecting glutamatergic and dopaminergic transmitter tracts.

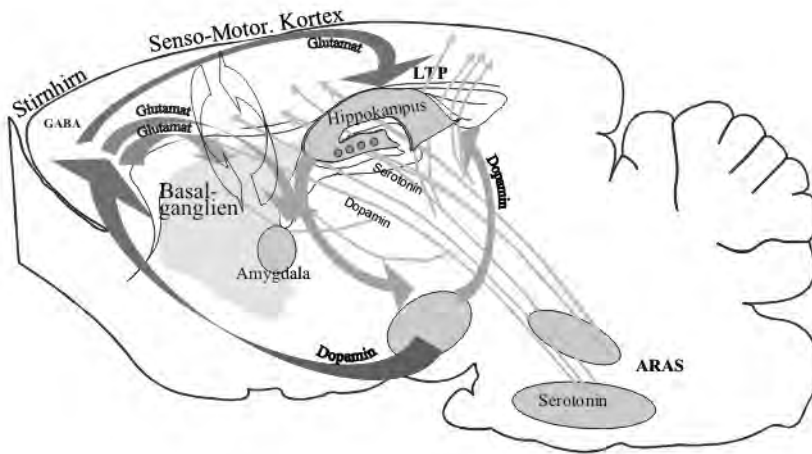


Abb. 2: Gehirn der Maus: Mit veränderten Proportionen stellen sich die Bezüge innerhalb motorischer und limbischer Areale wie in Abbildung 1 dar. Auch die Transmitterbahnen sind entsprechend angelegt.
Brain of mouse: With changed proportions the relations within the motorial and limbic areas are as in Fig. 1. The transmitter tracts are made respectively.

Die Erforschung der Integration von reifenden Strukturen und Transmittern während der Entwicklung psychokognitiver Funktionen bedarf der Berücksichtigung vieler anatomischer Bezüge und Wechselwirkungen zwischen Transmittern, die über negative/positive Rückkopplungen zwischen nahen und fernen Schaltkreisen vermitteln. Transmitter können an ein und demselben Ort, abhängig von Rezeptoren, erregende und/oder hemmende Wirkungen entfalten. Durch die hoch komplexe Vernetzung in ihren Terminationsgebieten ergibt sich eine übergreifende Struktur-Funktionskopplung, die sich nicht an den anatomischen Gegebenheiten der uns geläufigen Funktionssysteme orientiert. Vielmehr wirken aminerge Transmitter aus ihren Produktionsstätten, die auf engstem Raum im Hirnstamm zusammengedrängt liegen, über streuende Bahnsysteme auf kortikale (kognitive), limbische (antriebsgesteuerte/emotionale), striäre (motorische) und thalamisch-hypothalamische (viszerale/sensorische) Hirnabschnitte ein und stellen grenzüberschreitende Funktionsbezüge her. Hier wird näher analysiert, warum erhebliche Belastungen ganzheitlich ihren Ausdruck in psychischen und somatischen Funktionsstörungen finden und zu diversen adaptiven Veränderungen von Hirnfunktionen Anlass geben, was wiederum schwere Störungen von Befindlichkeiten auslöst.

3 Elementare Befindlichkeiten werden über das limbisch-thalamische System erzeugt

Mit einmalig plastischer Potenz ausgestattet steuert das limbische System in Rückkopplung mit Thalamus/Hypothalamus die Bildung elementarer Befindlichkeiten und deren Störungen. Vegetative Dystonien, der Zusammenbruch der Schlaf-Wachrhythmen, Blutdruckdysfunktionen und Immunstörungen sind bekannte Phänomene, die eine psycho-somatische Beein-

trächtigkeit körperlicher Funktionen zum Ausdruck bringen. Die zentralnervöse Symptomatik äußert sich in Schlafstörungen, Angst, Aggressivität, Stereotypien, Depression bzw. letztlich Agonie. Alle diese Zustände werden über diverse Rückkopplungsschleifen gesteuert, deren Schnittstelle das limbische System ist. Nur einige wesentliche Aspekte sollen an dieser Stelle aufgegriffen werden.

In Schichten von *Thalamus/Hypothalamus* und retikulärem Hirnstamm liegen die für alle Wirbeltiere elementaren Bausteine, die Zustände des Behagens (Gesundheit, Erfüllung vitaler Bedürfnisse etc.) und des Unbehagens (Schmerz, Hunger, Angst etc.) auslösen und es zulassen, angenehme Umwelterfahrungen anzunehmen und zukünftig aufzusuchen und unangenehmen Erfahrungen zu entfliehen und sie zukünftig zu meiden. Selbstbezogenes Handeln setzt ein gefühlsbezogenes Lernen in diesen basalen Schichten des Gehirns voraus. Amygdala und Hippokampus tragen in besonderem Maße dazu bei.

Der an der vorderen Hirnbasis gelegene Amygdala-Komplex ist heute Gegenstand einer umfassenden Emotionsforschung (rev. in: LEDOUX 1998). Keineswegs ist die Amygdala derjenige Ort im Gehirn, an dem Gefühle selbstständig entstehen, wie oftmals angenommen wird, sondern die spezifischen Einbindungen einzelner Subareale in Rückkopplungsschleifen sind es, aus denen sich Gefühle realisieren. Einerseits bilden sich amygdaloide Schaltkreise mit Hypothalamus und Hirnstammgebieten aus, was mit der Beschreibung des sog. „septo-hypothalamisch-mesencephalen Kontinuums“ eine treffende Beschreibung für die Integration dieser Subareale in die amygdaloid verantworteten Emotionen findet (vgl. in: SHEPHERD 1983). Andererseits ist heute erkannt, dass das Großhirn u. a. über das aufsteigende retikuläre Aktivierungssystem (ARAS), das den hirnstammeigenen Amininen entspringt, unabdingbar in die emotionale Verarbeitung und Gedächtnisbildung einbezogen ist.

Das Bindeglied zwischen den subkortikal- und kortikal-limbischen Substraten bildet die Hippokampusformation zur Erzeugung von allgemeiner Flexibilität und zur Selektion von bedeutsamen Ereignissen. Der Hippokampus erzeugt Wachheit und Lernbereitschaft. Für niedere Wirbeltiere ist ein hippokampales Korrelat noch relativ unzulänglich bekannt, für Vögel (PEARSON und PEARSON 1976) ist es einigermaßen und für Nager, Primaten und den Menschen sehr gut beschrieben (vgl. allg. Lehrbücher der Neurobiologie). Über den Hippokampus werden intrinsische Zustände und Aktualereignisse, die über Hirnstamm und Kortex eingespielt werden, miteinander verglichen und in eine Bereitschaft bzw. Nichtbereitschaft zum Handeln umformuliert. Die emotionale Tönung wird über die reverberierenden Schaltkreise mit der Amygdala eingespielt (vgl. LEDOUX 1998). Für die Entstehung von Angst werden einerseits septo-hippokampale und andererseits entorhinal-hippokampale Bahnen als zentral angesehen (GRAY 1982). Aus Erfahrung „weiß“ das Individuum um eine Gefahr. Dieses Wissen wird als ein auf Angst bezogenes Gedächtnis abgelegt.

Mit der Beschreibung der Langzeitpotenzierung am glutamatergen NMDA-Rezeptorsystem und der Wirkung von Umwelt auf die zelluläre und synaptische Plastizität konnte in jüngster Zeit die Dynamik des hippokampalen Systems konkreter als zuvor in ein systemisches Konzept zur Beschreibung der animalischen und menschlichen Psyche eingebunden werden.

Erzeugt wird die hippokampale Plastizität mittels LTP, lebenslang anhaltender Nervenzellvermehrung (Neurogenese) und daran angebundener Synaptogenese. Eingebunden in die Dynamik von zellulären und synaptischen Prozessen sind wiederum aufsteigende aminerge Bahnen aus dem retikulären Hirnstamm. Serotonin und Dopamin greifen unmittelbar in die Steuerung der Neurogenese ein und veranlassen offensichtlich Anpassungen der plastischen

Potenzen an die Lebensumstände. Unter dem Einfluss von aminerg wirksamen Agonisten und Antagonisten kann die Plastizität verändert werden – so die letzten zehn Jahre einer intensiven Forschung, an der wir in unserer Bielefelder Forschergruppe wesentlich beteiligt waren (Lit. bei der Autorin). Das bedeutet, dass eine Erschöpfung aminerg Aktivität die hippocampale Disposition abschwächt, lebensnotwendige Aufgaben zu erfüllen. Allgemein lässt sich aus experimenteller Forschung im Environmentmodell ableiten, dass die Aktivierung des hippocampalen Schaltkreises eine innere Bereitschaft erzeugt und die Bildung einer expliziten Erinnerung an eine Situation veranlasst. Mit diesen Eigenschaften betraut reagiert der Hippokampus auf Stressoren sehr sensibel. Hippokampale Funktionen erhalten somit in der Steuerung von Befindlichkeiten eine zentrale Bedeutung. Dauerhafte Beeinträchtigungen können buchstäblich einer chronischen „Herzerkrankung“ gleichgestellt werden.

Zusammenfassend gilt: Das hippocampale System, das Gefahren entdeckt bzw. eine Alarmbereitschaft herstellt, beinhaltet gleichzeitig den Mechanismus, der erheblichen Befindlichkeitsstörungen zugrunde liegt. Heute kennt man die physiologischen Parameter relativ gut, welche die individuelle Disposition zu plastischer Potenz des hippocampalen Systems bilden und eine gefühls- und gedächtnisbezogene Verarbeitung garantieren. Erhebliche Befindlichkeitsstörungen stellen sich dann ein, wenn diese Mechanismen versagen, „wenn unangenehme subjektive Empfindungen akut oder längere Zeit andauern, weil das Tier nicht in der Lage ist, Handlungen zu intendieren, die normalerweise angebracht wären, um Gefahren aus dem Wege zu gehen“ (DAWKINS 1982). Eine erhebliche Belastung des Hormon- und Transmitterstoffwechsels durch chronischen Stress führt zu einer allgemeinen Erschöpfung

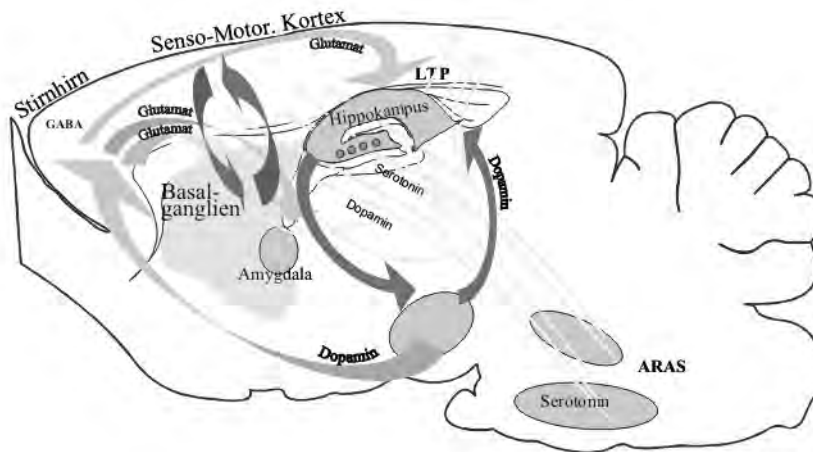


Abb. 3: Gehirn der Maus: Unter restriktiven Aufzuchtbedingungen verändern sich die Aktivitätsprofile zwischen Stirnhirn, Basalganglien, Amygdala und Hippokampus. Gehellte Bahnsysteme symbolisieren eine Aktivitätsminderung (Dyskonnektionssyndrom) und gedunkelte Pfeile eine Aktivitätsverstärkung, so z. B. zwischen Basalganglien und somatomotorischem Kortex (Entstehung von unkontrollierten motorischen Handlungen = Stereotypien) und zwischen Hirnstamm und Hippokampus (Entstehung von unkontrollierten Emotionen).

Brain of mouse: Under restrictive rearing conditions the activity profiles between brain stem, basal ganglia, amygdala and hippocampus change. Lighter tract systems symbolise a lower activity (dysconnection syndrome) and darker arrows an increase in activity, e. g. between basal ganglia and the somato-motorial cortex (development of uncontrolled motorial activities = stereotypes) and between brain stem and hippocampus (development of uncontrolled emotions).

der Aktivitätsprofile von Transmittern. Im Verhalten äußert sich das in Wachheitsverlust, Aufmerksamkeits- und Lerndefiziten. Weitere Folgen sind unkontrollierte Emotionen (z. B. Aggressivität) bzw. Emotionsverlust, allgemeine Lebensuntüchtigkeit und Minderung der Lebenserwartung. Auch leiden Tiere, die unter restriktiven Bedingungen aufgezogen wurden – wie wir aus hirnhypophysologischen Untersuchungen ableiten können – unter eingeschränkten plastischen Potenzen. Das äußert sich in einer chronisch überhöhten Zellvermehrungsrate bei gleichzeitig abgesenkter synaptischer Umsatzrate (siehe Abb. 3; KELLER et al. 2000; weitere Lit. bei der Autorin).

4 Übergeordnete Befindlichkeiten werden über das Großhirn und speziell den Präfrontalkortex erzeugt

Assoziative Zustandsformen des Befindens werden durch Einbeziehung von Arealen des Kortex in die hippokampal-amygdaloiden Schaltkreise erreicht (s. u.). Die hirnanatomische Vernetzung zwischen limbischen und kortikalen Strukturen ist hoch komplex (siehe Abb. 1 und 2). Eine örtliche Zuordnung emotionsbildender Maßnahmen wird faktisch unmöglich. Dauerhaft zirkulieren die Aktivitäten im Gehirn und erfassen die das Befinden auslösenden Teilaspekte nicht sequenziell, wie aus einem Schaltschema abgeleitet werden könnte, sondern sie erfassen diese gleichzeitig. In die reziproken Rückkopplungen wird zusätzlich noch die thalamische Schaltebene eingebunden, die zwischen den aktuellen Erfahrungen und den im Langzeitgedächtnis hinterlegten Zuständen vermittelt und subkortikale Wahrnehmungen mit kortikalen Erinnerungen vernetzt. Damit ist es – selbst unter Bezugnahme auf den Menschen – gänzlich unmöglich herauszufinden, von wie viel Bewussthaben eine Emotion im Einzelfall getragen wird.

Außerdem belegt die jüngste neuroethologische Forschung, dass Schmerzen den Mechanismus der operanten Konditionierung verstärken. Da Konditionierung mit adaptiven Veränderungen von limbischen Strukturen einhergeht (FLOR et al. 2002), kann eine schwere Schmerzerfahrung in das Gedächtnis eingeschrieben werden. Die Transmitterforschung am Environment-Modell hat bestätigt, dass chronische Schmerzen und Ängste die natürliche Anpassungsfähigkeit von limbischen und kortikalen Nervenetzen überfordern (= reaktive Plastizität). Das wiederum schlägt sich in der Organisation dysfunktionaler Nervenetze und Funktionszustände im Kortex nieder und erzeugt Dauerbelastungen im Zustand von Leidenserfahrungen. Hierbei werden kortikale, thalamische, hippokampale und amygdaloide Nervenetze dauerhaft plastisch verändert und sowohl motorische als auch assoziative Schaltkreise in Mitleidenschaft gezogen. Stereotypien von in Gefangenschaft gehaltenen Wildtieren finden hier einen neuronalen Erklärungsansatz (LEHMANN et al. 2002).

Der Präfrontalkortex von Säugetieren und Menschen ist ein übergeordnetes multisensorisches Integrationsareal am frontalen Pol des Vorderhirns (vgl. Abb.1 und 2). In diesem Areal treffen sich in höchster Schnittebene alle Regelkreise, die den Neokortex einerseits mit dem limbischen Kortex und andererseits mit motorischen Regelkreisen verbinden. Als Teil der limbischen Schleife entsendet der Präfrontalkortex cinguläre Faserzüge zum Hippokampus und empfängt Rückbahnungen über den gleichen Weg sowie über die aminergen ARAS-Projektionen. Speziell die aufsteigende mesopräfrontale Dopaminbahn (Stressbahn) vermittelt selektiv zwischen hippokampalen Aktivitäten und sensorischen Einflüssen aus Kortex, Thalamus und Hirnstamm. Aus dieser übergeordneten Position heraus garantiert der Prä-

frontalkortex ein individuelles Arbeitsgedächtnis, die Bildung von Vermeidungsstrategie, Sozialverhalten und das historische Bewusstsein des Menschen (FUSTER 1991). Der Präfrontalkortex übt eine Kontrolle über eine Reihe von Subsystemen aus: Absteigende Bahnen zum Hypothalamus kontrollieren viszerale Funktionen; Störungen auf diesem Weg finden ihren Ausdruck in hormonellen, endokrinen bzw. sekretorischen Dysfunktionen (u. a. Mager- bzw. Fettsucht). Bahnen zur Amygdala und zum Hippokampus kontrollieren Emotionen, allgemeine Wachheit und Lernbereitschaft; Störungen auf diesen Wegen führen zu allgemeinen Gefühlsveränderungen, Antriebschwäche und Unfähigkeit bei der Bewältigung von Angst, Depression und anderen unangenehmen Empfindungen (u. a. Phobien; SELIGMAN 1971). Erhebliche Funktionsstörungen auf diesen Wegen sind entscheidend verantwortlich für die Schizophrenie (z. B. BREIER et al. 1992). Präfrontale Bahnen der Projektionen zu den Basalganglien kontrollieren motorische Funktionen; Störungen dieser Teilaspekte während der frühkindlichen Hirnreifung äußern sich im Hyperaktivitätssyndrom (LEVY 1991).

Die frühere Annahme, dass nur der Mensch den Präfrontalkortex hat, ist inzwischen widerlegt worden. Auch für Primaten (UYLINGS und VAN EDEN 1990), Nagetiere (KOLB 1984) und Vögel (WALDMANN und GÜNTÜRKÜN 1993) ist eine entsprechende multisensorische Schnitt-ebene sämtlicher Regelkreise mit entsprechender Kontrollfunktion belegt. Deswegen erzeugt eine Schädigung dieser höchsten Integrationsebene durch erhebliche Beeinträchtigungen bei Tieren prinzipiell ein höchstes Maß an Störungen artspezifischer psychischer Leistungen.

Die individuelle Ausprägung der präfrontalen Fähigkeiten ist nicht angeboren, sondern sie wird bei Tieren und dem Menschen im frühkindlichen und jugendlichen Alter erworben. Die neuronalen Voraussetzungen dafür liegen in der sehr verzögerten Reifung von präfrontalen Neuronen und Transmittern begründet. Speziell wird die Reifung des Stirnhirns von einer sehr langsam reifenden meso-präfrontalen Dopaminbahn mit Ursprung in der VTA des Mittelhirns verantwortet (KALSBECK et al. 1988; DAWIRS et al. 1993). Entsprechend langsam reifende Fähigkeiten des Stirnhirns zu antizipatorischem und sozialem Denken und Handeln stehen somit unmittelbar in Bezug zu der über den Zeitraum der Dopaminreifung hin andauernden Synapsenplastizität in den terminalen Nervennetzen des Stirnhirns. Die wachsende Dominanz des reifenden Stirnhirns findet Ausdruck in einem zunehmend persönlich geordneten und sozialen Verhalten des heranwachsenden Kindes. Höhere Tiere sind im Rahmen artspezifischen Sozialverhaltens mit dem gleichen Entwicklungsprogramm ausgestattet und deswegen für die experimentelle Fragestellung geeignet, ob und mit welchen Folgen umweltbezogene Belastungen die Dopaminreifung beeinträchtigen.

Die soziale Deprivation während der Aufzucht von Gerbilen führte im jung erwachsenen Alter zu einer geminderten Verfügbarkeit von gereiftem Dopamin (Abb. 3, geblasste meso-präfrontale Dopaminbahn) mit Auswirkungen auf defizitäres Stirnhirnverhalten. Das Environment-Modell belegte weiterhin, dass Dopamin ein wichtiges Steinchen in der Kette von lokalen Umschichtungen der Serotonin-, Acetylcholin-, Glutamat- und GABA-Aktivitäten im reifenden Stirnhirn ist. Zwar reifen sensorisch-motorische Transmitterbahnen und Terminalfelder denjenigen des Stirnhirns weit voraus, dennoch sind sie der nachträglichen Eingliederung in die Regelkreise des Stirnhirns ausgesetzt. Erhebliche Belastungen während der Aufzucht wurden buchstäblich in die Nervennetze von Stirnhirn und damit verbundenen parietalen Kortexfeldern eingeschrieben (s. aufgehellte bzw. gedunkelte Bahnsysteme in Abb. 3). Mit adaptiven Strukturveränderungen von Transmittern reagierten im IR-Modell außerdem das dorsale (Putamen-Caudatus; PC) und ventrale Striatum (Nucleus accumbens; NAC) und verschiedene Areale des limbischen Systems wie Amygdalakerne (AM), Entorhinalkortex (EN)

und hippocampaler Gyrus dentatus (HGD) (Abb. 3: Gedunkelte bzw. aufgehellte Pfeile symbolisieren suppressive bzw. exzessive Faserdichten; Literatur bei der Autorin). Verhaltensuntersuchungen haben uns weiterhin gezeigt, dass die Deprivationsaufzucht ihren Ausdruck findet in Stereotypien (LEHMANN et al. 2002; NEDDENS et al. 2001), erhöhtem Angstpotenzial, eingeschränktem Explorationsverhalten und in reduzierten Fähigkeiten bei der zeitlichen Strukturierung eines Arbeitsgedächtnisses (WINTERFELD et al. 1998). Nicht nur die soziale Deprivation während der Aufzucht, sondern jegliche erhebliche Stressoren sollten nach unseren Erkenntnissen zu entsprechenden Resultaten führen. So haben uns Studien mit morphogen wirkenden Substanzen (u. a. Drogen) gezeigt, dass Stressoren jeglicher Art die präfrontal reifenden Schaltkreise perturbieren und diese erst gar nicht zur gesunden Ausreifung kommen lassen (rev. in: TEUCHERT-NOODT 2000).

Die für Tiere und den Menschen gültige Schlussfolgerung ist, dass eine Schädigung des Präfrontalkortex dauerhafte Funktionsdefizite in verschiedenen Hirnregionen hinterlassen und dysfunktionale Bezüge zwischen assoziativen und motorischen Hirnfeldern erzeugen, die das Individuum dem Gefühl einer höchsten Ausweglosigkeit aussetzen. Erwartungsgemäß besteht eine individuelle und artspezifische Betroffenheit im Verlust der Kontrolle über neokortikale, hippocampale, amygdaloide, striäre und/oder viszerale Funktionen. Unterschwellig dürfte aber eine generelle Betroffenheit aller Teilfunktionen mitschwingen, die sich generell in endokrinen Funktionsstörungen, stereotypen Verhaltensweisen, chronischen und spontanen Ängsten, Depression und Agonie ausdrücken.

6 Literatur

- BREIER, A.; BUCHANAN, R. W.; ELKASHEF, A.; MUNSON, R. C.; KIRKPATRICK, B.; GELLAD, F. (1992): Brain morphology and schizophrenia. A magnetic resonance imaging study of limbic, prefrontal cortex and caudate structures. *Arch Gen Psychiat.* 49: 921–926
- CRESPI, F.; WRIGHT, I. K.; MÖBIUS, C. (1992): Isolation rearing of rats alters release of 5-hydroxytryptamine and dopamine in the frontal cortex: An in vivo electrochemical study. *Exp Brain Res.* 88: 495–501
- DAWIRS, R. R.; TEUCHERT-NOODT, G.; CZANIERA, R. (1993): Maturation of dopamine innervation during postnatal development of the prefrontal cortex in gerbils (*Meriones unguiculatus*). A quantitative immunocytochemical study. *J. Hirnforschung.* 34 (3): 281–290
- DAVIS, M. (1992): The role of the amygdala in fear and anxiety. *Annu Rev Neurosci.* 15: 353–375
- DAWKINS, R. (1982): *the extended phenotype: The gene as the unit of selection* (San Francisco:Freeman)
- FLOR, H.; KNOST, B.; BIRBAUMER, N. (2002): The role of operant conditioning in chronic pain: An experimental investigation. *Pain.* 95: (1 bis 2): 111–118
- FUSTER, J. M. (1991): The prefrontal cortex and its relation to behaviour. *Prog Brain Res.* 87: 201–211
- GRAY, J. A. (1982): *The neuropsychology of anxiety: An enquiry into the functions of the septo-hippocampal system.* Clarendon Press, Oxford, Oxford Univ Press, New York: 548
- JONES, Gh.; HERNANDEZ, T. D.; KENDALL, D. A.; MARSDEN, C. A.; ROBBINS, T. W. (1992): Dopaminergic and serotonergic function following isolation rearing in rats: Study of behavioural response and postmortem and in vivo neurochemistry. *Pharmacol Biochem Behav.* 43: 17–35

- KALSBECK, A.; VOORN, P.; BUIJS, R. M.; POOL, C. W.; UYLINGS, H. B. M. (1988): Development of the dopaminergic innervation in the prefrontal cortex of the rat. *J. Comp. Neurol.* 269: 58–72
- KELLER, A.; BAGORDA, F.; HILDEBRANDT, K.; TEUCHERT-NOODT, G. (2000) Effects of enriched and of restricted rearing on both neurogenesis and synaptogenesis in the hippocampal dentate gyrus of adult gerbils (*Meriones unguiculatus*). *Neurology, Psychiatry and Brain Res.* 8: 101–108
- KOLB, B. (1984): Functions of the frontal cortex of the rat: a comparative review. *Brain Res Rev.* 8:65–98
- LEDoux, J. E. (1998): *Das Netz der Gefühle. Wie Emotionen entstehen.* Hanser Verlag München, Wien: 384
- LEHMANN, K.; TEUCHERT-NOODT, G.; DAWIRS, R. R. (2002): Postnatal rearing conditions influence ontogeny of adult dopamine transporter (DAT) immuno-reactivity of the striatum in gerbils. *J Neural Transm.* 109: 1129–1137
- LEVY, F. (1991): The dopamine theory of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD). *Aust NZ J Psychiatry.* 25(2): 277–283
- NEDDENS, J.; BRANDENBUR, K.; TEUCHERT-NOODT, G.; DAWIRS, R. R. (2001): Differential environment alters ontogeny of dopamine innervation of the orbital prefrontal cortex in gerbils. *J Neurosci Res.* 63: 209–213
- PEARSON, R.; PEARSON, L. (1976): *The vertebrate Brain.* Academic Press London, New York San Francisco: 744
- SHEPHERD, G. M. (1983): *Neurobiology.* New York, Oxford, University Press: 611
- SELIGMAN, M. E. P. (1971): Phobias and Preparedness. *Behavior Therapy.* 2: 307–320
- TEUCHERT-NOODT, G. (2000): Neuronal degeneration and reorganization: A mutual principle in pathological and in healthy interactions of limbic and prefrontal circuits. *J Neural Transm. (Suppl.)* 60: 315–333
- UYLINGS, H. B. M.; VAN EDEN, C. G. (1990): Qualitative and quantitative comparison of the prefrontal cortex in rat and in primates, including humans. *Progress Brain Res.* 85:31–62
- WALDMANN, C.; O. GÜNTÜRKÜN (1993): The dopaminergic innervation of the pigeon caudolateral forebrain: immunocytochemical evidence for a “prefrontal cortex” in birds? *Brain Res.* 600: 225–234
- WINTERFELD, K. T.; TEUCHERT-NOODT, G.; DAWIRS, R. R. (1998): Social environment alters both ontogeny of dopamine innervation of the medial prefrontal cortex and maturation of working memory in gerbils (*Meriones unguiculatus*). *J Neurosci Res.* 52: 201–209
- WRIGHT, I. K.; UPTON, N.; MARSDEN, C. A. (1991): Resocialisation of isolation-reared rats does not alter their anxiogenic profile on the elevated X-maze model of anxiety. *Physiol Behav.* 50: 1129–1137

Ändern Schweine bei Kälte ihre Lautgebung? *Do Pigs Change their Vocalisation at Low Ambient Temperatures?*

**EDNA HILLMANN, CLAUS MAYER, PETER-CHRISTIAN SCHÖN, BIRGIT PUPPE UND
LARS SCHRADER**

Zusammenfassung

Auf niedrige Temperaturen reagieren Schweine mit „Haufenlage“. Vorausgegangene Studien haben gezeigt, dass „Haufenlage“ häufig von einem Anstieg der vokalen Aktivität der Tiere begleitet ist. In der vorliegenden Untersuchung wurde geprüft, ob hochfrequente Vokalisation mit „Haufenlage“ kovariiert und demzufolge dafür genutzt werden könnte, die Reaktion von Schweinen auf (zu) niedrige Temperaturen automatisch zu erfassen. Zusätzlich wurde getestet, inwiefern die Verhaltensreaktionen der Tiere von deren Körpergewicht beeinflusst werden und ob die Tiere zusätzlich zu Verhaltensänderungen auch stressphysiologische Reaktionen (= eine Erhöhung der Cortisolkonzentration im Speichel) zeigen.

108 Mastschweine, gehalten in zwölf Gruppen, wurden zu drei Zeitpunkten der Mastperiode beobachtet, und zwar mit 25–35 kg, 50–70 kg, und einem Körpergewicht > 85 kg. Die mittleren Temperaturen zu den Beobachtungszeitpunkten lagen zwischen 4 und 26 °C. Von 23:00–05:00 Uhr wurde alle 15 Minuten protokolliert, wie viele Tiere der Gruppe Haufenlage zeigten. Gleichzeitig wurde die Vokalisation der Tiere aufgenommen und mit Hilfe eines auf einem neuronalen Netz basierenden Lautanalyseprogramms ausgewertet. Die Daten zum Verhalten sowie der Anteil hochfrequenter Vokalisation wurden über die Zeit von 23:00–05:00 Uhr gemittelt. Die statistische Analyse erfolgte mit Modellen für gemischte Effekte.

Der Anteil von Tieren in Haufenlage nahm mit abnehmenden Temperaturen zu; schwere Tiere zeigten dieses Verhalten weniger als leichte (Gewichtsklasse × Temperatur, $p < 0.001$). Es gab einen positiven Zusammenhang zwischen Haufenlage und hochfrequenter Vokalisation, der bei den Tieren der leichtesten Gewichtsklasse schwächer ausgeprägt war als bei den schwereren (Haufenlage × Gewichtsklasse, $p < 0.001$). Die Tiere zeigten keine Veränderung in der Cortisolkonzentration im Speichel.

Der Anteil schwerer Tiere (> 85 kg) in Haufenlage war generell sehr niedrig, da diese eine große Toleranz gegen Kälte zeigen. Aus dem kaum erhöhten Anteil hochfrequenter Vokalisation lässt sich folgern, dass die 25–35 kg schweren Tiere am wenigsten stark von der Haufenlage belastet zu sein scheinen. Möglicherweise tolerieren leichte Schweine es eher, wenn gleich schwere Artgenossen sich auf sie zu legen versuchen. Bei schwereren Schweinen führte ein Anstieg der Haufenlage zu mehr hochfrequenter Vokalisation. Das legt den Schluss nahe, dass Haufenlage bei Schweinen dieser Gewichtsklassen ein Zeichen von beeinträchtigtem Wohlbefinden ist. Die Lautanalyse erwies sich in dieser Untersuchung als ein nützliches Instrument, um thermoregulatorische Verhaltensänderungen von mittelschweren und schweren Mastschweinen zu erfassen. Auf der Basis dieser Methode scheint es möglich, ein automatisches „Monitoring-System“ zu entwickeln, das auch auf Praxisbetrieben einsetzbar wäre.

Summary

At low temperatures, pigs huddle together. Preliminary studies have shown that huddling is often accompanied by an increase of vocal activity. In this study we tested whether high-frequency vocalisation covaries with huddling and, thus, could be used to automatically record the pigs' reaction towards low ambient temperatures. In addition, we tested whether this relationship is modified by the pigs' weight, and whether the pigs show a stress physiological reaction (i.e. concentration of cortisol in saliva) in addition to behavioural reactions.

108 fattening pigs kept in 12 groups were observed at 25–35, 50–70, and >85 kg of weight. Mean daily temperatures in the pens ranged from 4 to 26 °C. From 23:00 to 05:00, the proportion of pigs showing huddling was recorded at 15-minute intervals. Vocalisation was analysed using an artificial neural network (STREMODO®). Data were summarized as the mean proportion of pigs huddling and the mean proportion of high-frequency vocalisation from 23:00 to 05:00. Linear mixed-effect models were used in the statistical analysis.

In general, huddling increased with decreasing temperatures, but heavier pigs huddled less than small pigs (weight × temperature, $p < 0.001$). We also found a positive relationship between high-frequency vocalisation and huddling, which was weaker in small pigs (huddling × weight, $p < 0.001$). No significant change in cortisol concentration in saliva was found. The proportion of pigs > 85 kg showing huddling-behaviour was low which may be due to a higher tolerance of cold in heavy pigs. With regard to the high-frequency vocalisation, pigs weighing 20–35 kg seemed to be less affected by huddling than heavier pigs. This may result from smaller piglets tolerating more easily that conspecifics lie on them compared to heavier pigs. In heavy pigs, huddling was related to high-frequency vocalisation which may indicate reduced welfare. The analysis of high-frequency vocalisation was a powerful indicator for behavioural thermoregulation in pigs of medium and heavy weight at low temperatures and could be used for an automatic monitoring in on-farm conditions.

1 Einleitung

Die Anpassungsfähigkeit von Schweinen an herrschende Umweltbedingungen – und somit ihr Wohlergehen – ist von verschiedenen Faktoren abhängig, z. B. ihrem Gewicht, Rasse, Gesundheitszustand, Fütterung, Luftbewegung im Stall oder der Qualität der Liegefläche. Zur Bestimmung geeigneter Temperaturbedingungen für Mastschweine sind verschiedene Grenzwerte definiert worden (MAYER 1999; HILLMANN et al. 2002). Eine Festlegung fester Temperaturgrenzen hat den Nachteil, dass nur in beschränktem Maß auf die aktuelle thermoregulatorische Anpassungsfähigkeit der Tiere eingegangen werden kann, die unter Umständen von einer a priori festgelegten fixen Temperaturgrenze abweicht, zum Beispiel aufgrund einer Infektion der Tiere oder wegen ungünstiger Luftbewegungen im Stall.

Die Vokalisation von Schweinen als Indikator für deren Wohlergehen ist in den letzten Jahren immer häufiger untersucht worden (WEARY und FRASER 1995). Es konnte gezeigt werden, dass bei Schweinen ein enger Zusammenhang zwischen hochfrequenter Vokalisation und nichtvokalen Belastungsreaktionen besteht (SCHRADER und TODT 1998; WEARY et al. 1998). Aus diesem Grund scheint besonders diese Lautklasse geeignet zu sein, um Aussagen über Belastungsreaktionen von Schweinen zu machen. In den meisten bisherigen Studien zu

diesem Thema wurden Schweine akuten Belastungen ausgesetzt (z. B. Kastration, TAYLOR und WEARY 2000) und die Tiere wurden häufig vom Sozialverband getrennt und einzeln getestet.

Eine in der normalen Haltungsumwelt vorkommende längerfristige Belastung sind extreme Temperaturbedingungen im Stall, wie sie vor allem in nicht-isolierten Stallgebäuden auftreten können. Auf ungünstige Temperaturen reagieren Schweine unter anderem mit einer Änderung des Liegeverhaltens. Bei niedrigen Temperaturen zeigen Schweine Haufenlage, d. h. die Tiere legen sich übereinander, um den Wärmeverlust an die Umgebung zu minimieren und sich an den Buchtengenossen zu wärmen (MAYER 1999; HILLMANN et al. 2001). Dieses Verhalten führt zu vermehrter Unruhe im Stall und es konnte gezeigt werden, dass die Lautstärke im Stall bei sinkenden Temperaturen zunimmt (MAYER und HAUSER 2000). Aus diesem Grund wurde untersucht, ob es möglich ist, die Lautgebung als Indikator für Anpassungsreaktionen der Tiere an die Umgebungstemperatur zu nutzen. Die Lautgebung stellt eine unmittelbare und direkte Antwort der Tiere auf die aktuelle Umweltbedingung dar und ist somit ein flexibleres Maß für Temperaturansprüche als es ein festgelegter Temperaturgrenzwert sein kann.

Zusätzlich wurde getestet, ob die Vokalisation mit im Speichel gemessenen Cortisolkonzentrationen zusammenhängt.

2 Tiere, Haltung und Methoden

2.1 Versuchsplan und Temperatur

Die Versuche wurden an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik Tänikon (Schweiz) mit insgesamt 108 Mastschweinen in zwölf Gruppen durchgeführt. Die Tiere wurden in drei Gewichtsklassen eingeteilt und beobachtet: leicht = 25–35 kg, mittel = 50–70 kg und schwer = >85 kg. Die Versuche fanden von Juni bis August 2000 und im Oktober 2001 (Sommer = acht Gruppen), sowie von November 2000 bis Februar 2001 (Winter = vier Gruppen) statt. Während der Versuche wurden jeweils zwei Gruppen von Tieren gleichzeitig in Buchten mit Teilspaltenboden gehalten. Die Liegefläche wurde dem Gewicht der Tiere angepasst: In der Gewichtsklasse „leicht“ standen jedem Tier 0,46 m² Liegefläche zur Verfügung, in den Gewichtsklassen „mittel“ und „schwer“ wurde die Liegefläche auf 0,67 m² pro Tier vergrößert. Die Buchten waren mit Raufen versehen, in denen Langstroh zur Beschäftigung angeboten wurde. Zudem wurde der Liegebereich leicht (ca. 100 g pro Tier/Tag) eingestreut. Die Buchten befanden sich in getrennten Versuchskammern, so dass die Gruppen optisch und akustisch voneinander isoliert waren.

In den Buchten waren im Liege- und im Kotbereich Datalogger (HOTDOG®) angebracht, mit denen alle fünf Minuten die Lufttemperatur aufgezeichnet wurde. Im Folgenden werden die Temperaturen als mittlere Temperatur zwischen Liege- und Kotbereich angegeben. Die Temperaturen in den Versuchsnächten lagen im Sommer zwischen 11 und 26 °C, und im Winter zwischen 4 und 18 °C.

Während der 14–17 tägigen Versuchsblöcke wurden die Tiere an jeweils 2–4 Tagen möglichst definierten Umgebungstemperaturen ausgesetzt. An aufeinander folgenden Versuchstagen konnte ein Temperatursprung von mehr als 6 °C vermieden werden. Die Temperaturen im Stall waren abhängig von der Außentemperatur, so dass auch die Wahl der Beobachtungstage innerhalb eines Versuchsblockes vom jeweiligen Außenklima mitbestimmt wurde.

Zwischen zwei Versuchsblöcken wurden die Tiere für 4–6 Wochen in vergleichbaren Buchten im selben Gebäude gehalten. Anschließend wurden sie wieder in die Versuchsbuchten umgestallt; nach 4–5 Tagen Eingewöhnungszeit begann der nächste Versuchsblock.

2.2 Datenaufnahme

Das Verhalten und die Lautgebung der Tiere wurden von 22:00 Uhr bis zum nächsten Morgen 05:00 Uhr auf Video (JVC HR-DD868, long play-Modus) aufgezeichnet. Durch die Wahl dieses Zeitfensters konnte gewährleistet werden, dass weder die Aufnahmen noch das Verhalten der Tiere durch Stallarbeiten oder Fütterung gestört wurden. Die Aufnahme der Lautgebung auf die Videokassette erfolgte über ein externes Mikrophon (Sennheiser ME 64), welches in ca. 1,50 m Höhe zentral über dem Liegebereich angebracht war. Zur Hall-Reduktion wurden die aus Holz bestehenden Buchtenwände bis zur Decke der Versuchskammer durch langfloorige Teppiche verlängert. Auch die dem Fressgitter gegenüberliegende Wand der Versuchskammer war mit einem Teppich versehen.

2.2.1 Liegeverhalten

Im 15-min-Intervallsampling wurde protokolliert, wie viele Tiere Haufen-, Seiten- oder Bauchlage zeigten, bzw. wie viele Tiere standen. Ein Tier wurde als Haufenlage zeigend definiert, wenn der Körper dieses Tieres zu mindestens 50 % von einem oder mehreren anderen Tieren verdeckt war oder es mit mindestens 50 % seines Körpers auf einem oder mehreren anderen Tieren lag.

2.2.2 Lautanalyse

Zur Analyse der aufgenommenen Laute wurde das Analyseprogramm STREMODO® eingesetzt (SCHÖN et al. 2003). Mit diesem System war es möglich, den Anteil hochfrequenter Vokalisation an allen aufgenommenen Sequenzen (= hochfrequente Vokalisation, Störgeräusche, Stille) zu bestimmen. Hierzu wurde das analoge Tonsignal digitalisiert, in 10 ms lange Abschnitte unterteilt und anschließend in diesen Abschnitten eine LPC-Codierung durchgeführt. Das heißt, das komplexe akustische Signal wurde auf zwölf Vektoren reduziert. Dadurch konnten die Signale anschließend mit Hilfe eines neuronalen Netzes klassifiziert werden. Das System wurde so gestaltet, dass Signale mit bestimmten LPC-Eigenschaften als „hochfrequente Vokalisation“ oder als „sonstige Geräusche“ klassifiziert werden konnten. Zur weiteren Auswertung wurde der Anteil hochfrequenter Vokalisation an allen aufgenommenen Sequenzen berechnet und über die Zeit von 22:00–5:00 Uhr gemittelt.

2.3 Cortisol

Im Winter wurden an den Versuchstagen am Morgen zwischen 5:00 und 6:00 Uhr von allen Tieren Speichelproben entnommen. Zur Speichelentnahme wurde den individuell markier-

ten Tieren eine in einer Zange fixierte Vlieskomresse angeboten, so dass jeweils ein Tier für 10–20 s darauf herumkauen konnte, bis die Komresse gut durchfeuchtet war. Die Kompressen wurden eingefroren ($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$) und mit Hilfe eines Radioimmunoassays (RIA) wurde die Konzentration an Cortisol im Speichel bestimmt.

2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Modellen für gemischte Effekte (PINHEIRO und BATES 2000; GYGAX 2004). Berechnet wurde der Einfluss der fixen Effekte Temperatur, Gewichtsklasse, Anteil Tiere in Haufenlage, sowie die Interaktionen Temperatur \times Gewicht und Gewicht \times Anteil Tiere in Haufenlage auf den Anteil hochfrequenter Vokalisation. Auf mögliche Zusammenhänge zwischen hochfrequenter Vokalisation, Cortisolkonzentration im Speichel und Gewichtsklasse wurde ebenfalls mit einem Modell für gemischte Effekte getestet. In beiden Modellen wurden mögliche Einflüsse der Gruppe als zufällige Effekte berücksichtigt. Durch dieses Vorgehen konnte die geschachtelte Struktur der Daten (die Gruppen wurden in drei Gewichtsklassen mehrfach getestet) und das zum Teil unvollständige Design (nicht alle Tiere konnten bei allen Temperaturen getestet werden) im statistischen Modell abgebildet werden.

3 Ergebnisse

3.1 Vokalisation und Liegeverhalten

Wie nach den Ergebnissen vorausgegangener Studien erwartet (HILLMANN et al. 2002), stieg der Anteil von Tieren in Haufenlage mit sinkenden Temperaturen ($F_{1,54} = 77.4$, $p < 0.001$, Abb. 1). Je schwerer die Tiere waren, desto kälter musste es werden, bevor die Tiere Haufenlage zeigten (Temperatur \times Gewichtsklasse $F_{1,54} = 6.7$, $p < 0.05$). Zusätzlich stieg mit sinkenden Temperaturen der Anteil hochfrequenter Vokalisation. Auch dieser Effekt war vom Gewicht der Tiere abhängig (Temperatur \times Gewicht $F_{1,52} = 12.1$, $p < 0.01$, Abb. 1): Der Anstieg hochfrequenter Vokalisation war mit zunehmendem Gewicht der Tiere steiler. Insgesamt war der Anteil hochfrequenter Vokalisation bei den leichten Tieren am geringsten. Bei Temperaturen über $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ wurde insgesamt nur wenig hochfrequente Vokalisation gemessen.

3.2 Cortisol

Es wurde kein Zusammenhang zwischen der Konzentration an Cortisol im Speichel und hochfrequenter Vokalisation gefunden (Cortisol: $F_{1,63} = 0.0007$, $p = 0.8$; Cortisol \times Gewicht: $F_{1,63} = 0.9$, $p = 0.4$, Abb.2).

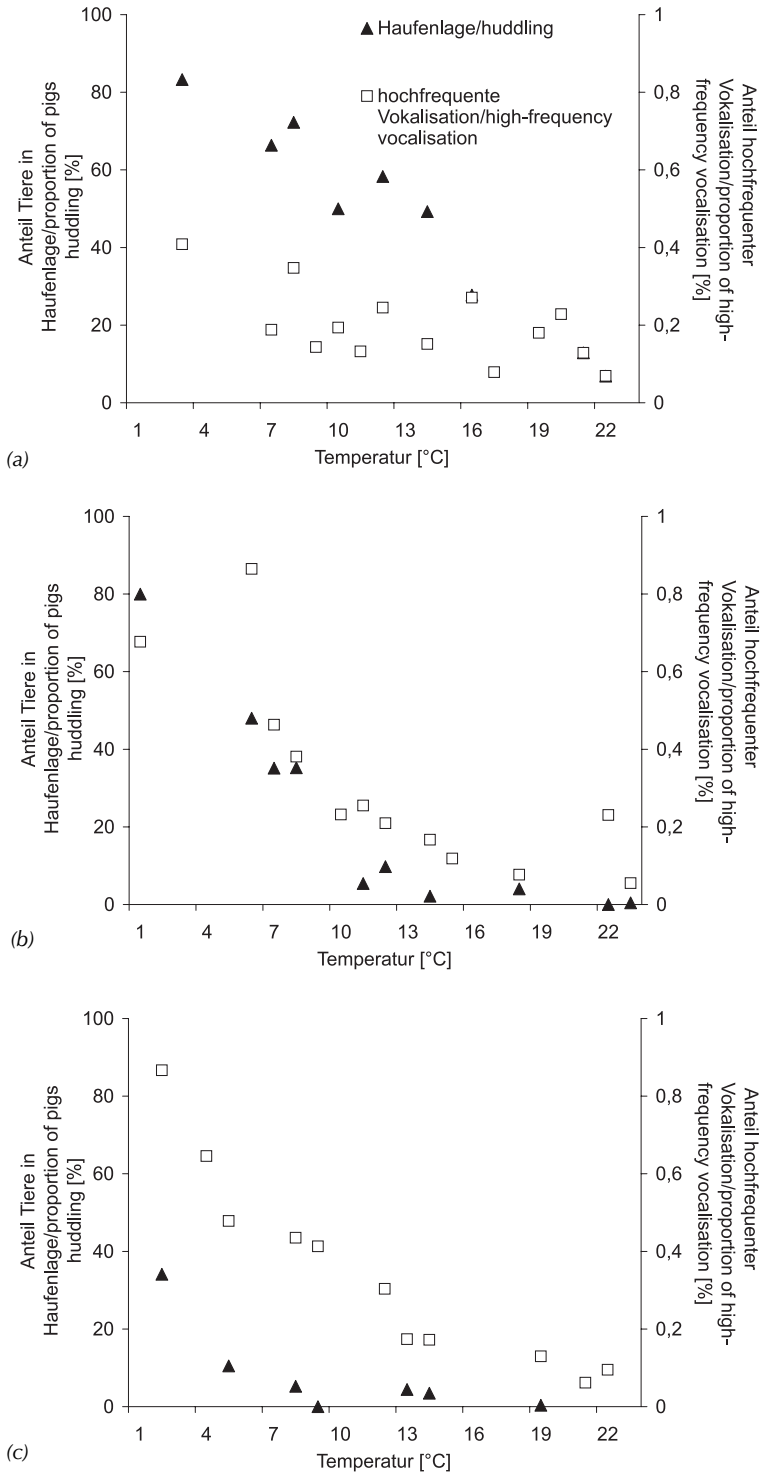


Abb. 1: Prozentualer Anteil von Tieren in Haufenlage und Anteil hochfrequenter Vokalisation in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur, bezogen auf die Gesamtliegezeit von 22:00–05:00 Uhr.
Proportion of animals huddling and of high-frequency vocalisation (based on total lying time from 22:00–05:00) at different ambient temperatures.
 (a) 25–35 kg
 (b) 50–70 kg
 (c) > 85 kg

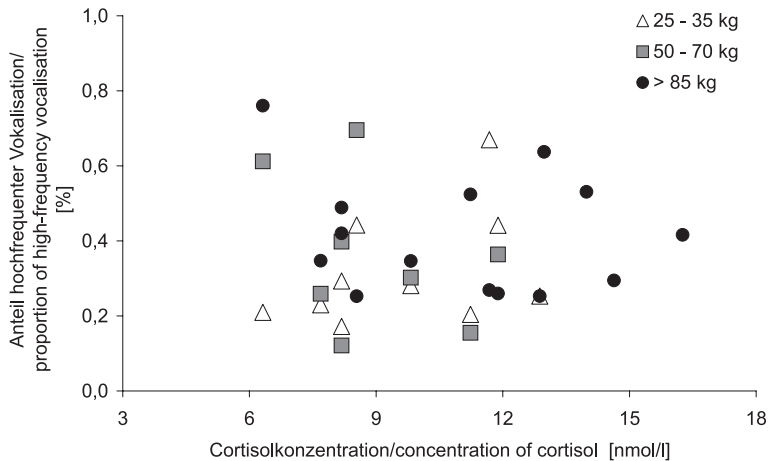


Abb. 2: Korrelation zwischen Cortisolkonzentration im Speichel und hochfrequenter Vokalisation für die drei Gewichtsklassen
Correlation between concentration of salivary cortisol and high-frequency vocalisation for three weight-classes

4 Diskussion

Niedrige Umgebungstemperaturen beeinflussten sowohl das Liegeverhalten als auch die Lautgebung der Schweine. Auch wenn leichte Tiere (25–35 kg) bereits unter 20 °C zunehmend Haufenlage zeigten, so kam es erst ab Temperaturen unter 9 °C vermehrt zu hochfrequenter Vokalisation. Bei mittelschweren Tieren (50–70 kg) wurde ein enger Zusammenhang zwischen Haufenlage und Lautgebung gefunden und bei Schweinen in der Endmast (> 85 kg) wurde bereits bei Temperaturen unter 13 °C hochfrequente Vokalisation gemessen, obwohl die Tiere erst unterhalb etwa 4 °C zu einem nennenswerten Anteil Haufenlage zeigten.

Diese Ergebnisse legen die Vermutung nahe, dass, je schwerer die Schweine werden, desto weniger sie es tolerieren, dass andere Schweine auf ihnen liegen. Eine nahe liegende Erklärung ist, dass es den schweren Schweinen unangenehm ist, wenn ein gleichschwerer Buchtengenosse versucht, auf ihnen abzuliegen.

Leichtere Schweine zeigten in diesem Zusammenhang eine höhere Toleranz gegenüber Buchtengenossen; möglicherweise ist es für sie weniger unangenehm, wenn gleich schwere Tiere sich auf sie zu legen versuchen. Auch wird Haufenlage vor allem von jungen Säugtieren gezeigt (BLUMBERG et al. 1992), so dass für diese Altersgruppe Haufenlage zumindest bis zu einem gewissen Maß als normales Verhalten betrachtet werden kann.

Ein Zusammenhang zwischen Lautgebung und Nebennierenrindenaktivität konnte nicht gefunden werden, was folgende Schlüsse ermöglicht:

- Es gibt keinen Zusammenhang zwischen hochfrequenter Vokalisation und einer stressphysiologischen Reaktion.
- Die Cortisolkonzentration im Speichel war als Parameter zur Erfassung einer Belastungsreaktion nicht geeignet.

Der enge Zusammenhang zwischen hochfrequenter Vokalisation und Haufenlage bei Schweinen über 50 kg lässt eine Anwendung der Vokalisationsanalyse zur Erfassung thermoregulatorischer Verhaltensänderungen bei sinkenden Temperaturen möglich erscheinen. Diese Methode hätte zwei Vorteile: Zum einen würde sie eine Erfassung der Anpassungsreaktionen beispielsweise in verschiedenen Haltungssystemen auf effiziente Art und Weise

ermöglichen (im Vergleich etwa zu Videobeobachtungen). Zum anderen könnte ein solches akustisches Monitoring-System in die Klimasteuerung eines Stalles (soweit vorhanden) eingebaut oder mit einer Überwachungsanlage verbunden werden, mit der die Anpassungsreaktionen von Schweinen an die herrschenden Umgebungstemperaturen automatisch erfasst werden könnten. Dies könnte – im Gegensatz zu den bisher festgelegten Temperaturgrenzen – für eine flexiblere Steuerung des Stallklimas eingesetzt werden.

5 Literatur

- ANDERSEN, L.; SOUSA, P.; PEDERSEN, S.; JANSEN, K. H. (2001): Pig behaviour in respect to temperature in pens with access to outdoor area. Proc. of the Intern. Symp. of the 2nd Techn. Section of C.I.G.R. on Anim. Welf. Considerations in Livest. Housing Syst. Univ. of Zielona Gora and Agric. Univ. of Wroclaw: 343-351
- BLUMBERG, M.S.; EFIMOVA, I.V.; ALBERTS, J.R. (1992): Ultrasonic vocalizations by rat pups: the primary importance of ambient temperature and the thermal significance of contact comfort. *Developm. Psychobiol.* 25: 229–250
- GYGAX, L. (2004): Statistische Modelle für ethologische Daten und Versuchsdesigns. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2003 KTBL-Schrift (431), KTBL, Darmstadt: xy-rz
- HILLMANN, E.; MAYER, C.; SCHRADER, L. (2001): Die Anpassungsfähigkeit von Mastschweinen an niedrige Umgebungstemperaturen: ethologische und physiologische Aspekte. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2001, KTBL-Schrift 407, KTBL, Darmstadt: 167–173
- HILLMANN, E.; MAYER, C.; SCHRADER, L. (2002): Ableitung geeigneter Temperaturbereiche für Mast Schweine verschiedener Gewichtsklassen mit Hilfe des Liegeverhaltens. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2002, KTBL-Schrift 418, KTBL, Darmstadt: 156–165
- HILLMANN, E.; MAYER, C.; SCHRADER, L. (in press): Lying behaviour and adrenocortical reactions as indicators for the thermal tolerance of pigs of different weight. *Anim. Welf.*
- JONES, J. B.; WEBSTER, A. J. F.; MATHES, C. M. (1999): Trade-off between ammonia exposure and thermal comfort in pigs and the influence of social contact. *Anim. Sc.* 68: 387–398
- MAYER, C. (1999) Stallklimatische, ethologische und klinische Untersuchungen zur Tiergerechtigkeit unterschiedlicher Haltungssysteme in der Schweinemast. Dissertation TU München
- MAYER, C.; HAUSER, R., (2000) Ableitung des optimalen Temperaturbereichs für Mastschweine aus dem Liegeverhalten und der Vokalisation. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1999, KTBL-Schrift 281, KTBL, Darmstadt: 129–136
- PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M. (2000): *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*. Springer, New York
- SCHÖN, P. C.; PUPPE, B.; MANTEUFFEL, G. (in press): Automated recording of stress vocalization as a tool to document impaired welfare in pigs *Anim. Welf.*
- SCHRADER, L.; TODT, D. (1998): Vocal quality is correlated with levels of stress hormones in domestic pigs *Ethology.* 104: 859–876
- TAYLOR, A. A.; WEARY, D. M. (2000): Vocal responses of piglets to castration: Identifying procedural sources of pain. *Appl. Anim. Behav. Sc.* 70: 17–26
- WEARY, D. M.; FRASER, D. (1995): Calling by domestic piglets: Reliable signals of need? *Anim. Behav.*: 50: 1047–1055
- WEARY, D. M.; BRAITHWAITE, L. A.; FRASER, D. (1998): Vocal response to pain in piglets. *Appl. Anim. Behav. Sc.* 56: 161–172

Dank

Ganz herzlichen Dank denen, die uns bei den Versuchen und deren Auswertung geholfen haben: Bruno Horat für die Betreuung der Tiere, Myrtha Arnold für ihre Hilfe im Labor und Hubert Bollhalder für seine Unterstützung bei technischen Hürden, Lorenz Gygax für seine Hilfe bei der statistischen Auswertung der Daten.

Dr. Edna Hillmann, ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, Physiologie und Tierhaltung, CH-8092 Zürich,

Dr. Claus Mayer und Dr. Lars Schrader, Institut für Tierhaltung und Tierschutz (FAL), Dörnbergstraße 25-27, D-29223 Celle

Dr. Peter-Christian Schön und Dr. Birger Puppe, Forschungsinstitut für die Biologie landw. Nutztiere, Forschungsbereich Verhaltensphysiologie, Wilhelm-Stahl-Allee 2, D-18196 Dummerstorf

Thermografie als neue Methode einer nicht-invasiven Belastungsmessung bei Milchkühen

Thermography as a New Method for a Non-Invasive Stress Measurement in Dairy Cows

ROGER MÜLLER, ALEX MEIER, LARS SCHRADER, MARKUS STAUFFACHER

Zusammenfassung

Eine wichtige Funktion der Haut ist die Thermoregulation, welche u. a. durch adrenerge und noradrenerge sympathische Nerven gesteuert wird. Eine erhöhte Sympathikusaktivität, zu der es in Belastungssituationen kommt, führt zu einer Vasokonstriktion der Hautblutgefäße und somit zu einer verringerten Durchblutung. Eine veränderte Hautdurchblutung könnte sich in einer veränderten Oberflächentemperatur des Tieres zeigen. Ziel unserer Studie war es, die Infrarot-(IR-)Thermografie als eine nicht invasive Methode zur Erfassung belastungsbedingter Veränderungen der Oberflächentemperatur zu validieren.

Bei 24 Holstein-Friesian-Milchkühen wurden drei Experimente durchgeführt und dabei jeweils IR-Bilder aufgenommen. Die drei Versuchsaufbauten beschäftigten sich mit den Aspekten Soziale Separation, Fixierung im Klauenstand und ACTH-Challenge-Test. Dabei wurden folgende Aspekte untersucht:

- a) Einfluss der Behaarung der Haut auf die Wärmeabstrahlung*
- b) Eignung verschiedener Körperstellen für die IR-Thermografie*
- c) Messbarkeit belastungsbedingter Temperaturveränderungen an der Körperoberfläche*

Sowohl zwischen den Temperaturparametern (Durchschnitts-, Minimal- und Maximaltemperatur) wie auch zwischen rasierten und unrasierten Stellen bestanden signifikante Korrelationen. Messstellen über großen Muskelpartien (z. B. Mm. glutei) waren für die IR-Thermografie am geeignetsten. Die Studie zeigt, dass in den untersuchten Situationen signifikante Veränderungen der Oberflächentemperatur messbar waren. Aufgrund der Abhängigkeit der IR-Thermografie von vielen möglichen Einflussfaktoren sind jedoch weitere Untersuchungen zur Validität notwendig.

Summary

Thermoregulation is an important function of the skin. In part, this regulation is controlled by the sympathetic nervous system which is also activated in challenging situations. High sympathetic activity results in vasoconstriction and consequently in a reduction of the blood circulation of the skin. This reduction is likely to result in a change of an animal's surface temperature. The aim of our study was to validate the Infrared-(IR-)thermography as a new, non-invasive method for the assessment of stress-induced changes in the surface temperature.

A total of 24 Holstein Friesian dairy cows was included in the following experiments: Social Separation, Fixation in a claw treatment crush and ACTH-Challenge-Test. In each of the experiments, IR-pictures were taken to investigate:

- a) the influence of the hair coat on heat radiation,*
- b) the aptitude of different body parts for IR-thermography, and*
- c) whether stress-induced changes in surface temperature can be measured.*

Significant correlations could be found for both, different temperature parameters (maximal, minimal and average temperature) and between shaved and unshaved body parts. For IR-thermography, skin covering large muscles (e. g. Mm. glutei) was most suitable for measurements. We found significant changes in the surface temperature in the situations tested. In consideration to the variety of factors which could affect the measurement further research for the validation of this method is needed.

1 Einleitung

Eine wichtige Funktion der Haut ist die Thermoregulation, welche u. a. durch adrenerge und noradrenerge sympathische Nerven gesteuert wird. So führt z. B. eine erhöhte Sympathikusaktivität zu einer Vasokonstriktion der Hautblutgefäße und einer dadurch verringerten Hautdurchblutung. Diese Veränderung der Hautdurchblutung könnte sich in einer Veränderung der Oberflächentemperatur eines Tieres zeigen und somit mittels Infrarot-(IR-)Thermografie gemessen werden. Physiologisch bedingte Veränderungen der Oberflächentemperatur konnten vor dem Abkalben bei Milchkühen (COPPOLA et al. 2002) oder nach einer Injektion von Noradrenalin bei der Erdmaus (*Microtus agrestis*) (JACKSON et al. 2001) gezeigt werden. Ziel dieser Studie war es, die Thermografie als eine neue, nicht invasive Methode zur Erfassung von Belastungsreaktionen bei Milchkühen zu validieren. Dabei haben wir folgende Fragestellungen untersucht:

- a) Wird die Wärmeabstrahlung durch die Behaarung der Haut beeinflusst?
- b) Gibt es Körperstellen, welche sich besonders gut für die IR-Thermografie eignen?
- c) Sind belastungsbedingte Temperaturveränderungen an der Körperoberfläche messbar?

2 Tiere, Haltung und Methoden

2.1 Tiere und Haltung

Die Untersuchung wurde an 24 Holstein-Friesian-Milchkühen in einem Laufstall auf der Forschungsstation Chamau der ETH Zürich durchgeführt. Die Kühe wurden jeweils in Gruppen von zwölf Tieren in Buchten (16,2 x 3,3 m) gehalten, in denen jeder Kuh eine Liegebox (Strohmatratze) zur Verfügung stand. Die Tiere hatten *ad libitum* Zugang zu Raufutter und Wasser und kontrollierten Zugang zu einem Kraftfutterautomaten. Gemolken wurde jeweils um 4:30 und um 15:00 Uhr.

2.2 Experimente

Die folgenden, potenziell zu einer Belastungsreaktion führenden Versuche wurden durchgeführt:

- Die soziale Separation wurde in einer Versuchsbucht im Laufstall, die mit der gewohnten Bucht identisch war, durchgeführt. Während der Separation von jeweils 20 min Dauer hatten die Tiere keinen visuellen Kontakt zu den übrigen Herdenmitgliedern. Jeweils unmittelbar vor und nach der Separation wurde ein IR-Bild aufgenommen.

- Beim ACTH-Challenge-Test wurden IR-Bilder zu den Zeitpunkten 0, 30, 60, 90, 120, 180, 240 und 300 min ($t_0, 30, 60, 90, 120, 180, 240, 300$) nach einer Injektion von 0,05 mg/100 kg Körpermasse Kortikotropin (Synacthen®, Novartis AG, Basel, CH) aufgenommen.
- Die Fixierung der Tiere wurde für 10 min in einem Klauenpflagestand vorgenommen. Während der Fixierung wurden das linke Vorder- und das rechte Hinterbein hochgebunden. IR-Bilder wurden vor (t_0) bzw. nach dem Hochbinden der Beine alle zwei Minuten gemacht (t_2, t_4, t_6, t_8 und t_{10}).

2.3 Thermografie

Das Wärmebildsystem Thermoflir 6200 (Flir AG, Kriens, CH) hat eine Sensitivität von 0,1 °C bei einer Auflösung von 71.208 Bildpunkten (FLIR AG 1990). Auf der abgespeicherten IR-Aufnahme kann von beliebigen Flächen die Durchschnitts-, Minimal- und Maximaltemperatur ($T_{\emptyset, \min, \max}$) berechnet werden.

2.4 Methodische Validierung

Zuerst wurde geprüft, wie die Parameter T_{\max} , T_{\min} und T_{\emptyset} zusammenhängen und welcher der drei Parameter am zuverlässigsten gemessen werden kann. Um den Einfluss der Behaarung zu überprüfen, wurde bei sechs Kühen kaudal des Hüfthöckers ein 15 x 15 cm großes Quadrat rasiert. Die für die Messung verwendete behaarte Vergleichsfläche befand sich kaudal der rasierten Fläche.

2.5 Körperstelle und Temperaturveränderungen

Bei 18 Kühen wurden Marker (gekühlte Korkplättchen) an vier anatomisch definierten Stellen (A–D) angebracht. Anhand dieser Marker konnten fünf Flächen für die Messung definiert werden. Eine zusätzliche Stelle befand sich lateral auf dem Euter (Abb. 1).

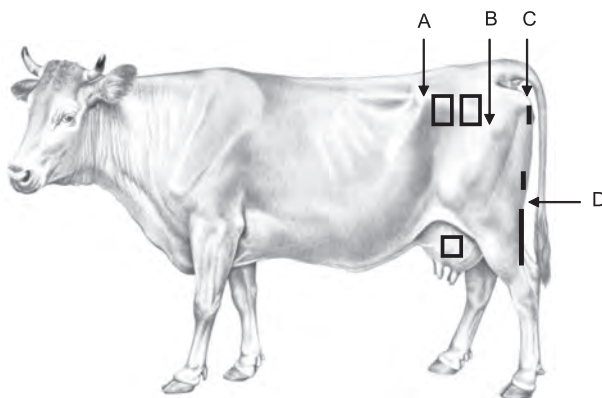


Abb. 1: Marker (A–D) und definierte Flächen für die Messung der Oberflächentemperatur (angepasst aus NICKEL et al. 1992)
 Marker (A–D) and defined areas for the measurement of skin temperature (adapted from NICKEL et al. 1992)

2.6 Auswertung

Während des ACTH-Challenge-Tests, der jeweils 300 min dauerte, konnte sich die Außentemperatur bei t_{30-300} gegenüber der Außentemperatur bei t_0 ändern (T_{Δ}). Der Einfluss von T_{Δ} auf die gemessene Körperoberflächentemperatur (T_G) wurde rechnerisch berücksichtigt. Die korrigierte Körperoberflächentemperatur (T_K) wurde dabei aus T_G gemäss folgenden, empirisch ermittelten Formeln (ZÄHNER unveröffentl. Daten) berechnet:

$$\text{Euter: } T_K = T_G + 0,39 \cdot T_{\Delta} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

$$\text{Rumpf: } T_K = T_G + 0,64 \cdot T_{\Delta} \text{ (}^{\circ}\text{C)}$$

Zur statistischen Auswertung wurden ausschließlich nichtparametrische Verfahren verwendet. Auf Unterschiede zwischen Messwiederholungen wurde mit dem Friedman-Test bei Wiederholungen > 2 getestet und mit dem Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben bei zwei Wiederholungen bzw. als Post-Hoc-Test nach dem Auffinden von Signifikanzen mit dem Friedman-Test. Der Spearman-Rang-Korrelations-Koeffizient r_s wurde berechnet, um Zusammenhänge zwischen den rasierten und unrasierten Stellen wie auch zwischen den verschiedenen Temperaturparametern zu prüfen. Der Variabilitätskoeffizient CV (%) (SNEDECOR und COCHRAN 1989) wurde benutzt, um die Stärke der Temperaturveränderungen an den verschiedenen Körperstellen vergleichend zu berechnen.

3 Ergebnisse

3.1 Methodische Validierung

Aufgrund von technischen Schwierigkeiten (z. B. Gestänge des Klauenpflgestandes im Messfeld) war es nicht immer möglich, alle drei Temperaturparameter auszuwerten. Zwischen T_{\max} , T_{\min} und T_{θ} bestanden jedoch hoch signifikante Zusammenhänge (Tab. 1), so dass es möglich war, sich auf einen Parameter zu beschränken. Für alle weiteren Berechnungen wurde T_{\max} verwendet, da dieser am wenigsten von äußeren Faktoren (z. B. Gestänge des Klauenpflgestandes) beeinflusst wurde.

Die Temperaturen zwischen den rasierten und unrasierten Stellen unterschieden sich in ihrem Niveau ($z = -6,73$; $p < 0,001$; $n = 60$), wobei an den rasierten Stellen jeweils höhere Temperaturen (durchschnittliche Temperaturdifferenz = $1,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) gemessen wurden. Die Temperaturen der rasierten und unrasierten Stellen korrelierten hoch signifikant miteinander (Tab. 1). Diese Ergebnisse zeigen, dass eine Rasur zur Messung relativer Temperaturveränderungen nicht notwendig ist. Alle weiteren Messungen wurden daher an unrasierten Stellen durchgeführt.

Tab. 1: Spearman's Rangkorrelationskoeffizienten (r_s) der Vergleiche zwischen den Temperaturparametern T_{\min} , T_{\max} und T_{θ} sowie zwischen rasierten und unrasierten Körperstellen
Spearman's rank correlation coefficients (r_s) between the temperature parameters T_{\min} , T_{\max} and T_{θ} and between shaved and unshaved body parts

Parameter Parameters	Bereich von r_s ($n = 10$) Range of r_s ($n = 10$)
$T_{\min} - T_{\theta}$	0,930*** – 1,000***
$T_{\max} - T_{\theta}$	0,902*** – 0,988***
$T_{\min} - T_{\max}$	0,908*** – 0,988***
rasiert – unrasiert / shaved - unshaved	0,852** – 0,979***

** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

3.2 Körperstelle und Temperaturveränderungen

Der Variabilitätskoeffizient der Oberflächentemperatur war an der Hinterhand über dem mittleren sowie oberflächlichen Kruppenmuskel (*M. gluteus medius* bzw. *superficialis*) am höchsten (CV (%) = 7,99 bzw. 7,84). Ebenfalls eine hohe Variabilität (CV (%) = 7,21 bzw. 7,37) zeigte der Bereich über dem halbsehnigen Muskel (*M. semitendinosus*). Auf dem Euter (*Mamma*) war der Variabilitätskoeffizient am geringsten (CV (%) = 5,91). Da die Variabilität über den Kruppenmuskeln am höchsten war und auch keine technischen Schwierigkeiten (z. B. Gestänge des Klauenpflegestands über der Messfläche) auftraten, wurden für die weiteren Messungen diese Flächen verwendet.

Bei den Experimenten veränderte sich T_{\max} in rund 91 % zwischen der ersten und zweiten Messung (n = 54). Bei der sozialen Separation nahm die Temperatur in 55,6 % der Messungen ab. Diese Abnahme war statistisch nicht signifikant (z = -1,09; p = 0,28; n = 18). Im Klauenpflegestand zeigte sich eine tendenzielle Veränderung über die Versuchsdauer ($X^2 = 9,78$; p = 0,08; n = 15), welche überwiegend durch eine Temperaturerhöhung zwischen t_8 und t_{10} (z = -2,09; p = 0,037; n = 15) bedingt war. Beim ACTH-Challenge-Test zeigte sich ein signifikanter Effekt der Messwiederholung ($X^2 = 53,61$; p < 0,001; n = 17; Abb. 2). Der durchgeführte Post-Hoc-Test ergab, dass die Oberflächentemperatur zwischen t_{90} und t_{120} und zwischen t_{120} und t_{180} abnahm (z = -1,96; p = 0,049 bzw. z = -2,99; p = 0,003; n = 17).

4 Diskussion

Die Untersuchung zeigt, dass eine Messung der relativen Veränderung der Oberflächentemperatur bei Milchkühen mit geringem Aufwand (ohne Rasur) an gut erfassbaren Körperstellen (über den Kruppenmuskeln) möglich ist. Als ausreichend und praktikabel stellte sich die Messung der maximalen Temperatur (T_{\max}) innerhalb einer erfassten Fläche heraus. Da aber Faktoren wie die Haarlänge des Fells sowie die Beschaffenheit der Unterhaut bzw. die Muskelanatomie von der Spezies bzw. Rasse oder gar von Geschlecht und Alter abhängig sind, lassen sich diese Ergebnisse nicht verallgemeinern. Es ist daher empfehlenswert, den

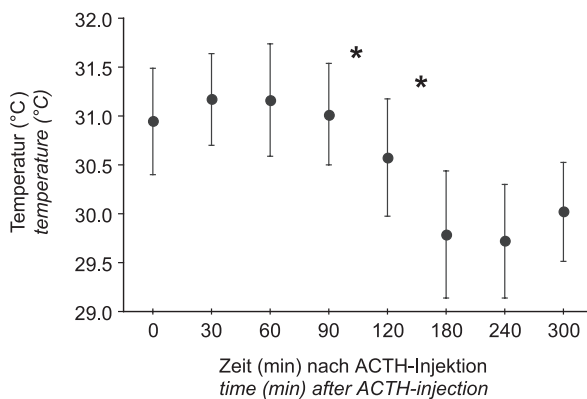


Abb. 2: Verlauf der Oberflächentemperatur (Mittelwert \pm Standardabweichung) beim ACTH-Challenge-Test
 Curve progression of skin temperature (mean \pm standard deviation) during the ACTH-Challenge-Test

Einfluss des Fells sowie die Eignung verschiedener Körperstellen jeweils von neuem in einer Pilotphase zu validieren.

Neben diesen tierabhängigen Faktoren können externe Faktoren wie z. B. die Außentemperatur, Sonneneinstrahlung und Wind die Messungen der Oberflächentemperatur beeinflussen. In unserer Untersuchung konnten die Sonneneinstrahlung sowie der Wind vernachlässigt werden, weil die Messungen im Stall durchgeführt wurden. Die Temperatur im Stall wurde rechnerisch berücksichtigt.

Das undifferenzierte Ergebnis der Messung der Oberflächentemperatur bei der sozialen Separation deutet auf eine geringe Belastung der Tiere hin. Bestätigt wird diese Vermutung durch die Werte der Stresshormone Kortisol, Adrenalin und Noradrenalin (unveröffentl. Daten), die zeigten, dass die Separation zu keiner stressphysiologischen Belastungsreaktion bei den Kühen führte.

Bei der Fixierung im Klauenpflgestand gab es zwischen der Messung t_8 und t_{10} , also am Ende der 10-minütigen Fixierung, einen Anstieg der Temperatur. Dieser Anstieg kann kaum mit erhöhter körperlicher Aktivität erklärt werden. Plausibler scheint es, dass dieser Temperaturanstieg stressphysiologisch bedingt war. Als Reaktion auf diesen Test zeigten die Tiere erhöhte Kortisol-, Adrenalin- und Noradrenalinwerte (unveröffentl. Daten). Dass das Kortisol einen Einfluss auf den Wärmehaushalt haben könnte, zeigt auch der Verlauf der Oberflächentemperatur beim ACTH-Challenge-Test. Der hier gemessene Temperaturverlauf entspricht in etwa dem zeitlichen Verlauf der Kortisolwerte (unveröffentl. Daten) im Blut. Eine Erklärung dieser Ergebnisse könnte ein kortisolabhängiger, erhöhter Energieumsatz in den Zellen sein, welcher zu einer erst mit einer zeitlichen Verzögerung messbaren Erwärmung der Haut führen könnte.

5 Schlussfolgerung

Die IR-Thermografie ist eine nicht invasive Methode, um die Körperoberflächentemperatur zu messen. Da die Messung jedoch von verschiedenen Faktoren beeinflusst werden kann, ist auf eine standardisierte und möglichst unbeeinflusste Datenaufnahme zu achten. Um das System für die routinemäßige Messung von Belastungsreaktionen zu nutzen, sind weitere Untersuchungen zur Validität und Zuverlässigkeit notwendig.

6 Literatur

COPPOLA, C.L.; COLLIER, R.J.; ENNS, R.M. (2002): Using body surface temperature to predict calving. *J. Anim. Sci.* 80:130–131

FLIR AG (1990): Handbuch Thermoflir 6200. Kriens, Schweiz

JACKSON, D.M.; HAMBLY, C.; TRAYHURN, P.; SPEAKMAN, J.R. (2001): Can non-shivering thermogenesis in brown adipose tissue following NA injection be quantified by changes in overlying surface temperatures using infrared thermography? *J. Therm. Biol.* 26:85–93

NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. (1992): Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Verlag Paul Parey, Stuttgart

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. (1989): Statistical Methods. Iowa State University Press, Ames



Danksagung

Die Autoren danken den Mitarbeitenden der ETH-Forschungsstation Chamau, dem Zentrum für tiergerechte Haltung Tänikon für die Ausleihe des Wärmebildsystems sowie dem Schweizer Bundesamt für Veterinärwesen (Projekt Nr. 2.01.09) für die Projektmittel.

Roger Müller, Alex Meier, Dr. Markus Stauffacher, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, Physiologie und Tierhaltung, Universitätsstraße 2, CH-8092 Zürich, Dr. Lars Schrader, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Dörnbergstraße 25-27, D-29223 Celle

Intra-individuelle Konsistenz der Verhaltensaktivität und der Stressreaktivität innerhalb einer Laktation bei Milchkühen ***Intra-individual Consistency of Behavioural Activity and Stressreactivity within a Lactation in Dairy Cows***

ROGER MÜLLER, LARS SCHRADER

Zusammenfassung

Das Verhalten eines Individuums kann als stabile individuelle Charaktereigenschaft bezeichnet werden, wenn es über einen längeren Zeitraum intra-individuell konsistent ist. Ziel unserer Studie war es, die intra-individuelle Konsistenz der

- (a) Verhaltensaktivität im Laufstall, sowie*
- (b) der Reaktionen während einer sozialer Separation über eine Laktation zu untersuchen.*

Bei 35 Holstein-Friesian-Milchkühen wurde jeweils während zehn Tagen die Verhaltensaktivität im Laufstall im 1-min-Intervall mit dem Actiwatch® Monitoring System registriert und aus den Aufzeichnungen die Frequenz „Hoher Aktivität“ sowie die Dauer „Phasen Tiefer Aktivität“ berechnet. Während der Separation in einer Versuchsbucht hatten die Tiere während 20 Minuten keinerlei Kontakt zu den übrigen Herdenmitgliedern. Das Verhalten während der Separation wurde videoüberwacht und vor und nach der Separation wurden Speichelproben zur Kortisolbestimmung entnommen. Die Aufnahme der Verhaltensaktivität und die soziale Separation wurden innerhalb einer Laktation dreimal im Abstand von jeweils sechs Wochen wiederholt.

Sowohl bei der Verhaltensaktivität im Laufstall als auch in den Verhaltensreaktionen und der Kortisolausschüttung während der Separation zeigten die Tiere eine hohe intra-individuelle Konsistenz. Das Wissen über das individuell charakteristische Verhalten kann genutzt werden, um z. B. Haltungssysteme tiergerechter zu planen oder Forschungsergebnisse besser zu verstehen.

Summary

The behaviour of an individual can be defined as a stable individual characteristic trait if a long-term intra-individual consistency can be found. Our aim was to investigate the intra-individual consistency of

- (a) the behavioural activity in the home pen, and*
- (b) the reaction towards a social separation within a lactation.*

A total of 35 Holstein Friesian cows were included in the experiments. The behavioural activity in the home pen was recorded for 10 days using the Actiwatch® Monitoring System. The frequency of “high activity” and the duration of “low activity bouts” were calculated. During the separation of 20 min in a test arena, the subjects did not have any contact with pen mates. The behaviour during this test was video recorded and saliva samples were taken before and after this test for determination of cortisol concentration. Records of the behav-

journal activity and the social separation were repeated three times with an interval of six weeks within a lactation.

The animals showed a high intra-individual consistency in both the behavioural activity in the home pen and the behavioural and adrenocortical reactivity towards the social separation. The knowledge of individual behavioural traits could be of benefit for e. g. the improvement of housing systems with respect to animal welfare or a better understanding of research results.

1 Einleitung

Der Schwerpunkt der ethologischen Forschung lag lange Zeit auf der Erforschung von speziesspezifischem Verhalten. Individuelle Unterschiede wurden häufig als Störung angesehen, die die Eindeutigkeit der Ergebnisse beeinträchtigen (SLATER 1981). Das Wissen über individuelle Unterschiede insbesondere bei Nutztieren kann jedoch aus verschiedenen Gesichtspunkten von großer Wichtigkeit sein:

Erstens sind Nutztiere in der modernen und zusehends automatisierten Haltung neuen Anforderungen ausgesetzt. Weigern sich einzelne Tiere, gewisse Management-Systeme zu nutzen, so könnte dies auf eine Überforderung des Individuums und dessen Anpassungsfähigkeit hindeuten. Eine Überforderung des Tieres über einen längeren Zeitraum kann zu einer chronischen Belastung führen, welche in einer erhöhten Krankheitsanfälligkeit wie auch verringerten Leistung resultieren kann.

Zweitens ist es aus Sicht der Forschung wichtig, die Bandbreite möglicher Verhaltensreaktionen einer Art bzw. Rasse möglichst umfassend zu kennen. Dies kann einerseits helfen, Versuchstiere besser zu evaluieren (z. B. gezielt auf Stressanfälligkeit) und somit die Anzahl der Versuchstiere zu reduzieren, und andererseits dazu beitragen, Auffälliges in Ergebnissen (z. B. Individuen als Ausreisser) besser zu verstehen.

Drittens stellt sich die Frage, wie sich die lange künstliche Selektion durch den Menschen auf diese Unterschiede ausgewirkt hat bzw. auswirkt.

Individuelle Konsistenz im Verhalten findet sich bei vielen Tierarten (GOSLING und JOHN 1999) und ist auch bei Nutztieren schon gezeigt worden (z. B. KOUIJ et al. 2002: Schweine; LYONS et al. 1988: Ziegen). Bei Rindern gibt es z. B. Untersuchungen zur Konsistenz im Verhalten (SCHRADER 2002) und während einer kurzfristig wiederholten Separation (HOPSTER und BLOKHUIS 1994).

Wie aus diesen Beispielen hervorgeht, scheinen individuelle Unterschiede zu existieren, wobei sich die Frage stellt, in welcher Ausprägung.

Ziel unserer Studie war es, bei Milchkühen die intra-individuelle Konsistenz der

- (a) Verhaltensaktivität im Laufstall, sowie
 - (b) der Reaktionen (Verhalten und adrenokortikale Reaktivität) während einer sozialen Separation
- über die Dauer einer Laktation zu untersuchen.

2 Tiere, Haltung und Methode

Die Studie wurde an 35 Holstein-Friesian-Milchkühen in einem Laufstall auf der Forschungsstation Chamau der ETH Zürich durchgeführt. Die Kühe wurden jeweils in Gruppen von zwölf Tieren in Buchten (16,2 m x 3,3 m) gehalten, in denen jeder Kuh eine Liegebox (Strohmatratze) zur Verfügung stand. Die Tiere hatten *ad libitum* Zugang zu Raufutter und Wasser und kontrollierten Zugang zu einem Kraftfutterautomaten. Gemolken wurde jeweils um 4:30 und um 15:00 Uhr. Der Mittelwert der Laktationen der Kühe betrug 2,8 (SD \pm 1,2) und mit der Studie wurde nach der 15. Laktationswoche begonnen.

2.1 Versuchsplan

Die Verhaltensaktivität der Kühe im Laufstall wurde jeweils über einen Zeitraum von zehn Tagen erfasst. In der darauf folgenden Woche wurde jedes Tier für 20 Minuten separiert. Die Aufnahme der Verhaltensaktivität sowie die Separation wurden für jedes Tier innerhalb einer Laktation im Abstand von jeweils sechs Wochen dreimal wiederholt.

2.2 Verhaltensaktivität

Die Verhaltensaktivität wurde im 1-min-Intervall für jeweils zehn Tage mit dem Actiwatch® Activity Monitoring System aufgenommen (Cambridge Neurotechnology Ltd, Cambridgeshire, UK). Für die Datenaufnahme wurden die Actiwatch®-Geräte am Metatarsus befestigt. Mittels dynamischer Schwellwerte wurde aus den Aufzeichnungen die Frequenz „Hoher Aktivität“ (AKT_{hoch}) sowie die Dauer „Phasen Tiefer Aktivität“ (PHA_{tief}) berechnet. Die aus den Actiwatch®-Aufzeichnungen ermittelte hohe Aktivität kann der lokomotorischen Aktivität (Gehen und Laufen) und die ermittelte tiefe Aktivität der Actiwatch®-Aufzeichnungen dem Liegen zugeordnet werden. Die genaue Beschreibung der Methode findet sich bei MÜLLER und SCHRADER (2003).

2.3 Separation

Während der 20-minütigen Separation in der Versuchsbucht (3,1 m x 3,6 m) hatten die Tiere keinerlei Kontakt zu den übrigen Herdenmitgliedern. Die Versuchsbucht war den Tieren vor Beginn der Versuche unbekannt. Das Verhalten während der Separation wurde auf Video aufgenommen und folgende Verhaltenselemente wurden mit dem Computerprogramm Observer (Noldus Information Technology, Wageningen, NL) erfasst: Frequenz von Explorieren, Immobilität, Vokalisation, Urinieren und Vigilanzverhalten, sowie die Lokomotion (Anzahl überquerter Quadrate).

Um die adrenokortikale Reaktivität der Tiere während der Separation zu messen, haben wir Speichelproben zur Bestimmung der Kortisolkonzentration genommen. Zeitpunkt der Speichelentnahmen waren 20 min (t_{-20}) und unmittelbar (t_0) vor, sowie 20, 40 und 80 min (t_{20} , t_{40} und t_{80}) nach dem Beginn der Separation. Die Kortisolkonzentrationen im Speichel wurde im institutseigenen Labor mittels Radioimmunoassay bestimmt.

2.4 Auswertung

Zur statistischen Auswertung wurden ausschliesslich nichtparametrische Verfahren verwendet. Auf Unterschiede zwischen Messwiederholungen wurde mit dem Friedman-Test bei Wiederholungen > 2 getestet und mit dem Wilcoxon-Test für verbundene Stichproben bei zwei Wiederholungen bzw. als Post-Hoc-Test zwischen aufeinander folgenden Wiederholungen. Der Spearman-Rang-Korrelations-Koeffizient r_s wurde berechnet, um die intra-individuellen Zusammenhänge zwischen den Wiederholungen zu prüfen.

Um die Veränderungen der Kortisolkonzentration während der Separation unabhängig von Basalwert und circadianem Rhythmus zu berechnen, haben wir die Differenz der Fläche unter der Kurve (AUC) zwischen allen Werten und den Basalwerten nach folgender Formel bestimmt:

$$\text{Kortisol}_\Delta = \text{AUC}(t_{-20}, t_0, t_{20}, t_{40} \text{ und } t_{80}) - \text{AUC}(t_{-20}, t_0 \text{ und } t_{80})$$

3 Ergebnisse

3.1 Verhaltensaktivität

Sowohl die Frequenz „Hohe Aktivität“ (AKT_{hoch}) als auch die Dauer „Phasen Tiefer Aktivität“ (PHA_{tief}) zeigten über alle Wiederholungen hoch signifikante Korrelationen. Bei AKT_{hoch} (Abb. 1) zeigten die Tiere zwischen der Wiederholung 1 und 2, trotz einer Abnahme von AKT_{hoch} ($z = -2,96$; $p = 0,03$; $n = 32$), eine hoch signifikante Korrelation ($r_s = 0,871$; $p < 0,001$; $n = 32$). Dies war auch zwischen den Wiederholungen 2 und 3, bei der AKT_{hoch} konstant war, der Fall ($r_s = 0,680$; $p < 0,001$; $n = 31$). Ebenfalls hoch signifikant waren die Korrelationen zwischen den Wiederholungen 1 und 2 ($r_s = 0,612$; $p < 0,001$; $n = 32$) bzw. 2 und 3 ($r_s = 0,674$; $p < 0,001$; $n = 31$) bei PHA_{tief} . Auch bei PHA_{tief} zeigt sich eine Abnahme der Dauer zwischen der Wiederholung 1 und 2 ($z = -2,84$; $p = 0,004$; $n = 32$) und keine Veränderung zwischen den Wiederholungen 2 und 3.

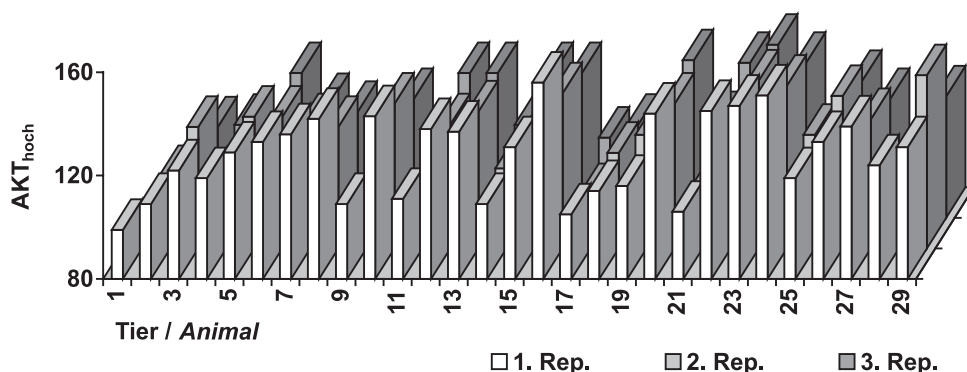


Abb. 1: Frequenz „Hohe Aktivität“ (AKT_{hoch}) bei drei, im Abstand von 6 Wochen wiederholten Aufzeichnungen der Verhaltensaktivität von Milchkühen im Laufstall
 Frequency of „High Activity“ (AKT_{hoch}) as calculated from the three repeated recordings (with an interval of six weeks) of behavioural activity from dairy cows in their barn

Tab. 1: Intra-individuelle Zusammenhänge (Spearman's Rangkorrelationskoeffizienten r_s) und Veränderungen der erfassten Parameter (\neq) zwischen dreimalig wiederholt durchgeführter sozialer Separation von Milchkühen

Intra-individual correlations (Spearman's rank correlation coefficients r_s) and changes of the recorded parameters (\neq) between three repetitions of a social separation with dairy cows

	Wiederholungen / Repetitions					
	1-2			2-3		
	n	r_s	\neq	n	r_s	\neq
Exploration / <i>Exploration</i>	34	0,498**	↘ **	35	0,548***	=
Immobilität / <i>Immobility</i>	34	0,484**	=	35	0,479**	=
Lokomotion / <i>Locomotion</i>	34	0,817***	↓ ***	35	0,584***	=
Vokalisation / <i>Vocalisation</i>	34	0,543***	=	35	0,560***	=
Urinieren / <i>Urination</i>	34	0,623***	=	35	0,422*	=
Vigilanzverhalten / <i>Vigilance</i>	34	0,510**	=	35	0,488**	=
Kortisol $_{\Delta}$ / <i>Cortisol$_{\Delta}$</i>	32	0,408*	↘ **	33	0,649***	↘ **

*: $p < 0,5$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$

3.2 Separation

Die Häufigkeit von Exploration (EXP) und Lokomotion (LOK) nahm von der ersten zur zweiten Wiederholung ab (EXP: $z = -3,08$; $p = 0,02$; LOK: $z = -5,09$; $p < 0,001$; $n = 34$), korrelierte aber zwischen den Wiederholungen hoch signifikant (EXP: $r_s = 0,498$; $p < 0,01$; LOK: $r_s = 0,817$; $p < 0,001$). Zwischen der zweiten und dritten Wiederholung zeigten sich keine signifikanten Änderungen bei diesen Verhaltenselementen, aber wiederum eine signifikante Korrelation zwischen den Wiederholungen (EXP: $r_s = 0,548$; $p < 0,001$; LOK: $r_s = 0,584$; $p < 0,001$). Die Frequenzen aller anderen Verhaltenselemente (Immobilität, Vokalisation, Urinieren und Vigilanzverhalten) zeigten über die Wiederholungen keine Veränderungen und die Werte korrelierten jeweils zwischen den einzelnen Wiederholungen signifikant (Tab. 1).

Bei allen Wiederholungen (W1–3) stieg die Kortisolkonzentration während der Separation im Vergleich zum durchschnittlichen Basalwert bei t-20, t0 und t80 signifikant an (W1: $z = -4,94$; $p < 0,001$; $n = 32$; W2: $z = -5,03$; $p < 0,001$; $n = 35$; W3: $z = -4,51$; $p < 0,001$; $n = 34$). Der Anstieg der Kortisolkonzentration nahm sowohl zwischen den Separationen 1 und 2 ($z = -3,02$; $p = 0,003$; $n = 32$) als auch zwischen den Separationen 2 und 3 ($z = -2,98$; $p = 0,003$; $n = 33$) signifikant ab. Die Werte korrelierten jeweils signifikant zwischen den Separationen (Tab. 1).

4 Diskussion

Die hohen Korrelationen zwischen den wiederholt im Laufstall gemessenen Parametern Frequenz „Hohe Aktivität“ und Dauer „Phasen Tiefer Aktivität“ lassen den Schluss zu, dass die Verhaltensaktivität über den erfassten Zeitraum von insgesamt 18 Wochen innerhalb einer Laktation intra-individuell konsistent war und daher ein stabiles individuelles Merkmal ist. Dieses Ergebnis steht in Übereinstimmung mit der Untersuchung von SCHRADER (2002), welche zeigte, dass bei Milchkühen die Dauer der Liegeperioden über einen Zeitraum von neun Wochen konstant war.

Die Reaktionen auf die soziale Separation zeigten erneut, dass diese Situation für die Kühe einen Stressor darstellt (HOPSTER und BLOKHUIS 1994; MUNKSGAARD und SIMONSEN 1996). Zusätzlich scheint die Reaktion auf diese Situation auch über einen längeren Zeitraum hinweg individuell charakteristisch zu sein. Sowohl die Verhaltens- als auch die adrenokortikalen Reaktionen zeigten eine hohe intra-individuelle Konsistenz zwischen den einzelnen Wiederholungen. Bei der adrenokortikalen Reaktivität wie auch bei der Häufigkeit der Verhaltenselemente Immobilität und Exploration fand zwischen der ersten und zweiten Wiederholung eine Abnahme statt. Diese Abnahmen könnten auf eine Habituation hinweisen. Dass sich die Tiere auch bei der dritten Wiederholung in einer Stresssituation befanden, zeigt der auch bei dieser Wiederholung noch immer signifikante Anstieg der Kortisolkonzentration im Speichel.

Aus der intra-individuellen Konsistenz der Verhaltensaktivität im Laufstall kann gefolgert werden, dass es nicht zufällig zu deutlichen Veränderungen der charakteristischen Verhaltensaktivität eines Tieres kommt. Bekannt ist, dass es zu kurzfristigen Veränderungen in der Verhaltensaktivität z. B. während des Östrus von Kühen oder durch Managementeinflüsse (z. B. Umgruppierungen) kommen kann. Längerfristige Änderungen der Verhaltensaktivität können erstens auf eine für das Tier belastende Situation durch die Umwelt hinweisen (z. B. neues Haltungssystem). Zweitens kann eine Veränderung der Verhaltensaktivität auf gesundheitliche Probleme hindeuten. Beides, eine anhaltende belastende Situation wie auch gesundheitliche Probleme, können zu Leistungseinbußen führen. Um dies zu vermeiden, könnte eine automatische Registrierung bzw. Erkennung einer Veränderung der Verhaltensaktivität in der Tierhaltung von Nutzen sein.

Das Wissen über die intra-individuelle Konsistenz bzw. die inter-individuellen Unterschiede der Stressreaktivität könnte genutzt werden, um z. B. neue Haltungssysteme mit ausgesuchten, besonders stressanfälligen Individuen zu testen. Dies könnte ein Ansatz sein, um die Anzahl der Versuchstiere wie auch die Arbeit zur Versuchsdurchführung merklich zu reduzieren. Weiter könnte das Wissen über inter-individuelle Variation helfen, Auffälliges in Versuchsergebnissen (z. B. Ausreißer) besser zu verstehen.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass trotz langer künstlicher Selektion weiterhin große individuelle Unterschiede im Verhalten und der Stressreaktivität von Milchkühen vorhanden sind. Wie groß diese Unterschiede innerhalb der von uns untersuchten Population im Vergleich zu anderen Populationen der gleichen Rasse oder im Vergleich zu anderen Rinderrassen sind, lässt sich nicht abschätzen. Individuelle Unterschiede scheinen jedoch evolutiv stabil und somit adaptiv zu sein, da sie einer Art die Anpassung an sich ändernde Lebensräume ermöglichen. Auch für die Zucht ist eine große inter-individuelle Variation wünschenswert, um auf einen möglichst großen Genpool zurückgreifen zu können.

5 Literaturverzeichnis

- GOSLING, S.D.; JOHN, O.P. (1999): Personality Dimensions in Nonhuman Animals: A Cross-Species Review. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 8: 69–75
- HOPSTER, H.; BLOKHUIS, H.J. (1994): Consistent individual stress responses of dairy cows during social isolation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 40: 83–84
- KOOIJ, E.v.E.-v.d.; KUIJPERS, A.H.; SCHRAMA, J.W.; VAN EERDENBURG, F.J.C.M.; SCHOUTEN, W.G.P.; TIELEN, M.J.M. (2002): Can we predict behaviour in pigs?: Searching for consistency in behaviour over time and across situations. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 75: 293–305
- LYONS, D.M.; PRICE, E.O.; MOBERG, G.P. (1988): Individual differences in temperament of domestic dairy goats: Constancy and change. *Anim. Behav.* 36: 1323–1333
- MÜLLER, R.; SCHRADER, L. (2003): A new method to measure behavioural activity levels in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 83: 247–258
- MUNKSGAARD, L.; SIMONSEN, H.B. (1996): Behavioral and pituitary adrenal-axis responses of dairy cows to social isolation and deprivation of lying down. *J. Anim. Sci.* 74: 769–778
- SCHRADER, L. (2002): Consistency of individual behavioural characteristics of dairy cows in their home pen. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 77: 255–266
- SLATER, P.J.B. (1981): Individual differences in animal behavior. In: BATESON, P.P.G.; KLOPPER, P. (Hrsg.), *Perspectives in ethology: Advantages of diversity*. Plenum Press, New York: 35–49

Danksagung

Die Autoren danken den Mitarbeitenden der ETH Forschungsstation Chamau für ihre Mithilfe bei den Versuchen, sowie dem Schweizer Bundesamt für Veterinärwesen (Projekt Nr. 2.01.09) und der ETH Zürich (Projekt Nr. PR 0022-004) für die Projektmittel.

Roger Müller, Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, Physiologie und Tierhaltung, Universitätsstraße 2, CH-8092 Zürich
Dr. Lars Schrader, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Tierschutz und Tierhaltung, Dörnbergstraße 25-27, D-29223 Celle

Optimierung der Versuchsplanung bei ethologischen Untersuchungen

Optimising the Experimental Design in Ethological Studies

BEAT WECHSLER

Zusammenfassung

Die Qualität einer angewandten ethologischen Untersuchung hängt entscheidend von der Versuchsplanung ab. Zu Beginn einer Untersuchung müssen daher die Fragestellungen präzisiert und Null-Hypothesen aufgestellt werden, die mit statistischen Methoden überprüft werden können. Bei der Wahl des Untersuchungsansatzes (experimental design) gilt es Fehler zu vermeiden, die zu unschlüssigen Ergebnissen führen und die nachträglich auch mit statistischen Methoden nicht mehr korrigiert werden können. Hierzu gehören die Entscheidung für den richtigen Stichprobenumfang, die Sicherstellung der Unabhängigkeit der Replikate, das Erkennen und (sofern nicht ausschliessbar) Einbeziehen von Störvariablen sowie das Vermeiden eines gleichzeitigen Variierens von zwei oder mehr erklärenden Variablen bei experimentellen Untersuchungen. Schlussfolgerungen sollen im Hinblick auf die Null-Hypothesen formuliert und statistisch abgesichert sein. Durch die Wahl eines geeigneten Versuchsplans sollen alternative Erklärungen möglichst ausgeschlossen werden können.

Summary

The experimental design is crucial for the quality of an ethological study. At the start of a project, detailed research questions as well as null hypotheses should be listed. When choosing an experimental design, mistakes leading to inconsistent results must be avoided. The sample size has to adequate with regard to the expected variation in the data, the replicates of the experiment must be statistically independent, and possible confounding variables have to be considered. Furthermore, explaining variables should be varied independently in the experimental design and alternatives to the tested null hypotheses should be excluded by the design. Conclusions should be based on statistically significant results and refer to the hypotheses tested in the study.

1 Einleitung

Ziel von angewandten ethologischen Untersuchungen ist es, in der Regel anhand der Ergebnisse Schlussfolgerungen ziehen zu können, die einen Einfluss auf die Praxis der Tierhaltung haben oder im Rahmen von gesetzlichen Regelungen berücksichtigt werden. Untersuchungen zur Wirkung von Einstreu auf das Auftreten von Federpicken könnten beispielsweise zum Ziel haben, dass Legehennenhalter ihre Tiere in Zukunft aus Herkünften beziehen, in denen die Junghennen auf Einstreu und nicht in Käfigen gehalten wurden. Ein weiteres Ziel einer solchen Untersuchung könnte darin bestehen, den Gesetzgebungsprozess dahingehend zu beeinflussen, dass ein Verbot der Aufzucht von Hennen in Käfigen festgeschrieben wird. Beide Wirkungsziele können nur erreicht werden, wenn die Untersuchung hohen wissenschaft-

lichen Anforderungen genügt, die Ergebnisse aufgrund der Versuchsanordnung klar und eindeutig zu interpretieren sind und entsprechend zwingende Schlussfolgerungen gezogen werden können.

Ein weiterer Ansporn zur Optimierung der Versuchsplanung besteht darin, dass nur qualitativ hoch stehende Untersuchungen in rezensierten wissenschaftlichen Zeitschriften publiziert werden können, was für die persönliche Qualifikation des Wissenschaftlers, aber auch für die Einschätzung der Qualität seines Instituts wichtig ist. Umgekehrt unterstreicht die Veröffentlichung einer Untersuchung in einer international anerkannten Zeitschrift deren wissenschaftlichen Gehalt, was für ihre Berücksichtigung von Seiten der landwirtschaftlichen Berater oder der gesetzgebenden Institutionen förderlich ist.

Ziel der nachfolgenden Ausführungen ist es, im Sinne einer Qualitätssicherung auf zentrale Aspekte der Optimierung der Versuchsplanung bei ethologischen Untersuchungen hinzuweisen. Dabei fokussiert der Text auf die am Anfang einer Untersuchung zu präzisierenden Fragestellungen, den Versuchsplan im engeren Sinn und die anhand der Ergebnisse zu ziehenden Schlussfolgerungen. Die statistische Analyse der Daten wird als Thema ausgeklammert, da sie im Beitrag von GYGAX (S. 53) ausführlich behandelt wird. Die Qualitätssicherung soll gewährleisten, dass am Ende eines Forschungsprojekts überzeugende Schlussfolgerungen vorliegen, die auf einer möglichst optimalen Versuchsanordnung basieren und Antworten auf relevante Fragestellungen geben.

Erste Voraussetzung hierfür ist, dass die Projektziele zu Beginn einer Untersuchung klar formuliert werden. Es macht wenig Sinn, Projekte zu starten, nur weil sich eine Beobachtungsmöglichkeit ergibt. Ausgangspunkt einer Untersuchung soll vielmehr eine Fragestellung sein, die sich aus praktischen Problemen der Tierhaltung oder vor dem Hintergrund theoretischer Überlegungen in der Grundlagenforschung aufdrängt. Zudem muss sichergestellt werden, dass die Frage nicht schon in anderen Untersuchungen bearbeitet und beantwortet wurde. Als weiterer Schritt ist abzuklären, welche methodischen Ansätze zur Klärung der Frage geeignet und welche Ressourcen (Haltungsbedingungen, Stichprobenumfang, zeitlicher Aufwand) notwendig sind. Sofern kein überzeugender Versuchsansatz gefunden werden kann oder wenn die Ressourcen für die Erarbeitung eines umfassenden Datensatzes, der eine statistische Absicherung der Ergebnisse erlaubt, nicht zur Verfügung stehen, soll auf die Durchführung der Untersuchung verzichtet werden.

2 Die Präzisierung der Fragestellungen

Allgemein gehaltene Fragestellungen in der Art „Gibt es Unterschiede im Verhalten der Tiere zwischen den Haltungsbedingungen A und B“ führen nicht zu klaren Schlussfolgerungen. Vielmehr sind sie mit dem Problem behaftet, dass sie in der Regel mit einer mehr oder weniger zufälligen Auswahl von Erhebungsparametern beantwortet werden. So kann die Auswahl etwa dadurch begründet sein, dass im Rahmen der zur Verfügung stehenden Zeit eine Erfassung des Verhaltens mittels Video angezeigt ist, was die Quantifizierung detaillierter Verhaltens Elemente runtmöglich macht und im Extremfall zu Datensätzen mit den Kategorien Stehen und Liegen führt. In der Konsequenz können nur Aussagen über Aktivitätsunterschiede gemacht werden, die aber eventuell von wenig praktischer Relevanz sind oder nicht zu einem Erkenntnisgewinn führen. Ein weiteres Problem solcher allgemeiner Fragestellungen ist, dass zu ihrer Beantwortung oft eine Vielzahl von Zielvariablen erhoben wird, die bei der

statistischen Analyse alle einzeln getestet werden. Es ergibt sich aus der Logik der Wahrscheinlichkeitsrechnung, dass mit einem Signifikanzniveau von 5 % bei der Analyse von 100 Verhaltensparametern fälschlicherweise fünf statistisch signifikante Ergebnisse zu erwarten sind.

2.1 Vom Allgemeinen zum Speziellen

Zur Veranschaulichung einer Präzisierung von Fragestellungen soll ein hypothetisches Projekt beschrieben werden, welches zum Ziel hat, die Haltung von abferkelnden Sauen im Kastenstand oder in einer Freilaufbucht unter dem Gesichtspunkt der Tiergerechtigkeit zu beurteilen. Von beiden Haltungssystemen sollen mehrere Buchten in einem Stall vorhanden sein, so dass eine statistische Überprüfung von Hypothesen möglich ist. Weiter soll den Sauen in beiden Haltungssystemen in den Tagen vor dem Abferkeln Langstroh zur Pflege ihres Nestbauverhaltens zur Verfügung stehen.

Generell nach Unterschieden im Verhalten der Sauen in den beiden Haltungssystemen zu fragen macht aus den oben ausgeführten Gründen keinen Sinn. Im Hinblick auf motivationale Probleme und eine daraus abgeleitete Beeinträchtigung des Wohlbefindens der Sauen im Kastenstand könnte hingegen eine konkrete Fragestellung lauten: „Gibt es Unterschiede im Nestbauverhalten der Sauen zwischen den beiden Haltungssystemen?“. Aufgrund der eingeschränkten Bewegungsfreiheit der Sauen im Kastenstand sind Unterschiede beim Verhaltenselement „Eintragen von Nestbaumaterial“ mit Sicherheit zu erwarten, so dass eine Quantifizierung und statistische Absicherung dieses Unterschieds keinen Erkenntnisgewinn bringt. Interessanter erscheint hingegen die Frage: „Gibt es Unterschiede beim Verhaltenselement Wühlen im Stroh?“, da diesbezügliche Unterschiede Rückschlüsse auf die Handlungsbereitschaft der Sauen, Wühlen auszuführen, ermöglichen. In einem nächsten Schritt sind die Fragen zum Verhaltenselement Wühlen noch weiter zu präzisieren, um die Art der Datenaufnahme festlegen zu können. Konkrete Fragestellungen könnten dann beispielsweise lauten: „Gibt es Unterschiede in der Dauer des Verhaltenselements Wühlen?“ oder „Gibt es Unterschiede im zeitlichen Verlauf des Verhaltenselements Wühlen?“. Zur Beantwortung dieser Fragen wird es notwendig sein, eine Datenerhebungsmethode zu entwickeln, mit der sich die Dauer und der zeitliche Verlauf des Wühlens quantifizieren lässt.

Zusammenfassend führen präzise Forschungsfragen zu spezifischen Datenerhebungsmethoden und in der Folge zu Resultaten, die präzise Schlussfolgerungen erlauben. Konkrete Fragestellungen lassen sich gut formulieren, wenn intensive Pilotbeobachtungen durchgeführt werden. Dabei ergibt sich die Möglichkeit, Muster im Verhalten der Tiere zu erkennen, die einer näheren Überprüfung und statistischen Absicherung unterzogen werden sollen. Die Fragestellungen werden dann so formuliert, dass sie das beobachtete Muster thematisieren. Weitere Fragestellungen können sich aus schon veröffentlichten Resultaten anderer Untersuchungen oder aus theoretischen Ableitungen, die beispielsweise auf einem konkreten Motivationsmodell basieren, ergeben.

2.2 Hypothesen und Nullhypothesen

Nach der Präzisierung der Fragestellungen ist es im Hinblick auf die statistische Analyse der Daten und die Schlussfolgerungen der Untersuchung notwendig, im Sinne von vorweggenommenen Antworten Hypothesen zu formulieren. Bei den oben beschriebenen Fragestellungen könnten die Hypothesen zum Beispiel lauten „Sauen wühlen im Kastenstand weniger lang als in der Freilaufbucht“ beziehungsweise „Sauen wühlen im Kastenstand in der ersten Hälfte der Nestbauphase relativ weniger lang als in der Freilaufbucht“.

Aus wissenschaftstheoretischen Gründen ist es nicht möglich, den Wahrheitsgehalt von Aussagen zu beweisen. Hingegen können falsche Aussagen mit Hilfe von statistischen Methoden widerlegt werden, wodurch der Stand der Erkenntnis der Wahrheit angenähert werden kann (POPPER 1984). Für die Versuchsplanung bedeutet dies, dass nicht nur Hypothesen, sondern auch die entsprechenden Null-Hypothesen formuliert werden müssen. Die Null-Hypothesen präzisieren, welche vorweggenommenen Antworten mit Hilfe der Versuchsanordnung und der statistischen Analyse der Daten widerlegt werden sollen. Im oben beschriebenen Beispiel könnten die Null-Hypothesen wie folgt lauten: „Die Dauer des Wühlens ist unabhängig vom Haltungssystem“ beziehungsweise „Die Dauer des Wühlens ist in beiden Haltungssystemen gleichmäßig auf die beiden Hälften der Nestbauphase verteilt“.

SEEL (1976) hat den Prozess der Auswahl von Fragestellungen und der Formulierung von (Null-)Hypothesen sehr anschaulich beschrieben. Er schlägt vor, die für eine Untersuchung vorhandene Zeit gleichmäßig auf die Phasen „Pilotbeobachtungen und Versuchsplanung“, „Datenerhebung“ und „statistische Analyse und Verfassen des Manuskripts“ zu verteilen. Er findet es wertvoller, Zeit in eine aufwändige Versuchsplanung zu investieren, so dass diese zu präzisen Null-Hypothesen und entsprechend präzisen Datenerhebungsmethoden führt, als möglichst viel Zeit für die eigentliche Datenerfassung zu verwenden.

3 Der Versuchsplan

Der Versuchsplan stellt eine Umsetzung der Forschungshypothesen in eine Anweisung zum Erheben von Daten dar. Er legt fest, welche Versuchsbedingungen in welcher Anzahl eingerichtet werden sollen und mit welchen Methoden zu welchen Zeitpunkten Daten erfasst werden sollen. Gleichzeitig nimmt der Versuchsplan vorweg, welche Schlussfolgerungen allenfalls aus der Untersuchung gezogen werden können und wie zwingend diese sind, d. h. wie gut mit der gewählten Versuchsanordnung alternative Erklärungen des erwarteten Musters im Datensatz ausgeschlossen werden können (WECHSLER 2000). In der Konsequenz ist es entscheidend, dass beim Versuchsplan Fehler vermieden werden. Im Folgenden werden fünf Kategorien von Fehlern angesprochen, die in ethologischen Untersuchungen immer wieder gemacht werden.

Durch die Wahl des Begriffs „Fehler“ an Stelle von „Problemen“ oder „Schwierigkeiten“ soll verdeutlicht werden, dass Fehler im Versuchsplan zu Schlussfolgerungen führen, die nicht zwingend sind, so dass die Akzeptanz der Ergebnisse und die Möglichkeit der Veröffentlichung in einer rezensierten Zeitschrift nicht gegeben sind, was die Durchführung der Untersuchung grundsätzlich in Frage stellt. Die Fehler sind auch so, dass sie nach Erhebung des Datensatzes nicht mit statistischen Methoden „ausgebügelt“ werden können. Vor Beginn einer Datenerhebung ist daher zu klären, ob sich Änderungen im Versuchsplan aufdrängen,

um solche Fehler zu vermeiden. Falls absehbar ist, dass sich diese mit den vorhandenen Ressourcen nicht ausmerzen lassen, ist es konsequenter, auf die Untersuchung zu verzichten oder neue Fragestellungen zu suchen, als Zeit und Geld in ein aussichtsloses Projekt zu investieren. Der wissenschaftliche Gehalt eines Manuskripts und somit dessen Akzeptanz zur Veröffentlichung kann nicht dadurch gesteigert werden, dass bei der Diskussion der Ergebnisse und Schlussfolgerungen im Nachhinein auf Fehler im Versuchsplan hingewiesen wird, die in zukünftigen Untersuchungen zu vermeiden wären.

3.1 Der Stichprobenumfang

Die erste Kategorie von Fehlern betrifft den Stichprobenumfang. Für eine statistische Analyse ist es unerlässlich, dass Wiederholungen (Replikate) von Beobachtungen (Messwerten) vorliegen. In der angewandten Ethologie kann es jedoch oft mit großem Aufwand verbunden sein, ein Experiment mehrfach durchzuführen. So steht beispielsweise bei Untersuchungen zum Verhalten von Milchkühen oft nur eine Herde zur Verfügung. Dies hat zur Konsequenz, dass durch eine genaue Beschreibung des Verhaltens der Tiere in dieser einen Herde zwar eine hohe interne Validität der Schlussfolgerungen erzielt werden kann, dass aber die externe Validität, d. h. die Möglichkeit, von den Ergebnissen der beobachteten Herde auf das Verhalten der Kühe in anderen Herden zu schließen, nicht gegeben ist. Die Studie ist somit von vornherein deskriptiv angelegt und allenfalls geeignet, Hypothesen für weiterführende Untersuchungen, die auf mehrere Herden auszudehnen sind, zu generieren. Eine Ausnahme liegt dann vor, wenn Einzeltiere aus der Herde sozial isoliert in Testsituationen gebracht werden (z. B. Tests zur Bestimmung der Mensch-Tier-Beziehung), so dass die Beobachtungen der einzelnen Tiere als Replikate betrachtet werden können. Doch auch in solchen Tests können sich gruppenspezifische Aspekte wie beispielsweise die soziale Stabilität auf die Messwerte der Einzeltiere auswirken und deren Unabhängigkeit beeinträchtigen.

Oft stellt sich auch die Frage, wie die vorhandenen Ressourcen (Zeit, Sachmittel) aufgeteilt werden sollen. Ist es unter Berücksichtigung der oben ausgeführten Tatsache, dass Wiederholungen für eine statistische Analyse notwendig sind, sinnvoller, drei Herden von Kühen während je zehn Tagen über 24 Stunden zu beobachten oder soll die Gesamtheit von 240 Beobachtungsstunden auf 30 Herden verteilt werden, von denen jede nur während acht Stunden beobachtet wird? Bei der Beantwortung dieser Frage ist zu beachten, dass einerseits ein allzu geringer Stichprobenumfang aufgrund der Vorgaben der Testverfahren keine statistischen Analysen erlaubt und andererseits kleine Unterschiede bei den Messparametern in der Regel nur mit größeren Stichproben statistisch abgesichert werden können. Für die Festlegung des notwendigen Stichprobenumfangs, um Null-Hypothesen mit einem bestimmten Signifikanzniveau widerlegen zu können, muss vor Beginn der Untersuchung eine Schätzung der zu erwartenden Varianz der Messparameter erfolgen, anhand derer dann der Stichprobenumfang berechnet werden kann (STAHEL 1995).

Zurückkommend auf die oben ausgeführte Fragestellung ist es in den meisten Fällen sinnvoller, mehrere Herden oder Versuchsgruppen über eine kürzere Zeitdauer zu beobachten. Der Wert von 24-Stunden-Beobachtungen soll damit nicht grundsätzlich in Frage gestellt sein. Es gibt durchaus Forschungshypothesen, welche die Erfassung des Zeitbudgets der Tiere über 24 Stunden notwendig machen. Sofern dies jedoch nicht zwingend ist, sollte die Zahl

der Replikate auf Kosten der Beobachtungszeit pro Replikat erhöht werden, um eine größere externe Validität der Schlussfolgerungen zu erzielen.

3.2 Die Unabhängigkeit der Replikate

Eine zweite Kategorie von Fehlern betrifft die Unabhängigkeit der Replikate im statistischen Sinn. Damit ist ein Grundsatz von statistischen Testverfahren angesprochen. Beim Vergleich der vorgefundenen Verteilung der Daten mit der für das Testverfahren als Referenz gewählten zufälligen Verteilung wird angenommen, dass die Messwerte unabhängig voneinander erhoben wurden. Diese Annahme kann in angewandten ethologischen Untersuchungen verletzt sein, wenn sich die Tiere in ihrem Verhalten gegenseitig beeinflussen können und dennoch die Werte der Einzeltiere bei der Analyse als unabhängige Wiederholungen betrachtet werden. Somit ist es nicht zulässig, in einer Herde von Milchkühen zehn Fokustiere auszuwählen, von diesen zehn Tieren die Aggressionsrate unter zwei Versuchsbedingungen (z. B. bei unterschiedlichem Tier-Fressplatz-Verhältnis) zu bestimmen und anschließend mit einem Stichprobenumfang von zweimal zehn Replikaten einen statistischen Vergleich vorzunehmen. Ebenso verletzt ist die Annahme der Unabhängigkeit der Replikate, wenn sich die Tiere in benachbarten Gruppen, die als Replikate betrachtet werden, in ihrem Verhalten beeinflussen können. Eine solche Beeinflussung ist beispielsweise zu erwarten, wenn die Auslaufnutzung von Legehennen mit und ohne Deckungsstrukturen im Auslauf verglichen werden soll, die nebeneinander aufgestellten Herden aber nicht optisch isoliert sind, so dass die Auslaufnutzung der einen Herde diejenige der benachbarten Herden sozial beeinflussen kann.

Noch problematischer sind statistische Analysen, in die nacheinander erhobene Messwerte am selben Fokustier als unabhängige Wiederholungen eingehen (MACHLIS et al. 1985). Beim zuvor ausgeführten Beispiel würde dies bedeuten, dass für jede der zehn Fokuskühe an zehn Tagen die Aggressionsrate bestimmt wird und anschließend eine Analyse mit einem Stichprobenumfang von 100 Replikaten erfolgt, ohne die Abhängigkeit zwischen den Datenwerten der einzelnen Kühe zu berücksichtigen. Eine solche Analyse würde die Werte der 100 Replikate behandeln, als ob sie Werte von 100 Herden darstellten. Aus dem Beispiel wird ersichtlich, dass die externe Validität einer Schlussfolgerung, die auf einer Analyse der Werte von 100 Herden basiert, nicht gleichgesetzt werden kann mit der externen Validität einer Schlussfolgerung, die auf Daten von zehn Fokustieren einer Herde beruht. In der Fachliteratur wird die Problematik der Abhängigkeit von Replikaten unter dem Begriff „Pseudoreplikation“ abgehandelt (HURLBERT 1987; IASON und ELSTON 2002; PHILLIPS 2002).

Um Missverständnissen vorzubeugen sei abschließend angemerkt, dass es durchaus richtig sein kann, Daten von Fokustieren zu erheben, um das Verhalten einer Herde oder Gruppe von Tieren zu quantifizieren, und dass es bei einzelnen Fragestellungen sogar notwendig sein kann, dieselben Fokustiere nacheinander mehrfach zu beobachten. Nur müssen die entsprechenden Abhängigkeiten bei der statistischen Analyse in geschachtelten hierarchischen Modellen beziehungsweise in Modellen mit wiederholten Messungen berücksichtigt werden (siehe Beitrag GYGAX, Seite 53).

3.3 Störvariablen

Eine weitere Quelle von Fehlern, welche die Aussagekraft und somit die Akzeptanz von Schlussfolgerungen beeinträchtigen können, stellen Störvariablen dar. Beispielhaft kann man sich vorstellen, dass im Rahmen eines Forschungsprojekts untersucht werden soll, ob sich angebunden gehaltene Kühe im Auslauf unterschiedlich verhalten. Die Untersuchung erfolgt in Abhängigkeit davon, ob den Kühen der Auslauf täglich oder nur einmal wöchentlich gewährt wird. Um die externe Validität der Schlussfolgerungen zu erhöhen, soll die Datenerhebung bei einer größeren Anzahl von Herden auf Praxisbetrieben erfolgen, in denen die Häufigkeit des Auslaufs experimentell variiert wird. Dabei wird es unvermeidlich sein, dass auf den Betrieben Faktoren wie die Platzverhältnisse im Auslauf, die Herdengröße oder die Witterungsbedingungen variieren. Da diese Faktoren einen Einfluss auf die Zielvariable, das Verhalten der Kühe im Auslauf, haben können, werden sie als Störvariablen bezeichnet.

Eine Störvariable kann sehr ungleichmäßig auf die Versuchsbedingungen verteilt sein. Dies wäre im oben beschriebenen Beispiel der Fall, wenn es bei den Datenerhebungen mit wöchentlichem Auslauf jedes Mal regnen würde, während bei den Beobachtungen mit täglichem Auslauf meist schönes Wetter wäre. In der Folge wären Verhaltensunterschiede nicht sicher auf die Häufigkeit des Auslaufs zurückzuführen, sondern könnten auch eine Folge der unterschiedlichen Witterungsbedingungen sein.

Aber auch wenn die Werte der Störvariablen nicht so ungleichmäßig auf die Versuchsbedingungen verteilt sind, können sie sich negativ auswirken, indem sie die Streuung der erhobenen Werte der Zielvariablen erhöhen, so dass statistisch keine Unterschiede zwischen den getesteten Versuchsbedingungen abgesichert werden können. In der Konsequenz ist entweder der Stichprobenumfang zu erhöhen oder die durch die Störvariablen verursachte Varianz zu reduzieren. Dies kann dadurch erfolgen, dass die Störvariablen ausgeschaltet werden. Im konkreten Beispiel ließe sich dies dadurch erzielen, dass die Platzverhältnisse im Auslauf auf den Praxisbetrieben für die Dauer der Datenerhebung auf eine bestimmte Anzahl Quadratmeter pro Kuh standardisiert werden. Bezüglich der Herdengröße könnte die Ausschaltung der Störvariablen darin bestehen, dass nur Herden mit einer Größe von 35–40 Tieren in die Untersuchung einbezogen werden. Auch bei den Witterungsbedingungen könnte es angezeigt sein, Ausschlusskriterien zu bestimmen und zum Beispiel nur an Tagen ohne Niederschläge Daten zu erheben. Bei anderen Klimafaktoren wie der Lufttemperatur oder der Windgeschwindigkeit, die ebenfalls als Störvariablen das Verhalten beeinflussen können bietet es sich an, sie während der Datenerhebung zu erfassen und bei der statistischen Analyse als Co-Variablen zu berücksichtigen.

3.4 Faktoren unabhängig variieren

Ein gravierender Fehler im Versuchsplan liegt vor, wenn zwei Faktoren nicht unabhängig voneinander variiert werden. Soll beispielsweise der Einfluss des Tier-Fressplatz-Verhältnisses auf die Aggressionsrate von Mastschweinen am Trog eines Futterautomaten ermittelt werden, ist es im Hinblick auf die Schlussfolgerungen ungeeignet, einen Automaten mit vier Fressplätzen in Gruppen von 20 oder 40 Schweinen anzubieten, um die Tier-Fressplatz-Verhältnisse 5:1 und 10:1 experimentell zu variieren. Gleichzeitig mit dem Tier-Fressplatz-Verhältnis wird bei dieser Versuchsanordnung nämlich auch die Gruppengröße variiert, so dass sich

bei den Schlussfolgerungen nicht trennen lässt, ob etwaige Unterschiede in der Aggressionsrate auf das Tier-Fressplatz-Verhältnis oder auf die Gruppengröße zurückzuführen sind. Für die Praxisberatung wäre somit nicht klar, ob ein bestimmtes Tier-Fressplatz-Verhältnis oder eine bestimmte Gruppengröße empfohlen werden soll.

Eine bessere Versuchsanordnung wäre, bei einer konstanten Gruppengröße von 40 Tieren entweder einen oder zwei Futterautomaten aufzustellen und so vier beziehungsweise acht Fressplätze anzubieten. Eine andere Lösung besteht darin, beide Faktoren gezielt zu variieren (2 x 2-Design), d. h. vier Versuchsbedingungen zu testen. Dabei würde zum einen in je zwei Versuchsbedingungen die Gruppengröße 20 beziehungsweise 40 Tiere betragen und zum andern würde das Tier-Fressplatz-Verhältnis pro Gruppengröße variiert. Mit einem solchen Versuchsdesign lässt sich gleichzeitig sowohl der Effekt der Gruppengröße als auch der Effekt des Tier-Fressplatz-Verhältnisses sowie eine etwaige Interaktion dieser beiden Faktoren ermitteln.

3.5 Zeiteffekte

Zeiteffekte sind ein Spezialfall des vorangehend besprochenen Fehlers; auch hier werden zwei Faktoren nicht unabhängig variiert. Soll zum Beispiel der Einfluss von Einstreu auf das Auftreten von Federpicken in der Junghennenaufzucht untersucht werden und soll die Untersuchung nicht mit Kleingruppen im Labor, sondern auf Praxisbetrieben mit realen Herdengrößen von mehreren Tausend Tieren erfolgen, könnte es unter dem Gesichtspunkt der Verfügbarkeit von geeigneten Herden ein verlockender Versuchsplan sein, nicht 30 Herden einzubeziehen, sondern die Experimentalbedingungen bei nur 15 Herden nacheinander einzurichten. D. h. die Herden würden zunächst ohne Einstreu gehalten und die Rate des Federpickens bestimmt. In einem zweiten Schritt würde dann eingestreut und die Federpickrate erneut erhoben. Ein solcher Versuchsplan hätte zudem den Vorteil, dass in der statistischen Analyse jede Herde sich selbst Kontrolle sein könnte, wodurch die Variation der Daten, welche bedingt durch Störvariablen (z. B. Fütterung, Stallklima, Zuchtlinie) zwischen den Herden auf verschiedenen Versuchsbetrieben zu erwarten ist, reduziert und statistisch signifikante Unterschiede mit einer kleineren Stichprobe nachgewiesen werden könnten.

Das Problem dieses Versuchsplans liegt darin, dass über die Versuchszeit neben den experimentell veränderten Bedingungen bezüglich Einstreu auch andere Faktoren variieren können. So ist gerade beim Federpicken bekannt, dass die Handlungsbereitschaft, Pickverhalten an Artgenossen zu orientieren, im Laufe der Ontogenese starken Schwankungen unterliegt. In der Folge wäre bei einer Reduktion der Federpickrate nach dem Anbieten von Einstreumaterial nicht auszuschließen, dass es sich dabei um den Effekt einer ontogenetisch bedingten motivationalen Veränderung und nicht um denjenigen der Einstreu handelt.

Eine weitere Schwierigkeit dieses Versuchsplans ist in der Tatsache begründet, dass Versuchsbedingungen längerfristige Effekte haben können. Im Falle des Federpickens ist beispielsweise zu erwarten, dass die Küken die Verhaltensstörung Federpicken in der Versuchsbedingung ohne Einstreu erwerben und diese dann in der Versuchsbedingung mit Einstreu weiterhin zeigen. Würde somit die Reihenfolge der Versuchsbedingungen anders gewählt, zuerst mit und dann ohne Einstreu, könnten andere Ergebnisse erzielt werden.

Aufgrund des schon vorhandenen Wissens über die Genese des Federpickens wäre es im oben beschriebenen Beispiel sicher angezeigt, auf das zeitlich versetzte Anbieten der beiden

Versuchsbedingungen zu verzichten und den Aufwand zu betreiben, 30 geeignete Herden (15 mit und 15 ohne Einstreu) zu suchen. Eine andere Möglichkeit würde darin bestehen, die Reihenfolge der Versuchsbedingung als zweiten Faktor zu variieren (2 x 2-Design). Nur dürfte im gewählten Beispiel mit Sicherheit ein Interaktionseffekt der beiden Faktoren auftreten, was die Interpretation der Hauptfaktoren erschweren würde.

Bei anderen Fragestellungen ist die Problematik der Zeiteffekte nicht so schnell ersichtlich wie beim Federpicken, wo Ontogeneseeffekte schon bekannt sind. Soll beispielsweise bei Mastbullen das Verhalten in der Endmast bei zwei Besatzdichten verglichen werden, ist es bei einer beschränkten Anzahl von zehn Versuchsbuchten und angesichts der langen Mastdauer von 15 Monaten naheliegend, nicht zweimal zehn Gruppen nacheinander aufzuziehen und zu beobachten, sondern die beiden Besatzdichten in nur zehn Gruppen zeitlich nacheinander einzurichten. Auch hier ist es aber unerlässlich, zumindest mit einer systematischen Zuordnung der Reihenfolge der beiden Versuchsbedingungen zu den Versuchsgruppen (2 x 2-Design) den Einfluss von Zeiteffekten in Betracht zu ziehen.

4 Das Ziehen von Schlussfolgerungen

Beim Ziehen von Schlussfolgerungen sollte darauf geachtet werden, dass sich diese auf die mit dem Versuchsplan getesteten (Null-)Hypothesen beziehen und statistisch abgesichert sind. Zudem sollte der Versuchsplan wie oben ausgeführt so angelegt sein, dass Alternativhypothesen möglichst ausgeschlossen werden können. Diese Anforderungen beziehen sich auf Schlussfolgerungen zu den experimentell getesteten Faktoren. Natürlich können daneben auch Schlussfolgerungen zu den eingesetzten Methoden und zur Praxisrelevanz oder zur biologischen Bedeutung der Ergebnisse gemacht werden, die anderen Anforderungen genügen müssen.

5 Schlussbemerkungen

Abschließend soll betont werden, dass im Hinblick auf eine Optimierung der Versuchsplanung bei ethologischen Untersuchungen die in den Kapiteln 2 bis 4 beschriebenen Phasen eines Forschungsprojekts vor Beginn der eigentlichen Datenaufnahme kritisch durchdacht werden müssen. So kann sichergestellt werden, dass am Ende der Untersuchung Schlussfolgerungen gezogen werden können, die durch einen geeigneten Versuchsplan mit präzisen Fragestellungen zu einem klaren Erkenntnisgewinn führen.

Obwohl die in diesem Beitrag angeführten Beispiele experimentelle Untersuchungen betrafen, können die dargelegte Vorgehensweise und die zu vermeidenden Fehler auch auf andere Arten von wissenschaftlichen Untersuchungen (z. B. epidemiologische Studien, Umfragen, Datenbankanalysen) übertragen werden.

Es ist unbestritten, dass bei angewandten ethologischen Untersuchungen, insbesondere wenn sie mit Großtieren und auf landwirtschaftlichen Betrieben durchgeführt werden, viele Sachzwänge wirken, die eine einwandfreie Versuchsplanung erschweren. Gerade deshalb muss es das Ziel einer Optimierung der Versuchsplanung sein, etwaige Einwände hinsichtlich der Schlussfolgerungen vorwegzunehmen und unter verschiedenen Versuchsplänen den bestmöglichen auszuwählen.

6 Literatur

- HURLBERT, S.H. (1984): Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. *Ecological Monographs* 54: 87–211
- JASON, G.R.; ELSTON, D.A. (2002): Groups, individuals, efficiency and validity of statistical analyses. *Applied Animal Behaviour Science* 75: 261–265
- MACHLIS, L.; DODD, P.W.D.; FENTRESS, J.C. (1985): The pooling fallacy: Problems arising when individuals contribute more than one observation to the data set. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 68: 210–214
- PHILLIPS, C.J.C. (2002): Further aspects of the use of individual animals as replicates in statistical analysis. *Applied Animal Behaviour Science* 75: 265–268
- POPPER, K.R. (1984): *Objektive Erkenntnis: ein evolutionärer Entwurf*. 4. Auflage, Hoffmann und Campe, Hamburg
- SEEL, D.C. (1976): How do you do research? An introduction to undergraduates and others. *Journal of Biological Education* 10: 127–132
- STAHEL, W.A. (1995): *Statistische Datenanalyse: eine Einführung für Naturwissenschaftler*. Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden
- WECHSLER, B. (2000): Ethologische Methoden - Wege zum Tier. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1999*, KTBL-Schrift 391, KTBL, Darmstadt: S. 9–15

Statistische Modelle für ethologische Daten und Versuchsdesigns

Statistical Models for Ethological Data and Experimental Designs

LORENZ GYGAX

Zusammenfassung

Anhand zweier praxisbezogener Beispiele werden einige Eigenschaften und Möglichkeiten von Gemischte-Effekte-Modellen aufgezeigt. Insbesondere die Abbildung von hierarchisch geschichteten Experimental- und Beobachtungsdesigns und die Berücksichtigung wiederholter Messungen zeichnen diese Modelle aus. Mit Transformationen oder erweiterten Modellen, die auch mit anderen Verteilungen als der Normalverteilung arbeiten können, ist es meist möglich, diese parametrischen Gemischte-Effekte-Modelle auf Daten anzuwenden, wie sie für ethologische Untersuchungen typisch sind.

Summary

Based on two examples motivated by current research, some characteristics and qualities of mixed effect models are presented. Specifically, the reflection of hierarchical experimental and observational designs and the treatment of repeated measurements are valuable aspects of these models. If transformations are applied to the response variable or if models are used that base their assumptions on alternative distributions than the normal distribution, the evaluation of ethological data is usually possible with these parametric mixed effects models.

1 Einleitung

Das Ziel dieses Beitrages ist es, anhand von praxisnahen Beispielen einige Aspekte von Gemischte-Effekte-Modellen zu präsentieren. Die Beispiele orientieren sich in ihrer Struktur und Fragestellung an aktuellen Forschungsprojekten des Zentrums für tiergerechte Haltung in Tänikon, zeigen aber keine echten, sondern nur simulierte Daten.

Es sollen insbesondere Hinweise dazu gegeben werden, wie in ethologischen Studien hierarchische Strukturen im Design von Experimenten und Untersuchungen erkannt und in der statistischen Analyse berücksichtigt werden können (Abb. 1). Des Weiteren geht es darum, die Notwendigkeit von Datentransformationen zu erkennen und die wichtigsten Möglichkeiten von Transformationen zu nennen (Abb. 2). Zudem sollen einige Gedanken zu Abwägungen bei der Planung von Versuchsdesigns gemacht werden. Der wichtigste Aspekt zu solchen Abwägungen ist die Stichprobengröße und somit die Anzahl der Replikate, d. h. die Anzahl der unabhängigen Wiederholungen des interessierenden Zusammenhanges.

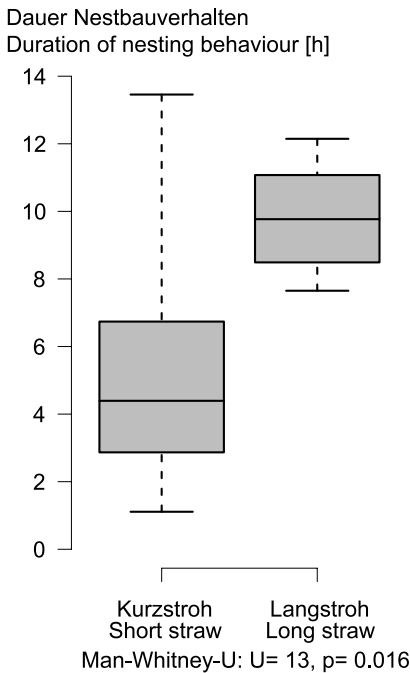


Abb. 1: Beispiel eines einfachen Designs:
Dauer des Nestbauverhaltens in Abhängigkeit von
zwei Strohhvarianten mit dem Resultat eines ein-
fachen nicht-parametrischen Zweistichproben-
vergleiches
*Example of a simple design: duration of nesting
behaviour in relation to two types of straw with
results of a simple non-parametric comparison for
two samples*

2 Replikate in einfachen Versuchsdesigns

Was können wir uns unter Replikaten in einem einfachen Versuchsdesign vorstellen? Als einfache Designs betrachte ich Untersuchungen, die an einer oder wenigen Gruppen durchgeführt werden. Dadurch dass alle Individuen einer Tiergruppe den gleichen Haltungsbedingungen ausgesetzt sind, ist meist eine recht gute Kontrolle der Bedingungen gewährleistet und viele potenzielle Störvariablen entfallen. Oft werden in solchen Studien auch detaillierte Verhaltensbeobachtungen durchgeführt. Meist werden die Individuen als statistisch unabhängig betrachtet, obwohl sie möglicherweise in einer gemeinsamen Gruppe gehalten werden, und oft genügen für die Vergleiche einfache, nichtparametrische statistische Verfahren.

Betrachten wir als Beispiel Muttersauen, die alle auf dem selben Betrieb in mit Kurz- ($n = 10$) oder Langstroh ($n = 8$) versehenen Buchten abferkeln. Beobachten wir nun die Dauer des Nestbauverhaltens unter beiden Bedingungen (Abb. 1). Jede Sau wird hier als Replikat behandelt und nur mit einer der Experimentalbedingungen konfrontiert. Gehen wir davon aus, dass alle anderen Einflussgrößen in den beiden Systemen gleich sind, können wir die Gruppen mit einem Man-Whitney-U-Test vergleichen (Abb. 1). Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass wir in Bezug auf unsere statistischen Verfahren nur sehr schwache Modellannahmen zu treffen brauchen im Vergleich mit z. B. einem t-Test, bei welchem eine Normalverteilung der Fehler gefordert ist. Der Nachteil ist jedoch, dass wir mit solchen methodischen Ansätzen zwar eine hohe interne, aber eine geringe externe Validität erreichen. Dies bedeutet, dass wir gesicherte und detaillierte Angaben zum untersuchten Betrieb machen können, aber die generelle Aussagekraft über den Effekt der Strohhqualität auf das Nestbauverhalten von Muttersauen im Allgemeinen fraglich bleibt.

3 Replikate in komplexen Versuchsdesigns

Was können wir aber als unabhängiges Replikat betrachten, wenn wir in eine Untersuchung automatischer Melksysteme pro System mehrere Betriebe mit einbeziehen, pro Betrieb viele Kühe beobachten, pro Kuh wiederholte Melkungen berücksichtigen und pro Melkung das Trippeln getrennt für beide Hinterbeine zählen? In solch einem hierarchisch geschachtelten Design steht nicht im Voraus fest, auf welcher der betrachteten Ebenen (Bein, Melkung, Kuh, Betrieb) die unabhängigen Replikate zu finden sind. Eine diesbezügliche Entscheidung ist bei Anwendung eines Gemischte-Effekte-Modells nicht notwendig, da wir die Hierarchie modellieren können. Damit können wir mögliche Abhängigkeiten auf den verschiedenen Stufen berücksichtigen und haben schlussendlich die Möglichkeit zu untersuchen, auf welcher der Stufen starke Korrelationen zwischen den Beobachtungseinheiten bestehen und wir somit die Beobachtungen nicht als unabhängig betrachten können.

Warum sollen wir uns die Mühe machen und solch komplizierte Datensätze anstreben? Provokativ gesagt sind es solche komplexe Studien, die uns nützliche Antworten geben können, da mit einem komplexen Design eine breit abgestützte Aussage gemacht und somit eine hohe externe Validität erreicht werden kann.

Wir können ein solches Ziel mit Gemischte-Effekte-Modellen erreichen (PINHEIRO und BATES 2000, VENABLES und RIPLEY 2002). Es handelt sich dabei um parametrische Modelle, d. h. an die Verteilungen der geschätzten Fehler und Varianzen (unabhängig identisch normal-verteilt, varianzhomogen) werden hohe Anforderungen gestellt. Es ist zu beachten, dass nur die geschätzten Fehler (Residuen) eines statistischen Modells, nicht aber die ursprünglichen Daten diesen Verteilungsannahmen folgen müssen. Das Erfüllen dieser Annahmen muss zwingend überprüft werden, damit den statistischen Kennzahlen vertraut werden kann (anhand einer so genannten Residuenanalyse). Im Rahmen dieses Beitrages soll aber nicht weiter auf die Problematik der Überprüfung von statistischen Modellannahmen eingegangen werden.

4 Stichprobengröße, Komplexität des Designs und externe Validität

Grundsätzlich sind Stichprobengröße, Komplexität des Designs und externe Validität unabhängige Größen und wir können eine Optimierung der externen Validität bei einem möglichst einfachen Design und einer an die Frage angepassten Stichprobengröße anstreben. In der Praxis angewandter ethologischer Untersuchungen zeigt sich jedoch, dass sich mit der Entscheidung, eine große externe Validität zu erreichen (d. h. zum Beispiel Daten auf mehreren Betrieben aufzunehmen), die Frage nach einem einfachen Design kaum mehr stellt, da unsere Versuchstiere meist in Gruppen auf den Betrieben gehalten werden. Wir versuchen außerdem, möglichst viele der vorhandenen Tiere zu beobachten und wir sind zudem oft an wiederholten Messungen der selben Tiere interessiert.

5 Hierarchisches Design

Beispiel 1: Trippeln von Milchkühen im Melkstand von automatischen Melksystemen

In einem ersten Beispiel soll das Trippeln von Milchkühen in verschiedenen automatischen Melksystemen (AMS) als Ausdruck einer Belastungsreaktion untersucht werden. Die Zielvariable ist die Anzahl des Trippelns in den ersten fünf Minuten des Melkvorganges. Der feste Effekt, also die uns interessierende erklärende Variable ist das Melksystem (z. B. zwei verschiedene AMS und als Vergleich ein Autotandem-Melkstand). Um das Versuchsdesign zu beschreiben, werden die folgenden zufälligen, geschachtelten Effekte mit berücksichtigt: „Beine in Melkung, in Kuh, in Betrieb, in System“. Es fließen die Daten von 12 Betrieben, 223 Kühen (15–23 Kühe/Betrieb) und 674 Melkungen (1–5 Melkungen/Kuh) in die Auswertung ein.

Es wird ersichtlich, dass wir es hier nicht mit einem komplett ausbalancierten Design zu tun haben; es gibt nicht auf allen Betrieben gleich viele Kühe und nicht von allen Kühen gleich viele beobachtete Melkungen. Da Gemischte-Effekte-Modelle mit einer speziellen

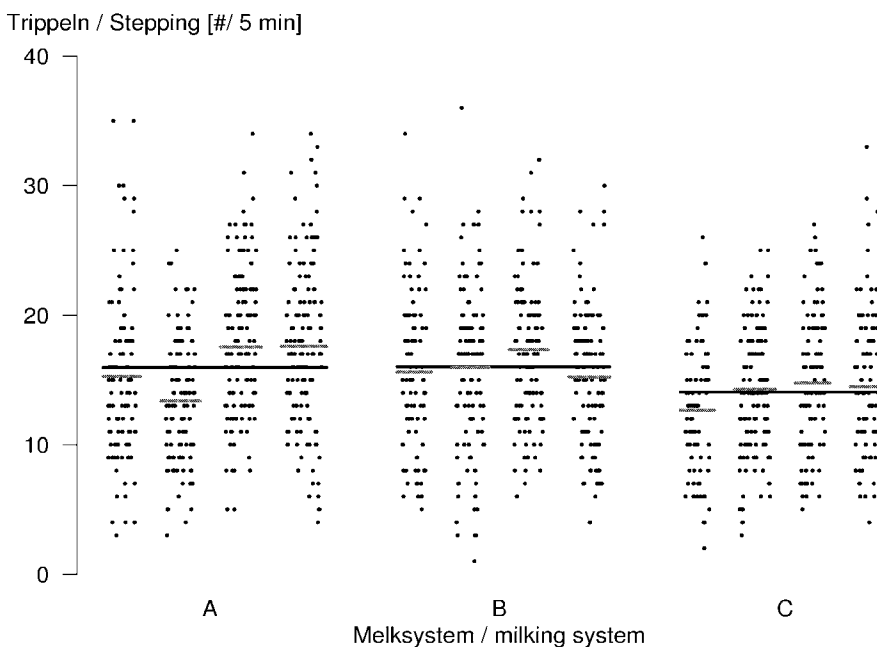


Abb. 2: Beispiel eines hierarchisch geschachtelten Datensatzes: die Anzahl Trippeln in den ersten 5 Minuten des Melkvorganges in Abhängigkeit der untersuchten Melksysteme. Die Anzahl Trippeln der beiden Hinterbeine sind vertikal übereinander dargestellt, die Melkungen nach Tieren geordnet horizontal nebeneinander. Gruppierungen zeigen die einzelnen Betriebe. Die Mittelwerte pro Betrieb und pro Melksystem sind mit horizontalen Linien dargestellt

Example of a hierarchical data set: the number of stepping during the first 5 minutes of a milking in relation to the investigated milking system. The number of steps of the two hind legs are positioned vertically one above the other, the milkings grouped by the individual cows side by side horizontally. The data of each farm are grouped together. Mean values of the farms and over the milking systems are indicated with horizontal bars

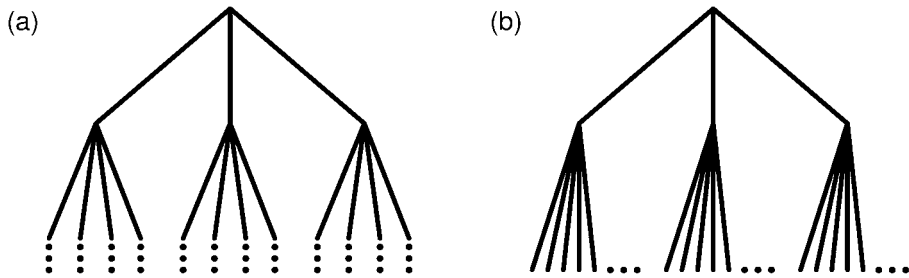


Abb. 3: Hierarchiestufen für die Auswertung des Vergleichs dreier Melksysteme: (a) korrekter Vergleich auf der Ebene der zwölf Betriebe, (b) falscher Vergleich auf der Ebene der Melkungen (vgl. auch Text)
Level of the hierarchy for the analysis of the comparison between the three milking systems: (a) correct comparison on the level of the twelve farms, (b) wrong comparison on the level of the single milkings (see also text)

Schätzmethode (Maximum-Likelihood) berechnet werden, hat ein Abweichen von der vollständigen Balanciertheit jedoch keinen Einfluss auf geschätzte Parameter und deren Signifikanz. Solche hierarchischen Daten können z. B. wie in Abbildung 2 dargestellt werden. Es wird ersichtlich, dass sich die Melksysteme A und B im Vergleich zum System C mit leicht erhöhten Werten auszeichnen.

Testen wir nun in unserem hierarchischen statistischen Modell den Einfluss des Melksystems, so erreichen wir einen F-Wert von 2.388 bei 2, 9 Freiheitsgraden und somit eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 0.147. Wir schließen also, dass kein statistisch nachweisbarer Unterschied zwischen den Melksystemen besteht. Warum haben wir nun für diesen Vergleich nur so wenige Freiheitsgrade zur Verfügung, wenn doch über 600 Melkungen beobachtet wurden? Dies hängt direkt mit der hierarchischen Struktur zusammen (Abb. 3a). Wenn wir die mögliche Abhängigkeit der Daten zwischen den Kühen eines Betriebes berücksichtigen, so stehen uns nur die zwölf Betriebe als Datengrundlage zur Beurteilung eines Systemunterschiedes zur Verfügung (Replikat = Betrieb). Würden wir fälschlicherweise Hierarchiestufen vernachlässigen (wie in Abb. 3b) symbolisch dargestellt) und z. B. alle Melkungen als unabhängig betrachten, so erreichten wir eine viel zu optimistische und falsche (!) Irrtumswahrscheinlichkeit von $<< 0.001$ ($F_{2,670} = 10.993$).

Wir können also den Effekt von auf unterschiedlichen hierarchischen Stufen erhobenen Daten mit den entsprechenden Freiheitsgraden berücksichtigen. So kann z. B. eine Wirkung der Gruppengröße auf die Belastungssituation im Wartebereich des Melksystems erwartet werden. Diesen Einfluss können wir auf der gleichen Ebene wie den Effekt des Melksystems testen. Wir würden damit einen weiteren unserer neun verbleibenden Freiheitsgrade auf der Stufe der Betriebe für die Schätzung des Einflusses der Gruppengröße benötigen. Es wäre auch vorstellbar, dass wir einen Einfluss der durchschnittlichen Leistung einer Kuh auf ihre Empfindlichkeit gegenüber dem Melksystem erwarten. Somit würden wir diese Größe als „kuhspezifische“ Variable einfließen lassen und eine solche Hypothese auf der Basis von 223 Freiheitsgraden (Anzahl Kühe) testen.

6 Wiederholte Messung und Transformation der Zielvariable

Beispiel 2: Vokalisation von Schweinen bei Kälte

In einem zweiten Beispiel soll die Eignung der Analyse hochfrequenter Lautgebung (Schreie) von Schweinen als Indikator für ein zu kaltes Stallklima untersucht werden. Die Zielvariable ist die Gesamtdauer des Schreiens der Gruppe pro 24 h, der fixe Effekt (= erklärende Variable) die Lufttemperatur im Stall und der zufällige Effekt (= die berücksichtigte hierarchische Struktur) die Gruppe, da verschiedene Gruppen von Schweinen wiederholt bei verschiedenen Temperaturen beobachtet wurden.

Wenn alle Beobachtungseinheiten (hier: Gruppen) unter allen Versuchsbedingungen beobachtet werden, so spricht man auch von einem gekreuzten Design. Der Vorteil eines solchen Designs ist, dass die Vergleiche innerhalb der Einheiten gemacht werden können und die Variabilität zwischen den Beobachtungseinheiten (hier z. B. schnell frierende/kälteresistente oder „schweigsame“/stark schreiende Gruppen von Schweinen) nicht den zu untersuchenden Effekt der Temperatur verdeckt. Graphisch ausgedrückt bedeutet dies, dass wir nur betrachten, ob die Abhängigkeit der Dauer des Schreiens von der Temperatur über die Gruppen konsistent ist (d. h. ob die Kurven in Abbildung 4, rechts, annähernd parallel ver-

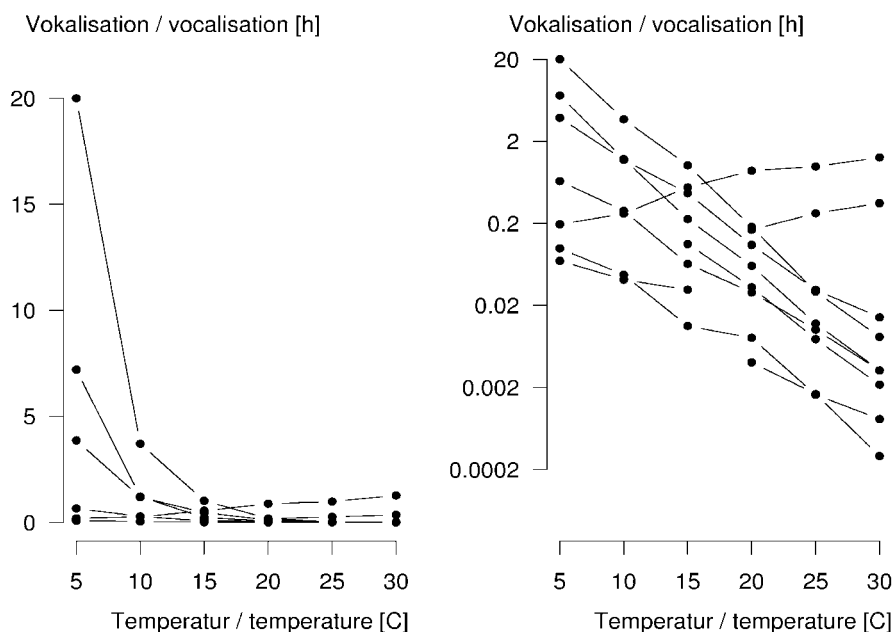


Abb. 4: Wiederholte Messungen: Dauer von Schreien bei Gruppen von Schweinen bei sich ändernder Umgebungstemperatur. Rohdaten (links) und Logarithmus-transformierte Daten mit Originalbeschriftung (rechts). Daten derselben Gruppe sind verbunden.

Repeated measurement: Duration of screams in groups of pigs at different ambient temperatures. Raw data (left) and logarithm transformed data with axis label on the original scale (right). Data from a given group are connected.

laufen). Wir müssen nicht zeigen, dass sich die Gesamtheit der Messwerte bei einer Temperatur signifikant von denen bei einer anderen Temperatur unterscheidet (wenn wir alle Punkte in Abbildung 4, rechts, vergleichen würden). Solche Versuche müssen sehr sorgfältig geplant werden, damit zeitliche Effekte (z. B. zunehmendes Alter/Gewicht) oder Vorerfahrungen der Tiere keine systematischen Fehler mit sich bringen. Im vorliegenden Beispiel müssten die Gruppen den zu untersuchenden Temperaturen in unterschiedlicher Reihenfolge ausgesetzt werden.

In unserem fiktiven Beispiel sind Daten von zehn Gruppen vorhanden, die jeweils bei sechs Temperaturstufen beobachtet wurden. Von den möglichen 60 Kombinationen wurden jedoch nur 49 erfolgreich beobachtet (d. h. nicht alle Gruppen wurden bei allen Temperaturstufen beobachtet) und somit haben wir es auch hier mit einem leicht unbalancierten Datensatz zu tun.

Wir sehen sofort, dass wir es bei der Dauer der Schreie mit schiefverteilten Daten zu tun haben (Abb. 4 links), da es viele sehr niedrige Werte gibt und einige wenige sehr große. Die Darstellung in Abbildung 4 (links) ist also wenig aussagekräftig.

Was lässt sich bei problematisch verteilten Zielvariablen machen? Je nach Skalierung der Zielvariable haben wir die Möglichkeit, die Daten zu transformieren oder mit Modellen zu arbeiten, denen eine andere als die Normalverteilung zu Grunde liegt (Tabelle 1). Die Skala der Zielvariable kann also entscheidende Hinweise zur notwendigen Transformation oder zur Wahl einer Analyseverfahren geben. Nach Tabelle 1 würden wir bei einer Dauer (einem „Betrag“, der alle kontinuierlichen Werte ≥ 0 annehmen kann) die Daten logarithmieren. Wenn wir das tun, so sehen wir einen Zusammenhang von Temperatur und Schreien schon viel deutlicher (Abb. 4, rechts).

Tab. 1: Skalierung von Zielvariablen
Scaling of response variables

Skalierung <i>scaling</i>	Beispiel <i>Examples</i>	Transformation <i>Transformations</i>	Verwandte Verteilungen <i>Adequate distributions</i>
<i>Kontinuierliche Werte/continuous scales</i>			
Intervall/ <i>interval</i>	Temperatur <i>temperature</i>	–	Normal <i>normal</i>
Beträge/ <i>amounts</i>	Dauern <i>duration</i>	Logarithmus <i>logarithm</i>	–
Zählraten/ <i>counts</i>	Auftreten <i>occurrence</i>	Wurzel <i>square root</i>	Poisson <i>poisson</i>
Anteile/ <i>proportions</i>	Verhaltensbudget <i>behavioural budget</i>	Arcus-Sinus-Wurzel <i>arc sine square root</i>	Kompositionen <i>compositions</i>
<i>Klassierte Werte/categorical scales</i>			
Dichotom/ <i>dichotomous</i>	Auftreten ja – nein <i>occurrence yes – no</i>	–	Binomial <i>binomial</i>
Geordnet/ <i>ordered</i>	Wenig – mittel – viel <i>few – medium – many</i>	–	Kumulative Logits <i>cumulative logits</i>
Nominal/ <i>categorical</i>	Weiblich – männlich <i>female – male</i>	–	Log-lineare Modelle <i>log-linear models</i>

Dieser Zusammenhang spiegelt sich auch in der Statistik nur dann wider, wenn wir die Daten transformieren ($F_{1, 38} = 13.835$, $p = 0.0006$). Hätten wir das unterlassen, so wäre kein statistisch nachweisbarer Zusammenhang aufgetreten ($F_{1, 38} = 2.318$, $p = 0.1362$), und zusätzlich wären Annahmen zur Verteilung der geschätzten Fehler (Residuen) verletzt worden. Es lohnt sich also, die Residuen zu analysieren und – wo notwendig – eine Transformation der Ziel- und allenfalls der erklärenden Variablen durchzuführen, um Effekte oder Zusammenhänge erkennen zu können. Falls eine Transformation nicht den gewünschten Effekt bringt, so können auch Modelle, die auf anderen Verteilungen als der Normalverteilung basieren, eingesetzt werden (Tab. 1).

Weiter wäre die Irrtumswahrscheinlichkeit um einiges schlechter ausgefallen, wenn wir die Daten einer Gruppe bei verschiedenen Temperaturen als unabhängig betrachtet hätten. Dadurch verdeckt die Variabilität zwischen den Beobachtungseinheiten (hier: den Gruppen, oft jedoch die interindividuelle Variabilität) den Zusammenhang, der im eigentlichen Fokus des Interesses liegt (vgl. oben: gekreuztes Design).

Neben den statistischen Signifikanzen liefern uns derartige Modelle immer auch eine Schätzung der Parameter, im Falle der Schreie der Schweine eine Geradengleichung, die die Abhängigkeit der Dauer der Vokalisation von der Temperatur beschreibt:

$$\begin{aligned}\log(\text{Dauer der Vokalisation}) &= a + b \cdot \text{Temperatur} \\ &= 0.431 - 0.173 \cdot \text{Temperatur}\end{aligned}$$

In Gemischte-Effekte-Modellen werden diese Parameter als Populationsmittel geschätzt (sogenannter fester Effekt der Temperatur). Zu diesem festen Effekt gehört auch die oben berechnete Signifikanz. Im konkreten Fall können wir mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0.0006 die Nullhypothese verwerfen, dass die durch die Temperatur verursachte Steigung von -0.173 gleich Null ist. Dies ist gleichbedeutend mit einem statistisch gesicherten Einfluss der Temperatur auf die Dauer der Vokalisationen.

Zusätzlich wird in Gemischte-Effekte-Modellen auch die Variabilität (Standardabweichung) der Parameter zwischen den Beobachtungseinheiten geschätzt (sogenannter zufälliger Effekt der Gruppen), so dass sich die Geradengleichung folgendermassen ergänzen lässt:

$$\log(\text{Dauer der Vokalisation}) = (0.431 \pm 2.601) - (0.173 \pm 0.146) \cdot \text{Temperatur}$$

Falls eine Hierarchie im Modell mehrere Stufen aufweist (z. B. Tiere in Gruppen), wird die Variabilität der Parameter für jede Stufe berechnet. Es kann zudem getestet werden, ob und bei welchen der Parameter diese geschätzten Variabilitäten statistisch signifikant verschieden von Null sind. Im vorliegenden Beispiel sind sowohl die Variabilität des Achsenabschnittes (a) wie auch die der Steigung (b) signifikant. Ist die Variabilität eines Parameters nicht signifikant von Null verschieden, so kann diese im Modell vernachlässigt und der Parameter als für die Population konstant betrachtet werden (fixer Effekt ohne Streuung).

Bei transformierten Zielvariablen lässt sich die geschätzte Gleichung letztendlich auch wieder auf der Basis der Originalskala angeben:

$$\begin{aligned}(\text{Dauer der Vokalisation}) &= e^{0.431 - 0.173 \cdot \text{Temperatur}} \\ &= 1.54 \cdot e^{-0.173 \cdot \text{Temperatur}}\end{aligned}$$

Anstelle des additiven Effektes im berechneten Modell finden wir nach der Rücktransformation einen multiplikativen Effekt.

7 Schlussfolgerungen

Gemischte-Effekte-Modelle bieten Methoden für statistische Analysen, die gut an Fragestellungen der angewandten Ethologie angepasst sind, indem sie hierarchisch geschachtelte Designs einfach abbilden und wiederholte Messungen berücksichtigen können. Mit Transformationen oder der Nutzung von Alternativen zur Normalverteilung können auch Daten, wie sie in ethologischen Studien anfallen (Beträge, Zählraten, Anteile, Kategorien, vgl. Tab. 1), ohne Verletzung von Modellannahmen ausgewertet werden. Zudem bietet die Schätzmethode der Gemischte-Effekte-Modelle (Maximum Likelihood) eine „Versicherung“ gegen Datenausfall und gegen eine fehlende komplette Balanciertheit eines Datensatzes.

Gemischte-Effekte-Modelle sind demzufolge ein vielseitig einsetzbares Werkzeug. Sie können aber trotz allem keine Wunder vollbringen, die Grundsätze einer guten Versuchsplanung sollten also auf keinen Fall vernachlässigt werden: Eine grosse Anzahl von Replikaten (unabhängiger Wiederholungen vom interessierenden Zusammenhang) und eine möglichst gute Balanciertheit sollten immer angestrebt werden. Damit erreicht man die erwünschte hohe externe Validität. Oft ist es eine Frage des zeitlichen Aufwandes, ob man mit Beobachtungen in die Tiefe oder aber in die Breite geht. Letztendlich muss man sich entscheiden, welche Frage man mit einer Studie beantworten möchte: Geht es um das detaillierte Verhalten auf einem bestimmten Betrieb oder will man allgemein gültigere Aussagen machen können.

Schließen möchte ich mit der Bemerkung, dass statistische Signifikanz nicht mit ethologischer Relevanz gleichgesetzt werden kann. Einerseits ist es durchaus möglich, dass ein statistisch nachgewiesener Effekt so klein ist, dass man ihn als ethologisch irrelevant betrachten muss. Andererseits kommt es vor, dass ein Zusammenhang, der für das Verhalten als wichtig erscheint, mit einem gegebenen Datensatz statistisch nicht nachgewiesen werden kann.

8 Literatur

- PINHEIRO, J. C.; BATES, D. M. (2000): *Mixed-effects models in S and S-Plus*. Springer, New York
- VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. (2002): *Modern Applied Statistics with S*. 4th edition. Springer, New York

Methoden der soziometrischen Analyse biologischer Dominanzstrukturen dargestellt am Beispiel einer Fallstudie bei Zwergziegen und Schweinen

Methods for Sociometric Analysis of Dominance Relationships – A Case Study in Dwarf Goats and Pigs

JON LANGBEIN, BIRGER PUPPE

Zusammenfassung

Aspekte von hierarchischen Sozialbeziehungen sind bei gruppenlebenden Nutztieren seit Einführung des Dominanzkonzeptes vielfach untersucht worden. Von besonderem Interesse sind dabei Beziehungen zwischen dem Rangplatz eines Individuums und Merkmalen der Anatomie, Physiologie und des Verhaltens. Obwohl das ursprüngliche Dominanzkonzept in den letzten 80 Jahren ständig weiterentwickelt und nach und nach eine Reihe soziometrischer Kenngrößen zur statistisch-methodischen Beschreibung eingeführt wurden, hat sich keine einheitliche Vorgehensweise bei der Analyse von Dominanzbeziehungen etabliert. Infolgedessen können widersprüchliche, ungeeignete oder rein empirische Analysemethoden die Ergebnisse und deren Interpretation beeinträchtigen. Die vorliegende Arbeit plädiert deshalb für eine mehr standardisierte und umfassende Analyse auf den verschiedenen Ebenen sozialer Dominanzbeziehungen und schlägt geeignete soziometrische Kenngrößen vor. Gemäß einer strukturellen Definition ist Dominanz ein Attribut wiederholter agonistischer Auseinandersetzungen zwischen denselben zwei Individuen (Dyade), das durch den konsistenten Ausgang zugunsten eines Individuums charakterisiert ist (DREWS 1993). Demnach ist Dominanz zu allererst ein Phänomen auf der Ebene der Dyade, während als nächsthöhere Ebene die Gruppe und als Zielebene schließlich das Individuum anzusehen ist. Diese drei Ebenen bilden eine Enkapsis. Die Zuweisung individueller Rangpositionen ist im Prinzip nur dann berechtigt, wenn soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Dyade (Nachweis signifikant asymmetrischer Dyaden) und der Gruppe (Nachweis der Linearität der Rangordnung) dies erlauben. Am Fallbeispiel von jeweils einer Gruppe Zwergziegen ($n = 12$) und Hausschweinen ($n = 10$) demonstrieren und diskutieren wir die Anwendung solcher Analyseprozeduren in zwei unterschiedlichen Nutztierspezies.

Summary

Numerous studies have analysed dominance relationships within groups of farm animals and have correlated individual ranks with anatomical, physiological, behavioural features of the animals or their performance. Although the concept of dominance, once established, has been developed continuously and several sociometric measures were cumulatively introduced, a consistent approach for the analysis of dominance relationships has not yet been achieved. Thus, considerable inconsistencies in the used methodology may impair obtained results and interpretations. The present paper is a plea for a more standardised and precise approach when analysing dominance relationships, not only in farm animals. Dominance may be viewed as an attribute of the pattern of repeated, agonistic interactions between two

individuals, characterised by a consistent outcome in favour of the same dyad members (DREWS 1993). Derived from this structural definition of dominance we suggest the consistent use of objective sociometric parameters at the three different levels of social relationships: the dyad as the starting level, the group as the following level, and the individual as the goal level. These three levels form an enkapsis, meaning every higher level based on the previous and together forming an entity. Therefore, we suggest the consistent use of a range of sociometric parameters at every level of analysing dominance. We conclude that the use of individual ranks is only reasonable when previously sociometric measures both at the dyadic level (verification of significant asymmetric dyads) and at the group level (strength or linearity of hierarchy) have been successfully calculated and tested by appropriate statistical methods as also presented in this paper. We applied this procedures in a case study to analyse social dominance in a group of dwarf goats ($n = 12$) and domestic pigs ($n = 10$), respectively, to comparatively demonstrate benefits and problems of such an approach in two different farm animal species.

1 Einleitung

Untersuchungen zu sozialer Dominanz und deren funktionale und kausale Beziehungen zu anderen Merkmalen sind ein wichtiger Untersuchungsgegenstand sowohl in der Grundlagentheorie als auch in der Angewandten Ethologie. Der Begriff Dominanz wird hierbei als Synonym für einen multidimensionalen Kontext eingesetzt und beschreibt in der Regel das Ergebnis einer Vielzahl kompetitiver Interaktionen (PUPPE 1996). Es hat sich in zahlreichen Studien gezeigt, dass Korrelationen zwischen der Rangposition eines Individuums innerhalb einer Dominanzhierarchie und weiteren ethologischen, physiologischen oder Leistungsparametern oft ein uneinheitliches Bild ergeben. Ein grundsätzliches Problem dabei ist, dass Art, Umfang und Interpretation der benutzten soziometrischen Kenngrößen von Studie zu Studie z. T. beträchtlich variieren (für Beispiele, siehe LANGBEIN und PUPPE im Druck). Darüber hinaus ist es gängige Praxis, Dominanzbeziehungen vorrangig auf der Ebene des Individuums zu analysieren, um individuelle Rangplätze zu bestimmen. Dabei wird außer Acht gelassen, dass diese Vorgehensweise zumeist nicht auf einer vorangestellten, statistisch eindeutigen Klärung der dyadischen Dominanzbeziehungen beruht, andererseits aber eine lineare Abfolge der Rangplätze für die Gruppe impliziert, ohne dass dies explizit überprüft wurde. Zudem werden zur Berechnung von Rangplätzen unterschiedliche Verfahren eingesetzt, die teilweise von verschiedenen Grundannahmen ausgehen.

Das Ziel des vorliegenden Artikels besteht darin, ausgehend von einer strukturellen Definition des Dominanzbegriffes unterschiedliche Ebenen der soziometrischen Analyse herauszuarbeiten, die aufeinander aufbauen und erst in ihrer Gesamtheit ein umfassendes Bild von Dominanzbeziehungen in einer Gruppe ermöglichen. Basierend auf diesen theoretischen Überlegungen stellen wir weiterhin geeignete soziometrische Parameter für die verschiedenen Analyseebenen am Beispiel einer Fallstudie bei Schweinen und Zwergziegen vor.

2 Strukturelle Dominanzdefinition und Ebenen der Analyse von Dominanz

Basierend auf dem ursprünglichen Dominanzkonzept von SCHJELDERUPP-EBBE (1922) und in Reflexion vieler weiterer Interpretationen des Dominanzbegriffes seitdem, hat DREWS (1993) in einem strukturellen Ansatz Dominanz wie folgt charakterisiert: „Dominance is an attribute of the pattern of repeated, agonistic interactions between two individuals, characterised by a consistent outcome in favour of the same dyad members...“. Daraus folgt, dass Dominanz zuerst ein Phänomen zwischen zwei Individuen (Dyade) ist und deshalb die Analyse von dyadischen Beziehungen die Ausgangsebene jeder Untersuchung hierarchischer Beziehungen von Tiergruppen bildet (CAPITANIO 1991; PUPPE 1996). Auf dieser Ebene beschreibt Dominanz den Status eines Individuums in einer Dyade (dominant oder subordinat) und ist abhängig von individuellen Eigenschaften. Die nächsthöhere Ebene bilden Untersuchungen auf der Ebene der Gruppe. Dominanz steht hier für die Rangposition eines Individuums in einer Hierarchie (numerisch oder qualitativ) und ist abhängig von der Gruppenstruktur. Basierend auf den untersuchten Dyaden kann ein Index für die Stärke der Linearität der Dominanzhierarchie der Gruppe berechnet werden. Erst wenn eine lineare Abfolge der Rangplätze nachgewiesen werden kann, ist es sinnvoll, auch individuelle Rangplätze – gewöhnlich das Ziel einer Dominanzanalyse – zu berechnen. So gesehen bilden alle drei Ebenen eine enkaptische Einheit (Abb. 1).

Ausgehend von diesen strukturellen Betrachtungen wurde eine Vielzahl von soziometrischen Parametern eingeführt, um Dominanzbeziehungen auf allen drei Ebenen analysieren zu können (z. B. LANDAU 1951; KENDALL 1962; APPLEBY 1983; DE VRIES et al. 1993; DE VRIES 1995, 1998; DE VRIES and APPLEBY 2000). Die Mehrzahl der Verfahren geht dabei von einem binomialen Ansatz aus, d.h. Individuen können in dyadischen, agonistischen Auseinandersetzungen entweder Sieger oder Verlierer sein. Allerdings ist keiner der Parameter definitiv darauf ausgerichtet, die Signifikanz der Asymmetrie solcher Dyaden tatsächlich zu beurteilen, so dass sich die Notwendigkeit ergibt, ein solches Verfahren zusätzlich einzuführen (LANGBEIN und PUPPE im Druck). Ungeachtet dieser theoretischen Überlegungen werden in vielen Studien ausschließlich individuelle Rangplätze berechnet. Dies ist streng genommen

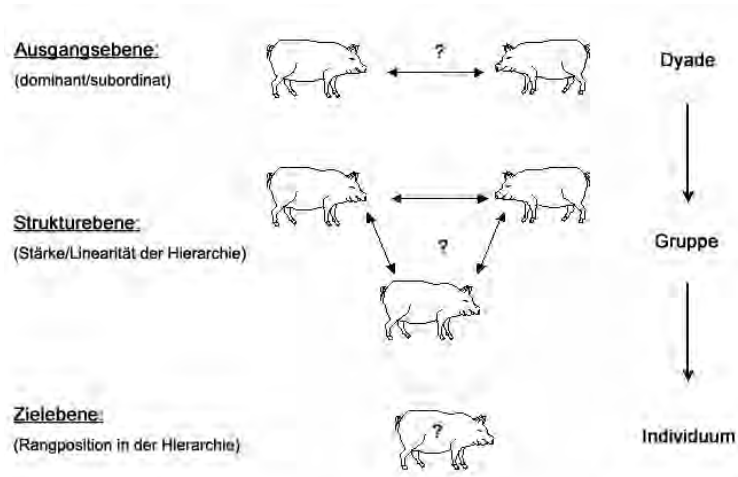


Abb. 1: Schematische Darstellung der Analyseebenen von Dominanzbeziehungen
Schematic representation of the levels of analysis in dominance relationships

unzulässig, da eine lineare Dominanzhierarchie, wie sie durch die Abfolge der berechneten Ränge impliziert wird, nicht geprüft wurde. Zudem fehlen notwendige Informationen die Stärke der dyadischen Dominanzbeziehungen betreffend, was unter Umständen zu Fehlinterpretationen der Ergebnisse führen kann.

3 Fallstudie: Zwergziegen und Schweine

3.1 Tiere und Beobachtungen

Es wurden alle offenen, entschiedenen, agonistischen Auseinandersetzungen für alle Dyaden in jeweils einer Gruppe von westafrikanischen Zwergziegen ($n = 12$) und Hausschweinen ($n = 10$) registriert. Die Dauer der Direktbeobachtungen betrug insgesamt 32 bzw. 36 h, verteilt über die Hauptaktivitätsphasen der Tiere in den ersten vier bis fünf Tagen unmittelbar nach dem Absetzen in der 7. Lebenswoche. Eine detaillierte Beschreibung der registrierten agonistischen Verhaltensweisen findet sich bei LANGBEIN und PUPPE (im Druck). Auf der Basis dieser Daten wurde eine Sieg-Niederlage-Matrix der jeweiligen Gruppe konstruiert, welche die Grundlage aller weiteren Berechnungen bildete.

3.2 Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Dyade

Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Dyade beschreiben die Arten der Paarbeziehungen in Bezug auf agonistische Interaktionen. Dementsprechend können Dyaden als unbekannt (ohne Interaktionen), einseitig (unidirektionale Interaktionen), zweiseitig (bidirektionale Interaktionen), ungeklärt (gleiche Anzahl Siege für beide Partner) oder signifikant (signifikant asymmetrischer Ausgang der Interaktionen zugunsten eines Kontrahenten) klassifiziert werden. Letztere können mittels Binomialtest (LOHSE et al. 1982) (hier Vorzeichenstest, $p < 0.05$, DIXON und MOOD 1946) bestimmt werden. Die anderen Dyaden ergeben sich aus der Interaktionsmatrix und lassen sich beispielsweise mittels MatMan (vgl. DE VRIES et al. 1993) – einem Programmpaket zur ethologischen Analyse soziometrischer Matrizes (MATMAN 1998) – berechnen. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse für beide untersuchten Tierspezies auf Ebene der Dyade (66 mögliche Dyaden bei den Zwergziegen, 45 mögliche Dyaden bei den Schweinen). Beide Arten zeigen einen relativ geringen Anteil unbekannter Dyaden ($< 5\%$). Auffallend ist der höhere Anteil signifikanter Dyaden bei den Zwergziegen, während die Schweine mehr unidirektionale, aber auch mehr ungeklärte Dyaden aufwiesen. Die zusätzliche Bestimmung des Anteils an zirkulären Triaden (z. B. $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$, aber $C \rightarrow A$) erbrachte für die Zwergziegen (24.3 %) einen deutlich geringeren Wert dieses Parameters im Vergleich zu den Schweinen (51.8 %).

3.3 Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Gruppe

Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Gruppe beschreiben die Stärke (Linearität) und/oder Stabilität einer Dominanzhierarchie. Sie geben somit Hinweise auf Art und Entwicklung der Gruppenstruktur. Die Stärke der Hierarchie kann beispielsweise über den

Tab. 1: Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Dyade
Sociometric parameters at dyadic level

Zwergziegen <i>dwarf goats</i>				Schweine <i>pigs</i>			
Tier <i>animal</i>	Rang _{Dom} <i>Rank_{Dom}</i>	Rang _{AI} <i>Rank_{AI}</i>	AGI <i>AGI</i>	Tier <i>animal</i>	Rang _{Dom} <i>Rank_{Dom}</i>	Rang _{AI} <i>Rank_{AI}</i>	AGI <i>AGI</i>
5	1	1	4.8	4	1	1	2.3
10	2	2	4.8	3	2	2	2.0
2	3	3	4.1	5	3	3	1.8
1	4	4	2.8	2	4	4	1.8
7	5	5	3.4	7	5	5	2.7
9	6	6	4.1	8	6	6	0.6
3	7	7	5.4	1	7	7	1.4
11	8	8	3.3	6	8	8	1.4
8	9	9	2.0	9	9	10	0.9
4	10	10	6.1	10	10	9	1.5
12	11	11	6.2				
6	12	12	5.2				

Landau-Index h (Hierarchiestärkemaß basierend auf der Anzahl der dominierten Tiere), den Kendall-Index K (Hierarchiestärkemaß basierend auf der Anzahl zirkulärer Triaden) oder den korrigierten Landau-Index h' (h korrigiert für unbekannte und ungeklärte Dyaden) bestimmt werden (DE VRIES 1995). Der DCI (*Directional Consistency Index*) hingegen gibt Auskunft, inwieweit ein Verhalten (z. B. Siege) in der Hauptrichtung (z. B. in der Gruppe) im Vergleich zu dessen Gesamtaufreten vorkommt (VAN HOOFF und WENSING 1987) und kann somit als Gesamtmaß für die bestehende Unidirektionalität aller dyadischen Beziehungen einer Gruppe betrachtet werden. Alle diese Parameter sind ebenfalls im Programmpaket MatMan (MATMAN 1998) implementiert. Als zusätzliche Kenngrößen haben wir h' und DCI nur für die

Tab. 2: Soziometrische Kenngrößen auf Ebene der Gruppe
Sociometric parameters at group level

Kenngröße	<i>parameter</i>	Zwergziegen <i>dwarf goats</i>	Schweine <i>pigs</i>
h'	<i>corrected Landau Index h'</i>	0.76 ($p < 0.001$)	0.51 ($p < 0.05$)
K	<i>Kendall Index K</i>	0.76 ($p < 0.001$)	0.48 ($p < 0.05$)
DCI	<i>Directional Consistency Index DCI</i>	0.68	0.68
h'_{sig}	<i>h' only for significant dyads</i>	0.55 ($p < 0.05$)	0.33 (ns)
DCI_{sig}	<i>DCI only for significant dyads</i>	0.86	0.88

von uns ermittelten signifikanten Dyaden berechnet und dementsprechend als h'_{sig} und DCI_{sig} angegeben. Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse für beide untersuchten Tierspezies auf Ebene der Gruppe. Aus den soziometrischen Kenngrößen für die Gesamtgruppe (h' , K , DCI) ergibt sich, dass die Struktur beider Arten als verschieden von zufällig betrachtet werden kann. Dabei ist die Linearität der Rangordnung bei den Zwergziegen insgesamt stärker ausgeprägt. Betrachtet man nur die signifikanten Dyaden erhöht sich zwar erwartungsgemäß die Unidirektionalität für beide Arten (DCI_{sig}), die Linearität der Rangordnung bei den Schweinen (h'_{sig}) ist dann aber nicht mehr nachweisbar.

3.4 Soziometrische Kenngrößen auf Ebene des Individuums

Soziometrische Kenngrößen auf Ebene des Individuums beschreiben dessen agonistisches Verhalten über alle Dyaden und die sich daraus ergebende Rangposition in der Gruppenhierarchie. Dabei gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, den individuellen Dominanzindex (DI) bzw. den Rangplatz des Individuums zu berechnen. Im vorliegenden Fallbeispiel haben wir zwei Methoden vergleichend angewandt. Erstens wurde die Anzahl der dominierten (unterlegenen) Gruppenmitglieder zur Gesamtzahl der Gruppenmitglieder ins Verhältnis gesetzt (SAMBRAUS und OSTERKORN 1974; LAMPRECHT 1986; MENDEL et al. 1992) (1). Der resultierende Dominanzindex DI_{Dom} kann als Prozentzahl Werte zwischen 0 (absolut subordinat) und 100 (absolut dominant) einnehmen. Zweitens wurde die Anzahl der beobachteten agonistischen Interaktionen verwendet und das Verhältnis von Siegen minus Niederlagen zur Gesamtzahl der entschiedenen Kämpfe gebildet (BOWEN und BROOKS 1978; PUPPE und TUCHSCHERER 1994; OTTEN et al. 1999, 2002) (2). Der Dominanzindex DI_{AI} kann Werte zwischen -1 (absolut subordinat) und $+1$ (absolut dominant) annehmen. Die entsprechenden Rangplätze ($Rang_{Dom}$ bzw. $Rang_{AI}$) ergeben sich dann aus der Reihung der DI in der jeweiligen Gruppe und sind für das untersuchte Fallbeispiel in Tabelle 3 angegeben.

$$DI_{Dom} = \frac{(Unterlegene)}{(Unterlegene + Überlegene)} \times 100 \% \quad (1)$$

Tab. 3: Soziometrische Kenngrößen auf Ebene des Individuums (AGI - agonistischer Index pro Individuum und Stunde; Rang - Rangplatz basierend auf Gleichung (1) [$Rang_{Dom}$] oder (2) [$Rang_{AI}$], siehe Text)
Sociometric parameters at individual level (AGI - agonistic index per individual and hour; Rank - rank position adapted from equation (1) [$Rang_{Dom}$] or equation (2) [$Rang_{AI}$], see text)

Kenngröße	parameter	Zwergziegen dwarf goats	Schweine pigs
unbekannte Dyaden	<i>unknown dyads</i>	0.0 %	4.4 %
einseitige Dyaden	<i>one-way dyads</i>	27.3 %	42.2 %
zweiseitige Dyaden	<i>two-way dyads</i>	72.7 %	53.3 %
ungeklärte Dyaden	<i>tied dyads</i>	7.6 %	13.3 %
signifikante Dyaden	<i>significant dyads</i>	53.3 %	35.0 %

$$DI_{AI} = \sum \frac{(\text{Siege} - \text{Niederlagen})}{(\text{Siege} + \text{Niederlagen})} \quad (2)$$

Darüber hinaus hat es sich als günstig erwiesen, ein Maß für das agonistische Verhalten (Anzahl agonistischer Interaktionen pro Zeiteinheit, AGI) oder das aggressive Verhalten (Anzahl initiiertes agonistischer Interaktionen pro Zeiteinheit) auf individueller Ebene anzugeben (PUPPE und TUCHSCHERER 1994; PUPPE 1998). Im vorliegenden Fall haben wir uns für den AGI pro Beobachtungsstunde entschieden (Tab. 3). Es zeigte sich, dass die Zwergziegen im Durchschnitt signifikant häufiger pro Stunde kämpften als die Schweine (4.3 vs. 1.6, $t = 6.87$, $p < 0.001$). Dagegen gab es keine Unterschiede in der methodenabhängigen Vergabe der Dominanzindizes bzw. Rangplätze bei den Zwergziegen und nur geringfügige Unterschiede bei den Schweinen (Rang 9 bzw. 10, vgl. Tab. 3).

4 Diskussion

Die vorliegende Studie schlägt vor, auf der Basis einer strukturellen Definition des Begriffes Dominanz (SCHJELDERUPP-EBBE 1922; DREWS 1993) und unter Verwendung klar definierter agonistischer Verhaltensweisen bei der Analyse sozialhierarchischer Beziehungen soziometrische Kenngrößen möglichst einheitlich und auf allen drei Analyseebenen zu verwenden: der Ebene der Dyade, der Gruppe und des Individuums. Ein solches Herangehen kann nicht nur die strukturelle Beschreibung der untersuchten Sozialbeziehungen sowie die Vergleichbarkeit von Studien innerhalb einer Spezies und zwischen verschiedenen Spezies verbessern, sondern sie ermöglicht zudem auch verlässlichere Interpretationen die funktionale Seite der Dominanz betreffend, z. B. die speziesspezifische adaptive Funktion von verschiedenen Sozialsystemen oder unterschiedlichen agonistischen Verhaltens (vgl. LANGBEIN und PUPPE im Druck). Insbesondere die gezielte Analyse tatsächlicher asymmetrischer (signifikanter) Paarbeziehungen ist ein immens wichtiger Ausgangspunkt für weitere sozialhierarchische Berechnungen (PUPPE und TUCHSCHERER 1994). Während Schweine ihre dyadischen, offenen agonistischen Interaktionen bei zunehmendem Bekanntheitsgrad drastisch reduzieren (MCGLONE 1986; PUPPE 1998), halten Ziegen ein vergleichsweise hohes Niveau aufrecht (BARROSO et al. 2000; COTÉ 2000). Dieses unterschiedliche Verhalten hat natürlich auch Auswirkungen auf die Etablierung und Aufrechterhaltung der jeweiligen Dominanzhierarchie in beiden Tierarten, wie sie durch die soziometrischen Kenngrößen auf Ebene der Dyade und der Gruppe in der vorgelegten Studie beschrieben sind. Für die Zwergziegen lässt sich auf der Basis offener agonistischer Interaktionen eine klarere Rangordnung mit höherer Linearität und Transitivität im Vergleich zu den Schweinen nachweisen. Die Wahrscheinlichkeit, dass die kalkulierten individuellen Dominanzwerte bzw. Rangzahlen den „tatsächlichen“ Rangverhältnissen entsprechen, ist damit erhöht und mögliche Korrelationen mit anderen ethologischen oder physiologischen Parametern (z. B. OTTEN et al. 1999, 2002) haben eine wissenschaftlich sichere Grundlage. Dies offenbart sich am deutlichsten, wenn man im Vergleich beider Tierarten die Anzahl der signifikanten Dyaden (53,3 % vs. 35,0 %, vgl. Tab. 1) und als Hierarchiestärkemaß den Landau Index für diese signifikanten Dyaden (h'_{sig}) betrachtet (0,55, $p < 0,05$ vs. 0,33, ns, vgl. Tab. 2). Dagegen war für das präsentierte Fallbeispiel die Methode der Ermittlung der individuellen Dominanzindizes (DI_{Dom} vs. DI_{AI}) nicht so ent-

scheidend, da beide Berechnungsmethoden im Wesentlichen gleiche Ergebnisse erbrachten. Allerdings lässt sich postulieren, dass bei sehr geringen und/oder über die Gruppenpartner sehr ungleich verteilten dyadischen agonistischen Interaktionen die Verlässlichkeit beider Methoden, aber insbesondere die von DI_{AI} , stark abnehmen. In einem solchen Falle ist es für die Ermittlung der Dominanzverhältnisse günstiger, den Erfolg in kompetitiven Situationen (z. B. begrenzter Zugang zu Ressourcen) als Grundlage für die Ermittlung der Dominanzverhältnisse zu nehmen (SYME 1974).

5 Literatur

- APPLEBY, M. C. (1983): The probability of linearity in hierarchies. *Anim. Behav.* 31: 600–608
- BARROSO, F.G.; ALADOS, C. L.; BOZA, J., (2000): Social hierarchy in the domestic goat: Effect on food habits and production. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 69: 35–53
- BOWEN, D. W.; BROOKS, R. J. (1978): Social organization of confined male collared lemmings (*Dicrostonyx groenlandicus* Traill). *Anim. Behav.* 26: 1126–1135
- CAPITANIO, J. P. (1991): Levels of integration and the 'inheritance of dominance'. *Anim. Behav.* 42: 495–496
- CÔTÉ, S. D. (2000): Determining social rank in ungulates: A comparison of aggressive interactions recorded at a bait site and under natural conditions. *Ethology* 106: 945–955
- DE VRIES, H. (1995): An improved test of linearity in dominance hierarchies containing unknown or tied relationships. *Anim. Behav.* 50: 1375–1389
- DE VRIES, H. (1998): Finding a dominance order most consistent with a linear hierarchy: A new procedure and review. *Anim. Behav.* 55: 827–843
- DE VRIES, H.; NETTO, W. J.; HANEGRAAF, P.L.H. (1993): MATMAN: a program for the analysis of sociometric matrices and behavioural transition matrices. *Behaviour* 125: 157–175
- DE VRIES, H.; APPLEBY, M. C. (2000): Finding an appropriate order for a hierarchy: A comparison of the I&SI and the BBS methods. *Anim. Behav.* 59: 239–245
- DIXON, W.Y.; MOOD, A. M. (1946): The statistical sign test. *J. Am. Statist. Assoc.* 41: 121–132.
- DREWS, C. (1993): The concept and definition of dominance in animal behaviour. *Behaviour* 125: 283–313
- KENDALL, M.G. (1962): Rank correlation methods. Griffin, London
- LAMPRECHT, J. (1986): Social dominance and reproductive success in a goose flock (*Anser indicus*). *Behaviour* 97: 50–65
- LANDAU, H. G. (1951): On dominance relations and the structure of animal societies: 1. Effect of inherent characteristics. *B. Math. Biophys.* 13: 1–19
- LANGBEIN, J.; PUPPE, B. (im Druck): Analysing dominance relationships by sociometric methods – a plea for a more standardised and precise approach in farm animals. *Appl. Anim. Behav. Sci.*
- LOHSE, H.; LUDWIG, R.; Röhr, M. (1982): Statistische Verfahren. Verlag Volk und Wissen, Berlin
- MATMAN (1998): Version 1.0 for Windows, Noldus Information Technology, Wageningen, The Netherlands
- MCGLONE, J. J. (1986): Influence of resources on pig aggression and dominance. *Behav. Process* 12: 135–144
- MENDL, M.; ZANELLA, A. J.; BROOM, D. M. (1992): Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs. *Anim. Behav.* 44: 1107–1121

- OTTEN, W.; PUPPE, B.; KANITZ, E.; SCHÖN, P. C.; STABENOW, B. (1999): Effects of dominance and familiarity on behaviour and plasma stress hormones in growing pigs during social confrontation. *J. Vet. Med. A* 46: 277–292
- OTTEN, W.; PUPPE, B.; KANITZ, E.; SCHÖN, P. C.; STABENOW, B. (2002): Physiological and behavioral effects of different success during social confrontation in pigs with prior dominance experience. *Physiol. Behav.* 75: 127–133
- PUPPE, B. (1996): Soziale Dominanz- und Rangbeziehungen beim Hausschwein: eine kritische Übersicht. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 109: 457–464
- PUPPE, B. (1998): Effects of familiarity and relatedness on agonistic pair relationships in newly mixed domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 58: 233–239
- PUPPE, B.; TUCHSCHERER, M. (1994): Soziale Organisationsstrukturen beim intensiv gehaltenen Schwein 3. Mitt.: Ethologische Untersuchungen zur Rangordnung. *Arch. Tierz.* 37: 309–325
- SAMBRAUS, H. H.; OSTERKORN, K. (1974): Die soziale Stabilität in einer Rinderherde. *Z. Tierpsychol.* 35: 418–424
- SCHJELDERUP-EBBE, T. (1922): Beiträge zur Sozialpsychologie des Haushuhns. *Z. Psychol.* 88: 225–252
- SYME, G. J. (1974): Competitive orders as measures of social dominance. *Anim. Behav.* 22: 931–940
- VAN HOOF, J. A. R. A. M.; WENSING, J. A. B. (1987): Dominance and its behavioral measures in a captive wolf pack. In: Frank, H. (Ed.), *Man and Wolf*. DRW Junk Publishers, Dordrecht, pp. 219–252

Analyse des lokomotorischen Verhaltens bei Masthähnchen ***Analysis of Movement Behaviour in Broilers***

KLAUS REITER

Zusammenfassung

Das lokomotorische Verhalten stellt ein wichtiges Element im Verhaltensrepertoire der Hühner dar und ist eng mit der Futter- und Wasseraufnahme, dem Erkundungs- und Fluchtverhalten sowie dem Sozialverhalten verbunden.

Die Raum- und Zeitmuster sind zur Beschreibung dieses Verhaltens wesentlich. Mit Hilfe eines Videotracking-Systems (Videokamera, verbunden mit einem PC) wurden die Bewegungen von Legehennen und Broilern beim Laufen auf einem Laufband aus dorsaler Sicht registriert. Die Daten zeigten, dass Broiler ein anderes Laufmuster aufweisen als Legehennen. Legehühner setzen die Füße beim Laufen unter den Körperschwerpunkt. Im Gegensatz dazu bewegen Masthühner den Körper zum Ausführen eines Schrittes über das jeweilige Stützbein. Dadurch entstehen während des Laufens pendelnde Körperbewegungen. Mit dieser Methode kann das Laufmuster objektiv bestimmt werden und der Einfluss von Beinschwächen analysiert werden. Das Zeitmuster des Laufens wurde mit Infrarot-Bewegungsmeldern aufgezeichnet. Die Daten wurden mit Zeitreihenanalysen ausgewertet. Masthähnchen zeigten bei einem Lichtprogramm von 23 Stunden Licht und einer Stunde Dunkelheit keinen 24-Stundenrhythmus. Bei einem Lichtprogramm von 16 Stunden Licht und 8 Stunden Dunkelheit waren ein 24-Stunden-, ein 12 und ein 6 Stundenrhythmus ausgeprägt. Mit dieser Methode können Beleuchtungsprogramme bei der Haltung von Masthähnchen optimiert werden.

Summary

Locomotor behaviour is an important element in the chickens behavioural repertoire and is closely linked with intake of food and water, exploratory and flight behaviour, as well as social behaviour.

The analysis of movements in space and time are the basis for description of this behaviour. The locomotor pattern of laying hens and broilers walking on a treadmill was recorded from a dorsal viewpoint using a videotracking system (video camera linked up to a PC). The data showed that broilers have a different locomotor pattern to laying hens. Laying hens place their feet under their bodies' centre of gravity while walking. In contrast to this, broilers move their whole body over the respective supporting leg for each step. This causes the body to oscillate while walking. The computer-assisted analysis was able to deduce parameters that allowed gait anomalies to be recognised. In a lighting programme with one hour darkness the broilers showed no marked periodicity in motor activity and in feed intake. In the programme with 8 hours of darkness 24 h periodicity with low power intensity was observed in the first week of life only. From the second week onward the typical rhythm with harmonic periods of 24, 12 and 6 hours duration was detected circadian and ultradian rhythms were therefore observed. In the fifth week the broilers increased their motor and

feeding activity during the night and showed no clear maxims of activity during the light period. The intensity of power was much lower in comparison to the 3rd week. The analysis of rhythm of activity can use for optimisation of light programs.

1 Einleitung

Das lokomotorische Verhalten ist ein Verhaltensmerkmal von großer Bedeutung. Es wird zentral gesteuert und ist in das Verhalten verschiedener Funktionskreise, dem Futteraufnahme-, Flucht-, Erkundungs- und Sozialverhalten integriert (TEMBROCK, 1982). Das lokomotorische Verhalten wird wie alle Verhaltensmerkmale sowohl vom Genotyp als auch von der Umwelt beeinflusst. Die Motivation zu diesem Verhalten resultiert einerseits aus der Spontanaktivität (genetischer Anteil) und andererseits aus der Reaktion auf Umweltreize. Umweltfaktoren können dabei über die direkten Regelungsmechanismen im Gehirn oder über die verschiedenen Funktionskreise wirken (MC FARLAND, 1989). Beim Masthuhn (Broiler) stellt die Laufaktivität das wichtigste lokomotorische Verhalten dar. Der Broiler weist eine deutlich geringere Laufaktivität als das Legehuhn auf. Die Selektion auf hohes Wachstum hat in den letzten 20 Jahren zu einer deutlichen Reduzierung der Mastzeit der Broiler geführt. Als Begleiterscheinungen des Anstiegs der Wachstumsrate treten verstärkt Beinschwächen auf (SØRENSEN, 1992). Mit zunehmendem Alter sinkt der Anteil der Laufaktivität von 12 % auf 2–6 % der Gesamtaktivitäten und der Anteil des Ruhens steigt auf 80 %–90 % (BESSEI, 1992).

Die Verluste, die durch Beinschäden entstehen, liegen bei 2–4 % (GRASHORN 1987, HESTER 1994). Untersuchungen in Praxisbetrieben zeigten, dass Beinschwächen in unterschiedlichen Graden bei bis zu 30 % der Tiere auftreten können (RIDDELL 1992, SANOTRA 2001). Damit besitzt diese Problematik neben wirtschaftlichen Gesichtspunkten auch Tierschutzrelevanz. Die Erfassung der Beinschwächen erfolgte bisher nach subjektiven Kriterien (KESTIN et al., 1992). Deshalb besteht die Notwendigkeit, objektive Messmethoden zur Analyse des Laufverhaltens zu entwickeln.

Die Entstehung von Beinschwächen wird durch verschiedene Ursachenkomplexe beeinflusst. Dabei gelten das Wachstum der Tiere (REITER, K.; W. BESSEI 2001); die Laufaktivität und die Knochenbildung als wesentliche Einflussgrößen (REITER, K.; W. BESSEI 1998; REITER, K. 2002). Die Bedeutung der Laufaktivität dabei kann durch zielgerichtete Versuche analysiert werden. Die Basis dazu sind exakte Methoden zur Analyse der Raum- und Zeitmuster dieses Verhaltens.

2 Methoden zur Analyse des lokomotorischen Verhaltens

2.1 Analyse des Bewegungsmusters

Zur Analyse der Bewegungsmuster beim Laufen von Masthähnchen wurde ein Laufband, zwei Meter lang und 60 Zentimeter breit, verwendet. Das Laufband war mit einem 50 cm hohen Gitter umgeben und in drei Bereiche strukturiert, ein Startbereich, das Laufband an sich und ein Bereich mit Futtertrog. Vom Startbereich aus konnten die Tiere das Laufband betreten. Am Ende des Laufbandes war ein Fressplatz eingerichtet. Die Steuerung des Laufbandes erfolgte über ein Lichtschrankensystem. Zur Einstellung der Bandgeschwindigkeit

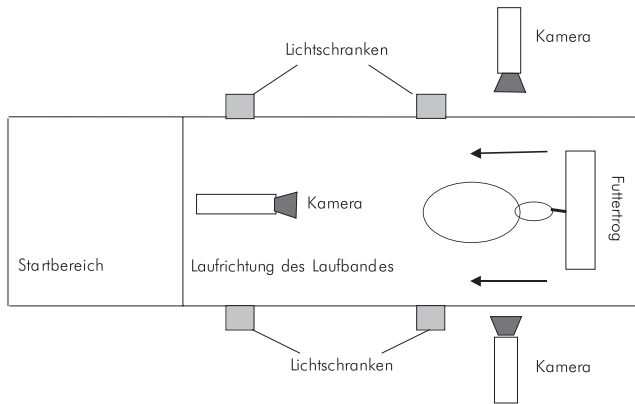


Abb. 1: Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus zur Bewegungsmusteranalyse
Portrayal of experimental design for analysis of locomotor pattern

wurden die Untersuchungsergebnisse eines Vorversuches herangezogen, bei dem eine mittlere Laufgeschwindigkeit eines vier bis sechs Wochen alten Broilers ermittelt wurde, die zehn Meter je Minute betrug. Die Masthähnchen wurden vom ersten Lebenstag an auf dem Laufband trainiert, da sich ältere Tiere nur sehr schwer an die Versuchsausrüstung gewöhnen. Im Gegensatz zu den Masthühnern lernten die Legehennen das Laufen auf dem Laufband innerhalb von zwei Tagen.

Die Bewegungsmuster der einzelnen Versuchstiere wurden mit drei Videokameras aufgenommen (Abb. 1).

Für die Filmaufnahmen wurden Panasonic-Kameras mit einem 1:1,8 Objektiv verwendet. Zwei Kameras erfassten die Bewegung der laufenden Tiere von der linken und rechten Seite (lateral) und eine Kamera zeichnete die Bewegungsabläufe von hinten (dorsal) auf. Die Kameras waren in einer Höhe von 20 Zentimetern, in Höhe des Körpermittelpunktes (definierter Punkt am Tier) der Tiere aufgehängt. Die Filmaufnahmen wurden zu Bildreihen weiterverarbeitet, die die Bewegungsmuster des Laufens der Tiere dokumentieren.

Die Auswertung der Filmaufnahmen kann auf verschiedenen Wegen erfolgen. Eine Möglichkeit besteht darin, die Bewegungen von einzelnen Punkten des Tieres Bild für Bild mit Hilfe eines aufgetragenen Maßstabes auf einem Monitor auszumessen. Durch eine automatisierte Erfassung der Bewegungsmuster mit Hilfe eines Videotracking-Systems (REITER und BESSEL, 1997) ist die Auswertung kürzer und genauer. Die Erfassung der Versuchsdaten erfolgte rechnergestützt, wobei eine Kamera über ein Hardwaremodul mit einer Videokarte in



Abb. 2: Versuchsaufbau zur Erfassung des Bewegungsmusters mit einem Videotracking-System
Experimental design for registration of locomotor pattern with videotracking system

einem PC verbunden wurde (Jander Videometric Systems). Damit konnten die Bewegungen von einzelnen Punkten auf der x- und y-Ebene verfolgt und deren Positionen in definierten Intervallen abgespeichert werden. Der Versuchsaufbau ist in Abbildung 2 zu sehen.

Zur Erfassung des Bewegungsmusters des Laufens wurden die Hühner an definierten Körperpunkten markiert. Durch Vorversuche war festgestellt worden, dass eine Analyse der Bewegungen aus dorsaler Sicht unter Einbeziehung der Bewegungen des Körpermittelpunktes und der Beinbewegungen das Laufverhalten ausreichend genau erfasst. Zur Erfassung der Laufbewegungen wurden am Versuchstier an definierten Punkten selbstklebende, 2 x 2 cm große Reflexfolien angebracht. Die reflektierenden Folien erzeugten 3 Punkte auf dem Bildschirm, welche vom vorab beschriebenen Videotrackingssystem aufgezeichnet wurden.

Der Einsatz des Laufbandes gewährleistete einen konstanten Abstand zwischen der Kamera und den Messpunkten. Ein gleichzeitig mitgefilmter Bezugspunkt garantierte die maßstabgerechte Registrierung der Bewegungen auf der x- und y-Achse. Bei der Auswertung der Bewegungsmuster wurden mittels einer speziellen Software die Entfernungen der Punkte auf der x- sowie y-Achse vom 0-Punkt automatisch ermittelt und als Zahlenwerte in Millimetern als ASCII-Files gespeichert. Die Daten wurden für die weiteren Berechnungen und für die grafische Darstellung in Form von Kinetogrammen genutzt. Die Registrierung der Punkte erfolgte mit einer Erfassungsfrequenz von 100 Bildern je Sekunde.

Im Einzelnen wurden die Bewegungen des Körpermittelpunktes und des linken und rechten Fußes (distales Ende des Tarsometatarsus) auf der x- und y-Achse über einen Zeitraum von 30 bis 60 Sekunden verfolgt.

2.2 Analyse der Zeitmuster des lokomotorischen Verhaltens

Das Zeitmuster der Laufaktivität wurde in speziellen Boxen 1,2 x 1,2 m aufgenommen. Diese waren mit Hobelspänen eingestreut, Futter und Wasser standen ständig zur Verfügung. Die Steuerung des Lichtes und der Heizung erfolgte über einen Steuer-PC. Die Aktivität der Tiere



Abb. 3: Versuchsboxen zur Erfassung der Aktivitätsrhythmik
Experimental box for analysis of rhythm of activity

wurde mit Hilfe von Infrarot-Bewegungsmeldern aufgenommen und auf einem Rechner in 1-Minutenintervallen abgespeichert. Sechs Masthähnchen, drei weibliche und drei männliche, befanden sich in den Boxen (Abbildung 3).

Zur Datenaufnahme standen sechs Boxen zur Verfügung. In drei Boxen wurde ein Lichtprogramm mit 23 Stunden Licht und einer Stunde Dunkelheit und in den weiteren drei Boxen ein Lichtprogramm mit 16 Stunden Licht und acht Stunden

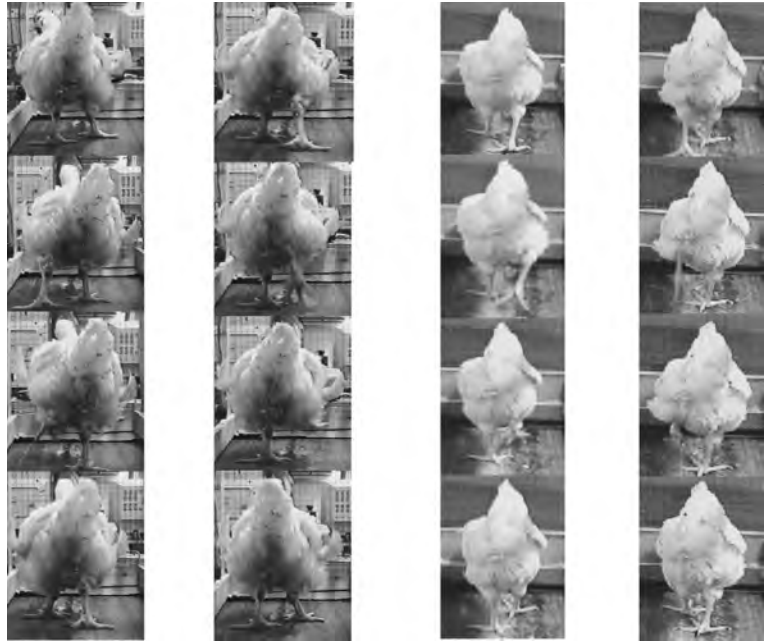


Abb. 4: Einzelbilder des Bewegungsmusters beim Laufen von einem Masthuhn und einer Legehähne
Frames of locomotor pattern of one broiler and one laying hen

Dunkelheit gefahren. Die Beleuchtungsintensität lag bei 120 LUX. Die Masthähnchen wurden fünf Wochen gehalten. Das Gewicht wurde wöchentlich registriert. Die Aktivitätswerte wurden einer Zeitreihenanalyse unterzogen. Dazu wurde das Programm STATISTIKA 5.0 verwendet. In einem ersten Schritt wurden die Werte wochenweise zusammengefasst (sieben Tage) und mit Hilfe einer Autokorrelationsfunktion geglättet und anschließend diese Werte einer Fourier-Analyse unterzogen.

3 Das Raum- und Zeitmuster des lokomotorischen Verhaltens von Masthähnchen

Abbildung 4 zeigt charakteristische Einzelbilder des Bewegungsmusters beim Laufen eines Broilers und einer Legehähne.

Die Masthühner verlagerten zur Ausführung eines Schrittes den Körperschwerpunkt über das jeweilige Stützbein. Dadurch entsteht eine charakteristische Pendelbewegung beim Laufen. Diese für Masthühner charakteristische Bewegung ist beim Legehuhn nicht zu beobachten. Die Legehühner setzen beim Laufen die Füße unter den Körperschwerpunkt. Die Beinbewegung erfolgt kontinuierlich nach kurzen Phasen mit beidbeinigem Bodenkontakt.

Mit Hilfe des Videotrackingssystems ist eine exaktere Analyse des Bewegungsmusters möglich. In Abbildung 5 sind die Bewegungen im Raum und in der Zeit auf der horizontalen und vertikalen Ebene dargestellt.

Die Aktivität der Tiere war bei dem Lichtprogramm mit 23 L : 1 D während der Dunkelperiode reduziert. Es war jedoch kein 24-Stundenrhythmus ausgeprägt. Beim Lichtprogramm mit 16 L : 8 D war der charakteristische Rhythmus mit Maxima zu Beginn und Ende des Licht-

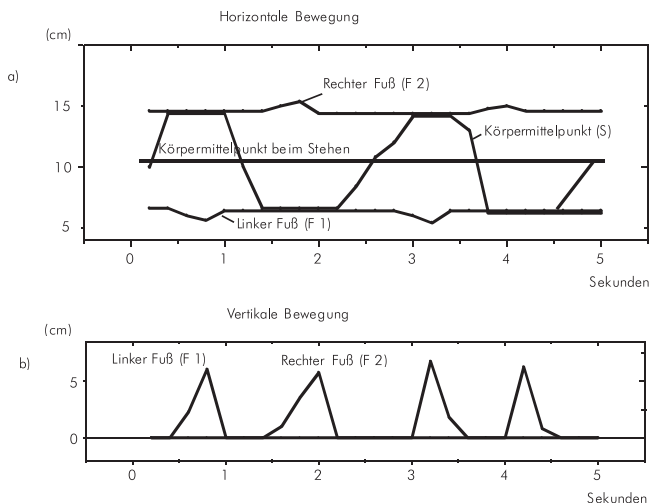


Abb. 5: Kinetogramm des Laufens eines Masthuhnes:
 a) Horizontale Bewegungen des Körpermittelpunktes und der Füße auf der x-Achse
 b) Vertikale Bewegungen beider Füße auf der y-Achse
Kinetogram of locomotion of one broiler

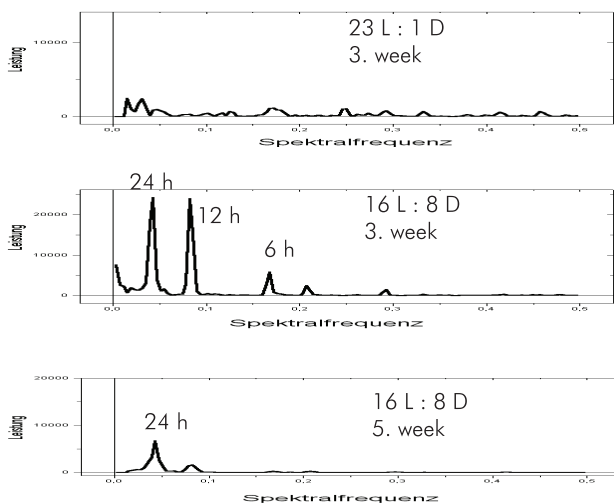


Abb. 6: Powerspektren der Aktivität von Broilern bei 23 L : 1 D (A), bei 16 L : 8 D in der 3. Lebenswoche (B) und in der 5. Lebenswoche bei 16 D : 8 D
Power spectrums of broiler activity data in 1 D : 23 L, 3. week (A), in 8 D : 16 L, 3. week (B) and in 8 D : 16 L, 5. week (C)

tages festzustellen. Die Broiler zeigten in der dritten Lebenswoche Rhythmen von 24, zwölf und sechs Stunden. In der 5. Lebenswoche war die Nachtaktivität der Broiler erhöht, so dass die 12- und 6-Stundenrhythmen nicht mehr feststellbar waren. Abbildung 6 zeigt die Powerspektren von Masthähnchen bei verschiedenen Lichtprogrammen in der 3. und 5. Lebenswoche.

Die Analyse von Zeitreihen der lokomotorischen Aktivität bei Broilern kann zur Optimierung der Haltungsbedingungen in der Hähnchenmast genutzt werden. Das Licht ist ein wesentlicher Faktor bei der Steuerung der Bewegungsaktivität von Masthühnern. Durch zielgerichtete Maßnahmen zur Veränderung der Haltungsumwelt und durch Veränderungen der Wachstumsintensität in einzelnen Mastabschnitten können die Beinprobleme bei Masthähnchen verringert werden.

4 Literatur

- BESSEI, W. (1992): Das Verhalten von Broilern unter intensiven Haltungsbedingungen. Arch. Geflügelk. 56: 1–7
- GRASHORN, M. (1987): Untersuchungen zur Frage der Abgänge in Broilerherden. Arch. Geflügelk. 51: 220–233
- HESTER, P. Y. (1994): The role of environment and management on leg abnormalities in meat-type fowl. Poult. Sci. 73: 904–915
- KESTIN, S. C.; KNOWLES, T. G.; TINCH, A. E.; GREGORY, N. G. (1992): Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. Vet. Rec. 131: 190–194
- McFARLAND, D. (1989): Biologie des Verhaltens. VCH Verlags-AG, Basel
- REITER, K.; BESSEI, W. (1998 a): Einfluß der Laufaktivität auf die Knochenentwicklung und Bein-schäden bei Broilern. Arch. Geflügelk. 64: 247–253
- REITER, K.; BESSEI, W. (2001): Effect of reduced weight load on locomotor activity and leg disorders in broiler chickens. 6th Europ. Symp. on Poultry Welfare, Zollikofen, Switzerland: 113–117
- REITER, K. (2002): Untersuchungen zum lokomotorischen Verhalten bei Masthühnern. Habilitationsschrift, Universität Hohenheim
- RIDDELL, C. (1992): Non-infectious disorders of poultry: An overview. In: C. C. Whithead (Hrsg.), Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry, Carfax Publishing Company, Oxfordshire: 119–145
- SANOTRA, G. S. (2001): Monitoring leg problems in broilers: a survey of commercial broiler production in Denmark. W. Poult. Sci. J. 57: 5–12
- SØRENSEN, P. (1992): The genetics of leg disorders. In: C. C. Whithead (Hrsg.), Bone Biology and Skeletal Disorders in Poultry, Carfax Publishing Company, Oxfordshire: 213–229
- SØRENSEN, P.; KESTIN, S. (1997): Early feed restriction as a method to improve leg conditions in broilers. 5th Europ. Symp. of Poultry Welfare, Wageningen: 119–120
- TEMBROCK, K. (1982): Spezielle Verhaltensbiologie der Tiere. Fischer Verlag, Jena.

Schmerz, Angst und Leiden – Die belastenden Befindlichkeiten der Tiere *Pain, Anxiety and Suffering the Uncomfortable Feelings of Animals*

HEINZ MEYER

Zusammenfassung:

Schmerz, Angst und Leiden werden als belastende Befindlichkeiten expliziert, aber als eigenständige Modi solcher Befindlichkeiten. Die belastenden Befindlichkeiten (von Mensch und Tier) werden weiter als evolutionäre Errungenschaften interpretiert, und zwar als biologische Errungenschaften, die das Leben (in riskanten Situationen) grundsätzlich fördern. Sie tun dies, indem sie die Individuen motivieren, sich und/oder die Umstände zu ändern. Ihre motivierende Kraft gewinnen diese Befindlichkeiten gerade dadurch, dass sie die Individuen belasten und so dazu animieren, sich der (Ursachen der) Belastung zu entledigen. Die Belastung stellt somit die Voraussetzung und auch den Preis für die Förderung des Lebens durch solche Befindlichkeiten dar. Es ist wohl biologisch zweckmäßig, dass die belastenden Befindlichkeiten intensiver motivieren als die angenehmen.

Summery

Pain, anxiety, and suffering here are explicated as uncomfortable feelings, it means as differentiated modes of emotional discomfort. Furthermore the uncomfortable feelings (of men and animals) are interpreted as evolutionary achievements respective biological achievements, which in principal promote the live (in risky situations). They get this function, while they motivate the individuals, to change themselves and/or the circumstances. The uncomfortable feelings gain their motivational impact by their quality of discomfort, which animates the individuals, to get rid of (the causes of) these feelings. It means, the quality of discomfort is premise and cost together, which promote the live by these feelings. It seems biologically useful, that the motivational impact of the emotional discomfort is stronger than the impact of the pleasant feelings.

1 Einführung

Das Deutsche Tierschutzgesetz untersagt in seinem ersten Paragraphen, Tieren ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zuzufügen. Das Schweizer Tierschutzgesetz verbietet darüber hinaus, ein Tier in Angst zu versetzen beziehungsweise ihm Angst zu „machen“. Diese Erweiterung ist sinnvoll, insofern die Ängste von den Schmerzen und dem Leiden abgehobene Befindlichkeiten darstellen. Schmerzen neben dem Leiden respektive den Leiden ausdrücklich zu erwähnen, ist logisch ausschließlich dann angezeigt, wenn Erste sich von Letzterem beziehungsweise Letzteren als ein (weitgehend) eigenständiger Modus von Befindlichkeiten unterscheiden. Das heißt auch, wenn das Leiden nicht als Sammelkategorie belastender Befindlichkeiten verstanden wird beziehungsweise die Leiden nicht so ver-

standen werden. Eine solche Unterscheidung erreicht man nicht schon dadurch, dass man die Leiden als „protrahierte Schmerzen“ (GRAUVOGL 1983) definiert.

Problematisch ist es ebenfalls, die Leiden als all jene belastenden Befindlichkeiten zu begreifen, die nicht Schmerzen darstellen (BUCHHOLTZ et al. 1998). Ein derartiges Verständnis bedeutet nämlich, die belastenden Befindlichkeiten hinsichtlich der Schmerzen zu differenzieren, hinsichtlich der übrigen Modi aber nicht.

Die Unterscheidung verschiedener Modi belastender Befindlichkeiten beim Tier impliziert, differenzierte Aussagen über das mit den objektiven Methoden des cgs-Systems nicht greifbare Psychische eines Tieres zu machen und dabei auf Interpretationen angewiesen zu sein, die nicht eindeutig und nicht für jedermann verbindlich demonstrierbar sind. Trotz dieser Schwierigkeit beim Erfassen sind die Befindlichkeiten freilich nicht weniger real als die exakt messbaren physischen Strukturen eines Organismus.

Das methodische Problem der Erfassbarkeit des Psychischen bleibt hier bei der Darstellung der verschiedenen Modi von Befindlichkeiten stets präsent. Sich dieser methodischen Probleme bewusst zu sein impliziert nämlich nicht die Konsequenz, nur das exakt Erfassbare zu berücksichtigen, das heißt die Befindlichkeiten zu ignorieren (GRAUVOGL 1983; LOEFFLER 1990 und 1993a; SAMBRAUS 1991). Vor allem wegen ihrer belastenden Qualität wird hier über Befindlichkeiten gesprochen, das heißt auch, es werden die mit subjektiven Interpretationen verbundenen Aussagen über relevante Phänomene den exakten Feststellungen zu diversen weniger relevanten Tatsachen vorgezogen. Bei dieser Entscheidung bleibt berücksichtigt: Die Erkennbarkeit durch den Menschen ist kein Kriterium für die Evolution und die Leistungsfähigkeit der bereits auf prähominider Stufe ausgebildeten Lebensphänomene.

Die methodische Reflexion verbindet sich freilich mit dem Bemühen, das eigene Urteil möglichst weitgehend abzusichern und dem Grad der Absicherung entsprechend vorsichtig zu formulieren. Die methodische Reflexion geht ferner mit dem Bestreben einher, repräsentative somatische Korrespondenzen des Psychischen aufzufinden und so mit Hilfe valider und reliabler Parameter die Objektivierbarkeit der Aussagen über die Befindlichkeiten zu verbessern (ZINTZSCH 1994; Fachgruppe Verhaltensforschung 1997a und 1997b). Die (zuverlässig ermittelte und) in exakten Zahlen ausgedrückte Konzentration einer bestimmten Substanz im Blutserum ist jedoch selbst im methodischen Idealfall nur ein Indiz für eine belastende Befindlichkeit. Der qualitative Unterschied zwischen dem physiologischen Phänomen und der Befindlichkeit bleibt bei empirisch-rationaler Orientierung der Erkenntnis offensichtlich. Relevant ist er vor allem dort, wo die Belastung eines Lebewesens durch bestimmte Befindlichkeiten zur Diskussion steht und das ethische Postulat begründet, Schmerzen, Ängste und Leiden – bei Mensch und Tier – möglichst weitgehend zu vermeiden.

Bei den höher organisierten Tieren ist meines Erachtens weniger die Unterstellung des Erlebens und mehr dessen Negieren oder Ignorieren problematisch. Ein den menschlichen Befindlichkeiten prinzipiell ähnliches Erleben anzunehmen, liegt nämlich aufgrund der Indizien nahe. Indizien stellen in diesem Sinne die bei Mensch und Tier homologen neuronalen Strukturen und Verläufe dar, ferner die Veränderungen dieser Strukturen und Verläufe bei Krankheitsprozessen sowie bei pharmakologischer Beeinflussung, weiter die Ähnlichkeiten in der Äußerung von Befindlichkeiten und in der Reaktion auf diese, auch die ähnlichen Verhaltensmodifikationen im Rahmen von Lernprozessen, in denen Befindlichkeiten eine integrale Komponente bilden. Die Überlegungen zur Evolution sowie zur Funktion von Befind-

lichkeiten legen die weitgehende respektive prinzipielle Konvergenz menschlichen und tierischen Erlebens ebenfalls als die keiner Zusatzannahmen bedürftige Deutung nahe.

Die „weitgehende respektive prinzipielle Konvergenz“ beinhaltet vor allem die Übereinstimmung in einem Erleben mit den polaren Qualitäten des Angenehmen einerseits und des belastenden Unwohlseins andererseits. Die Emotionen der „höheren“ Tiere sind denen des Menschen, wie LORENZ (1983) formulierte „brüderlich verwandt“. Aufgrund der zuvor genannten Indizien ist gewiss von den so genannten „höheren“ Tieren anzunehmen, Schmerzen zu erleben und auf „Schmerz“reize nicht „nur“ – wie wahrscheinlich die Kriechtiere, die Lurchen und die Würmer – mit Abwehr- und Ausweichmaßnahmen zu reagieren. Die Indizien lassen ebenfalls das Erleben von Ängsten vermuten, ferner Modi des Leidens.

2 Die Schäden

Um die verschiedenen Arten von Befindlichkeiten voneinander und diese von den physischen sowie von den psychischen Schäden abzuheben, ist es sinnvoll von den Schäden auszugehen. Eine eindeutige Bestimmung des Begriffs „Schäden“ respektive „Schaden“ liefern weder das Tierschutzgesetz noch dessen Kommentatoren. Bei der näheren Erörterung des Begriffs stellt sich vor allem das Problem, die Schäden im Sinne des Gesetzes von den „physiologischen“ und weiter von den „pathologischen“ Abweichungen von den „idealen“ Strukturen und Funktionen, sie ferner von den kurzfristigen Störungen und sie zudem von einem „normalen“ alters- und nutzungsbedingten „Verschleiß“ abzugrenzen.

Pragmatisch sind als Schäden zu verstehen: die mehr oder minder weitgehenden sowie mehr oder minder dauerhaften Zerstörungen respektive die dysfunktionalen („pathologischen“) Veränderungen von somatischen Strukturen sowie die mehr oder minder weitgehenden und mehr oder minder dauerhaften Störungen (dysfunktionalen Abläufe) von somatischen und psychischen Funktionen. Das Ausmaß der dysfunktionalen Alterationen wird vor allem durch die Art, die Reichweite und die Dauer bestimmt, in denen generell die artgemäße Entfaltung des Organismus und speziell das der Bedarfsdeckung sowie der Schadensvermeidung (TSCHANZ 1982; 1985; 1993) dienende Verhalten und Erleben sowie das hyper-telische Verhalten und Erleben (TINBERGEN 1950; PORTMANN 1969) beeinträchtigt werden. Bei den Schäden handelt es sich also nicht nur um Veränderungen physischer Strukturen und Funktionen, sondern auch um solche psychischer Abläufe, von denen freilich angenommen wird, dass ihnen eine Störung der physischen Strukturen entspricht (MEYER 2000b).

Als tierschutzrelevant sind vor allem diejenigen Schäden anzusprechen, die ein gewisses (veterinärmedizinisch und durch gesellschaftsspezifische Einstellungen definiertes) Ausmaß erreichen. Ferner sprechen wir in diesem Zusammenhang von Schäden, die aus artwidriger Aufzucht, Haltung, Fütterung sowie Nutzung resultieren und die bei artgemäßer Aufzucht, Haltung, Fütterung und Nutzung vermeidbar sind, schließlich Schäden, die man – aufgrund einer besonderen, gesellschaftlich akzeptierten Rechtfertigung bestimmter Nutzungsweisen der Tiere – in Kauf nimmt.

3 Evolution und Funktion der Befindlichkeiten

Das Verständnis für die Belastung des Tieres durch Befindlichkeiten lässt sich durch die Erläuterung der Evolution und der biologischen Funktion der Befindlichkeiten fördern: Die Existenz von Psychischem gehört nicht generell zum Leben; das Psychische tritt vielmehr erst auf einer bestimmten Stufe der Differenzierung von Lebendigem auf. Selbst die belastenden Befindlichkeiten stellen keine Strafe der Götter (für den Sündenfall der Menschen), sondern evolutionäre Errungenschaften dar, und zwar Errungenschaften, die das Leben prinzipiell fördern. Die prinzipielle Förderung schließt die Belastung bestimmter Individuen, die Belastung in bestimmten Situationen oder unter bestimmten Bedingungen nicht aus. Solche Belastungen sind vielmehr der „Preis“, den Individuen für die prinzipielle Förderung ihrer Existenz durch Befindlichkeiten zahlen. Evolutionsprodukte stellen nämlich keine in jeder Hinsicht idealen Errungenschaften, sondern in der Regel praktikable Mittel zur Förderung des Lebens dar.

Die Entwicklung von Befindlichkeiten gehört ebenso zu den Steuerungseinrichtungen des Organismus wie die des endokrinen Systems. Mit Hilfe solcher Steuerungseinrichtungen schafft es der Organismus, sein inneres Milieu bei veränderten Umweltbedingungen (Stressoren) homöostatisch zu erhalten beziehungsweise ein Verhalten zu veranlassen, das dazu dient, die Belastung durch die veränderten Umweltbedingungen auszuschalten oder zumindest zu reduzieren (ZINTZSCH 1994). Die Schutzfunktion der Steuerungseinrichtungen machen vor allem die Tiere deutlich, bei denen im Experiment die Funktionsfähigkeit bestimmter endokriner Systeme und der mit diesen zusammenhängenden Befindlichkeiten unterbunden wurde. Ein besonders eindrucksvolles Beispiel für die steuernde Funktion stellt die Leistung der Kortikosteroide bei der Aufrechterhaltung der Kreislaufhomöostase im Stress dar.

Das Leben geht freilich über den pauschalen Einsatz von Befindlichkeiten zur Steuerung seiner Funktionen hinaus. Es evolvierte nämlich auch die Möglichkeit, in speziellen Situationen die Auswirkungen von Befindlichkeiten zu unterbinden beziehungsweise Befindlichkeiten nicht so auszubilden, wie es üblicherweise aufgrund einer bestimmten Wahrnehmung geschieht. Bekannt ist in dieser Hinsicht insbesondere die Unterdrückung oder die Abschwächung nozizeptiver Informationen durch die Sezernierung körpereigener Opiate und anderer körpereigener Substanzen im Rahmen der Weiterleitung der Schmerzinformation. Die Schmerzreduktion im Stress zum Beispiel lässt sich häufig beobachten. In ähnlicher Weise – mindert das Leben so der derzeitige Stand der Forschung – selbst mit Hilfe von Bewegungstereotypen Belastungen. Zumindest verschiedene stereotype Verhaltensmuster versteht man heute im Zusammenhang mit der erhöhten Konzentration körpereigener Opiate. Die von deren Wirkung erfahrene Entlastung erklärt unter anderem viel von der Korrekturresistenz solcher Verhaltensmuster (SAMBRAUS 1993; LEBELT 1999). Bei der elektrischen Stimulation von Nerven oder bei der Akupunktur bedient man sich der genannten Sezernierung körpereigener Opiate in therapeutischer Absicht.

Das Psychische entfaltet sich – wie gesagt – auf der Basis der mehr oder minder diffusen polaren Grundbefindlichkeiten, nämlich von Wohlfühlen einerseits und Unwohlsein andererseits. Diese Qualitäten werden auch bei fortgeschrittener Differenzierung als basale Beschaffenheiten beibehalten. Beide Modi von Befindlichkeit gewannen eine integrale biologische Funktion; der positive motiviert den Organismus, das Leben in der vorliegenden Weise und unter den gegebenen Bedingungen fortzusetzen, der negative bewegt dazu, sich und/oder

die Umwelt zu ändern, das heißt das Leben und/oder dessen Umstände zu modifizieren. Die Abwehr- sowie die Ausweichreaktionen und auch die Schonhaltungen (bei Schmerzen) gehören zu solchen Veränderungen, auch die Resignation gegenüber Lebensbedingungen, die die Bedürfnisse des Organismus ignorieren, die dieser aber nicht zu modifizieren vermag.

Die belastenden Befindlichkeiten scheinen – Mensch und Tier – sogar in stärkerem Maße zu motivieren als das Wohlbefinden. Diese Gegebenheit entspricht der Sachlogik des Lebens, das primär durch das Abwenden von Schäden und Gefahren garantiert wird, erst in zweiter Linie durch die (über die Gefahrlosigkeit hinausgehende) Optimierung der Existenz.

Das Leben hat die Befindlichkeiten als ein effizientes Mittel evolviert, seine Chancen zu verbessern. Das heißt, Individuen lassen sich von Befindlichkeiten zur Veränderung ihrer selbst und/oder der Bedingungen ihrer Existenz motivieren. Die Motivation mit Hilfe solcher Befindlichkeiten gewann Überlebensvorteile, vor allem bei der Bewältigung von lebensgefährdenden Krisen. Eine derart bewegende Kraft stellen auch die weitgehend emotionsfreien Einsichten nicht dar, selbst beim Menschen nicht. Beim Schlag mit dem Hammer auf den Finger zum Beispiel bewirkt vor allem der Schmerz die Modifikation des Verhaltens, nicht die Wahrnehmung der Verfärbung des Daumens und das Wissen um die Ursache und die Folgen dieses pathologischen Prozesses.

Die das Individuum belastende Qualität der „negativen“ Befindlichkeit führt zwar in der Regel zur prompten Verbesserung der Lebenschancen; sie unterbindet aber das Wohlbefinden des Individuums, ja peinigt es. Aber gerade weil die Qual des Schmerzes so belastet und weil der Schmerz nicht in einem kurzfristig wirkenden Signal besteht, sondern in der Regel länger anhält, wirkt diese Befindlichkeit so zuverlässig. Dass die Zuverlässigkeit des Signals auf seiner quälenden Funktion beruht, dass die Belastung des Individuums nicht selten über das für die Auslösung der Veränderung erforderliche Maß hinausgeht, dass sie manchmal auch dort wirkt, wo das Individuum zu einer Veränderung seiner (Über-)Lebenschancen nicht (mehr) in der Lage ist, dass sie schließlich manchmal – nicht selten zum Beispiel bei chronischen Schmerzen – ohne eine (uns erkennbare) lebensfördernde Leistung wirkt, gehört zur „Unvollkommenheit“ der biologischen Errungenschaft „Befindlichkeit“ und speziell „belastende Befindlichkeit“. Unvollkommen ist diese Errungenschaft vor allem angesichts der Entlastung, die Organismen durch das Wohlbefinden erfahren. Die weitreichenden Auswirkungen des Erlebens auf die erlebnisfähigen Organismen bilden den Grund dafür, dass ethische Überlegungen – neben den Schäden – primär das Wohlbefinden beziehungsweise die psychischen Belastungen thematisieren, erst in zweiter Linie die Stabilisation und die Förderung der materiellen Lebensbedingungen.

Die Reflexion der Evolution und der biologischen Funktion der belastenden Befindlichkeiten lässt sich als die Erörterung der den verschiedenen Befindlichkeiten gemeinsamen Grundlage verstehen. Diese Basis ist bei der Differenzierung der belastenden Befindlichkeiten, nämlich bei der gegenseitigen Abhebung von Schmerzen, Ängsten und Leiden im Auge zu behalten.

4 Der Schmerz

Mit dem Begriff „Schmerz“ spricht man in der Regel das unangenehme, peinigende und/oder zur „Verzweiflung“ treibende Erleben an, das eine integrale Komponente des Schmerzsystems darstellt und dazu animiert, Reize, die (das Gewebe) faktisch oder potenziell schädigen,

abzuwehren, sie zu verändern oder zu meiden (SCHMIDT 1990). Zum Schmerzsystem gehören neben solchen und weiteren Reaktionen die Aufnahme der Reize (durch spezielle Rezeptoren) und die Verarbeitung dieser Reize durch verschiedene Bereiche des Nervensystems. Die Reaktionen bestehen in (häufig weitgehenden) psycho-physischen Prozessen, die in der Regel dem Schutz vor den schädigenden Reizen und ihren Folgen sowie der Rekreation nach einer Schädigung dienen. Demnach bestehen die (reflektorisch oder zentral gesteuerten) Reaktionen vor allem in einer als Abwehr oder Meidung verlaufenden Motorik, in der Modifikation der vegetativen Funktionen zu einem (die Energiereserven mobilisierenden) „Alarmzustand“ sowie in dem bereits genannten Erleben, in dem man – wie gesagt – üblicherweise die charakteristische Komponente des „Schmerzes“ sieht. Die Qualität des Erlebens „Schmerz“ geht insbesondere bei den höheren Intensitätsgraden über eine periphere Störung des (ohnehin schwankenden) Wohlbefindens, ferner über das Unangenehme und die Abneigung hinaus, nämlich im Sinne des Erlebens von Bedrohung, Einengung, Machtlosigkeit, Ausgeliefertsein, Desillusion, Pein und/oder Verzweiflung (MEYER 1999).

Ein Teil der physiologischen Prozesse des Schmerzsystems und speziell der Reaktionen verläuft freilich unabhängig vom Erleben; sie sind dem Erleben evolutionär vorgeordnet, erfolgen auf einer Stufe des Nervensystems, die unter der für das Erleben zuständigen liegt, bedürfen also nicht des – im Großhirn ausgebildeten – Bewusstseins. Bei einem anderen Teil der Reaktionen im Rahmen des Schmerzsystems bildet das Erleben eine integrale Komponente, dies unter anderem neben endokrinen Veränderungen, die dann weitere (sekundäre) Reaktionen auslösen.

Die verschiedenen physiologischen Prozesse sowie die unterschiedlichen Weisen, Schmerz zu erleben, machen die Rede von „dem“ Schmerz zu einer Abstraktion, nämlich zu einem – gedanklichen und sprachlichen – Konstrukt, mit dem neben den vielfältigen organischen Strukturen und Abläufen Befindlichkeiten unterschiedlicher Tönung, Intensität, Dauer, Häufigkeit und Lokalisation zusammengefasst werden.

Unter der Belastung durch den Schmerz sowie unter der Belastung durch die Angst oder das Leiden weicht das Leben generell und artspezifisch von seinem üblichen Verlauf (ohne Belastungen und Deprivationen) ab. Die generellen und die artspezifischen Modifikationen der Lebensprozesse werden meist als Symptome, Anzeichen oder Auswirkungen der physischen und/oder der psychischen Belastungen aufgefasst. Die Modifikationen weisen auf die Belastung des Lebens hin; sie stellen aber keine untrüglichen Indikatoren für eine bestimmte Art der psychischen Belastung dar. Nur über die genaue Beobachtung des einzelnen Tieres, über den Vergleich des veränderten Verhaltens mit dem üblichen (artspezifischen und individuellen) Verhalten sowie über die Synopse der Verhaltensänderungen in verschiedenen Funktionsbereichen lässt sich das Urteil absichern. (LOEFFLER 1984; 1993a).

Die Modifikationen der Lebensprozesse bei mehr oder minder intensiver psychischer Belastung kann man in solche des

- Verhaltens,
 - physiologische und
 - endokrinologische
- einteilen, kann sie weiter – unabhängig von den qualitativen Verschiebungen – generell als
- Steigerung oder
 - Minderung der Aktivität
- begreifen, kann sie ferner als

- Abwehrverhalten,
 - Meideverhalten und/oder
 - kompensatorische Verhaltensweisen
- kategorisieren und als Veränderungen von

- Muskeltonus,
- Haltung,
- Physiognomie/Mimik und/oder
- Vokalisation

näher beschreiben.

Ferner können die Modifikationen im Hinblick auf die verschiedenen Funktionsbereiche differenziert werden:

- Fortbewegung
- Nahrungsaufnahme
- Ausscheidung
- Sozialverhalten
- Ruhen
- Spiel
- Körperpflege und Komfortverhalten
- Erkunden

Manche Tierarten scheinen belastende Befindlichkeiten deutlicher anzuzeigen als andere, beziehungsweise wir haben den Eindruck, bei ihnen die Symptome zuverlässiger erkennen und deuten zu können. In der Regel veranlassen einzelne Verhaltensmodifikationen respektive Veränderungen in einzelnen Funktionsbereichen dazu, nach solchen in anderen Funktionsbereichen zu fragen und das Urteil so abzusichern. Angesichts der häufig nicht auszuräumenden Unsicherheit der Feststellung der belastenden Befindlichkeit neigen wir freilich auch dazu, bei körperlichen Schäden und deprivierenden Lebensbedingungen von der Existenz einer belastenden Befindlichkeit auszugehen beziehungsweise diese zu unterstellen. Ein solches Vor-Urteil ist für eine abgesicherte Aussage so lange unproblematisch, wie wir bereit und in der Lage sind, es als Hypothese zu verstehen und an den beobachtbaren Abweichungen vom üblichen Verhalten (ohne deprivierende Umstände) zu überprüfen.

Das menschliche Erleben des Schmerzes wird häufig spezifiziert. Auf Tiere beziehungsweise auf Arten mit anderer neuronaler Organisation lassen sich solche Differenzierungen nur begrenzt übertragen, das heißt, bei ihnen hypothetische Übertragungen nur begrenzt absichern. Diese Einschränkung stellt die grundsätzlich belastende Qualität des Erlebens von Schmerz freilich nicht in Frage.

Bei der Differenzierung des menschlichen Erlebens des Schmerzes wird von Scharfem, Schneidendem, Beißendem oder Scheuerndem gesprochen. In der humanmedizinischen Schmerzforschung hob man unter anderem den schneidenden oder brennenden Schmerz (bei offenen Wunden) vom pochenden, klopfenden oder bohrenden (der Entzündungen), vom stechenden (bei Krämpfen) oder vom ziehenden respektive reißenden (bei rheumatischen Erkrankungen) ab. Ferner unterschied man den Hautschmerz, den Tiefenschmerz, den Eingeweidenschmerz und den übertragenen Schmerz, Letzteren verstanden als einen Schmerz, der von Erregungen der Nozizeptoren der Eingeweide oder der Muskulatur veranlasst, aber – topographisch fehlerhaft – in Strukturen der Körperoberfläche, vor allem in die Haut, projiziert wird. Verschiedene Kriterien gingen in die Unterscheidung von Nozizeptorschmerz, neuropathischem Schmerz, Deafferenzierungsschmerz, reflektorischem Schmerz

und psychosomatischem Schmerz ein. Hinsichtlich ihres Auftretens unterscheidet man meist zwischen (leichter zu ermittelnden) akuten und (schwerer feststellbaren) chronischen oder zwischen akuten, wiederkehrenden respektive phasisch auftretenden (akuten) und chronischen Schmerzen. Für die Beurteilung im konkreten Fall treten die verschiedenen Arten von Schmerzen meist freilich hinter die Feststellung beziehungsweise hinter den Versuch der Feststellung der Schmerzintensität zurück.

Das Deutsche Tierschutzgesetz unterscheidet zwischen (nicht erheblichen) Schmerzen, erheblichen Schmerzen und länger anhaltenden oder sich wiederholenden erheblichen Schmerzen. Als „erheblich“ werden Schmerzen eingestuft, die Kommentatoren mit anderen Worten als „beträchtlich“, „gravierend“, „ungewöhnlich“, „gewichtig“ oder „im Ausmaß bedeutend“ qualifizierten. Das Deutsche Tierschutzgesetz verschweigt die Problematik der konkreten Bestimmung der Erheblichkeit, der Dauer sowie der Wiederholung von Schmerzen. Es überträgt die Aufgabe der Differenzierung der Schmerzen den Gerichten respektive den von diesen beauftragten Gutachtern.

Die Schwierigkeit, eindeutige Parameter für das Vorliegen von Schmerz sowie für dessen besondere Beschaffenheiten zu ermitteln, basiert in erster Linie darauf, dass der Organismus primär nicht spezifisch auf Schmerz, sondern generell auf Stress reagiert und dass zudem praktisch kein physiologisches oder metabolisches System nicht in irgendeiner Weise auf besondere Belastungen antwortet (HAFFERLEY et. al. 1984; MOBERG 1987; ZINTZSCH 1994).

Zahlreiche Tierarten äußern die Belastung durch „negative“ Befindlichkeiten – wie bereits gesagt – nur begrenzt beziehungsweise für das Wahrnehmungsvermögen mit ihnen befasster Menschen weder markant noch eindeutig. Dies ist angesichts der beträchtlichen biologischen Tragweite solcher Befindlichkeiten bemerkenswert und insbesondere für viele Haustiere von Nachteil. Möglicherweise beruhen die Schwierigkeiten, den Ausdruck der Tiere bei psychischer Belastung zu erfassen, aber nicht nur – vielleicht sogar nicht einmal in erster Linie – auf der beschränkten menschlichen Wahrnehmungsfähigkeit beziehungsweise auf der beschränkten interartlichen Kommunikation. Möglicherweise hat sich gerade die als Mitteilung zu verstehende beziehungsweise eine als Mitteilung funktionierende „Äußerung“ nur in geringem Maße ausgebildet. Markantere, offensichtliche und eindeutige Anzeichen hätten unter den Lebensbedingungen der Tiere im Wildstand wahrscheinlich nämlich nicht zu weitreichenden biologischen Vorteilen, sondern sogar zu Nachteilen geführt. Dies wäre unter anderem deshalb der Fall gewesen, weil die demonstrative Bekundung einer Belastung sowie der mit ihr einhergehenden Vitalitätsdepression in der Rangreihe untergeordnete Artgenossen zur Bemächtigung über die Geschwächten veranlasst hätte. Zudem treten Auslöser belastender Befindlichkeiten, besonders solche für Leiden, im natürlichen Biotop wahrscheinlich seltener auf als unter den Lebensbedingungen der domestizierten Nutztiere. Sofern sich im Wildstand suboptimale Bedingungen einstellen, belasten sie meist wahrscheinlich sämtliche Mitglieder eines Verbandes. Und die zu belastenden Befindlichkeiten führenden Umstände werden im Wildstand weniger durch die Hilfe von Artgenossen und mehr durch die vom belasteten Individuum – in mehr oder minder großer Übereinstimmung mit den übrigen Gruppenmitgliedern – geleisteten Verhaltensmodifikationen verändert. Bei den sämtlichen Gruppenmitgliedern betreffenden suboptimalen Bedingungen ist die für Artgenossen bestimmte Information somit nicht erforderlich, bei der Vitalitätsdepression einzelner in der Regel sogar von Nachteil. Das zumindest weitgehend nach dem Prinzip „Eigennutz“ (bisher erfolgreich) arrangierte Leben mißverstehen man, wenn man ihm „humane“ Moralvorstellungen – sie unterscheiden sich beträchtlich von den in Wirklichkeit handlungsleitenden Motiven des

Menschen – als generelle Verlaufsprinzipien unterstellt und insbesondere die biologischen Auswirkungen der Bereitschaft, den Geschwächten zu helfen, nicht bedenkt.

5 Die Angst

Als den – neben dem Schmerz – „zweiten Warner des Lebens“ bezeichnete SEIFERLE (1960) die Angst. Mit dem Begriff „Angst“ spricht man in der Regel eine bedrängende, quälende und zur Verzweiflung treibende Befindlichkeit angesichts einer als ausweglos erscheinenden Bedrohung an. Das Erleben einer generellen Gefährdung (der Existenz) bezeichnet man in diesem Sinne als Angst, die Gefährdung durch bestimmte Objekte als Furcht, wobei die beiden Modi der Gefährdung nicht selten ineinander übergehen und bei Tieren die Angst wohl den wichtigeren Komplex darstellt. Tiere sind nämlich meist oder sogar generell nicht in der Lage, die Begrenztheit der Gefährdung durch bestimmte Objekte zu erkennen.

Die (aus menschlicher Sicht) begrenzt ausgebildete Erkenntnisfähigkeit der Tiere bedeutet zum Beispiel, dass – die bei Fuß der Mutter gehenden jungen und die mit Weide- oder Stallgenossen in Freundschaften oder Kumpaneien verbundenen adulten – Pferde sich wohl nicht vor einer Trennung fürchten, sondern sich erst im Fall der Trennung respektive bei Anzeichen von dieser ängstigen (MEYER 1997). Beim Fluchttier führt die begrenzte Erkenntnisfähigkeit weiter häufig dazu, unvertraute Objekte und (vor allem optische sowie akustische) Reize trotz einer de facto nicht bestehenden Bedrohung als gefährlich zu erleben, sich vor ihnen zu „erschrecken“ oder ihnen gegenüber zu „scheuen“. Die Bereitschaft der Pferde, vor unvertrauten Objekten zu erschrecken und zu scheuen, hängt unter anderem von ihrer körperlichen Auslastung, von ihrem Fütterungszustand, von klimatischen Bedingungen (Frost, Wind) sowie von dem (aktuellen oder chronischen) Erregungspegel ab, der ein bestimmtes Pferd generell kennzeichnet oder der durch bestimmte menschliche Einwirkungen (Pfleger, Reiter, allgemeine Situation) ausgelöst wird. Ausgeprägte Ängstlichkeit kann genetisch bedingt sein. Zur züchterischen Selektion der Haustierte gehört es zwar, besonders angstbereite Individuen auszusondern. Bestimmte Modi des Einsatzes der Tiere im Sport erfordern freilich die „hoch im Blut stehenden“, reaktionsschnellen, häufig allerdings auch besonders erregungs- und angstbereiten Repräsentanten ihrer Art.

Der Befindlichkeit „Angst“ stehen beim Tier weder der Gehorsam noch die (als optimistische geistige Antizipation der Zukunft verstandene) Hoffnung, sondern das Vertrauen gegenüber, nämlich die Neigung, dem Begegnenden zu trauen. Dementsprechend lässt die Angst sich dauerhaft nicht durch die brachiale Bemächtigung, sondern durch das (vom Menschen ermöglichte und geförderte) Erkundungsverhalten in Verbindung mit weiteren Vertrauen bildenden Maßnahmen (Zuneigung im körperlichen und akustischen Kontakt, Belohnungen) abbauen. Bezeichnenderweise kennzeichnet verschiedene Tierarten nicht nur ihre ausgeprägte Neigung zum Erschrecken und zur Flucht, sondern auch eine nicht minder entwickelte Vertrauensbereitschaft. Erst Letztere gestattet es dem Menschen, diese Tiere unter Lebensbedingungen zu halten und zu nutzen, die vom natürlichen Biotop der Tiere weit entfernt sind.

Der Mensch kann die Vertrauensbereitschaft mancher Tierarten allerdings auch überfordern; er kann die Geduld für den Vertrauensaufbau durch die forcierte Unterordnung des Tieres zu ersetzen suchen. In diesem Fall kann das Tier zwar Gehorsam zeigen, manchmal aber einen Gehorsam angesichts handgreiflicher Gewalt und einen Gehorsam, der von

einem relativ hohen dysfunktionalen Tonus sowie von einer ausgeprägten Bereitschaft zum Erschrecken und zur Angst begleitet ist. Wird die durch äußere Reize evozierte Disposition zum Aufmerken, zum Erschrecken und zur Flucht immer wieder brachial unterdrückt, dann nimmt man manchem Tier seine Entfaltungsbereitschaft sowie seine Funktionslust und treibt es zur Resignation. Auf die derart etablierte Behandlung antwortet das Tier häufig nicht (mehr) mit akuter Angst, sondern mit (dem hier später zu besprechenden) Leiden. Vor allem in seiner idealtypischen Ausprägung unterscheidet sich das Leiden markant von der Angst. Das chronische Auftreten ängstigender Reize kann das von seinem Pfleger rigoros untergeordnete Tier – wie gesagt – zur Resignation führen; die chronisch auftretenden ängstigenden Reize können aber auch eine präpathologische oder gar (verhaltens-)pathologische Ängstlichkeit provozieren.

Dem belastenden Erleben der Angst gehen mit dem Aufmerken Wahrnehmungs- und Verarbeitungsprozesse voran. Begleitet wird das Erleben von physiologischen Symptomen, ferner von einem mimischen respektive pantomimischen Ausdruck und schließlich von einem Verhalten, das in der Regel in einer (nicht selten bis zur Erstarrung reichenden) Unterbrechung der üblichen Haltung und Bewegung und in daran sich anschließenden Flucht- oder Abwehrmaßnahmen besteht.

Wie die Schmerzfähigkeit stellt die Fähigkeit, sich zu ängstigen, eine evolutionäre Errungenschaft dar, von der man allerdings ebenfalls nicht genau weiß, auf welcher Stufe der Phylogenese sie ausgebildet wurde.

Die Angst hängt eng mit dem Erschrecken beziehungsweise mit der (den Tierhalter so häufig und so erheblich störenden) Erregungsfähigkeit und -bereitschaft zusammen, ferner mit der maximalen Kraftentfaltung in der Flucht als einer integralen Lebenstechnik von Tieren, die von Fressfeinden bedroht werden und nur über begrenzt effiziente Angriffs- und Verteidigungswaffen verfügen.

CANNON (1914; 1915) beschrieb die unspezifische „andrerger Notfallreaktion“ des „flight or fight“, das heißt die maximale Mobilisation der Kräfte des Organismus, um auf eine Gefährdung des Lebens möglichst umgehend und mit dem gesamten zur Verfügung stehenden Potenzial effizient zu antworten (SELEYE 1936; 1957; NITSCH 1981). Die belastende Befindlichkeit motiviert bei der Angst ebenso wie beim Schmerz zu diesem Kraftaufwand, der – ähnlich dem menschlichen Verhalten bei der (Todes-) Angst – häufig nicht mit einer differenzierten Erkundung der Situation, sondern in bemerkenswertem Maße „blind“ verläuft. In der Panik stürmen (Menschen und) Tiere in diesem Sinne nicht selten an ansonsten gemiedene Orte, auch in unwegsames Gelände, gegen Zäune, Wände, Automobile und ähnliche Gegenstände; sie versuchen ferner, unüberwindbare Hindernisse zu bewältigen. Das heißt auch: Die Intensität der Aktion wird dominant, nicht deren differenzierte Steuerung aufgrund differenzierter Wahrnehmung.

Das Erschrecken bildet bei diversen Tierarten eine integrale Komponente der Notfallreaktion. Mit dem Erschrecken wird die Aufmerksamkeit auf die als bedrohlich eingestuft Reize gerichtet und – während der fortlaufenden Wahrnehmungs- und Bewertungsprozesse beziehungsweise aufgrund der bereits eingeleiteten Wahrnehmungen und Bewertungen – mit einer ersten Maßnahme reagiert. Das Erschrecken unterbricht das zuvor gezeigte Verhalten, bald mit dem Resultat der Aktionsminderung (Schreckstupor, Angststupor), bald mit dem Resultat extremer Steigerung der Aktion, Letzteres meist in der Flucht oder der Aggression. Das Innehalten kann in einer Erstarrung bestehen, die in der sich anschließenden Phase der Angst aufrechterhalten wird. Bei Tieren verschiedener Art ist die Verfestigung ihrer Muskula-

tur bei aufrechtetem Hals und häufig weiter Stellung (der Beine) für das Bild der Erstarrung im Erschrecken bezeichnend. Der erhöhte Muskeltonus ist einer der ersten und einer der auffälligsten Hinweise auf die Angst; häufig spiegelt er längerfristige Wechsel der Befindlichkeit der Tiere deutlicher und sicherer wider als zum Beispiel die Mimik. Die Erstarrung stellt sich insbesondere dann ein, wenn die mehrstufigen Wahrnehmungs- und Beurteilungsprozesse die Abwehr-, die Ausweich- oder die Fluchtreaktion (noch) nicht eindeutig nahelegen, nämlich nicht direkt in eine der Bewältigung der kritischen Situation dienende Reaktion münden und die Erregung im Verlauf dieser Reaktion abbauen.

Die physiologischen Prozesse des psycho-physischen Systems Angst verlaufen bei Mensch und Tier in bemerkenswertem Maße ähnlich. Diverse Erkenntnisse über die humane Angst konnten daher im Tierexperiment gewonnen und verifiziert werden. Der Hypothalamus und verschiedene Strukturen des limbischen Systems stellen zentralnervöse Regeleinheiten im Angstgeschehen dar. In jüngeren Untersuchungen wurde insbesondere die Bedeutung des Amygdala-Systems erkannt, speziell relevant bei der Bewertung der Reize, beim mimischen Ausdruck von Angst und bei der Kontrolle der Erregungs- und Hemmungsvorgänge im limbischen System. Weder Menschen noch Tiere zeigen zum Beispiel nach der operativen Entfernung oder der medikamentösen Beeinflussung der Amygdala-Region Symptome von Furcht oder Angst, beziehungsweise sie zeigen diese nicht in der üblichen Weise. Die direkte Reizung der Amygdala-Kerne löst hingegen bei Mensch und Tier Furcht, Angst und/oder Wut aus. Den Nocizeptoren ähnliche Strukturen zur Wahrnehmung der gefährdenden beziehungsweise der als gefährdend interpretierten Reize sind für das Alarm- und Notfallsystem „Angst“ allerdings nicht bekannt (DAVIS 1992; DAVIS et al. 1994; GRAEFF 1994; ADOLPHS et al. 1995).

6 Das Leiden

Als „Leiden“ lassen sich die belastenden Befindlichkeiten ansprechen, mit denen der Organismus auf die länger anhaltende Versagung von genetisch disponierten Bedürfnissen respektive auf länger anhaltende art- und/oder subjektwidrige Anforderungen reagiert, nämlich belastende Befindlichkeiten, die – bei meist begrenzter Intensität – in der Regel länger andauern als die auf aktuelle Schädigungen antwortenden Schmerzen sowie die auf aktuelle Gefährdungen antwortenden Ängste, ferner belastende Befindlichkeiten, die sich durch ihre psychische Qualität von den Schäden (als der Aufhebung der Integrität somatischer Strukturen und Funktionen sowie somatisch fundierter psychischer Funktionen) unterscheiden. Epigenetisch ausgebildete Bedürfnisse lassen sich – sieht man von ihrem Zusammenhang mit „Prägungen“ ab – in der Regel in einem inversen Lernprozess wieder löschen, beziehungsweise sie bauen sich derart wieder ab. Insofern begründen sie keine dauerhaften Versagungen. (Vorübergehendes) Unwohlsein löst die Verweigerung der Befriedigung solcher Bedürfnisse gleichwohl aus.

Kurz gesagt: Der als biologisches Phänomen zu verstehende Prozess des Leidens ist das Leben in der Krise, ein depressiver Modus des Lebens beziehungsweise das Leben in depressivem Modus, nämlich in dem Modus, in dem das Leben unter deprivierten äußeren und/oder inneren Bedingungen respektive unter deprivierenden Anforderungen, nämlich trotz solcher Bedingungen und Anforderungen, weitergeführt wird beziehungsweise weitergeführt werden kann. Die mangelnde Respektierung eines Bedarfs begründet demnach

(noch) kein Leiden. Dies tut erst die unzureichende Möglichkeit, einem genetisch disponierten Bedürfnis beziehungsweise einem von Appetenzen gestützten Bedarf zu entsprechen. Das Leiden entsteht somit unabhängig von der Tatsache, dass die Vernachlässigung des nicht von Appetenzen gestützten Bedarfs ebenso wie die des von Appetenzen gestützten Bedarfs Schäden begründet (MEYER 2000a).

Spezielle und weitgehend lokalisierbare organische Grundlagen wie beim Schmerz- und beim Angstsystem sind für das – als Gegenbegriff zum „Wohlbefinden“ verstandene (LORZ 1992) – Leiden nicht bekannt (LOEFFLER 1993b). Gleichwohl korrespondieren auch ihm organische Strukturen mehr oder minder großer Ausdehnung und Komplexität. Auf solche Strukturen weisen neben dem generellen Phänomen der psycho-physischen Entsprechungen die Auswirkungen von Verletzungen und Krankheiten sowie die von Psychopharmaka hin, die das Erleben von Leiden gewiss beim Menschen und offenbar auch beim Tier modifizieren.

Die Abhebung des Leidens vom Schmerz und von der Angst schließt Übergänge vom Schmerz oder von der Angst zum Leiden nicht aus. Von ihrer Mutter getrennte Jungtiere zum Beispiel zeigen nicht selten eine Erregung sowie ein (wenig kontrolliertes) Aggressions- und Fluchtverhalten, die auf das Vorliegen von Angst schließen lassen. Nach wenigen Stunden oder Tagen der Überaktivität können die ohne hinreichenden Auslauf und ohne Sozialkontakt gehaltenen Tiere zwar (äußerlich) „ruhig“ werden, dann aber auch apathisch wirken und den Eindruck vermitteln, die Phase der akuten Angst sei einer Art Resignation gegenüber den ihnen gebotenen Lebensverhältnissen gewichen. In diesem Fall ist die Befindlichkeit der Tiere offenbar zutreffend als Leiden zu diagnostizieren. Um ein weiteres Beispiel zu nennen – alte fußkranke Tiere können Schmerzen verspüren, wenn sie vom Menschen energisch zum Laufen angetrieben werden. Ihr Lahmen weist auf die Schmerzen hin. Das energisch zu einer Entfaltung an seiner Leistungsgrenze oder zu einer über sein Vermögen hinausgehenden Leistung angetriebene gesunde Tier kann sich ohne solche Symptome von Schmerz und ohne eindeutige Störungen seines Bewegungstaktes entfalten; es kann aber – vor allem durch den erhöhten Tonus und/oder durch einen holperigen oder „stumpfen“ Bewegungsablauf und/oder durch eine allgemeine Mattigkeit sowie durch weitere Anzeichen einer Vitalitätsdepression – den Eindruck vermitteln, erst die mit Strafreizen verbundene Einwirkung des Menschen veranlasse beziehungsweise erzwingt die gezeigten Bewegungen. Bei einem Tier in solcher Situation und mit solchen Symptomen liegt es nahe, (möglicherweise mit begrenzten Schmerzen verbundene) Leiden anzunehmen.

Manche physisch und/oder psychisch überforderten Tiere geben – wie gesagt – ihre Opposition gegen die ihre Bedürfnisse und ihre Fähigkeiten ignorierenden Anforderungen des Menschen auf; sie entwickeln – vor allem nach ausgeprägter Widersetzlichkeit und nach deren rüder Bestrafung – Verhaltensweisen, die im Sinne der bereits angesprochenen Resignation zu verstehen sind. Im Extremfall führt ihre Ohnmacht zu einem der Verzweiflung analogen Erleben, das sich bald in Zittern, bald in Apathie äußert. Die aktuelle Anlässe überdauernde Befindlichkeit derartiger Tiere ist im eigentlichen Sinne weder als Schmerz noch als Angst, sondern eben als Leiden anzusprechen, und zwar auch dann, wenn zu dieser überdauernden Befindlichkeit noch bestimmte akute Schmerzen und Ängste hinzukommen. Nicht so offensichtlich ist das Leiden der Tiere, die tagein tagaus apathisch in einem dunklen, kleinen und niedrigen Stall in ihrem Kot stehen, nachdem sie zunächst eine Zeitlang (weitgehend vergeblich) versucht hatten, in diesem Gehäuse zu laufen oder zu springen.

Das zuvor erwähnte, mit einem hohen Erregungsniveau einhergehende Leiden führt bei manchen Individuen zu Verhaltensanomalien und speziell zu Verhaltensstereotypen. Diese

werden – wie gesagt – wahrscheinlich deshalb so zäh beibehalten, weil sie eine gewisse Entlastung schaffen, und zwar nicht nur in Gestalt der Bewegung, sondern auch über die mit ihr verbundene Sezernierung körpereigener Opiate.

7 Schlussfolgerung

Völlig frustrationsfrei sind die Haltung – unter den vom ursprünglichen Biotop abweichenden Bedingungen – sowie die – über die genetischen Dispositionen und die spontanen Neigungen hinausgehende – Nutzung von Tieren nicht zu arrangieren. Die „Natur“ diverser Tierarten ist freilich – ebenso wie die des Menschen – in begrenztem Maße „elastisch“. Das heißt konkret: Tiere lassen sich zumindest ohne Anzeichen gravierender beziehungsweise ohne Anzeichen anhaltender belastender Befindlichkeiten von erheblichem Ausmaß halten, nutzen und zu Verhaltensweisen ausbilden, die über ihre genetischen Dispositionen und ihre spontanen Neigungen hinausgehen. Das Ausmaß respektive die Art dieser Erweiterung, nämlich die Modi der Nutzung, die Prozesse der Schulung sowie deren Folgen für das Wohlbefinden und die physische Integrität der Tiere, bilden die ausschlaggebenden Kriterien, um die Zumutbarkeit solcher Maßnahmen zu beurteilen. Sich die Existenz und die Qualität des Wohlbefindens sowie die der verschiedenen belastenden Befindlichkeiten bewusst zu machen und diese in ihren Auswirkungen auf das empfindungsfähige Lebewesen zu reflektieren, bedeutet dann auch, die Haltung und die Nutzung des Tieres als eine unter anderem moralische Aktion zu verstehen, freilich eine moralische Aktion, in der das Wohlbefinden des Tieres nicht automatisch und wohl auch nicht in erster Linie durch das altruistische Engagement des Menschen erreicht wird. Letzteres heißt auch: Das Wohlbefinden und die Gesundheit der „Nutztiere“ bedürfen – das ist eine „List“ der Natur – zumindest nicht stets der altruistischen Motive sowie des altruistischen Handelns des Menschen. De facto scheinen sie in überwiegendem Maße vor allem aus egoistisch motivierten Aktionen des homo sapiens relativ zuverlässig zu resultieren. Generell basieren altruistische Konsequenzen häufig oder gar meist auf einem egoistisch motivierten Engagement (MEYER 2002).

8 Literatur

ADOLPHS, R.; TRANEL, D.; DAMASIO, H.; DAMASIO, A. R. (1995): Fear and the Human Amygdala. In: *The Journal of Neuroscience*, Sept. 1995

BUCHHOLTZ, C., et al. Hrsg. (1993): Leiden und Verhaltensstörungen bei Tieren. Tierhaltung Bd.23. Basel et al.

BUCHHOLTZ, C. (1998): Workshop der Internationalen Gesellschaft für Nutztierhaltung(IGN) zum Thema „Leiden“ 1998 in Marburg. In: *Der Tierschutzbeauftragte* 2/1998

CANNON, W. B. (1914): The emergency function of the adrenal medulla in pain and the major emotions. In: *Amer. J. Physiol.* 33/1914

CANNON, W. B. (1915): Bodily changes in pain, hunger, fear and rage. 2.ed. *Researches into the Function of Emotional Excitement*. New York 1929

DAVIS, M. (1992): The Role of the Amygdala in Fear and Anxiety. In: *Annual Review of Neuroscience* 15/1992

- DAVIS, M.; RAINNIE, D.; CASSELL, M. (1994): Neurotransmission in the rat amygdala related to fear and anxiety. In: Trends Neuroscience, Vol.17/No.5/1994
- Fachgruppe für Verhaltensforschung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (1997a): Befindlichkeiten von Tieren – Ein Ansatz zu ihrer wissenschaftlichen Beurteilung 1. In: Tierärztliche Umschau 52/1997
- Fachgruppe Verhaltensforschung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (1997b): Befindlichkeiten von Tieren – Ein Ansatz zu ihrer wissenschaftlichen Beurteilung 2. In: Tierärztliche Umschau 52/1997
- GRAEFF, F.G. (1994): Neuroanatomy and Neurotransmitter regulation of defensive behaviors and related emotions in Mammals. In: Brazilian Journal of Medical and Biological Research 27/4/1994
- GRAUVOGL, A. (1972): Tierschutz aus der Sicht der modernen Verhaltensforschung. In: Kleintierpraxis 17/1972
- GRAUVOGL, A. (1983): Zum Begriff des Leidens. In: Der praktische Tierarzt 1/1983
- HAEFELEY, W.; CUMIN, R.; MARTIN, J.R. (1984): Verhaltensmodelle beim Tier zur Erfassung einer anxiolytischen Wirkung. In: Keup, W., Hrsg., 1986: Biologische Psychiatrie, Berlin-Heidelberg
- LEBELT, D. (1999): Verhaltensprobleme. In: Dietz, O., Huskamp, B., Hrsg., 1999: Handbuch der Pferdepraxis, 2. Aufl. Stuttgart
- LOEFFLER, K. (1984): Assessing pain by studying posture, activity and function. In: Duncan/Molony 1986
- LOEFFLER, K. (1990): Schmerzen und Leiden beim Tier. In: Berl. u. Münch. Tierärztl. Wschr. 103.Jg./Heft 8/August 1990
- LOEFFLER, K. (1993a): Schmerz und Angst beim Tier. In: Dt. tierärztl. Wschr. 2/ Februar 1993
- LOEFFLER, K. (1993b): Zur Erfäßbarkeit von Schmerzen und Leiden unter Berücksichtigung neurophysiologischer Grundlagen. In: Buchholtz et al. 1993
- LORENZ, K. (1983): Der Abbau des Menschlichen. München
- LORZ, A. (1992): Tierschutzgesetz. 4. Auflage. München
- MEYER, H. (1995): Zur Ethologie des Pferdes, unter dem Gesichtspunkt des Tierschutzes. In: Pferdeheilkunde 11/1995
- MEYER, H. (1997): Das Pferd und die Angst. In: Pferdeheilkunde 13/6/1997
- MEYER, H. (1999): Zum Problem des Schmerzes und seiner Feststellung. In: Pferdeheilkunde 15/3/1999
- MEYER, H. (2000a): Zum Leiden und zu seiner Feststellung. In: Pferdeheilkunde 16/1/2000
- MEYER, H. (2000b): Das Problem der Schäden und ihrer Feststellung beim Pferd, im Hinblick auf das deutsche Tierschutzgesetz. In: Pferdeheilkunde 16/2/2000
- MEYER, H. (2002): Egoistisch motivierter Tierschutz. In: Pferdeheilkunde 18/1/2002
- MOBERG, G. P. (1987): Problems in defining stress and distress in animals. In: Journal American Veterinary Medical Association, Vol.191/No.10/November 1987
- NITSCH, R. J. (1981): Streßtheoretische Modellvorstellungen. In: Nitsch, R. J. Hrsg.: Stress. Theorien, Untersuchungen, Maßnahmen. Bern-Stuttgart-Wien
- PORTMANN, A. (1969): Das Problem des Lebendigen. In: Portmann, A. (1970): Entläßt die Natur den Menschen? München
- SAMBRAUS, H. H. (1991): Nutztierkunde. Stuttgart
- SAMBRAUS, H. H. (1993): Was ist über die Ursachen von Verhaltensstörungen bekannt? In: Buchholtz et al. 1993
- SEIFERLE, E. (1960): Schmerz und Angst bei Tier und Mensch. In: Dt. tierärztl. Wschr. 10/1960

- SELYE, H. (1936): A syndrome produced by diverse noxious agents. In: Nature 138, 32
- SELYE, H. (1957): Stress beherrscht unser Leben. Dt. Übers. Düsseldorf
- SCHMIDT, R. F. (1990): Nociception und Schmerz. In: Schmidt, R.F.; Thews, G.; (Hrsg.): Physiologie des Menschen. 2.Aufl. Berlin/Heidelberg/New York
- TINBERGEN, N. (1950): Instinktlehre. Dt.Übers. Berlin-Hamburg 1966
- TSCHANZ, B. (1982): Verhalten, Bedarf und Bedarfsdeckung bei Nutztieren. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 281. KTBL, Darmstadt 1982
- TSCHANZ, B. (1985): Haustierhaltung und Tierschutz. In: Svilar, M., Hrsg., 1985: Mensch und Tier. Bern
- TSCHANZ, B. (1993): Erkennen und Beurteilen von Verhaltensstörungen mit Bezugnahme auf das Bedarfs-Konzept. In: Buchholtz et al. 1993
- ZINTZSCH, I. (1994): Stress. In: Döcke, F., Hrsg.: Veterinärmedizinische Endokrinologie. Jena/Stuttgart

Einfluss der Strohbeschaffenheit auf das Verhalten der Sau sowie Abgangsursachen der Ferkel in Abferkelbuchten ohne Fixierung der Sau ***Influence of Straw Quality on Sow Behaviour and Causes of Piglet Losses in Farrowing Pens without Confinement of the Sow***

SABINE MÜNCH, RAINER WEBER UND MARKUS STAUFFACHER

Zusammenfassung

In der Untersuchung wurde der Einfluss von Langstroh und geschnittenem Stroh auf das Verhalten von Muttersauen in einer Bucht ohne Fixierung der Sau vor, während und nach der Geburt erfasst. Weiter wurden Aspekte des Ferkelerdrückens untersucht.

Die Daten wurden an Sauen in FAT 2-Abferkelbuchten erhoben, deren Verhalten während zwölf Stunden vor bis 72 Stunden nach der Geburt mit Video aufgezeichnet wurde. Pro Versuchsvariante (Langstroh, geschnittenes Stroh) wurden Verhaltensanalysen bei je sechs Sauen und ihren Ferkeln durchgeführt.

Bei der gesamten Nestbauaktivität bestand kein gesicherter Unterschied zwischen den Einstreuvarianten. Die Verhaltensweise „Wühlen“ führten Sauen der Variante Langstroh jedoch signifikant länger aus. Die insgesamt elf Situationen, bei denen Sauen Ferkel erdrückten, traten ausschließlich während der Geburt und am 1. Lebenstag der Ferkel auf. Von den 14 dabei erdrückten Ferkeln wurden elf auf der Liegefläche und drei an der Buchtenwand oder in einer Ecke erdrückt. Die Positionswechsel von „Stehen“, „Sitzen“ oder „Liegen Bauch“ zu „Liegen Seite“ führten in zehn der elf Fällen zu den Erdrückungen.

Aus den Ergebnissen kann geschlossen werden, dass sich neben Langstroh auch geschnittenes Stroh als Nestbaumaterial für Sauen in Abferkelbuchten ohne Fixierung der Sau eignet. Durch Abweisstangen an den Seitenwänden lassen sich Ferkelerdrückungen in der FAT 2-Bucht nicht völlig verhindern.

Summary

This study investigated the influence of long straw and cut straw on the behaviour of loose-housed sows before, during and after farrowing as well as aspects of piglet crushing.

Data was collected on sows housed in FAT 2 farrowing pens. The behaviour of 6 each sows and their piglets provided with either long straw or cut straw was videotaped for 12 h before and 72 h after farrowing.

Total nest-building behaviour did not differ significantly between sows kept in pens with long and cut straw. However significantly more rooting behaviour was observed in sows having access to long straw. All 11 incidents of piglet crushing took place during farrowing or on the 1st day afterwards. Of the 14 piglets crushed in these incidents, 11 were crushed in the centre of the lying area and 3 against the pen wall or in a corner. In 10 of the 11 incidents, crushing was caused by sows changing position from standing, sitting or lying on their bellies to lying on their sides.

In conclusion, cut straw is as suitable as long straw for nest-building behaviour of loose-housed sows. Rails on the sidewalls were not totally effective in preventing piglets from being crushed in the FAT 2 pen.

1 Einleitung

Seit den 1960er-Jahren wurden Muttersauen für Geburt und Säugezeit vornehmlich in Kastenständen gehalten. Dieses Haltungssystem erreichte eine große Verbreitung, da dank eines niedrigen Arbeitszeitbedarfs, geringer Ferkelverluste und eines Platzbedarfs von nur 3,5 bis 5 m² pro Bucht die Wirtschaftlichkeit der Zuchtsauenhaltung markant gesteigert werden konnte. Allerdings wurde dabei keine Rücksicht auf die Verhaltensbedürfnisse der Muttersauen genommen. In den letzten Jahren gewann die Tiergerechtheit von Haltungssystemen an Bedeutung und es wurden verschiedene Abferkelbuchten ohne Fixierung der Sau entwickelt (SCHMID und WEBER 1992; WEBER und SCHICK 1996). In der vorliegenden Arbeit wurde eine solche Bucht, nämlich die FAT 2-Bucht, genauer untersucht (WEBER und SCHICK 1996).

Das Nestbauverhalten der wild lebenden Ahnen des Hausschweins (*Sus scrofa*), dem Wildschwein (*Sus scrofa L.*), ist gut bekannt. Nach Beobachtungen von GUNDLACH (1968) und MEYNHART (1982) entfernen sich Wildschwein-Bachen einige Tage vor der Geburt von der Rotte und suchen sich einen geeigneten Nestplatz aus. Die Bache wühlt zuerst eine flache Mulde aus und trägt anschließend trockenes Gras, Laub und feinere Äste zusammen. Für die Geburt wühlt sich die Bache in diesen Haufen ein, welcher den frisch geborenen Ferkeln einen Schutz gegen Witterung und Wärmeverluste bietet. Dieses Nestbauverhalten konnte auch bei Hausschweinen in seminaturallicher Umgebung beobachtet werden (JENSEN 1993). Die Möglichkeit, Nestbauverhalten auszuführen, zeigten in verschiedenen Untersuchungen Auswirkungen auf die Geburtsdauer. Die Geburtsdauer in Kastenständen war signifikant länger als in Buchten, in denen sich die Sau frei bewegen konnte und Stroh als Nestbaumaterial erhielt (WEBER und TROXLER 1988; THODBERG et al. 2002). Die Verfügbarkeit von Nestmaterial scheint ausserdem einen positiven Einfluss auf die Muttereigenschaften der Sauen zu haben. Sauen mit Strohangebot in der Bucht reagierten nach der Geburt schneller auf Angstschreie eingeklemmter Ferkel (HERSKIN et al. 1998; THODBERG et al. 1999).

Nach SCHMID (1991) wühlen nicht fixierte Sauen vor dem Hinlegen rund um die auf der Liegefläche verstreuten Ferkel. Die Ferkel gruppieren sich daraufhin an einem Ort der Bucht. Haben die Sauen zu wenig Platz in der Bucht, um sich auf der Liegefläche zu drehen, so bleiben diese Wühlbewegungen vor dem Hinlegen aus und die Ferkel gruppieren sich nicht. Dies kann zu erhöhten Ferkelerdrückungen führen.

Die meisten Erdrückungen geschehen in den ersten drei Lebenstagen der Ferkel (WEARY et al. 1998). Signifikant häufiger wurden Erdrückungen bei Würfen mit niedrigen Tageszunahmen in den ersten drei Lebenstagen und bei Ferkeln mit niedrigem Geburtsgewicht gefunden. Ferkelerdrückungen geschehen hauptsächlich bei Positionswechseln der Sau. Zwischen Kastenständen und Buchten ohne Fixierung der Sau bestehen Unterschiede bezüglich der Positionswechsel, die am häufigsten zu Ferkelerdrückungen führen. In Kastenständen sind es vor allem die Wechsel zwischen „Sitzen – Liegen – Sitzen“ und „Stehen – Liegen“ die in Erdrückungen resultieren, während in Buchten ohne Fixierung der Sau die Positionswechsel „Liegen Bauch – Liegen Seite“ und ebenfalls „Stehen – Liegen“ erdrückungsrelevanter sind (WEARY et al. 1996).

Die vorliegende Untersuchung sollte Aufschluss darüber geben, ob neben Langstroh auch geschnittenes Stroh als Nestbaumaterial geeignet ist und bei welchen Situationen Ferkelerdrückungen geschehen.

2 Material und Methoden

Die Untersuchung fand zwischen April und August 2003 an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik in Tänikon (FAT) statt. Einbezogen waren 20 Zuchtsauen der Rasse Edelschwein, die durchschnittlich den 5,9ten ($\pm 3,4$) Wurf hatten. Sie wurden während der Geburt und der folgenden Säugezeit in Abferkelbuchten vom Typ FAT 2 mit einer Grundfläche von 7,36 m² gehalten (Abb. 1).

Von den in diese Untersuchung einbezogenen Sauen wurden in der FAT 2-Bucht im Schnitt 9,7 ($\pm 2,3$) Ferkel abgesetzt, was den Werten von WEBER und SCHICK (1996) entspricht und im Rahmen der in der Schweiz üblichen Reproduktionsleistungen liegt. Die Jahresauswertung 2002 aller an das UFA_{2000Plus}-Zuchtprogramm angeschlossenen Betriebe ergab durchschnittlich 9,6 abgesetzte Ferkel pro Sau und Wurf und die schweizerische Herdebuchzuchtorganisation SUISAG bezifferte die durchschnittliche Anzahl abgesetzter Ferkel der Rasse Edelschwein im Jahr 2002 auf 9,8 Ferkel pro Wurf (SUISAG 2003).

Die Versuchsbuchten wurden beim Einstellen der Sauen etwa eine Woche vor dem geplanten Abferkeltermin mit 3 kg Stroh und an jedem weiteren Tag mit 1,5 kg Stroh eingestreut. Als Einstreu wurde Stroh in langer oder geschnittener Form eingesetzt. In der Einstreuvariante „Langstroh“ (LS) wurde Stroh aus Kleinballen verwendet. Das Stroh in der Variante „Geschnittenes“Stroh‘ (GS) wies eine durchschnittliche Halmlänge von 10 cm auf.

Das Verhalten von je sechs Muttersauen in Buchten mit LS bzw. GS wurde kontinuierlich ab zwölf Stunden vor der Geburt bis 72 Stunden nach der Geburt mittels Time-lapse-Video-recordern aufgezeichnet (Kameraposition siehe Abb. 1).

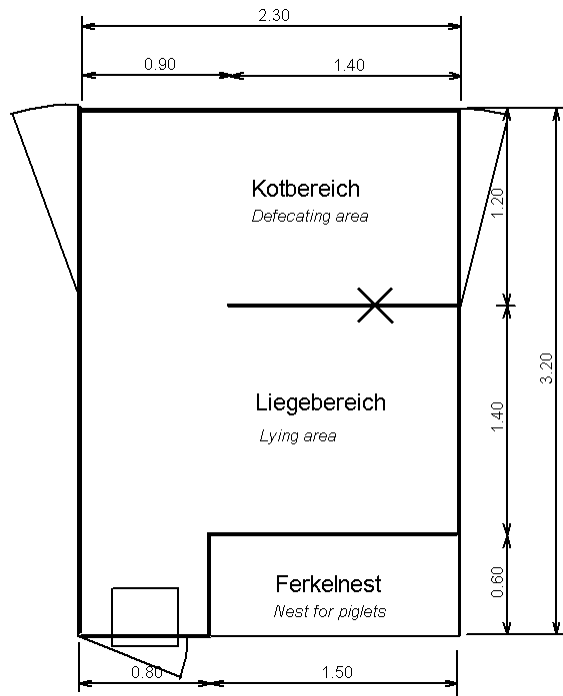


Abb. 1: Grundriss der FAT 2-Abferkelbucht. Das Kreuz bezeichnet die Kameraposition an der Stalldecke für die Videoaufnahmen.

Ground plan of the FAT 2 farrowing pen. The cross indicates the position of the video camera fixed to the ceiling.

Folgende Verhaltensweisen wurden erhoben:

• Beschäftigung mit Stroh:	Die Sau betastet mit ihrem Rüssel das Stroh. Dabei bleibt sie mit ihrer Nase über dem Stroh.
• Wühlen:	Die Sau wühlt im Stroh, indem sie ihren Rüssel in die Strohschicht steckt oder diese mit dem Rüssel auflockert.
• Scharren:	Die Sau scharrt mit einem Vorderbein im Stroh.
• Stroh im Maul tragen:	Die Sau hält mehrere Strohhalme über eine längere Zeitdauer in ihrem Maul.

Die „Gesamte Nestbauaktivität“ war definiert als Summe der oben aufgeführten Verhaltensweisen.

Bei zehn Sauen, welche Ferkel erdrückten, wurden die letzten Positionswechsel vor der Erdrückungssituation detailliert erfasst und mit der Angabe des Liegeortes (Liegefläche/Kotfläche) sowie der Ausrichtung des Tieres in der Bucht protokolliert. Diese Protokolle dienen als Situationsbeschreibung und wurden nicht statistisch ausgewertet.

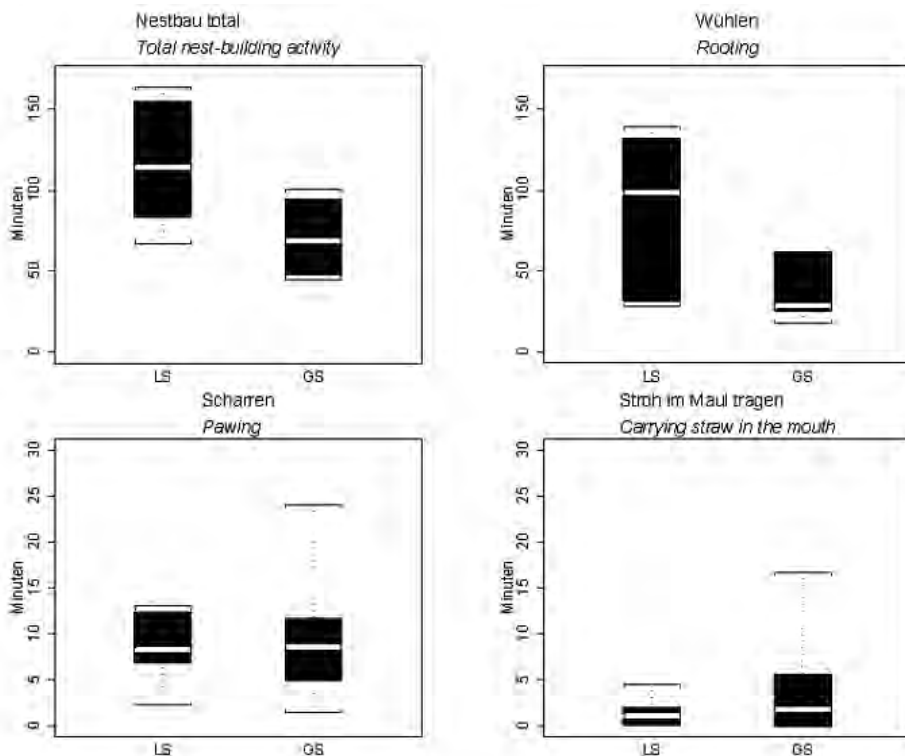


Abb. 2: Dauer der „Gesamten Nestbauaktivität“ sowie von „Wühlen“, „Scharren“ und „Stroh im Maul tragen“ (in Minuten) bei Angebot von langem (LS) bzw. geschnittenem Stroh (GS). Dargestellt sind Minimum, Maximum, Quartile und Median (n = sechs Sauen pro Variante).

Duration of total nest-building activity, rooting, pawing and straw carrying (in minutes) in sows offered long (LS) or cut straw (GS). Minimum, maximum, quartiles and median values are shown (n = 6 sows per variant).

Tab. 1: Positionswechsel der Sau, welche zum Erdrücken eines oder mehrerer Ferkel führten (n = 10 Sauen). *Changes in sows' position leading to the crushing of one or more piglets (n = 10 sows).*

Positionswechsel <i>Changes in sows' positions</i>	Zeitpunkt <i>Time of crushing</i>	Sau Nr. <i>Sow no.</i>	Ort, wo Erdrückung geschah <i>Place where crushing occurred</i>
Stehen -> Liegen Seite	Geburt	8441	auf Liegefläche
	Geburt	8389	auf Liegefläche
	1. Tag	8591	in der Ecke auf Liegefläche
	1. Tag	8438	auf Liegefläche
	1. Tag	8389	auf Liegefläche an Trennwand gedrückt
Sitzen -> Liegen Seite	Geburt	8335	auf Liegefläche
	1. Tag	8547	auf Liegefläche
Liegen Bauch -> Liegen Seite	Geburt	8547	auf Liegefläche an Trennwand gedrückt
	1. Tag	8441	auf Liegefläche
	1. Tag	8441	auf Liegefläche
Liegen Bauch -> Sitzen	Geburt	8335	auf Liegefläche

Kurz nach der Geburt wurden die Geburtsgewichte der Ferkel erfasst. Dabei wurden diese durch Tätowierung individuell markiert. Im Verlauf der Säugezeit erdrückte Ferkel wurden ebenfalls gewogen. Insgesamt wurden Gewichtserhebungen bei 19 Würfen mit 233 lebend geborenen Ferkeln durchgeführt, von welchen in acht Würfen insgesamt 21 Ferkel erdrückt wurden. Weitere 28 Ferkel starben ohne direkte Einwirkungen von außen.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm S-Plus 6.1 für Windows. Unterschiede zwischen Variablen wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test geprüft, Korrelationen mit dem Rangkorrelationstest nach Kendall berechnet.

3 Ergebnisse

Zwischen den Versuchsvarianten LS und GS bestand nur bei der Verhaltensweise „Wühlen“ ein signifikanter Unterschied ($p = 0,041$) (Abb. 2). Der Median für LS lag bei 98 Minuten, derjenige für GS bei 28 Minuten. In der Dauer der „Gesamten Nestbauaktivität“ unterschieden sich LS und GS nicht signifikant ($p = 0,132$). Die Verhaltensweise „Stroh im Maul tragen“ wurde bei beiden Varianten in den zwölf Stunden vor der Geburt nur sehr kurz (LS eine Minute; GS zwei Minuten) beobachtet.

Tabelle 1 listet auf, bei welchen Positionswechseln der Sau die Erdrückungen erfolgten und wo in der Bucht die Ferkel erdrückt wurden. Es wurden ausschließlich während der Geburt und am 1. Lebenstag Ferkel erdrückt. Dabei führten Positionswechsel von einer stehenden zu einer liegenden Position am häufigsten zu Erdrückungen. Acht Erdrückungen erfolgten auf der Liegefläche. Nur in drei Fällen drückte eine Sau ein Ferkel an die Wand oder in eine Ecke.

Der Median des Geburtsgewichts der abgesetzten Ferkel lag bei 1,7 kg ($n = 184$), derjenige der erdrückten Ferkel bei 1,5 kg ($n = 21$). Der Unterschied war nicht signifikant. Es bestand

eine Tendenz, dass leichtgewichtige Ferkel häufiger erdrückt wurden. Die Anzahl erdrückter Ferkel pro Wurf war nicht signifikant mit der Anzahl lebend geborener Ferkel korreliert.

4 Diskussion der Resultate

Die Einstreuvariante (LS und GS) hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Dauer des „Gesamten Nestbauverhaltens“, auch wenn Sauen der Variante LS tendenziell mehr Nestbau zeigten als Sauen der Variante GS. Dieses Fehlen eines signifikanten Unterschiedes kann durch den geringen Stichprobenumfang bedingt sein. Nur die Verhaltensweise „Wühlen“ wurde von Sauen der Variante LS signifikant häufiger gezeigt. Dass die Verhaltensweise „Stroh im Maul tragen“ bei beiden Varianten nur sehr kurz beobachtet wurde, kann durch die kurzen Distanzen in der Bucht erklärt werden. Bei anderen Untersuchungen, in denen die Verhaltensweise „Stroh im Maul tragen“ lange zu beobachten war, wurde den Tieren das Stroh in einer Raufe, entfernt vom Nestplatz, angeboten (WIDOWSKI und CURTIS 1990; AREY et al. 1991; DAMM et al. 2003).

Erdrückungen beim Positionswechsel „Stehen“ zu „Liegen Seite“ waren mit fünf von elf Ereignissen am häufigsten, was die Resultate von WEARY et al. (1998) und VIEUILLE et al. (2003) bestätigt. Um Ferkelerdrücken beim Hinlegen zu vermeiden, zeigen Ferkel vor dem Abliegen der Sau ein Gruppierungsverhalten (SCHMID 1991). Das Gruppierungsverhalten wird durch die Sau ausgelöst, die vor dem Hinlegen wühlende Bewegungen rund um die verstreuten Ferkel ausführt. Dabei führen aber vermutlich nicht alle Ferkel dieses Verhalten in gleichem Maße aus. Vor allem lebensschwache Ferkel können sich daran weniger beteiligen. Dies kann erklären, warum es in einer Bucht ohne Fixierung der Sau, in der die Sauen genügend Platz für das Wühlen rund um die Ferkel haben, trotzdem zu Erdrückungsverlusten kommt.

Die Ferkelerdrückungen kamen hauptsächlich auf der Liegefläche vor, mit Ausnahme von drei Fällen, wo die Ferkel bei einem Positionswechsel der Sau an eine Trennwand oder in eine Ecke gedrückt wurden. Dies lässt darauf schließen, dass durch das Anbringen von Abweisstangen in der FAT 2-Bucht die meisten Erdrückungsfälle nicht vermieden werden könnten.

Bezüglich der Anzahl erdrückter Ferkel und Kümmerer stellten WEBER und SCHICK (1996) fest, dass in der FAT 2-Bucht mehr Ferkelerdrückungen auftraten, in Kastenständen aber mehr Abgänge durch Kümmerer erfolgten. Die Autoren vermuteten daher, dass in der FAT 2-Bucht vor allem schwächere, zum Teil nicht lebensfähige Ferkel erdrückt werden. Dies konnte durch die vorliegende Untersuchung jedoch nicht bestätigt werden. Der Vergleich der Geburtsgewichte überlebender und erdrückter Ferkel ergab keinen signifikanten Unterschied.

5 Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen dieser Arbeit kann geschlossen werden, dass sich neben Langstroh auch geschnittenes Stroh als Nestbaumaterial für Sauen in Abferkelbuchten ohne Fixierung der Sau eignet.

Da die meisten Erdrückungsfälle auf der Liegefläche erfolgten, dürfte durch das Anbringen von Abweisstangen an den Seitenwänden die Ferkelmortalität nicht wesentlich beeinflusst werden können.

6 Literatur

- AREY, D.S.; PETCHEY, A.M.; FOWLER, V.R. (1991): The preparturient behaviour of sows in enriched pens and the effect of pre-formed nests. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 31: 61–68
- DAMM, B. I.; LISBORG, L.; VESTERGAARD, K. S.; VANICEK, J. (2003): Nest-building, behavioural disturbances and heart rate in farrowing sows kept in crates and Schmid pens. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 80: 175–187
- GUNDLACH, H. (1968): Brutfürsorge, Brutpflege, Verhaltensontogenese und Tagesperiodik beim Europäischen Wildschwein (*Sus scrofa* L.). *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 25: Nr. 8
- HERSKIN, M. S.; JENSEN, K. H.; THODBERG K. (1998): Influence of environmental stimuli on maternal behaviour related to bonding, reactivity and crushing of piglets in domestic sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 58: 241–254
- JENSEN, P. (1993): Nest building in domestic sows: the role of external stimuli. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 45: 351–358
- MEYNHARDT, H. (1982): Schwarzwild-Report. Neumann-Neudamm, Melsungen
- SCHMID, H. (1991): Natürliche Verhaltenssicherungen der Hausschweine (*Sus scrofa*) gegen das Erdrücken der Ferkel durch die Muttersau und die Auswirkungen haltungsbedingter Störungen. Dissertation, Universität Zürich
- SCHMID, H.; WEBER, R. (1992): Abferkelbuchten: ein neues Konzept. FAT-Berichte Nr. 417, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon
- SUISAG (2003): Zuchttechnische Zahlen 2002 http://www.suisag.ch/suisag/uploads/Zuchttechnische_Zahlen_2002.pdf
- THODBERG K.; JENSEN K. H.; HERSKIN M. S.; JØRGENSEN E. (1999): Influence of environmental stimuli on nest building and farrowing behaviour in domestic sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 63: 131–144
- THODBERG, K.; JENSEN, K. H.; HERSKIN, M. S. (2002): Nest building and farrowing in sows: relation to the reaction pattern, farrowing environment and experience. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 77: 21–42
- VIEUILLE, C.; BERGER, F.; LE PAPE, G.; BELLANGER, D. (2003): Sow behaviour involved in crushing of piglets in outdoor farrowing huts – a brief report. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 80: 109–115
- WEARY, D. M.; PAJOR, E. A.; FRASER, D.; HONKANEN, A. (1996): Sow body movements that crush piglets: a comparison between two types of farrowing accommodation. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 49: 149–158
- WEARY, D. M.; PHILLIPS, P. A.; PAJOR, E. A.; FRASER, D.; THOMPSON, B. K. (1998): Crushing of piglets by sows: effects of litter features, pen features and sow behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 61: 103–111
- WEBER, R.; TROXLER, J. (1988): Die Bedeutung der Zeitdauer der Geburt in verschiedenen Abferkelbuchten zur Beurteilung auf Tiergerechtigkeit. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 323, KTBL, Darmstadt, 172–184
- WEBER, R.; SCHICK, M. (1996): Neue Abferkelbuchten ohne Fixation der Muttersau. FAT-Berichte Nr. 481, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Tänikon
- WIDOWSKI, T. M.; CURTIS, S. E. (1990): The influence of straw, cloth tassel, or both on the prepartum behavior of sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 27: 53–71

Sabine Münch, Dr. Markus Stauffacher, Eidgenössische Technische Hochschule, Institut für Nutztierwissenschaften, Physiologie und Tierhaltung, Universitätsstrasse 2, CH-8092 Zürich
Dr. Roland Weber, Agroscope FAT Tänikon, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, CH-8356 Ettenhausen

Untersuchungen zum Verhalten von Ebern in Besamungsstationen¹ ***Investigations on Behaviour of Boars in Semen Processing Centers***

STEPHAN ROHRMANN, STEFFEN HOY

Zusammenfassung

Das Verhalten von 78 Ebern in drei verschiedenen Besamungsstationen wurde kontinuierlich über jeweils 72 Stunden mittels Infrarot-Videotechnik aufgezeichnet und unter besonderer Berücksichtigung der Einflussfaktoren Alter, Jahreszeit, Besamungsstation und Größe der Eberbuchten ausgewertet.

Insgesamt ergab sich eine mittlere Liegezeit der Eber von 81 % (bezogen auf 24 Stunden), was etwa 19,5 h täglich entspricht, wobei sich eine leicht zunehmende Tendenz bei steigendem Alter ergab.

Einerseits waren große individuelle Unterschiede im Verhalten der Tiere zu finden, zum anderen wurden aber auch Differenzen im Eberverhalten zwischen den einzelnen Besamungsstationen nachgewiesen.

Das Aktivverhalten der Eber wurde in hohem Maße von sozialen Zeitgebern wie Fütterung, Tränkzeiten oder Einstreuen beeinflusst. Aber auch weitere Faktoren wie beispielsweise das Alter des Ebers oder die Jahreszeit hatten Auswirkungen auf das Verhalten der Tiere. Unter den in dieser Arbeit analysierten Faktoren hatte die Buchtengröße den geringsten Einfluss auf die untersuchten Verhaltensparameter.

Vor diesem Hintergrund ist eine Pauschalisierung der Forderungen bei der Diskussion um das Mindestplatzangebot für Eber nicht nachvollziehbar.

Summary

The behaviour of 78 boars in three different semen processing centers was continuously recorded over 72 hours with infrared video technique. The investigation was done under the special aspects of age, season, semen processing center and size of the boar pen.

The boars were lying on average 81 % within 24 hours, which means about 19.5 hours a day. There was a slightly increasing tendency with rising age of boar.

On the one hand large individual differences in behaviour between the boars were found, on the other hand distinctions in boar behaviour between the semen processing centers were demonstrated.

The activity of boars was highly influenced by social timers like feeding, watering or adding litter. Furthermore, other factors (e.g. age or season) effected animal behaviour. The size of the boar pen had the lowest influence on the boar behaviour among all factors investigated in this project.

In this context it is not clear, why the discussion about the minimum space requirements of boars is dominated by global demands without making any differentiations.

¹ Dieses Projekt wurde vom BFB Förderverein Biotechnologieforschung der Deutschen Schweineproduktion e.V. gefördert.

1 Einleitung

Innerhalb der Europäischen Union sind die gesetzlichen Mindestanforderungen im Bereich der Schweinehaltung einheitlich in Richtlinien festgelegt. Bezüglich der Haltung von Ebern ist laut Richtlinie 2001/93/EG der Kommission zu beachten, dass Eber sich in ihren Buchten umdrehen sowie andere Schweine hören, riechen und sehen können müssen. Außerdem müssen einem ausgewachsenen Eber mindestens 6 m² frei verfügbare Fläche zur Verfügung stehen. Wird die Eberbucht auch zum Decken benutzt, so muss sie spätestens ab dem Jahr 2005 mindestens 10 m² groß und frei von Hindernissen sein. Als Stichtag für die Umsetzung dieser EU-Richtlinie in nationales Recht war der 1. Januar 2003 vorgegeben.

Im Zusammenhang mit einer wachsenden Sensibilität für Belange des Tierschutzes seitens der breiten Öffentlichkeit und der Forderung nach möglichst tiergerechten Haltungssystemen hat das Ständige Komitee des Europarates für den Tierschutz bei Nutztieren Empfehlungen für die Haltung von Zuchtebern erarbeitet, wonach die Mindestfläche je adultem Eber von derzeit 6 m² auf dann 7,5 m² zuzüglich eines Kotbereiches angehoben werden und die Seitenlänge der kürzesten Buchtenwand mindestens 2,6 m betragen soll. Diese Vorgaben entstanden jedoch ohne konkrete Begründung und basieren nicht auf Ergebnissen wissenschaftlicher Untersuchungen.

Bei Betrachtung der Eberhaltung im internationalen Vergleich ergeben sich deutliche Differenzen. In den USA wird die überwiegende Mehrheit der Besamungseber in Kästständen gehalten (SINGLETON 2001). Auch im europäischen Ausland liegt keine einheitliche Situation vor. Eine Untersuchung aus den Niederlanden (BRUININX et al. 1998) ergab, dass Eber eine Fläche von 2,5 m² für völlig entspanntes Liegen benötigen. In deutschen Besamungsstationen werden nach einer Umfrage (INGWERSEN 2000, pers. Mitteilungen) sowie eigenen Analysen (ROHRMANN u. HOY 2004) 100 % der Eber in Buchten mit Stroheinstreu gehalten.

Unsere Untersuchungen wurden mit der Zielsetzung durchgeführt, Kenntnisse zum Verhalten von Ebern in Besamungsstationen zu erlangen. Dabei sollten als mögliche Einflussfaktoren Alter, Jahreszeit, Besamungsstation und Buchtengröße berücksichtigt werden.

Die Bedeutung des Projektes ergibt sich einerseits aus der Tatsache, dass zum Thema Eberhaltung keine vergleichbaren Untersuchungen publiziert sind und andererseits daraus, dass die EU-Kommission spätestens zum 1. Januar 2008 dem Europarat einen Bericht vorlegen muss, der sich u. a. auch mit Platzkriterien für ausgewachsene Zuchteber in Einzelhaltung befasst.

2 Tiere, Material und Methode

Insgesamt wurden Verhaltensbeobachtungen an 78 Ebern ausgewertet, wobei aus Gründen der Vergleichbarkeit ausschließlich Tiere der Rasse Pietrain in die Untersuchung gingen.

Die Verhaltensuntersuchungen wurden in drei verschiedenen Eberbesamungsstationen durchgeführt. Um Aussagen über einen möglichen Einfluss der Jahreszeit auf das Verhalten der Eber machen zu können, fand in jeder der drei Besamungsstationen eine Untersuchungsperiode im Sommerhalbjahr (Juni bis August) und eine im Winterhalbjahr (November bis Februar) statt. Pro Aufzeichnungsphase und Station nahmen jeweils 12 bis 14 Eber an den Untersuchungen teil.

Die Auswahl der zu untersuchenden Tiere erfolgte unter der Maßgabe, dass ein gewisses Altersspektrum der Tiere vorhanden sein sollte, so dass sowohl jüngere als auch ältere Eber beobachtet wurden. Ein weiteres Kriterium war die Größe der Eberbuchten, wobei eine Unterteilung in kleinere, mittelgroße und größere Buchten stattfand; die Verteilung der untersuchten Eber auf die einzelnen Buchtenkategorien hinsichtlich ihres Alters erfolgte möglichst gleichmäßig.

Das Verhalten der Tiere wurde kontinuierlich an je drei aufeinander folgenden Tagen (nahezu ausschließlich Montag bis Donnerstag) mittels Infrarot-Videotechnik und Langzeitvideorecorder (Hoy 1998a, b) aufgezeichnet. Demnach gingen 3 x 24 h Beobachtungszeit pro Eber in die Auswertung ein. Der Einsatz dieser speziellen Technik machte es möglich, Beobachtungen rund um die Uhr am Tag wie in der Nacht durchzuführen, ohne etwaige Störfaktoren wie Beobachter oder sichtbares Licht. Außerdem war es durch den Einsatz des Langzeitvideorecorders möglich, das Verhalten der Tiere über 24 Stunden auf eine handelsübliche 180-min-Videokassette aufzuzeichnen. Anschließend wurde mittels eines Time-Code-Generators (AEC-Box 18/28) ein Zeitcode im Sekundentakt auf die Videobänder aufgespielt. Dies war Voraussetzung für die anschließende computergestützte Auswertung der Verhaltensaufzeichnungen, die sekundengenau mit Hilfe des OBSERVER/Video Tape Analysis System (Fa. Noldus/NL) stattfand.

Folgende Verhaltensweisen der Eber wurden dabei quantitativ auf Sekundenbasis erfasst: Liegen (differenziert in aktives und passives Liegen), Laufen/Stehen, Beschäftigung mit Stroh sowie Beschäftigung mit Artgenossen in der Nachbarbucht (STOLBA u. WOOD-GUSH 1989; LEWIS 1999). Die Daten jedes Ebers für die drei aufeinanderfolgenden Tage wurden zusammengefasst und als prozentuale Anteile bezogen auf die Gesamtbeobachtungszeit von 72 Stunden (= 259 200 Sekunden) für die folgende statistische Bearbeitung verwendet, welche mit dem Statistik-Programmpaket SPSS 10.0 for Windows erfolgte.

Zunächst wurden die Mittelwerte der Originaldaten (sog. Rohmittelwerte) durch einfache deskriptive Statistik berechnet. Zur Schätzung der LSQ-Mittelwerte für die einzelnen Verhaltensparameter wurde eine univariate Varianzanalyse mit nachfolgend dargestelltem Modell eingesetzt:

$$\text{Beobachtungswert}_{ijkl} = \mu + \text{Station}_i + \text{Buchtenkategorie}_j + \text{Jahreszeit}_k + (\text{Station} \times \text{Jahreszeit})_{ik} + b(\text{Alter}_i - \overline{\text{Alter}}) + e_{ijkl}$$

Neben der Kovariable „Alter“ gingen die übrigen untersuchten Einflussfaktoren „Besamungsstation“, „Buchtengröße“ und „Jahreszeit“ sowie die Interaktion „Station x Jahreszeit“ als fixe Effekte in das statistische Modell ein. Die Interaktion „Buchtengröße x Jahreszeit“ wurde zunächst getestet, da sich aber keine Signifikanzen ergaben, nicht im Modell berücksichtigt.

3 Ergebnisse

Die Berechnung der Mittelwerte für die einzelnen Verhaltensparameter über alle 78 beobachteten Tiere hinweg (5616 Stunden Beobachtungszeit) ergab, dass die Eber durchschnittlich 81 % des Tages lagen. Dies entsprach einem Zeitanteil von etwa 19,5 Stunden täglich, wovon ca. 15,5 Stunden auf passives Liegen entfielen. Bei Betrachtung einzelner Tiere er-

Tab. 1: Dauer ausgewählter Verhaltensparameter von 78 Ebern (in % bezogen auf 3 x 24 h)
Duration of selected behavioural parameters from 78 boars (in % referred to a period of 3 x 24 h)

Verhaltensparameter <i>behavioural parameter</i>	Mittelwert <i>mean</i>	Std.abw. <i>stand. div.</i>	Minimum <i>minimum</i>	Maximum <i>maximum</i>
Aktives Liegen / <i>lying active</i>	16,1	5,7	3,7	30,9
Passives Liegen / <i>lying passive</i>	64,6	6,7	46,3	79,0
Liegen gesamt / <i>total lying</i>	81,0	7,6	65,3	93,1
Laufen/Stehen / <i>walking/standing</i>	6,7	3,1	1,5	15,2
B. mit Stroh / <i>e. with straw</i>	7,4	4,4	1,5	18,6
B. mit Nachbar / <i>e. with neighbour</i>	1,2	1,2	0,0	6,4

B.: Beschäftigung; e.: engagement

Tab. 2: Einfluss der im Modell berücksichtigten Faktoren auf ausgewählte Verhaltensparameter
Influence of the different factors used in the statistical model on selected behavioural parameters

Verhaltensparameter <i>behavioural parameter</i>	Station <i>A.I. station</i>	Buchtengröße <i>pen size</i>	Jahreszeit <i>season</i>	Alter <i>age</i>	Station x Jahreszeit <i>A.I. station x season</i>
Aktives Liegen / <i>lying active</i>	*	n. s.	n. s.	*	n. s.
Passives Liegen / <i>lying passive</i>	n. s.	n. s.	n. s.	**	*
Liegen gesamt / <i>total lying</i>	**	n. s.	*	n. s.	**
Laufen/Stehen / <i>walking/standing</i>	n. s.	n. s.	**	n. s.	n. s.
B. mit Stroh / <i>e. with straw</i>	*	*	*	n. s.	**
B. mit Nachbar / <i>e. with neighbour</i>	**	n. s.	n. s.	n. s.	**

n. s.: nicht signifikant / not significant; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$
 B.: Beschäftigung; e.: engagement

gaben sich allerdings Werte für die Gesamtliegedauer zwischen 65,3 und 93,1 % von 24 Stunden.

Den größten Teil ihrer „Aktiv-Phasen“ (= alle Verhaltensweisen außer Liegen) verbrachten die Eber mit den Verhaltensweisen Beschäftigung mit Stroh (7,4 % von 24 h) und Laufen/Stehen (6,7 % von 24 h), was einen Anteil von jeweils zwischen 1,5 und zwei Stunden täglich bedeutete. Beschäftigung mit dem Nachbareber fand nur zu durchschnittlich 1,2 % von 24 h statt, also ca. 17 Minuten täglich.

In Tabelle 1 werden neben den Rohmittelwerten auch Standardabweichung sowie Minimum- und Maximumwerte aufgelistet; hierbei wird die große interindividuelle Schwankungsbreite bei einzelnen Ebern für die unterschiedlichen Verhaltensparameter ersichtlich.

Die statistische Bearbeitung der Beobachtungsdaten mit Hilfe des oben aufgeführten Modells sollte zunächst die Frage klären, ob die untersuchten Kenngrößen Besamungsstation, Buchtengröße, Jahreszeit und Alter der Tiere einen signifikanten Einfluss auf ausgewählte

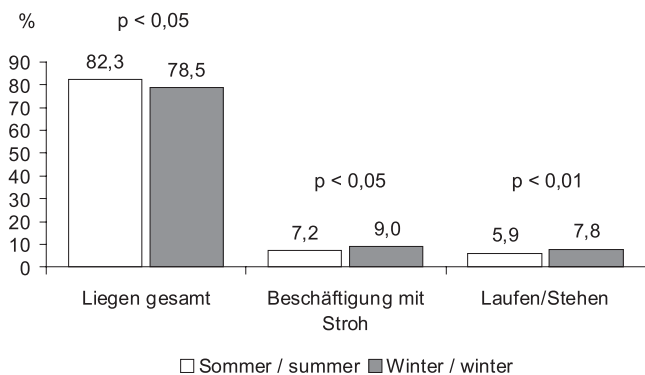


Abb. 1: Einfluss der Jahreszeit auf ausgewählte Verhaltensparameter von Ebern

Influence of the season on selected behavioural parameters in boars

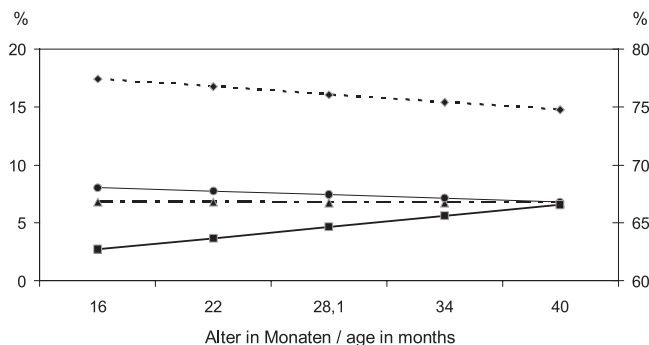


Abb. 2: Dynamik ausgewählter Verhaltensweisen bei Ebern in Beziehung zum Alter

Dynamics of selected behavioural parameters in boars in relation to their age

beim Laufen/Stehen war die vorhandene Tendenz nicht signifikant.

Für die Interaktion Besamungsstation x Jahreszeit erbrachte die Auswertung, dass in zwei der drei Stationen die Eber im Winterhalbjahr deutlich aktiver als im Sommerhalbjahr waren und dementsprechend kürzere Liegedauern im Winter aufwiesen, wohingegen in der dritten Station der genau umgekehrte Sachverhalt vorlag.

Mit zunehmender Buchtengröße sank tendenziell die Gesamtliegedauer der Eber, während die Häufigkeit für Laufen/Stehen und Beschäftigung mit Stroh tendenziell stieg, was im letzteren Fall auch statistisch abzusichern war.

Bei alleiniger Betrachtung des Faktors Jahreszeit ergaben sich im Winterhalbjahr signifikant höhere prozentuale Häufigkeiten für die Verhaltensweisen Laufen/Stehen und Beschäftigung mit Stroh. Demgegenüber war die Gesamtliegedauer im Sommer höher als im Winter (82,3 % gegenüber 78,5 %), was ebenfalls statistisch abzusichern war (Abb. 1).

Das Alter der Eber hatte in erster Linie Auswirkungen auf ihr Liegeverhalten: Jüngere Eber verbrachten signifikant weniger Zeit mit passivem und signifikant mehr Zeit mit aktivem Lie-

Verhaltensparameter hatten. Dabei wird deutlich, dass unter den hier analysierten Faktoren nicht eine übertragende Einflussgröße existierte, von der alle untersuchten Verhaltensparameter gleichermaßen abhängig waren. Vielmehr gab es für die einzelnen Verhaltensweisen unterschiedliche Kombinationen von Kenngrößen, die das Verhalten der Tiere beeinflussten (Tab. 2).

Die stärksten Auswirkungen auf das Eberverhalten hatte neben dem Faktor Besamungsstation die Interaktion Besamungsstation x Jahreszeit, den geringsten Einfluss (nämlich lediglich bei der Verhaltensweise Beschäftigung mit Stroh) übte der Faktor Buchtengröße aus.

Ein Einfluss der Besamungsstation ließ sich für die Verhaltensweisen aktives Liegen, Liegen gesamt, Beschäftigung mit Stroh sowie Beschäftigung mit dem Nachbarboar statistisch absichern, beim passiven Liegen sowie

gen als ältere. Die Anwendung des statistischen Modells ergab, dass die Eber bei Zunahme ihres Lebensalters um einen Monat im Mittel 0,11 % (ca. 1,6 min) weniger aktiv und 0,16 % (ca. 2,3 min) mehr passiv lagen (bezogen auf ein Jahr höheres Lebensalter ca. 19 min weniger aktives Liegen und ca. 28 min mehr passives Liegen). Die prozentualen Zeitanteile für die Verhaltensweisen Laufen/ Stehen und Beschäftigung mit Stroh sanken leicht mit steigendem Alter der Tiere, diese Tendenzen waren jedoch nicht statistisch zu sichern (Abb. 2).

Zur weiteren Analyse der nachgewiesenen Verhaltensunterschiede zwischen den verschiedenen Besamungsstationen wurden Tagesgänge ausgewählter Verhaltensweisen in den einzelnen Stationen errechnet. Hierzu wurde das Verhalten der Eber über 24 Stunden hinweg in stündlichen Intervallen (von 0 bis 23 Uhr) zusammengefasst; außerdem wurden auch die sozialen Zeitgeber für das Verhalten wie Fütterung, Tränkzeiten und Einstreuen der Buchten berücksichtigt. Dabei zeigten sich zum Teil erhebliche Differenzen in der circadianen Rhythmik des Verhaltens von Ebern aus unterschiedlichen Besamungsstationen.

Verantwortlich für diese Situation ist in erster Linie das unterschiedliche Management in den Stationen. Beispielsweise wurden die Eber in Station 1 im Sommer zweimal täglich gefüttert und es gab drei Tränkzeiten über den Tag verteilt, so dass die Eber mindestens fünfmal pro Tag zum Aufstehen und zur Aktivität veranlasst wurden. Im Vergleich dazu, gab es in Station 2 im Sommer lediglich eine tägliche Fütterungszeit und Tränke ad libitum. Dementsprechend deutlich waren die beobachteten Verhaltensunterschiede zwischen Ebern dieser zwei

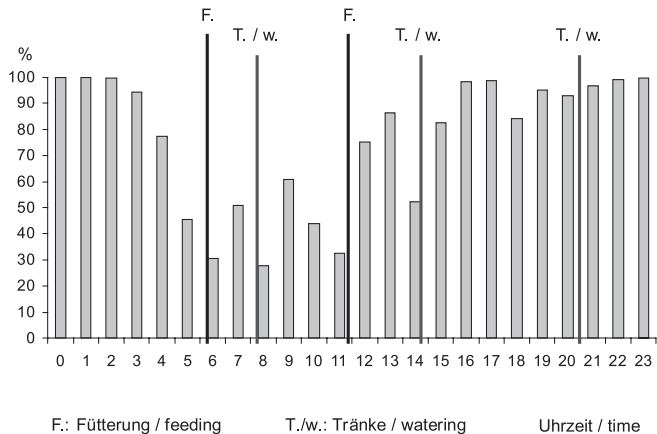


Abb. 3: Tagesrhythmus des Gesamtliegenverhaltens von 12 Ebern in Station 1 im Sommer
Daily rhythm of total lying behaviour of 12 boars from semen processing center 1 in summer

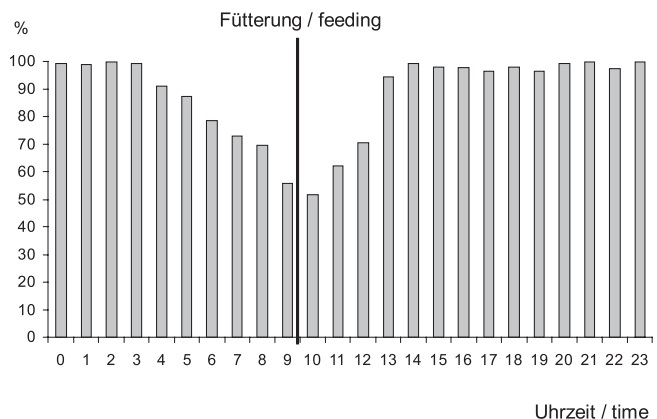


Abb. 4: Tagesrhythmus des Gesamtliegenverhaltens von 12 Ebern in Station 2 im Sommer
Daily rhythm of total lying behaviour of 12 boars from semen processing center 2 in summer

Stationen, was sowohl das Gesamtliegeverhalten (Abb. 3 und 4) als auch das Aktivitätsverhalten (z. B. Beschäftigung mit Stroh) der Eber anbelangt.

4 Schlussfolgerungen

Anhand der Untersuchungsergebnisse wird deutlich, dass gerade im Hinblick auf das Aktivverhalten der Eber den sozialen Zeitgebern wie z. B. Fütterung, Tränkzeiten oder Einstreuen der Buchten und somit dem Stallmanagement bzw. der Intensität der Tierpflege in den einzelnen Besamungsstationen eine sehr große Bedeutung zukommt. Da aber auch eine Reihe von anderen Faktoren Einfluss auf das Verhalten der Tiere ausübt, erscheint es zweckmäßig, bei der Diskussion um das Mindestplatzangebot für Eber auf eine Pauschalisierung der Forderungen zu verzichten und stattdessen Vorschläge für differenzierte Vorgaben bezüglich Haltung und Management zu erarbeiten.

5 Literatur

- BRUINIX, E. M. A. M.; VERMEER, H. M.; VEREIJKEN, P. F. G.; WASSENAAR, T.; SWINKELS, J. W. G. M. (1998): Hoktype en welzijn van K.I.-beren. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen
- HOY, St. (1998a): Nutzung der Infrarot-Videotechnik in der angewandten Nutztierethologie. Tierärztl. Umschau 53: 554–559
- HOY, St. (1998b): Anwendung der computergestützten Verhaltensauswertung in der Nutztierethologie mit Hilfe des OBSERVER/Video-Tape-Analysis-Systems. Tierärztl. Umschau 53: 606–613
- LEWIS, N.J. (1999): Frustration of goal-directed behaviour in swine. Applied Animal Behaviour Science 64: 19–29
- ROHRMANN, St.; Hoy, St. (2004): Analyse der Körpermaße und Haltungsbedingungen von Besamungsgebern unter Tierschutzaspekten. Proc. Nürtinger Tierschutztagung 2004 (im Druck)
- SINGLETON, W.L. (2001): State of the art in artificial insemination of pigs in the United States. Theriogenology 56: 1305–1310
- STOLBA, A.; Wood-Gush, D.G.M. (1989): The behaviour of pigs in a semi-natural environment. Animal Production 48: 419–425

Auswirkung des Tier-Fressplatzverhältnisses auf das Tierverhalten bei der sensorgesteuerten Flüssigfütterung in der Schweinemast *Effects of the Animal-Feeding Place Ratio on the Behaviour of Fattening Pigs Fed by Means of Sensor Controlled Liquid Feeding*

DORTHE K. RASMUSSEN, ROLAND WEBER, BEAT WECHSLER

Zusammenfassung

Bei der Sensorfütterung handelt es sich um ein Flüssigfütterungsverfahren zur Sattfütterung von Mastschweinen. In der vorliegenden Untersuchung sollte abgeklärt werden, welchen Einfluss verschiedene Tier-Fressplatzverhältnisse auf das Verhalten und die Leistung der Tiere haben.

Das Experiment wurde mit 18 Gruppen zu je 40 Mastschweinen (25–100 kg/LM) durchgeführt. Untersucht wurden die Tier-Fressplatzverhältnisse 4:1, 7:1 und 13:1 (neun, sechs bzw. drei Fressplätze pro Gruppe), wobei jedes Tier-Fressplatzverhältnis sechsmal wiederholt wurde. Das Verhalten im Fressbereich (Fressdauer, Wartedauer am Trog, Aggressionen, durch Aggression verdrängt werden, ohne Aggression weggeschoben werden) wurde bei zwölf Fokustieren pro Gruppe im Alter von 14 und 17 Wochen mittels 24-h-Videoaufnahmen erfasst. Als Fokustiere wurden pro Gruppe vier leichte, vier mittelschwere und vier schwere Tiere ausgewählt. Die Masttageszunahmen wurden für alle Tiere berechnet. Die Auswertung der Daten erfolgte mit gemischten linearen Modellen.

Mit steigendem Tier-Fressplatzverhältnis wurde die Fressdauer pro Trogbesuch kürzer ($p < 0,05$) und die Wartedauer länger ($p < 0,001$). Das Tier-Fressplatzverhältnis hatte keinen signifikanten Effekt auf die Häufigkeit des aggressiven Verdrängens vom Futtertrog, hingegen wurden die Mastschweine mit steigendem Tier-Fressplatzverhältnis häufiger ohne Aggression vom Futtertrog weggeschoben ($p < 0,001$). Neben dem Tier-Fressplatzverhältnis hatten auch das Alter und die Gewichtsklasse der Fokustiere einen signifikanten Einfluss auf verschiedene Verhaltensparameter. Die Tageszunahmen waren mit steigendem Tier-Fressplatzverhältnis geringer ($p < 0,001$), wobei dieser Effekt bei den leichten Fokustieren am ausgeprägtesten war ($p < 0,001$).

Die Untersuchung zeigt, dass das Tier-Fressplatzverhältnis bei der Sensorfütterung einen deutlichen Einfluss auf das Verhalten und die Tageszunahmen der Mastschweine hat. Ein zu weites Tier-Fressplatzverhältnis wirkt sich insbesondere auf leichte, wahrscheinlich rangtiefe Gruppenmitglieder negativ aus.

Summary

Sensor feeding is a liquid feeding system for fattening pigs. The aim of the present study was to quantify the effect of the animal-feeding place ratio on behaviour and performance of the animals. The study was carried out with 18 groups of 40 pigs each (25–100 kg). Three different animal-feeding place ratios were investigated, 4:1, 7:1 and 13:1 (9, 6 and 3 feeding places per group). Each animal-feeding place ratio was tested with six groups of animals.

The behaviour in the feeding area (duration of feeding bouts, duration of waiting bouts, aggression, displacements involving an aggressive interaction, displacement not involving an aggressive interaction) was observed by means of video recording for 12 focal pigs per group at an age of 14 and 17 weeks. Four lightweight, four middleweight and four heavyweight pigs were selected as focal animals. Daily weight gain was calculated for all animals. Data were analysed with mixed effect models.

With increasing animal-feeding place ratio, the duration of feeding per visit at the trough was significantly reduced ($p < 0,05$) and the duration of waiting was increased ($p < 0,001$). The animal-feeding place ratio had no significant effect on the frequency of aggressive displacements at the feeding trough. On the other hand, the fatteners were more frequently pushed away from the trough not involving aggressive interactions, as the animal-feeding place ratio increased ($p < 0,001$). Besides animal-feeding place ratio, age and the weight class of the focal pigs had significant effects on the behaviour. Weight gain was lower as animal-feeding place ratio increased ($p < 0,001$), and this effect was more pronounced in lightweight focal animals ($p < 0,001$).

In conclusion, the animal-feeding place ratio has a distinct influence on the behaviour and performance of fattening pigs fed by a sensor feeding. A wide animal-feeding place ratio has a negative effect in particular on lightweight pigs, probably the subordinate group members.

1 Einleitung

In den letzten Jahren wurden verschiedene neue Fütterungsverfahren für Mastschweine entwickelt. Eines dieser Systeme ist die Sensorfütterung, bei der die Tiere mit Flüssigfutter sattgefüttert werden. Ein Sensor misst dabei den Füllstand im Trog. Ist dieser leer, wird er automatisch befüllt. Die Fütterung erfolgt jedoch in Intervallen, so dass die Tröge zwischen den Intervallen für einige Zeit leer sind.

Da es sich bei der Sensorfütterung um eine Sattfütterung handelt, muss nicht für jedes Tier ein Fressplatz vorhanden sein. Unter ökonomischen Gesichtspunkten wird ein möglichst weites Tier-Fressplatzverhältnis angestrebt. Hingegen ist aus Untersuchungen mit anderen Fütterungsverfahren bekannt, dass ein erweitertes Tier-Fressplatzverhältnis zu verschärfter Konkurrenz um das Futter, mehr Aggressionen am Futtertrog, kürzeren Fressdauern, schlechteren Tageszunahmen oder einem Auseinanderwachen der Tiere einer Gruppe führen kann (BAXTER 1981; HANSEN et al. 1982; BARNETT et al. 1992; KIRCHER 2001; TURNER et al. 2002). Auch die Geschwindigkeit beim Fressen kann variieren, wenn die Anzahl Tiere pro Fressplatz erhöht wird (GONYOU 1999).

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Einfluss des Tier-Fressplatzverhältnisses auf das Verhalten und die Leistung von Mastschweinen bei der Sensorfütterung zu klären.

2 Methoden

2.1 Haltung und Tiere

Die Untersuchung wurde von Februar 2002 bis August 2003 an der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik in Tänikon (FAT) durchgeführt. Es standen

vier Versuchsbuchten zur Verfügung, in denen eine Liegefläche (4 m x 5,55 m) mit Tiefstreukompost und ein Aktivitäts-Fressbereich (4 m x 5,55 m) mit Spaltenboden eingerichtet war.

Für das Experiment wurden 18 Gruppen zu je 40 Mastschweinen (insgesamt 720 Schweine) eingesetzt, wobei die Hälfte der Tiere weiblich und die andere Hälfte Kastraten waren. Die Tiere wurden mit 25 kg Lebendmasse eingestallt und mit ungefähr 100 kg LM geschlachtet.

Die Schweine wurden mit einer Sensorfütterung in fünf Fütterungsintervallen pro Tag gefüttert (7:30, 10:30, 15:00, 18:00, 21:00 Uhr). Pro Fütterintervall überprüften die Sensoren den Füllstand der Tröge maximal sechsmal. Es wurden folgende drei Tier-Fressplatzverhältnisse untersucht:

- 4:1 (neun Fressplätze pro Gruppe)
- 7:1 (sechs Fressplätze pro Gruppe)
- 13:1 (drei Fressplätze pro Gruppe)

Für jedes Tier-Fressplatzverhältnis wurden sechs Wiederholungen durchgeführt. Die Zuordnung der Tier-Fressplatzverhältnisse zu den vier Versuchsbuchten ist in Tabelle 1 ersichtlich. Die Fütterung erfolgte in vier Mastphasen; der Energiegehalt in der Trockensubstanz der Mastration variierte:

- Vormast 1: 15,4 MJ/kg Trockensubstanz
- Vormast 2: 15,4 MJ/kg Trockensubstanz
- Mittelmast: 15,5 MJ/kg Trockensubstanz
- Endmast: 15,6 MJ/kg Trockensubstanz

2.2 Datenerhebung und -auswertung

In jeder Mastschweinegruppe wurden bei einem durchschnittlichen Alter von 14 Wochen zwölf Fokustiere anhand des Gewichts ausgewählt:

- vier leichte Schweine (zwei weibliche Tiere, zwei Kastraten)
- vier mittelschwere Schweine (zwei weibliche Tiere, zwei Kastraten)
- vier schwere Schweine (zwei weibliche Tiere, zwei Kastraten)

Die Verhaltensbeobachtungen erfolgten zu zwei Zeitpunkten, bei denen die Mastschweine ein durchschnittliches Alter von 14 bzw. 17 Wochen hatten. Während jeweils 24 Stunden wurde das Verhalten der Tiere am Futtertrog mittels Video aufgezeichnet. Die Fokustiere waren mit Farben markiert, so dass ihr Verhalten individuell erfasst werden konnte. Die erhobenen Verhaltensweisen waren wie folgt definiert:

- Fressen: Ein Schwein hat den Kopf im Trog (Dauer pro Trogbesuch)
- Warten: Ein Schwein hält sich in einer Distanz von weniger als einem Meter vom Trog auf und sein Interesse ist auf den Trog gerichtet (Dauer pro Tier pro Tag)

Tab. 1: Zuordnung der drei Tier-Fressplatzverhältnisse zu den vier Versuchsbuchten
Assignment of the three animal-feeding place ratios to the four experimental pens

Bucht / pen 1	Bucht / pen 2	Bucht / pen 3	Bucht / pen 4
		4:1	7:1
13:1	4:1	7:1	13:1
4:1	7:1	13:1	4:1
7:1	13:1	4:1	7:1
13:1	4:1	7:1	13:1

- Aggression beim Fressen: Ein Tier beißt oder schnappt ein anderes während des Fressens (Häufigkeit pro Tier pro Tag)
- Mit Aggression vom Trog verdrängen: Ein Tier verdrängt ein anderes mit einer Aggression vom Trog (Häufigkeit pro Tier pro Tag)
- Ohne Aggression vom Trog wegschieben: Ein Tier wird ohne Aggression vom Trog weggeschoben (Häufigkeit pro Tier pro Tag)

Alle Schweine wurden beim Einstallen und in der Folge jede zweite Woche gewogen. Die Masttageszunahmen wurden über die gesamte Mastperiode berechnet.

Die Auswertung der Daten erfolgte mit linearen Gemischte-Effekte-Modellen, wobei die Daten z. T. einer Logarithmus-Transformation unterzogen wurden. Die Modelle beinhalteten die Einflussfaktoren Tier-Fressplatzverhältnis, Gewichtsklasse der Fokustiere und Alter der Schweine bei der Datenerhebung sowie die Interaktionen zwischen diesen Faktoren.

3 Ergebnisse

Mit steigendem Tier-Fressplatzverhältnis fraßen die Mastschweine pro Trogbesuch signifikant weniger lang ($p < 0,05$; Abb. 1). Im Durchschnitt dauerte ein Trogbesuch ungefähr eine Minute. Die Fressdauer pro Trogbesuch war bei leichten, mittelschweren und schweren Fokustieren nicht signifikant verschieden. Bei älteren Tieren war sie aber signifikant länger als bei jüngeren ($p < 0,05$) und es bestand eine signifikante Interaktion zwischen dem Alter und der Gewichtsklasse der Tiere ($p < 0,05$).

Die Wartedauer am Trog wurde mit steigendem Tier-Fressplatzverhältnis signifikant länger ($p < 0,001$; Abb. 2). Zudem warteten leichte Fokustiere signifikant länger als schwere ($p < 0,001$). Die Wartedauer der Mastschweine im Alter von 14 und 17 Wochen war nicht

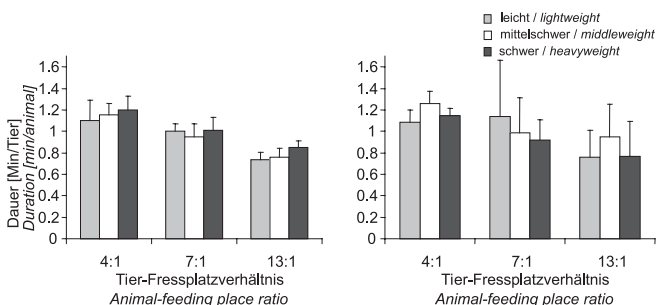


Abb. 1: Fressdauern (pro Trogbesuch) von Mastschweinen im Alter von 14 (links) und 17 (rechts) Wochen (Mittelwerte mit Standardfehlern) Die Säulen stellen Werte von leichten, mittelschweren und schweren Fokustieren dar
Duration of feeding bouts (per visit at the trough) of fattening pigs aging 14 (left) and 17 (right) weeks (average values and standard errors) Bars show values of light, middle and heavy focal animals

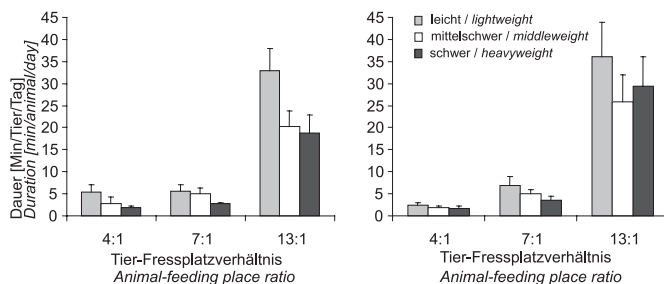


Abb. 2: Wartedauer von Mastschweinen am Trog im Alter von 14 (links) und 17 (rechts) Wochen (Mittelwerte mit Standardfehlern)
Duration of waiting bouts at the feed trough of fattening pigs aging 14 (left) and 17 (right) weeks (average values and standard errors)

signifikant verschieden, hingegen bestand eine signifikante Interaktion zwischen dem Alter der Tiere und dem Tier-Fressplatzverhältnis ($p < 0,05$).

Die Häufigkeit von Aggressionen beim Fressen wurde weder durch das Tier-Fressplatzverhältnis noch durch die Gewichtsklasse der Fokustiere signifikant beeinflusst (Abb. 3). Im Alter von 14 Wochen zeigten die Mastschweine hingegen signifikant mehr Aggressionen als im Alter von 17 Wochen ($p < 0,001$).

Das Tier-Fressplatzverhältnis hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Häufigkeit, mit der die Mastschweine durch eine Aggression vom Trog verdrängt wurden (Abb. 4). Hingegen wurden leichte Fokustiere signifikant häufiger mit einer Aggression vom Trog verdrängt als schwere ($p < 0,001$), und solche Verdrängungen waren im Alter von 14 Wochen häufiger als im Alter von 17 Wochen ($p < 0,001$).

Mit steigendem Tier-Fressplatzverhältnis wurden die Mastschweine beim Fressen signifikant häufiger ohne Aggression vom Trog weggeschoben ($p < 0,001$; Abb. 5). Die Gewichtsklasse der Fokustiere hatte hingegen keinen signifikanten Effekt auf die

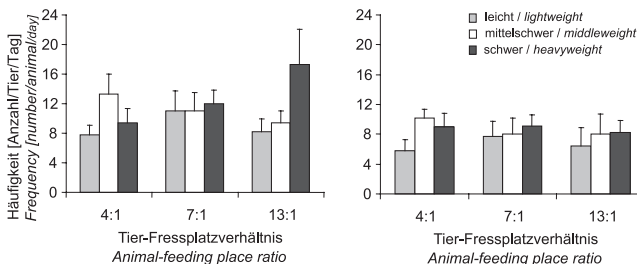


Abb. 3: Häufigkeit von Aggressionen beim Fressen bei Mastschweinen im Alter von 14 (links) und 17 (rechts) Wochen (Mittelwerte mit Standardfehlern)
Frequency of aggressions during feeding in fattening pigs aging 14 (left) and 17 (right) weeks (average values and standard errors)

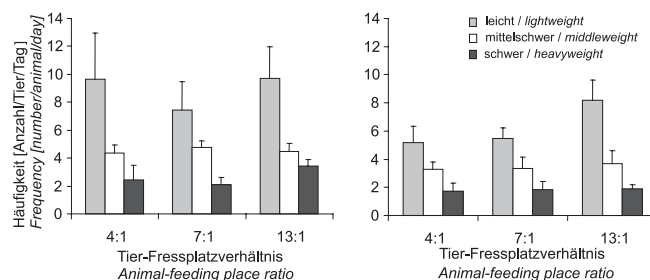


Abb. 4: Häufigkeit von Verdrängen vom Trog mit einer Aggression bei Mastschweinen im Alter von 14 (links) und 17 (rechts) Wochen (Mittelwerte mit Standardfehlern)
Frequency of displacements at the feed trough involving an aggressive interaction in fattening pigs aging 14 (left) and 17 (right) weeks (average values and standard errors)

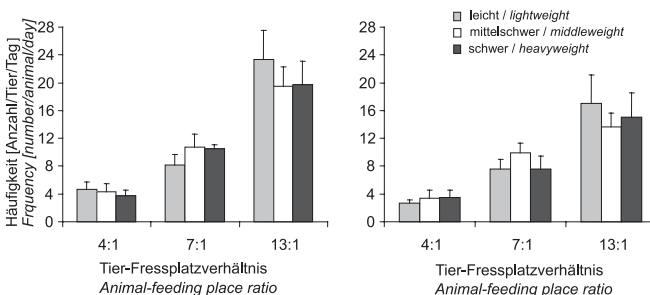


Abb. 5: Häufigkeit von Wegschieben vom Trog ohne Aggression bei Mastschweinen im Alter von 14 (links) und 17 (rechts) Wochen (Mittelwerte mit Standardfehlern)
Frequency of displacements at the feed trough not involving aggressive interactions (pushing only) in fattening pigs aging 14 (left) and 17 (right) weeks (average values and standard errors)

se Art von Verdrängungen. Wegschieben am Trog ohne Aggression wurde bei Tieren im Alter von 14 Wochen signifikant häufiger beobachtet als bei Tieren im Alter von 17 Wochen ($p < 0,001$), wobei auch eine signifikante Interaktion zwischen dem Alter der Tiere und dem Tier-Fressplatzverhältnis bestand ($p < 0,001$).

Die Masttageszunahmen bei den verschiedenen Tier-Fressplatzverhältnissen

lagen im Gruppenmittel zwischen 925 (4:1) und 795 g/Tier/Tag (13:1). Die Zunahmen der Fokustiere waren mit steigendem Tier-Fressplatzverhältnis signifikant geringer ($p < 0,001$; Abb. 6). Zudem waren die Zunahmen bei leichten Fokustieren signifikant tiefer als bei schweren ($p < 0,001$).

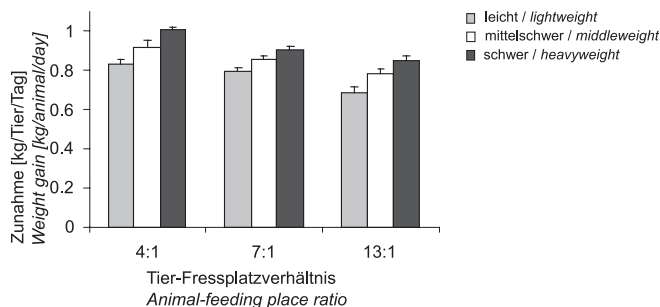


Abb. 6: Masttageszunahmen (Mittelwerte mit Standardfehlern)
Daily weight gain (average values and standard errors)

4 Diskussion

Das Tier-Fressplatzverhältnis wirkte sich nicht signifikant auf die Häufigkeit von Aggressionen beim Fressen und auf die Häufigkeit von Verdrängen vom Trog mit Aggression aus. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von Untersuchungen bei anderen Fütterungssystemen für Mastschweine, in denen eine Erhöhung des Tier-Fressplatzverhältnisses zu vermehrten Aggressionen am Trog führte (HANSEN et al. 1982; BARNETT et al. 1992; KIRCHER 2001). Möglicherweise ist es bei einem hohen Tier-Fressplatzverhältnis eine schlechte Strategie, aggressiv zu sein, weil sich so verhaltende Tiere mit erhöhter Wahrscheinlichkeit vom Trog weggeschoben werden. Tatsächlich wurde Wegschieben vom Trog ohne Aggression mit steigendem Tier-Fressplatzverhältnis häufiger beobachtet.

Die Erhöhung der Anzahl Tiere pro Fressplatz führte auch dazu, dass die Tiere signifikant längere Wartedauern am Trog hatten und pro Trogbesuch signifikant kürzere Fressdauern aufwiesen. Diese Effekte dürften dafür verantwortlich sein, dass die Masttageszunahmen bei erhöhtem Tier-Fressplatzverhältnis signifikant geringer waren. Auch GONYOU (1999) stellte in seinen Untersuchungen an Mastschweinen, die mit Breifutterautomaten gefüttert wurden, bei steigendem Tier-Fressplatzverhältnis eine Verkürzung der Fressdauern fest.

Bei mehreren Parametern wurde deutlich, dass leichte Tiere innerhalb einer Gruppe durch eine Erhöhung des Tier-Fressplatzverhältnisses besonders stark beeinträchtigt werden. Leichte Fokustiere hatten im Vergleich zu schwereren Gruppenmitgliedern erhöhte Wartedauern am Trog, wurden häufiger durch Aggressionen vom Trog verdrängt und wiesen schlechtere Masttageszunahmen auf. Dies dürfte dadurch begründet sein, dass es sich bei diesen leichten Tieren um rangtiefe Tiere handelte. In anderen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass bei Schweinen ein starker Zusammenhang zwischen dem Gewicht und der Rang-

position innerhalb einer Gruppe besteht (BEILHARZ und COX 1967; SAMBRAUS 1981). BOTERMANS et al. (2000) stellten in ihren Untersuchungen an Mastschweinen mit Trockenfütterung ebenfalls fest, dass die Häufigkeit von Verdrängungen am Trog bei wachsender Konkurrenz anstieg und dieser Effekt bei den leichten Tieren am größten war. Auch bei tragenden Sauen müssen rangtiefe Tiere länger am Trog warten, bis sie fressen können (BROUNS und EDWARDS 1994).

Keinen Einfluss hatte das Gewicht der Fokustiere hingegen auf die Fressdauer pro Trogbesuch. Dies steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von HANSEN et al. (1982). Die Autoren fanden heraus, dass bei Trockenfütterung dominante Mastschweine längere Fressdauern haben als rangtiefe. Ebenfalls unbeeinflusst vom Gewicht der Fokustiere waren die Häufigkeit von Aggressionen am Trog und die Häufigkeit, mit der diese ohne Aggression vom Trog weggeschoben wurden. Bei diesen beiden Parametern scheinen tierindividuelle Eigenschaften bei großem Gedränge am Trog keine Rolle mehr zu spielen. Entsprechend wurden auch schwere Fokustiere bei einem hohen Tier-Fressplatzverhältnis häufig vom Trog weggeschoben.

Das Alter der Mastschweine zum Zeitpunkt der Datenerhebung wirkte sich ebenfalls auf deren Verhalten aus. So waren die Fressdauern pro Trogbesuch im Alter von 17 Wochen signifikant länger, was dadurch begründet sein dürfte, dass Mastschweine mit zunehmendem Alter mehr Futter aufnehmen. Erstaunlich war hingegen, dass die Häufigkeiten von Aggressionen am Trog sowie von Verdrängen mit und ohne Aggression bei den älteren Tieren reduziert waren. Möglicherweise lernten die Tiere im Verlauf der Mast, dass der Andrang am Trog zu Beginn eines Fütterungsintervalls besonders groß ist und es nicht nachteilig ist, sich erst später zum Trog zu begeben, da ja ausreichend Futter für alle Tiere ausdosiert wurde. Diese Interpretation wird durch qualitative Beobachtungen untermauert. Es wurde festgestellt, dass in der Regel nur bei der ersten Fütterung am Morgen fast alle Schweine gleichzeitig den Trog aufsuchten, was zu viel Unruhe und Aggressionen führte. Bei den späteren Fütterungsintervallen blieben hingegen viele Tiere zu Beginn der Fütterung noch einige Zeit im Liegebereich liegen und der Verlauf der Fütterung war deutlich ruhiger.

Auffällig war, dass sich insbesondere ein Tier-Fressplatzverhältnis von 13:1 negativ auf das Verhalten der Mastschweine auswirkte. Hier wurden die Tiere häufiger ohne Aggression vom Trog weggeschoben als bei den anderen beiden Tier-Fressplatzverhältnissen. Auch die Wartezeiten am Trog waren deutlich länger, was auf eine starke Konkurrenz um Zugang zum Trog hindeutet. Demgegenüber waren die Unterschiede zwischen den beiden Tier-Fressplatzverhältnissen 4:1 und 7:1 gradueller Art. Eine abschließende Bewertung dieser beiden Tier-Fressplatzverhältnisse unter dem Gesichtspunkt der Tiergerechtigkeit wird erst erfolgen können, wenn auch die Ergebnisse zu den in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls erhobenen Kortisolkonzentrationen im Speichel der Mastschweine vorliegen.

5 Schlussfolgerungen

Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass das Tier-Fressplatzverhältnis bei der Sensorfütterung einen deutlichen Einfluss auf das Verhalten und die Tageszunahmen der Mastschweine hat. Ein zu weites Tier-Fressplatzverhältnis wirkt sich insbesondere auf leichte, wahrscheinlich rangtiefe Gruppenmitglieder negativ aus. Aufgrund der vorliegenden Resultate ist ein Tier-Fressplatzverhältnis von 13:1 unter dem Gesichtspunkt der Tiergerechtigkeit

abzulehnen. Zur Beurteilung der beiden Tier-Fressplatzverhältnisse 4:1 und 7:1 müssen noch Stress-Parameter herangezogen werden.

6 Literatur

BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P. H.; CRONIN, G. M.; NEWMAN, E. A.; MCCALLUM, T. H.; CHILTON, D. (1992): Effects of pen size, partial stalls and method of feeding on welfare-related behavioural and physiological responses of group-housed pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 34: 207–220

BAXTER, M. R. (1981): Environmental design for the social behaviour of pigs during feeding. In: *Modelling, Design and Evaluation of Agricultural Buildings*. Ed.: McCormack, J. A. D. The Scottish Farm Buildings Investigation Unit: Aberdeen, Scotland:89–96

BEILHARZ, R. G.; COX, D. F. (1967): Social dominance in swine. *Anim. Behav.* 15: 117–122

BOTERMANS, J. A. M.; GEORGSSON, L.; WESTRÖM, B. R.; OLSSON, A.-C.; SVENDSEN, J. (2000): Effect of feeding environment on performance, injuries, plasma cortisol and behaviour in growing-finishing pigs: studies on individual pigs housed in groups. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Animal Sci.* 50: 250–262

BROUNS, F.; EDWARDS, S. A. (1994): Social rank and feeding behaviour of group-housed sows fed competitively or ad libitum. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39:225–235

GONYOU, H. (1999): Feeding and pen design to increase efficiency. *Advances in Pork Production* 10: 103–113

HANSEN, L.; HAGELSOE, A. M.; MADSEN, A. (1982): Behavioural results and performance of bacon pigs fed ad libitum from one or several self-feeders. *Appl. Anim. Ethol.* 6: 341–350

KIRCHER, A. (2001): Untersuchungen zum Tier-Fressplatzverhältnis bei der Fütterung von Aufzuchtferkeln und Mastschweinen an Rohrbreiautomaten unter dem Aspekt der Tiergerechtigkeit. *FAT-Schriftenreihe, Band 53, FAT, Tänikon*

SAMBRAUS, H. H. (1981): Das Sozialverhalten von Sauen bei Gruppenhaltung. *Züchtungskunde* 53: 147–157

TURNER, S. P.; DAHLGREN, M.; AREY, D. S.; EDWARDS, S. A. (2002): Effect of social group size and initial live weight on feeder space requirement of growing pigs given food ad libitum. *Anim. Sci.* 75: 75–83

Danksagung

Wir danken Lorenz Gyax für die Unterstützung bei der statistischen Bearbeitung der Daten. Die Untersuchung wurde vom Schweizer Bundesamt für Veterinärwesen finanziert (Projekt-Nummer 2.00.05).

Dorthe K. Rasmussen, Bundesamt für Veterinärwesen, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, FAT, CH-8356 Tänikon

Roland Weber, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, CH-8356 Tänikon

Beat Wechsler, Bundesamt für Veterinärwesen, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, FAT, CH-8356 Tänikon

Evaluation von Liegeboxenabmessungen für Rindvieh aufgrund des Liegeverhaltens unterschiedlich großer Milchkühe ***Evaluation of the Dimensions of Cubicles for Cattle Based on the Lying Behaviour of Dairy Cows varying in Body Size***

NINA MARIA KEIL, EDITH GISIGER, MARKUS STAUFFACHER

Zusammenfassung

Für eine tiergerechte Haltung von Kühen im Boxenlaufstall müssen die Boxenabmessungen an die Körpermaße der Tiere angepasst sein. Ziel des Projektes war zu untersuchen, ob sich das Liegeverhalten unterschiedlich großer Kühe in Liegeboxen mit unterschiedlicher Breite unterscheidet. Die Untersuchung fand in zwölf Liegeboxenlaufställen in je sechs Betrieben mit einer Boxenbreite von 120 cm bzw. 125 cm statt. Es wurden in jedem Stall jeweils acht Fokustiere, je vier Kühe mit einer Widerristhöhe von max. 140 cm bzw. min. 145 cm, beobachtet. Die Liegepositionen sowie das Aufstehen und Abliegen der 96 Fokuskühe wurden direkt während ca. sechs Stunden tagsüber nach der Fütterung erhoben und varianzanalytisch (ANOVA mit hierarchischem Design) ausgewertet. Verhaltensweisen des Aufstehens und Abliegens, die auf Probleme mit der Liegeboxenabmessung hinweisen, traten insgesamt selten auf. Es konnte kein signifikanter Einfluss der Boxenbreite oder der Tiergröße auf das Aufsteh- und Abliegeverhalten nachgewiesen werden. Beim Liegen streckten die Kühe nur selten die Vorderbeine (3 %), Streckungen der Hinterbeine waren dagegen häufiger (27 %). Es zeigte sich, dass große Kühe unabhängig von der Boxenbreite die Hinterbeine vermehrt am Körper angelegt hatten ($p < 0.001$) und insgesamt häufiger kompakte Liegepositionen einnahmen ($p < 0.05$) als kleine Kühe. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass unter den gewählten Versuchsbedingungen die Boxenbreite vor allem auf entspanntes Liegen der Kühe einschränkend wirkt.

Summary

Dimensions of cubicles in free stalls for dairy cows have to be adjusted to the animal's body dimensions in terms of animal welfare. The aim of the study was to investigate the lying behaviour of dairy cows of varying body size in cubicles of different width. On twelve farms, in two groups of six with cubicle widths of 120 cm and 125 cm respectively, we observed eight focal cows, in two groups of four with a height at withers of max. 140 cm and min. 145 cm, respectively. Lying positions as well as lying down and standing up behaviour of these 96 focal cows were recorded for approx. six hours after the morning feeding. Data were analysed by ANOVA with nested design. Generally, variants of lying down and standing up motions indicating problems with cubicle dimensions, were not frequent. There were no significant effects of cubicle width and the cow's height at withers on standing up and lying down behaviour. When lying, the cows extended their front legs infrequently (3 %) compared to the hind legs (27 %). Independently of the width of the cubicles, taller cows had their hind legs extended less often ($p < 0.001$) and lay more in close positions ($p < 0.05$).

than smaller cows. In the conditions of the experimental setting, our results suggest that cubicle width is more limiting to relaxed lying than standing up or lying down.

1 Einleitung

Optimal gestaltete Liegeboxenabmessungen gewährleisten, dass Kühe ihr artieigenes Aufsteh- und Abliegeverhalten unbehindert ausführen und entspannte Liegepositionen einnehmen können. Verzögertes Abliegen, vermehrtes Umtreten mit den Vorder- oder Hinterbeinen, wiederholte Platzkontrolle und Abliegeabbrüche können auf Probleme bezüglich der Abmessungen der Liegebox hinweisen. Haben die Kühe beim Aufstehen Schwierigkeiten, so äußern sie dies in einem gehemmten Kopfschwing, mit Aufstehabbrüchen und im gravierenden Fall durch pferdeartiges Aufstehen. Auch Kollisionen mit Liegeboxenabtrennungen sind Anzeichen einer ungenügenden Dimensionierung von Boxen (KÄMMER und SCHNITZER 1975; KÄMMER 1981). Bei ausreichendem Platzangebot zeigen Kühe verschiedene Liegepositionen, die sich in vier Hauptformen (kurz/lang, schmal/breit) einteilen lassen. Entspannte Liegepositionen entsprechen Kombinationen aus langen (d. h. gestreckte Vorderbeine) und breiten (d. h. gestreckte Hinterbeine) Liegeformen oder der Seitenlage. Abweichungen in der Quantität und Qualität dieser Liegepositionen lassen auf eingeschränktes Normalverhalten schließen (KÄMMER und SCHNITZER 1975).

Zur Vermeidung von tierschutzrelevanten Situationen müssen Abmessungen von Liegeboxen bestimmte Mindestmaße aufweisen und sich an den Körpermaßen der Tiere orientieren. Die Zucht auf Leistung führt zu größeren und schwereren Kühen. Diese Tiere haben auch größere Platzansprüche, so dass bisher verwendete Maße für Liegeboxen nicht mehr ausreichend sein könnten. Für Abmessungen von Liegeboxen für Rindvieh existieren verschiedene Empfehlungen, die beispielsweise für die Liegeboxenbreite auf der Widerristhöhe (BARTUSSEK et al. 1995; KRIMBERGER und ZAINER 2003), der Brustbreite (BOCKISCH 1991), dem Gewicht (BICKERT et al. 2000) oder der Hüftweite (ANDERSON 2003) basieren. Wissenschaftliche Grundlagen zur Absicherung solcher Empfehlungen fehlen jedoch weitgehend.

Ziel dieser Studie war es, anhand des Liegeverhaltens von Kühen im Liegeboxenlaufstall zu untersuchen, wie sich in Abhängigkeit von der Widerristhöhe der Tiere eine erhöhte Boxenbreite auf das Abliegen, Aufstehen und die Positionen im Liegen auswirkt.

2 Tiere, Material und Methode

Die Datenerhebung erfolgte auf zwölf Milchviehbetrieben, welche Tiere der Rassen Schweizer Braunvieh, Schweizer Fleckvieh oder Holstein Friesian halten. Die Betriebe wurden aufgrund ihrer unterschiedlichen Liegeboxenbreite ausgewählt, je sechs der Betriebe wiesen eine Liegeboxenbreite von 120 cm (lichte Weite, ± 1 cm) bzw. 125 cm (lichte Weite, ± 1 cm) auf. Die Betriebe hatten Tiefboxen mit guter Strohmattmatratze, freitragende Liegeboxentrennbügel, ein starres Nackenrohr und eine Länge der Liegefläche (= Abstand tierseitige Kotkante bis tierseitige Bugkante) von 190 cm (ausgenommen ein Betrieb mit einer Liegeflächenlänge von lediglich 185 cm).

Pro Betrieb wurden acht Fokustiere ausgewählt, je vier kleinere Tiere mit einer Widerristhöhe von maximal 140 cm (Betriebe mit großen Boxen Mittelwert (MW) 136.0 cm, Stan-

dardabweichung (SD) 2 cm; Betriebe mit kleinen Boxen MW 137.5, SD 2 cm) und vier größere Tiere mit einer Widerristhöhe von mindestens 145 cm (Betriebe mit großen Boxen MW 146.5 cm, SD 1.4 cm; Betriebe mit kleinen Boxen MW 147.5 cm, SD 1.7 cm). Das Liegeverhalten dieser 96 Fokustiere wurde pro Betrieb einmalig über eine Dauer von 5–6.5 Stunden nach der morgendlichen Fütterungszeit erhoben.

Sämtliche Abliege- und Aufstehvorgänge der Fokustiere wurden erfasst. Beim Aufstehen wurde bewertet, ob der Vorgang arttypisch verlief, ob der Kopfschwung flüssig erfolgte, ob

Tab. 1. Definition der Verhaltensparameter
Description of behavioural patterns

Liegepositionen (time sampling 10 min) / body position while lying (time sampling 10 min)	
L_breit	<ul style="list-style-type: none"> Liegen mit oberem Hinterbein abgestreckt (Winkel >45°) <i>lying with upper hind leg extended (angle >45°)</i>
L_oKont	<ul style="list-style-type: none"> Liegen ohne Beinkontakt zur Nachbarkuh, wenn Nachbarkuh vorhanden <i>lying without leg contact to neighbouring cow when neighbouring cow present</i>
L_oKont_breit	<ul style="list-style-type: none"> Liegen ohne Beinkontakt zur Nachbarkuh, wenn oberes Hinterbein abgestreckt und Nachbarkuh vorhanden (Winkel >45°) <i>lying without leg contact to neighbouring cow when upper hind leg extended (angle >45°) and neighbouring cow present</i>
L_abKopf	<ul style="list-style-type: none"> Liegen mit Kopf abgelegt <i>lying with head laid down</i>
L_schmal-kurz	<ul style="list-style-type: none"> Liegen mit Hinterbeinen angelegt, Vorderbeinen untergeschlagen, Kopf getragen <i>lying with hind legs close to the body, front legs not extended, head upright</i>
Aufstehen (all event sampling) / standing up (all event sampling)	
Auf_fKS	<ul style="list-style-type: none"> Aufstehen mit flüssigem Kopfschwung <i>standing up with smooth and continuous forward lunge</i>
Auf_oAnschl	<ul style="list-style-type: none"> Aufstehen ohne Anschlagen an Boxeneinrichtung <i>standing up without collision with cubicle fittings</i>
Abliegen (all event sampling) / lying down (all event sampling)	
Ab_PK	<ul style="list-style-type: none"> Abliegen mit vermehrter Platzkontrolle (>2 Pendelbewegungen) <i>lying down with increased number of control motions (>2 head swings)</i>
Ab_PK_Um	<ul style="list-style-type: none"> Abliegen mit vermehrter Platzkontrolle (>2 Pendelbewegungen) und/oder übermäßigem Umtreten (>2 Mal hinten oder vorne) <i>lying down with increased number of control motions (>2 head swings)and/or increased number of steps (>2 steps with hind or front legs)</i>
Ab_oAnschl	<ul style="list-style-type: none"> Abliegen ohne Anschlagen an Boxeneinrichtung <i>lying down without collision with cubicle fittings</i>

es zu Aufstehabbrüchen kam und ob das Tier beim Aufstehen mit der Stalleinrichtung kollidierte. Beim Abliegen wurde notiert, ob der Vorgang arttypisch erfolgte, ob die Tiere übermäßig oft (> 2 -mal) mit den Vorder- oder Hinterbeinen umtraten, ob sie vermehrt Platzkontrolle (> 2 Pendelbewegungen mit dem Kopf) zeigten und ob es beim Vorgang zur Kollision mit der Stalleinrichtung (Boxentrennbügel, Nackenrohr) kam. Die Liegepositionen der Fokustiere wurden ebenfalls erhoben (time-sampling 10 min). Es wurden die Stellung der Vorderbeine (untergeschlagen/min. 1 Bein gestreckt), die Stellung der Hinterbeine (am Körper angelegt/zur Körperlängsachse im Winkel > 45 abgestreckt) und die Kopfstellung (getragen/Kopf abgelegt auf Körper oder Boden) notiert sowie ob Seitenlage auftrat. Zusätzlich wurde vermerkt, ob das Fokustier beim Liegen Kontakt zu einer Kuh in der Nachbarbox hatte (Berührung der Nachbarkuh mit Beinen/Rücken).

Zur Untersuchung eines Einflusses der Boxengröße, der Widerristhöhe, der Interaktion von Boxengröße und Widerristhöhe und eines möglichen Betriebseffektes auf das Liegeverhalten der Kühe wurden die Daten varianzanalytisch (ANOVA mit hierarchischem Design) ausgewertet. Die einzelnen Verhaltensweisen wurden für die statistische Analyse z. T. zu Verhaltensmustern zusammengefasst (Tab. 1). Die Parameter wurden für jedes Tier als Anteil aller der bei dem Tier erhobenen Aufsteh- und Abliegevorgänge bzw. Liegepositionsdaten berechnet. Für die statistische Auswertung wurden diese Anteile transformiert ($\arcsin \sqrt{\cdot}$). Es wurden nur Tiere berücksichtigt, bei denen mindestens zwei Aufsteh- oder zwei Abliegevorgänge beobachtet werden konnten, so dass die Anzahl einbezogener Tiere je nach Zielvariable variierte (Aufstehen: 67 Kühe, Abliegen: 75 Kühe, Liegepositionen: 96 Kühe). Zur Überprüfung der Modellannahmen wurde eine Residuenanalyse durchgeführt (Normal-Plot, Tukey-Anscombe-Plot).

3 Resultate

Insgesamt wurden 215 Abliege- (MW pro Kuh 2,3) und 217 Aufstehvorgänge (MW pro Kuh 2,3) sowie 1645 Liegepositionsdaten (MW pro Kuh 17,1) erhoben. Verhaltensweisen des Aufstehens und Abliegens, die auf Probleme mit der Dimensionierung der Liegebox hinweisen, traten insgesamt relativ selten auf und waren nicht auf Einzeltiere oder einzelne Betriebe beschränkt. Pferdeartiges Aufstehen wurde insgesamt nur zweimal, hier jedoch von derselben Kuh gezeigt. Diese hatte das Aufstehverhalten nach Auskunft des Betriebsleiters in der Anbindehaltung erworben. Atypisches Abliegen wurde nur einmal, Aufsteh- und Abliegeabbrüche wurden nie beobachtet. Vermehrte Platzkontrolle kam sehr selten vor (8mal bei sieben Kühen in sechs Betrieben), übermäßiges Umtreten war etwas häufiger (23-mal bei 16 Kühen in sieben Betrieben). Beim Abliegen kollidierten 14 Kühe von sieben Betrieben insgesamt 18-mal mit der Stalleinrichtung (10-mal mit dem Boxentrennbügel und 8-mal mit dem Nackenrohr). Die Kontakte mit dem Boxentrennbügel waren meist darauf zurückzuführen, dass sich die Tiere an ihm herabgleiten liessen. Anschlagen beim Aufstehen war dagegen häufiger zu verzeichnen (51-mal bei 35 Kühen in zehn Betrieben). In der Regel touchierten die Kühe dabei das Nackenrohr (44-mal). Nur bei neun Aufstehvorgängen von sechs Kühen in vier Betrieben erfolgte der Kopfschwing nicht flüssig.

Beim Liegen streckten die Kühe nur selten die Vorderbeine (3 %), Hinterbeinstreckungen waren dagegen häufiger (27 %). Während durchschnittlich 12 % der Liegezeit legten die Kühe ihren Kopf ab. Seitenlage kam nur viermal vor, davon dreimal im selben Betrieb (mit

Tab. 2: Mittelwerte (MW) und Standardabweichungen (SD) der untersuchten Verhaltensparameter in Abhängigkeit der Boxengröße und der Widerristhöhe der Kühe (WH+: > 145 cm; WH-: < 140 cm). Präsentiert werden Anteile an den erfassten Aufsteh- oder Abliegevorgängen bzw. Liegepositionen.

Mean (MW) and standard deviations (SD) of behavioural patterns analysed in relation to the width of the cubicles and the cows' height at withers (WH+: > 145 cm; WH-: < 140 cm). Proportions of the recorded events of standing up, lying down and lying are presented.

Verhalten	Boxenbreite / width 125 cm				Boxenbreite / width 120 cm			
	WH-		WH+		WH-		WH+	
	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD
L_breit	0.36	0.21	0.20	0.16	0.23	0.15	0.21	0.22
L_oKont	0.78	0.21	0.80	0.21	0.74	0.22	0.73	0.22
L_oKont_breit	0.76	0.28	0.72	0.32	0.63	0.32	0.65	0.35
L_abKopf	0.15	0.18	0.11	0.10	0.20	0.20	0.15	0.13
L_schmal-kurz	0.60	0.20	0.74	0.16	0.65	0.20	0.67	0.22
Auf_fIKS	0.92	0.24	0.93	0.23	0.98	0.08	1.00	0.00
Auf_oAnschl	0.76	0.35	0.62	0.42	0.88	0.26	0.83	0.32
Ab_PK	0.37	0.38	0.35	0.37	0.35	0.29	0.43	0.37
Ab_PK_Um	0.37	0.38	0.46	0.40	0.34	0.30	0.38	0.34
Ab_oAnschl	0.86	0.32	0.95	0.13	0.83	0.27	0.81	0.34

Beschreibung der Abkürzungen siehe Tab. 1 / Codes are explained in Tab. 1

einer Boxenbreite von 120 cm). Zu 26 % der Liegezeit hatten die Kühe Körperkontakt mit einem Tier in der Nachbarbox, wobei hier die Häufigkeit zwischen den Betrieben (8–76-mal) sehr stark schwankte.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse (Mittelwerte und Standardabweichungen) der untersuchten Verhaltensparameter in Abhängigkeit von der Boxenbreite und der Widerristhöhe der Kühe dargestellt. Bei der statistischen Analyse konnte kein Effekt der Boxengröße, der Kuhgröße oder der Interaktion von Boxengröße und Kuhgröße auf das Abliegen oder Aufstehen nachgewiesen werden. Signifikant war jedoch ein Betriebseffekt bezüglich der Kollision mit der Stalleinrichtung sowohl beim Aufstehen als auch beim Abliegen (Ab_oAnschl, $F_{10,61} = 7.5$, $p < 0.0001$; Auf_oAnschl, $F_{10,53} = 4.2$, $p = 0.0003$). Bei den Liegepositionen zeigte sich, dass große Kühe unabhängig von der Boxenbreite die Hinterbeine vermehrt am Körper angelegt hatten (L_breit, $F_{1,82} = 10.2$, $p = 0.0009$) und insgesamt häufiger kompakte Liegepositionen einnahmen (L_schmal-kurz, $F_{1,82} = 5.7$, $p = 0.032$) als kleine Kühe. Bei den anderen Liegepositionsparametern bestanden keine signifikanten Effekte der Boxenbreite, Kuhgröße oder deren Interaktion. Bei allen Parametern der Liegepositionen war aber ein Betriebseffekt vorhanden (alle p-Werte < 0.01).

4 Diskussion

Es zeigte sich, dass die größeren Kühe selbst bei den breiteren Boxenmaßen nicht ebenso häufig die Hinterbeine und/oder Vorderbeine streckten wie die kleineren Tiere. Da davon

auszugehen ist, dass Kühe im Liegen ein erhöhtes Platzangebot zur Streckung der Beine entsprechend nutzen (HÖRNING und TOST 2002), deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass selbst eine Boxenbreite von 125 cm noch nicht ausreicht, damit die größeren Tiere ebenso häufig entspannt liegen können wie die kleineren Kühe. Unabhängig von der Widerristhöhe konnten wir aber für alle Kühe eine deutlich geringere Häufigkeit von entspannten Liegepositionen beobachten, als sie auf der Weide anzutreffen sind. Nach KÄMMER (1981) gilt als Merkmal für normales Liegeverhalten, dass der Anteil langer Formen (d. h. Vorderbeinstreckung) mindestens 10 % und der Anteil breiter Formen (d. h. Hinterbeinstreckung) mindestens 50 % der Liegezeit beträgt. Selbst die kleinen Kühen lagen in unserer Untersuchung noch weit unter diesen Werten. Eine noch großzügigere Gestaltung der Liegeboxen, mit der möglicherweise Maße wie auf der Weide erreicht werden könnten, hätte aber auch Nachteile: Die dann stark eingeschränkte Steuerungswirkung der Liegebox würde zu einer größeren Verschmutzung der Tiere führen.

Beim Aufstehen und Abliegen konnte kein Einfluss der Boxenbreite oder der Tiergröße nachgewiesen werden. Dies steht im Widerspruch zu anderen Untersuchungen, in denen die Liegeboxenabmessungen nachweislich einen Einfluss auf das Aufsteh- und Abliegeverhalten hatten (BOCKISCH 1991; HÖRNING et al. 2001). In diesen variierten jedoch die Boxen stärker in ihrer Breite und z. T. zusätzlich noch in der Länge. Die von uns untersuchte minimale Boxenbreite von 120 cm dürfte daher auch für große Kühe bezogen auf das Aufstehen und Abliegen ausreichend dimensioniert sein.

Der Betrieb übte einen signifikanten Einfluss auf das Liegeverhalten aus, wie sich auch in der Untersuchung von HÖRNING und TOST (2002) gezeigt hatte. Als Erklärung des Betriebseinflusses ist für unsere Untersuchung in Betracht zu ziehen, dass die Gestaltung der Liegeboxen auf den Betrieben nicht gänzlich einheitlich war: Es waren sowohl wand- als auch gegenständige Boxen mit unterschiedlich großem Kopfraum (bei wandständigen Boxen 48–62 cm, bei gegenständigen Boxen 29–58 cm) vorhanden. Ebenfalls unterschieden sich die Betriebe in den Fabrikaten der Trennbügel und in der Position des Nackenrohrs. Beim Aufstehen erfolgte die Mehrheit der Kollisionen mit dem Nackenrohr, so dass dieses zumindest teilweise für den Betriebseinfluss bei der Untersuchung der Aufstehvorgänge verantwortlich sein dürfte. Aber auch die Vorerfahrung der Kühe (vorhergehendes Haltungssystem der Aufzucht oder bei Zukauf von Tieren) wäre zu berücksichtigen, was am Beispiel der pferdeartig aufstehenden Kuh, die dieses Verhalten in der Anbindehaltung erworben hatte, deutlich wird.

Für die geringen Unterschiede im Liegeverhalten können auch methodische Gründe vorliegen. So könnten sie in der grundsätzlich guten Gestaltung der Liegeboxen begründet sein (Abmessungen, gute Strohmattatze, ausreichend großer Kopfraum, gut gestaltete Liegeboxentrennbügel). Zudem ist fraglich, ob die von uns verwendete Widerristhöhe zur Kategorisierung der Kühe ein guter Parameter zur Beschreibung der Körpermaße einer Kuh ist. In einer Untersuchung an 208 Holstein-Friesian-Kühen in der 2. und 3. Laktation korrelierte die Widerristhöhe nur unzureichend mit anderen Größenmaßen (Brustumfang, schräge Rumpflänge und Hüftweite) (GISIGER 2003). Aufgrund dieser Ergebnisse wäre der Brustumfang bzw. das Gewicht einer Kuh das geeignetere Maß zur Abbildung der Variabilität von Körpermaßen von Kühen und damit zur Ableitung von Abmessungen der Stalleinrichtung.

Insgesamt deuten unsere Ergebnisse darauf hin, dass unter den gewählten Versuchsbedingungen die Boxenweite vor allem die Einnahme von entspannten Liegepositionen beeinflusst. Weitere Untersuchungen zur Evaluation der Abmessungen von Stalleinrichtungen sind

notwendig. Diese müssten auch die Körpermaße von Tieren anderer Rassen, Nutzungsrichtungen und Alterskategorien berücksichtigen.

5 Literatur

- ANDERSON, N. (2003): Design considerations in dairy cattle housing: behaviour, health and welfare. Tagungsband "Low cost housing for ruminants", 13./14.10.2003, Sormarka, Norwegen
- BARTUSSEK, H.; TRITTHART, M.; WÜRZL, H.; ZORTEA, W. (1995): Rinderstallbau. Leopold Stocker Verlag, Graz
- BICKERT, W.G.; HOLMES, B.; JANNI, K.; KAMMEL, D.; STOWELL, R.; ZULOVICH, J. (2000): Dairy Free-stall Housing and Equipment. 7th ed., MidWest Plan Service, Iowa State University, Ames Iowa
- BOCKISCH, F.-J. (1991): Quantifizierung von Interaktionen zwischen Milchkühen und deren Haltungsumwelt als Grundlage zur Verbesserung von Stallsystemen und ihrer ökonomischen Bewertung. Habilitation, Verlag der Ferber'schen Universitäts-Buchhandlung, Gießen
- GISIGER, E. (2003): Evaluation der Körpermasse von Milchkühen zur Ableitung der Mindestabmessungen von Liegeboxen. Diplomarbeit, ETH Zürich
- HÖRNING, B.; ZEITLMANN, Ch.; TOST, J. (2001): Unterschiede im Verhalten von Milchkühen im Liegebereich verschiedener Laufstallsysteme. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2000, KTBL-Schrift 403, KTBL, Darmstadt: 153–162
- HÖRNING, B.; TOST, J. (2002): Multivariate Analyse möglicher Einflussfaktoren auf das Ruheverhalten von Milchkühen in Boxenlaufställen. Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2001, KTBL-Schrift 407, KTBL, Darmstadt: 139–151
- KÄMMER, P. (1981): Tiergerechte Liegeboxen für Milchvieh. KTBL, Darmstadt, KTBL-Arbeitspapier 58, KTBL, Darmstadt
- KÄMMER, P.; SCHNITZER, U. (1975): Die Beurteilung von Liegeboxen. KTBL-Arbeitspapier, KTBL, Darmstadt
- KRIMBERGER, B.; ZAINER, I. (2003): Design recommendations of beef cattle housing. Report of the CIGR sektion II, working group No. 14, Cattle Housing, Sept. 2002, East Lansing, Michigan, BAL Veröffentlichungen, H. 37

Dr. Nina M. Keil, Bundesamt für Veterinärwesen, Zentrum für tiergerechte Haltung; Wiederkäuer und Schweine, Agroscope FAT Tänikon, CH-8356 Ettenhausen
Edith Gisiger und Dr. Markus Stauffacher, ETH Zürich, Institut für Nutztierwissenschaften, Physiologie und Tierhaltung, ETH Zentrum LFW, CH-8093 Zürich

Untersuchung zur optimalen Neigung der Liegefläche im Boxenlaufstall für Mastbullen ***Optimal Inclination of the Lying Area in Cubicles for Fattening Bulls***

TIM MEIER, HEIKE SCHULZE WESTERATH, CLAUS MAYER, LORENZ GYGAX

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, anhand verschiedener Parameter Aussagen zum optimalen Gefälle in Liegeboxen für Mastbullen in Abhängigkeit verschiedener weicher Mattenprodukte zu machen. Es erfolgte ein Vergleich von verschiedenen Neigungen (3, 5, 8, 10 %) und Matten (Gummimatte mit Noppen, Ethyl-Vinyl-Acetat-Matte, Kuhmatratze aus mit Granulat gefüllten Schläuchen und wasserundurchlässiger Deckmatte) in Bezug auf Verhaltensweisen aus dem Funktionskreis des Ruheverhaltens der Tiere sowie in Bezug auf die Tier- und Liegeflächenverschmutzung.

Bei den Matten zeichnete sich die profilierte Gummimatte durch eine hohe Rutschfestigkeit aus, die Ethyl-Vinyl-Acetat-Matte dagegen wies einen etwas besseren Liegekomfort gegenüber den anderen beiden Matten auf. Es waren nur geringe Verschmutzungen der Tiere und Liegeflächen festzustellen, unabhängig von der Neigung oder der Art der Matte.

Insgesamt hat der Versuch gezeigt, dass die Verhaltenselemente Ausrutschen und Hinfallen die kritischen Indikatoren für die Festlegung der Neigung in Liegeboxen für Mastbullen sind und ein Gefälle von 5 % nicht überschritten werden sollte. Ein Gefälle unter 5 % ist nicht zu empfehlen, da vor allem bei weichen Matten, die nach einer gewissen Nutzungsdauer Mulden bilden können, der anfallende Harn nicht schnell genug abläuft, was zu einer stärkeren Vernässung der Liegefläche führt.

Summary

The aim of this study was to determine the optimal inclination of the lying surface in cubicles for fattening bulls equipped with different products of soft lying mats. Four inclinations (3, 5, 8, 10 %) and three mats (rubber mat, ethyl-vinyl-acetate mat, cow mattress) were compared regarding the lying behaviour of the bulls as well as the dirtiness of the animals and of the lying area.

The rubber mat with its profiled surface was found to be highly slip resistant, whereas the ethyl-vinyl-acetate mat seemed to provide a better lying comfort in comparison to the other mats. Animals and lying areas were clean independent of the inclination or the type of mat. The limiting criteria with regard to the inclination were slipping and falling, which occurred more often with inclinations of 8 and 10 %. An inclination of less than 5 % can not be recommended, because wetness caused by urine is increased. This is true especially with the soft mats whose surface tends to become uneven with use.

1 Einleitung

1997 wurde in der Schweiz eine revidierte Tierschutzverordnung in Kraft gesetzt, die für Mastbullen bei Neu- und Umbauten einen Liegebereich mit ausreichender und geeigneter Einstreu oder einem weichen, verformbaren Material vorschreibt (Art. 17, Abs. 2, TSchV, 1981). Durch diese Vorschrift ist es in Neu- und Umbauten nicht mehr möglich, Bullen auf Betonvollspalten zu mästen. Es kann aber nur auf rund 48 % der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche in der Schweiz Ackerbau betrieben werden. Stroh muss aus den Ackerbaugebieten oder dem Ausland teuer zugekauft werden. Somit scheiden für viele Betriebe, insbesondere für reine Grünlandbetriebe, für Mastbullen Stallsysteme wie Tretmist oder Tiefstreu aus, die einen hohen Strohverbrauch mit sich bringen. Eine mögliche strohlose bzw. -arme (leichte Einstreu der Liegefläche) Lösung für die Haltung von Mastbullen wäre ein Liegeboxenlaufstall mit weichen Matten, wie man ihn aus Milchviehställen kennt.

2 Kenntnisstand

Bisher ist über die Verwendung von Liegeboxen in der Bullenmast sowohl in der Schweiz als auch im Ausland kaum Wissen vorhanden. Neben Fragen zur Grundrissgestaltung in den Buchten stellen sich vor allem Probleme zur Gestaltung der Boxen selbst. Als tiergerecht sind ausreichend große Liegeboxen mit weichen, sauberen und rutschsicheren Liegeflächen anzusehen. Da bei männlichen Tieren der Harn in der Körpermitte anfällt, kann es im Gegensatz zur Situation bei Kühen zu einer stärkeren Vernässung der Liegefläche kommen. Ein schneller Abfluss des Harns von der weichen Matte kann durch ein Gefälle erreicht werden. Eine Erhöhung der Neigung in den Liegeboxen kann aber nur bis zu einem bestimmten Grad erfolgen, da ein artgemäßes Liegeverhalten der Mastbullen nur bis zu einem bestimmten Gefälle möglich ist. Es liegen keine eindeutigen Empfehlungen zur Neigung der Liegefläche vor. KECK et al. (1993) stellten jedoch fest, dass Rinder in Tretmistställen bevorzugt quer zur Liegefläche mit einer Tendenz nach oben lagen. Auch BLESSING und RICHTER (2000) konnten eine bevorzugte Liegerichtung mit dem Kopf schräg aufwärts beobachten.

3 Tiere, Material und Methoden

Für die Datenaufnahme stand ein einreihiger Liegeboxenlaufstall mit vier Buchten á fünf Liegeboxen zur Verfügung. Die Liegeflächen der Liegeboxen konnten buchtenweise in der Neigung (3, 5, 8, 10 %) verstellt werden. Des Weiteren waren drei verschiedene Mattenprodukte installiert:

- Gummimatte: Eine 3 cm starke Vollgummimatte mit Hammerschlagprofil, die ihre Verformbarkeit durch an der Unterseite angebrachte Gummknoppen erhält.
- Ethyl-Vinyl-Acetat-Matte: Eine 3 cm starke Matte aus geschäumten Ethyl-Vinyl-Acetat, die in sich verformbar ist.
- Kuhmatratze: Ein Produkt, das aus einem Unterbau und einer Deckschicht besteht. Ineinander verlegte, 8 cm hohe und mit Gummigranulat gefüllte Doppelschläuche bilden den Unterbau. Dieser ist mit einem feuchtigkeitsundurchlässigen textilen Deckbelag überzogen.

Es wurden 20 Mastbullen unterschiedlicher Rassen und Kreuzungen in vier Versuchsgruppen eingestallt. Zu Versuchsbeginn wogen die Tiere durchschnittlich 390 kg, am Ende 535 kg. Es wurde der Endmastbereich gewählt, da bei den großen Tieren der stärkste Einfluss der Neigung der Liegefläche auf das Liegeverhalten zu erwarten war. Alle Versuchsgruppen durchliefen alle zwölf möglichen Matten-Neigung-Kombinationen in einer randomisierten Reihenfolge, wobei die unterschiedlichen Neigungen jeweils auf einer Matte direkt aufeinanderfolgend getestet wurden.

Die Datenerhebung fand jeweils an drei Tagen im Anschluss an eine Eingewöhnungszeit von drei Tagen bei einem reinen Neigungswechsel und zehn Tagen nach einem Mattenwechsel statt. Das Liegeverhalten der Bullen wurde automatisiert mittels Sensortechnik über die 72 Stunden der drei Versuchstage je Matte-Neigung-Kombination erfasst (SCHULZE WESTERATH et al. 2002). Aus diesen Daten wurden die Gesamtliegedauer, die Anzahl der Liegeperioden, die mittlere Dauer einer Liegeperiode und die Anzahl kurzer Stehphasen berechnet. Als kurze Stehphasen galten alle Stehphasen, bei denen die Dauer zwischen zwei Liegeperioden in der Box kürzer als drei Minuten war.

Es konnten im Schnitt sechs Abliege- und acht Aufstehvorgänge pro Tier und Versuchsvariante beurteilt werden (etwa 17 Stunden Direktbeobachtungen pro Gruppe und Variante). Hierbei wurden die Parameter Platzkontrolle, Umtreten der Vorderbeine, Ausrutschen, Hinfallen, Anzahl Kopfschwünge pro Aufstehvorgang und abgebrochene Aufsteh- und Abliegevorgänge erfasst.

Alle 20 Bullen wurden an jedem der drei Versuchstage einer Versuchsvariante morgens auf ihre Verschmutzung hin untersucht. In Anlehnung an das Beurteilungsschema von FAYE und BARNOUIN (1985) wurden der Verschmutzungsgrad und der Vernässungsgrad an acht Körperzonen mittels des folgenden Benotungsschlüssels erfasst:

- 0,0 = keine Verschmutzung/Vernässung
- 0,5 = vereinzelte, geringgradige Verschmutzung/Vernässung
- 1,0 = verbreitete Verschmutzung/Vernässung, aber weniger als 50 % der jeweiligen Körperzone
- 1,5 = verbreitete Verschmutzung/Vernässung, mehr als 50 % der jeweiligen Körperzone
- 2,0 = ganzflächige Verschmutzung/Vernässung, bzw. eine Verschmutzung der Körperzone mit dicken Krusten

In jeder der 20 Liegeboxen erfolgte an jedem Versuchstag morgens und abends eine Bonitierung der Verschmutzung und der Vernässung (getrennt nach vorderem und hinterem Bereich) der Liegefläche. Dabei betrug das Verhältnis vorne:hinten 2:1. Für die Bewertung der Verschmutzung und Vernässung wurde folgender Benotungsschlüssel angewendet:

- 0 = keine Verschmutzung/Vernässung
- 1 = 1 – 25 % der Fläche des jeweiligen Bereiches verschmutzt bzw. vernässt
- 2 = 26 – 50 % der Fläche des jeweiligen Bereiches verschmutzt bzw. vernässt
- 3 = 51 – 75 % der Fläche des jeweiligen Bereiches verschmutzt bzw. vernässt
- 4 = 76 – 100 % der Fläche des jeweiligen Bereiches verschmutzt bzw. vernässt

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Liegeverhalten

Mit 876 bis 954 min pro Tier und Tag waren die Werte für die Gesamtliegedauer pro Tag im Vergleich zu Literaturdaten relativ hoch (ANDREAE 1979), hinsichtlich der Neigung bestanden keine signifikanten Unterschiede.

Entgegen der Erwartung, dass die Bullen aufgrund der Schwierigkeiten beim Aufstehen bei starken Neigungen der Liegeboxen dieses Verhalten seltener ausführen würden, stieg die Anzahl der Liegeperioden und der kurzen Stehphasen signifikant mit steigender Neigung an, bei gleichzeitiger Abnahme der mittleren Liegeperiodendauer (Abb. 1–3). Die häufiger gezeigten kurzen Stehphasen bei einem starken Gefälle der Liegeboxen lassen sich dadurch erklären, dass die Bullen während des Liegens langsam aus der Box herausschlitterten und dadurch zum Aufstehen veranlasst wurden.

4.2 Aufsteh- und Abliegevorgänge

Die atypischen Verhaltensweisen „pferdeartiges Aufstehen“ und „Abliegen via Hundesitz“ kamen über die ganze Beobach-

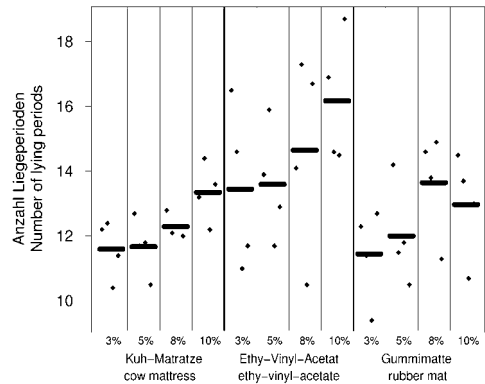


Abb. 1: Anzahl Liegeperioden (pro Tag) in Abhängigkeit von Matte und Neigung. Mittelwerte pro Experimentalsituation sind als Balken angegeben
Number of lying periods (per day) in relation to different types of soft lying mats and the inclination of the lying surface in cubicles for fattening bulls. Means per experimental condition are indicated as black bars

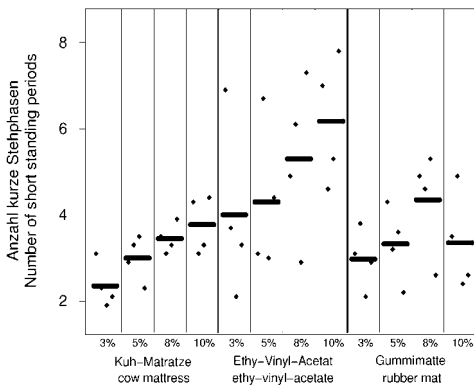


Abb. 2: Anzahl kurze Stehphasen (pro Tag) in Abhängigkeit von Matte und Neigung
Number of short standing periods (per day) in relation to mat type and cubicle inclination

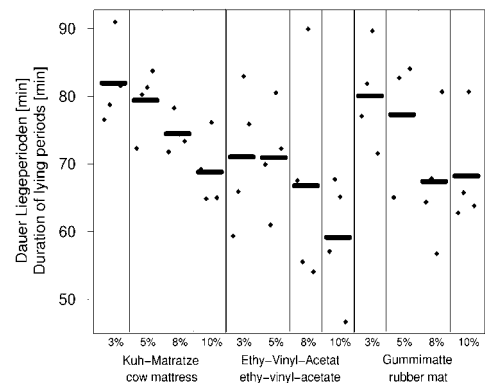


Abb. 3: Dauer der Liegeperioden in Abhängigkeit von Matte und Neigung
Duration of lying periods in relation to mat type and cubicle inclination

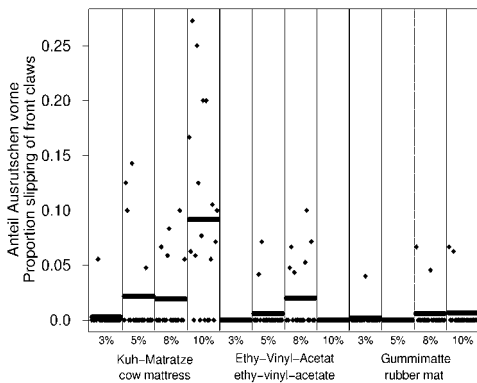


Abb. 4: Anteil Ausrutschen vorne an allen Aufsteh- und Abliegevorgängen in Abhängigkeit von Matte und Neigung
Proportion of standing up and lying down with slipping of front claws in relation to mat type and cubicle inclination

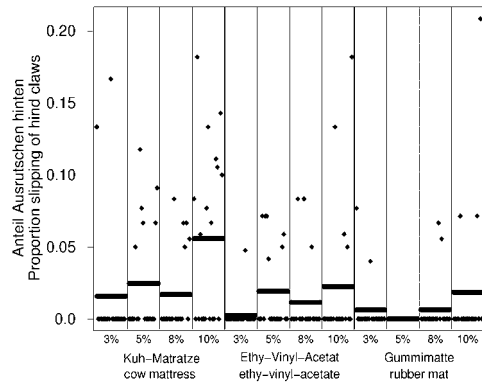


Abb. 5: Anteil Ausrutschen hinten an allen Aufsteh- und Abliegevorgängen in Abhängigkeit von Matte und Neigung
Proportion of standing up and lying down with slipping of hind claws in relation to mat type and cubicle inclination

tungszeit nie vor. Hingegen war ein signifikanter Einfluss der Neigung auf die Anzahl der Kopfschwünge pro Aufstehvorgang feststellbar. Ab einem Gefälle von 8 % traten Aufstehvorgänge mit nur einem Kopfschwung seltener auf. Die Tiere reagierten auf die stärkere Neigung sehr individuell. Einige versuchten mittels mehr Kopfschwüngen aufzustehen, andere verzichteten ganz auf die Kopfschwünge und stemmten sich mittels Muskelkraft hoch. Bei ansteigendem Gefälle in den Liegeboxen war auch eine verstärkte Platzkontrolle und ein häufigerer Belastungswechsel der Vorderbeine (Umtreten) vor dem Abliegen festzustellen.

Als wichtige Kriterien zur Beurteilung der Neigung erwiesen sich die Parameter Ausrutschen und Hinfallen. Bei der Häufigkeit des Ausrutschens der hinteren und vorderen Gliedmaßen bestand ein statistisch signifikanter Neigungseinfluss, wobei die Wirkung der Neigung aber nicht auf allen Mattenprodukten klar ersichtlich war (Abb. 4 und Abb. 5). Beim Ausrutschen der Tiere auf den hinteren Klauen waren jedoch auf allen Matten bei 10 % Gefälle die höchsten Werte zu verzeichnen. Die Kuhmatratze erwies sich als wenig trittsicher, der Anteil an Ausrutschen war bei diesem Produkt sowohl bei den Vorderbeinen als auch bei den Hinterbeinen am höchsten.

Hinfallen trat erst ab einem Gefälle von 8 % auf (Tab. 1). Die Kuhmatratze wies bei einer Neigung von 10 % die höchsten Werte auf. Mehr als 2 % aller Aufsteh- und Abliegevorgänge waren bei dieser Matte mit einem Sturz verbunden.

Tab. 1: Anteil Aufsteh- und Abliegevorgänge mit Hinfallen (%)
Proportion of standing up and lying down movements associated by falling (%)

Matte / mat	Neigung / inclination			
	3%	5%	8%	10%
Kuhmatratze / cow mattress	0	0	0,48	2,23
Ethyl-Vinyl-Acetat / ethyl-vinyl-acetate	0	0	0,50	0,26
Gummimatte / rubber mat	0	0	0,25	0

4.3 Tier- und Liegeboxenverschmutzung

Insgesamt waren nur geringgradige Verschmutzungen der Tiere und der Liegeflächen festzustellen, unabhängig von der Neigung oder der Art der Matte. Über den ganzen Versuchszeitraum waren keine dauerhaften großflächigen Verschmutzungen der Tiere zu beobachten. Die Vernässung des hinteren Teils der Liegefläche nahm jedoch wie erwartet mit steigender Neigung der Liegefläche signifikant ab (Abb. 6).

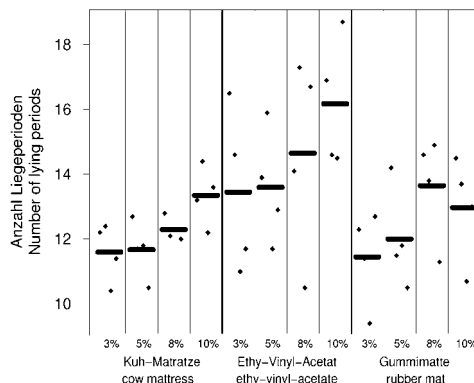


Abb. 6: Vernässung (Bonitierungsschlüssel) hinten in Abhängigkeit von Matte und Neigung
Cubicle wetness score of the rear part of the lying surface in relation to mat type and cubicle inclination

5 Schlussfolgerungen

Die Resultate dieser Arbeit zeigen, dass die Neigung der Liegeboxen einen Einfluss auf das Verhalten der Tiere hat. Nach Abwägung aller Ergebnisse stellt eine Neigung der Liegefläche von 5 % in den Boxen die optimale Lösung dar. Grund für diese Empfehlung ist, dass zwar die Liegeboxenvernässung mit steigender Neigung abnimmt, aber ein Gefälle von 5 % unter Berücksichtigung der Kriterien Hinfallen und Ausrutschen die obere Grenze darstellt. Da auf allen Matten bei einer Neigung von 8 % nicht nur häufiges Ausrutschen, sondern auch Stürze beobachtet wurden, ist eine Neigung von mehr als 5% nicht zu empfehlen. Des Weiteren spricht gegen eine stärkere Neigung, dass die Verschmutzung und Vernässung der Tiere und der Liegeboxen insgesamt gering war und von der Neigung nur unwesentliche beeinflusst wurde.

Die Neigung der Liegeboxen hatte statistisch signifikante Effekte auf Parameter des Liegeverhaltens (kurze Stehphasen, mittlere Liegeperiodendauer, Anzahl an Liegeperioden). Die beobachteten Werte dieser Parameter lagen jedoch verglichen mit Literaturangaben in einem „normalen“ Bereich (z. B. ANDREAE 1979).

Bei einigen Parametern spielte die Qualität der Mattenprodukte eine entscheidende Rolle, insbesondere im Hinblick auf die Rutschfestigkeit und die Weichheit bzw. den Liegekomfort. Die Unterschiede zwischen den Matten wurden aber erst ab einer Neigung der Liegeboxen von mehr als 5 % deutlich. Eine abschließende Empfehlung für ein bestimmtes Mattenprodukt kann aufgrund des vorliegenden Versuches nicht gegeben werden, da weitere wichtige Kriterien wie die Haltbarkeit, die Verformung und die Verlegeeigenschaften der Matten sowie der Einfluss der Produkte auf Schäden am Integument der Bullen nicht untersucht wurden.

6 Literatur

ANDREAE, U. (1979): Zur Aktivitätsfrequenz von Mastbullen bei Spaltenbodenhaltung. In: Verhaltensbiologische und adaptionsphysiologische Aspekte zur Spaltenbodenhaltung von Rind und Schwein, Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 48: 89–94

BLESSING, B.; RICHTER, T. (2000): Geneigte Liegeflächen versus Boxenabtrennungen zur Steuerung der Liegeposition von Rindern in Liegeboxen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1999, KTBL-Schrift 391, KTBL, Darmstadt: 120–128

FAYE, B.; BARNOUIN, J. (1985): Objectivation de la propreté des vaches laitières et des stabulation – L'indice de propreté. Bull. Tech. C.R.Z.V. Theix. I.N.R.A. 59: 61–67

KECK, M.; BECK, J; ZEEB, K. (1993): Liegepositionen und Liegerichtungen in Tretmist und Tief-laufställen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1992, KTBL-Schrift 356, KTBL, Darmstadt: 67–77

SCHULZE WESTERATH, H.; MAYER, C.; BOLLHALDER, H. (2002): Automatische Erfassung der Liegeboxennutzung in einem Liegeboxenlaufstallsystem, Bornimer Agrartechnische Berichte 29: 169–172

*Tim Meier, Fachhochschule Weihenstephan, Abteilung Triesdorf, Fachbereich Landwirtschaft
Madachhof, D-78357 Mühlingen*

*Heike Schulze Westerath, Dr. Lorenz Gygax, Dr. Claus Mayer, Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine, agroscope FAT Tänikon, CH-8356 Ettenhausen*

*Claus Mayer, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft. Institut für Tierschutz und Tierhaltung,
Dörnbergstraße 25–27, D-29223 Celle*

Untersuchungen zum Einfluss des Klimas auf das Verhalten von in Deutschland lebenden Zuchtstraen

Studies on the Influence of Climate on the Behaviour of in Germany living Breeding-Ostriches

ANJA-CHRISTIN SCHULZ, ANNA-CAROLINE WHR, MICHAEL ERHARD

Zusammenfassung

Der Einfluss des Klimas auf das Verhalten von Zuchtstraen in Deutschland wurde über den Verlauf eines Jahres untersucht. Dafür wurde das Verhalten von 18 Tieren im Stall und Außengehege dokumentiert. Die Straue reagierten in ihrem Verhalten auf die aktuellen Witterungsbedingungen. Vor allem bei Kälte und widrigen Bodenverhältnissen nutzten die Tiere den Stall als Witterungsschutz. Regen veranlasste die Tiere, sich zu setzen, jedoch nicht den Stall aufzusuchen. Einzelne Verhaltensweisen aus den verschiedenen Funktionskreisen zeigten sich ebenfalls witterungsabhängig, andere waren mehr gesamtjahreszeitlich oder vom Management beeinflusst. Daraus folgernd wurden Empfehlungen zur Optimierung der Haltungsbedingungen von Zuchtstraen gegeben.

Summary

The influence of climate on the behaviour of breeding-ostriches in Germany was studied for a period of one year. Within this study the behaviour of 18 adult ostriches inside and outside the stable was recorded. The ostriches modified their behaviour in response to the prevailing weather conditions. Especially with cold temperatures and adverse conditions of the soil the animals used the stables for weather protection. Rain prompted the ostriches in the outside enclosure to sit down, rather than to seek shelter. Single behaviour patterns of different behaviour categories showed also weatherdependency, others were more influenced by the entire season or management. Concluding, recommendations for the optimisation of the husbandry of breeding-ostriches were made.

1 Einleitung

Mit dem Auftreten von BSE etablierte sich Straußenfleisch als Alternative zu den herkömmlichen Fleischsorten in Deutschland. Seit Anfang der 90er-Jahre werden Straue zunehmend kommerziell zur Fleischproduktion in Deutschland gehalten.

Zu berücksichtigen bleibt dabei, dass die Tiere aus Ländern mit anderen klimatischen Bedingungen kommen, weshalb die Strauenhaltung hierzulande unter Tierschutzgesichtspunkten noch immer ein umstrittenes Thema darstellt (SAMBRAUS 1994). Die Gegner der Strauenhaltung in Deutschland führen die oft nasskalten Witterungsbedingungen unserer Breiten als Argument gegen eine mögliche Haltung an, da diese den Tieren gesundheitlich schaden würden (HAGEN und HAGEN 1993; MLLERS 1995; RUEMLER 1995; KSTERS et al. 1996; SCHMITZ 2000). Befrworther versuchen mittels definierter Haltungssysteme und ent-

sprechendem Management sowie erfolgreicher Nachzucht von Straußen den Gegenbeweis anzutreten (KAMINSKE und KEIPERT 1998; BRAUN und KISTNER 2003).

Deshalb setzte sich diese Untersuchung zum Ziel, das Verhalten der Tiere bei verschiedenen Witterungsbedingungen zu dokumentieren und auszuwerten, um mehr Erkenntnisse über das Befinden und die Haltungsansprche der Tiere zu erlangen.

2 Tiere, Material und Methodik

Für diese Studie wurden 18 adulte Tiere in fünf Zuchtgruppen über den Zeitraum eines Kalenderjahres von Januar bis Dezember 2002 beobachtet. Jede Gruppe bestand aus einem Hahn und einer bis vier Hennen. Es handelte sich um Tiere der Unterarten bzw. Zuchtgruppen Zimbabwe Blue, African Black oder Kreuzungen aus diesen. Die Offenstallhaltung erfolgte in 5000 m² großen Gehegen mit ganzjähriger Weidemglichkeit und 25 m² großen Ställen.

Im Stall wurde das Verhalten jeder der fünf Gruppen 2 x 24 h pro Woche über zehn Wochen pro Jahreszeit mittels Videokamera aufgezeichnet. Das ergab eine Gesamtbeobachtungszeit von 400 Tagen (für die fünf Gruppen) im Jahr 2002.

Im Außengehege wurde das Verhalten der Tiere mittels Scan-sampling-Methode (MARTIN und BATESON 1993) bei einem Scanning-Intervall von 30 s festgehalten. Dies geschah einmal pro Woche und Gruppe alternierend vormittags (8:00 bis 12:00) oder nachmittags (letzte vier bis fünf Stunden bis zur Dämmerung) ber zehn Wochen pro Jahreszeit. Setzt man diese Beobachtungseinheiten jeweils als halben Tag, liegen Beobachtungsdaten für das Außengehege von 20 Tagen pro Gruppe (insgesamt 100 Tage) vor.

Zusätzlich wurden die Klimaparameter Tagesmittel der Lufttemperatur in °C, tägliche Niederschlagshöhe in mm, Tagesmittel der Windgeschwindigkeit in BFT, tägliche Sonnenscheindauer in h und der Erdbodenzustand zur Auswertung herangezogen. Diese Daten stammen von einer Wetterstation des Deutschen Wetterdienstes, die nahe der Straußenfarm liegt.

3 Ergebnisse

Zuerst wurde die allgemeine Stallnutzung betrachtet, ohne die einzelnen Verhaltensweisen der Tiere näher zu berücksichtigen.

Vor allem in den Wintermonaten hielten sich die Tiere länger im Stall auf (Abb. 1). Im Januar betrug die durchschnittliche Auf-

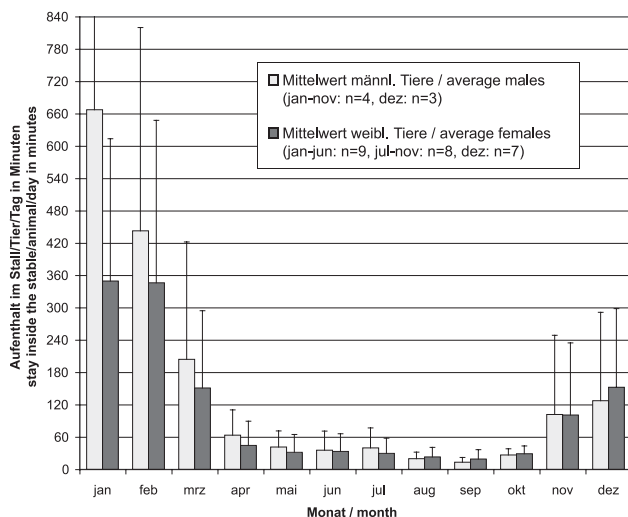


Abb. 1: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Stall (+ Standardabweichung (SD), ohne Zuchtgruppe 2)
Average time inside the stable (+ standard derivation (SD), without breeding-group 2)

enthaltszeit 436 min pro Tier und Tag im Vergleich zu den Monaten April bis Oktober mit durchschnittlich 16 bis 50 min pro Tier und Tag. Die Stallnutzung im Winter war zum großen Teil durch den Aufenthalt im Stall zur Nachruhe beeinflusst. Im Sommerhalbjahr gingen die Tiere vornehmlich zum Fressen in den Stall und bevorzugten sonst den Aufenthalt im Außengehege.

Zuchtgruppe 2 wurde als klassischer Ausreißer betrachtet, da sie im Gegensatz zu allen anderen Zuchtfamilien ab April im Stall brütete. Ihre Daten sind daher nicht in Abbildung 1 eingegangen.

Weiterhin ist Abbildung 1 zu entnehmen, dass die Hähne vor allem in den kalten Wintermonaten eine höhere Aufenthaltsdauer im Stall zeigten als die Hennen. Dies ist auf ihre hohe Rangstellung innerhalb der Gruppe zurückzuführen. Rangniedere Tiere betraten den Stall eher zögerlich und als letzte bzw. wichen den ranghöheren Tieren häufig aus, wenn diese nach ihnen den Stall betraten.

Insgesamt zeigte sich der Stallaufenthalt deutlich von der Witterung abhängig, wobei von den untersuchten Klimaparametern vor allem die Temperatur und der Bodenzustand eine Rolle spielten.

In Abbildung 2 ist die Aufenthaltsdauer im Stall im Zusammenhang mit der Temperatur dargestellt. Hier wird deutlich, dass die Tiere bei niedrigen Temperaturen ($r = -0,52$; $p < 0,001$) mehr Zeit im Stall verbrachten. Die Abbildungen 3 und 4 veranschaulichen den Einfluss des Bodenzustandes auf die Aufenthaltsdauer im Stall.

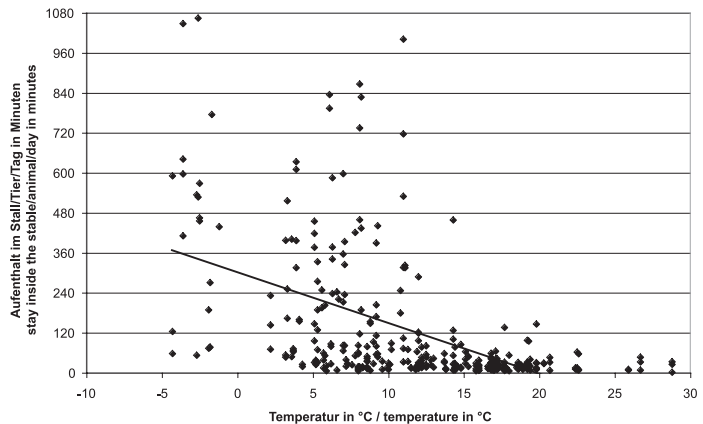


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Aufenthaltsdauer im Stall und Temperatur
Relation of stay inside the stable and temperature

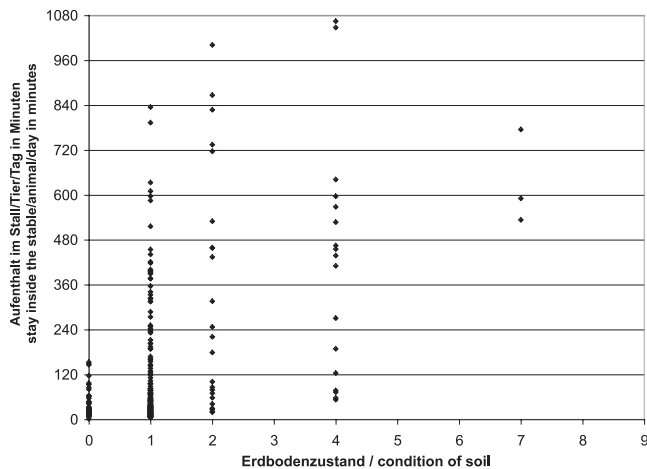


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Aufenthalt im Stall und Erdbodenzustand
Relation of stay inside the stable and condition of soil

Mit zunehmendem, gefrorenem oder schneebedecktem Boden verbrachten die Tiere mehr Zeit im Stall. Zusätzlich wurden die Mittelwerte der Stallaufenthaltszeiten bei den einzelnen Bodenzuständen berechnet. Wie in Abbildung 4 ersichtlich, hielten sich die Tiere bei nassem Boden etwa 10-mal so lange (327 min pro Tier und Tag), bei schneebedecktem sogar etwa 20-mal so lange (633 min pro Tier und Tag) im Stall auf als bei trockenen Bodenverhältnissen (31 min pro Tier und Tag).

Abbildung 5 stellt den Zusammenhang zwischen Aufenthaltsdauer im Stall pro Tier und Tag mit der Niederschlagsmenge dar. Es zeigte sich, dass die Niederschlagsmenge die Stallnutzung der Tiere nicht beeinflusste.

Für die Studie wurden auch die einzelnen Verhaltensweisen aus den Funktionskreisen Ruhe- und Lokomotionsverhalten, Ernährungsverhalten, Sozialverhalten, Fortpflanzungsverhalten, Komfortverhalten und Verhaltenstörungen notiert.

Beim Ruheverhalten wurde deutlich, dass alle Zuchtgruppen in kalten Winternächten ihre Ställe zur Nachruhe nutzten; im Sommer schliefen alle Tiere außerhalb des Stalles. Regen veranlasste sie im Außengehege sich zu setzen, animierte sie aber in der Regel nicht, den Stall aufzusuchen.

Kam es zur Bildung von Eisflächen im Gehege, lernten die Tiere sehr schnell diese zu meiden und die eisfreien bzw. mit Sand und Stroh bestreuten Wege zu nutzen. Die Bewegungsintensität war stark von der Fortpflanzungszeit und damit verbunden auch vom

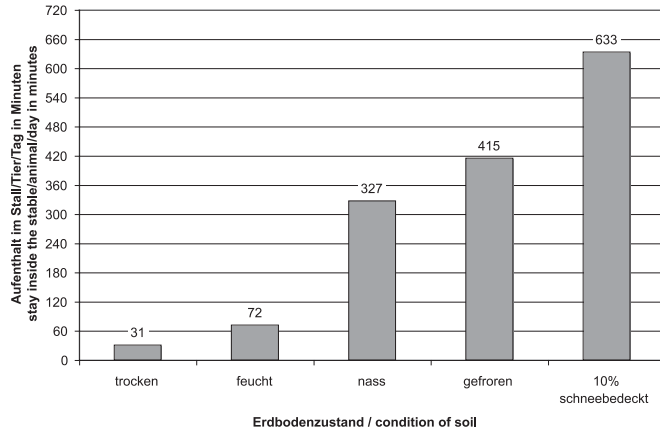


Abb. 4: Durchschnittliche Aufenthaltsdauer im Stall bei verschiedenen Erd-bodenzuständen
Average stay inside the stable with different conditions of soil

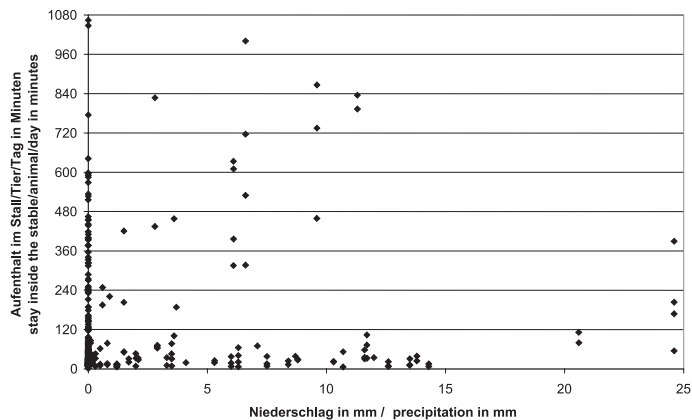


Abb. 5: Zusammenhang zwischen Aufenthaltsdauer im Stall und Niederschlagsmenge
Relation of stay inside the stable and amount of precipitation

Territorialverhalten abhängig. Sie war folglich im Frühjahr, stark beeinflusst durch das territoriale Revierabschreiten, am höchsten. Dadurch wurde aber auch der Boden entlang der Gehegegrenze stark beansprucht und es entstanden an diesen Stellen Trampelpfade, die bei nassem Wetter schnell verschlammten können.

Weiden war die ganzjährig am häufigsten ausgeführte Verhaltensweise. Die Tiere verbrachten durchschnittlich etwa ein Drittel des Tages damit. Im Winter war der Anteil des Weidens am Zeitbudget prozentual größer als im Sommer.

Die Tiere zeigten bereits im Januar Verhaltensweisen aus dem Funktionskreis der Fortpflanzung. Balzende Tiere konnten in der gesamten ersten Jahreshälfte beobachtet werden. Bei winterlicher Witterung wurden Verhaltensweisen der Fortpflanzung wie z. B. die Eiablage noch häufig im Stall ausgeübt. Mit Fortschreiten des Frühjahrs verlegten die Tiere diese Aktivitäten dann vermehrt ins Außengehege. Der Eiablageort war später natürlich deutlich von der Stelle der Nestanlage abhängig. Ab August wurden die Eier in den Gehegen belassen und nicht mehr für die Kunstbrut eingesammelt. Da die Tiere mit der Naturbrut begannen, sobald ein Gelege vorhanden war, wurde durch diese Maßnahme ein Legestop eingeleitet. Ab dieser Zeit zeigten sie dann ausschließlich Brutverhalten. Daraus folgend konnte auch die erfolgreiche Naturbrut beobachtet werden. Insgesamt zeigte sich das Fort-

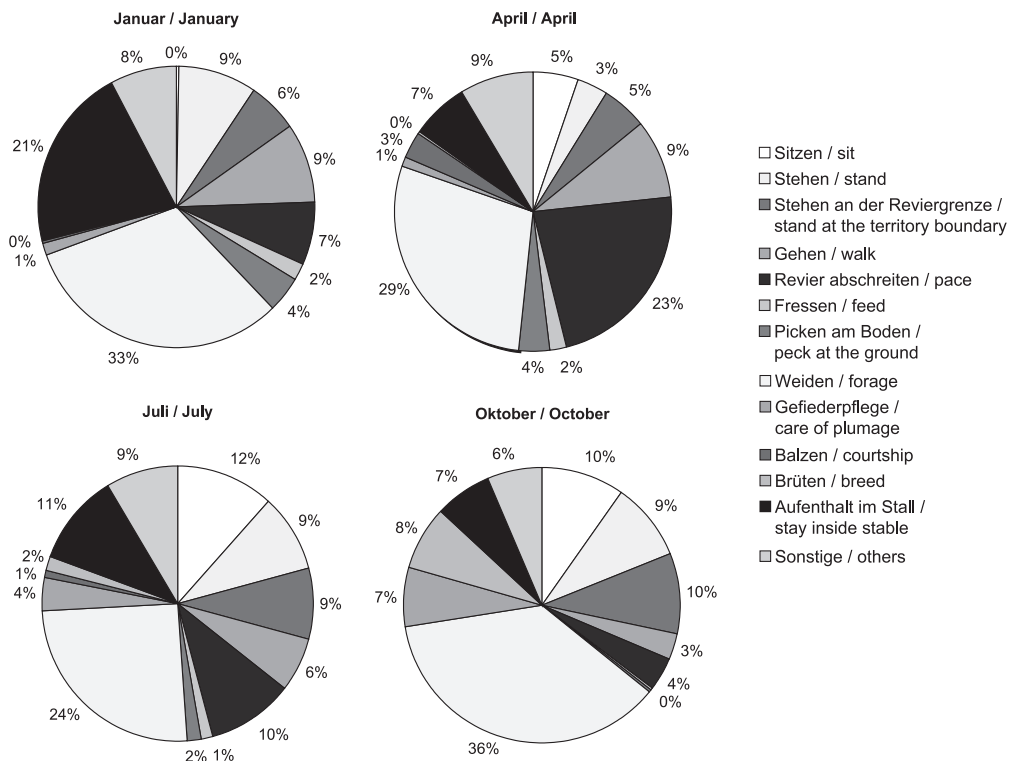


Abb. 6: Zeitbudget einzelner Verhaltensweisen im Außengehege und Anteil des Stallaufenthalts in den Monaten Januar, April, Juli und Oktober
 Time-budget of different behaviour patterns outside and percentage stay inside the stable in January, April, July and October

pflanzungsverhalten mehr von der Tageslänge und dem Management als von einzelnen Klimaparametern abhängig.

Zum Komfortverhalten des Straußes gehören vor allem die Gefiederpflege und das Sandbaden. Bei der Gefiederpflege reagierten die Tiere auf starken Wind. Bei diesem putzten sie ihr Gefieder weniger als bei geringer Windstärke oder Windstille. Das Sandbaden ist stark witterungsabhängig. Sandbadende Tiere waren nur bei warmen Temperaturen und trockenem Boden zu beobachten.

Um die oben gemachten Aussagen mit Zahlen zu unterlegen, wurden die Monate Januar, April, Juli und Oktober stellvertretend für die vier Jahreszeiten Winter, Frühling, Sommer und Herbst ausgewählt und das Zeitbudget für einzelne Verhaltensweisen in Abbildung 6 in Kuchendiagrammen dargestellt.

Im Januar zeigte sich die höchste Aufenthaltsdauer im Stall mit einem Anteil von 21 % des Tages im Gegensatz zu den anderen drei Monaten.

Die Anteile von Gehen und Revier abschreiten, stellvertretend für die Lokomotion, betruhen im Januar mit Einsetzen der Fortpflanzungssaison zusammen 16 %, im April war der Höhepunkt der Balz- und Eiablageaktivität zu verzeichnen und der Anteil der Fortbewegung war mit 32 % doppelt so groß wie im Januar. Im Juli zeigte sich dieser Prozentsatz mit 18 % wieder geringer. Im Oktober bewegten sich die Tiere nur noch 7 % des Tages fort.

Aus Abbildung 6 wird deutlich, dass das Weiden mit 24 bis 36 % des Tages die häufigste Verhaltensweise in allen Jahreszeiten war.

Das Fortpflanzungsverhalten selbst nahm keinen großen prozentualen Anteil ein. Die Balz wurde im April am häufigsten ausgeführt und nahm 3 % der Tageszeit in Anspruch. Im Oktober dominierte dann das Brutverhalten mit durchschnittlich 8 % Anteil am Zeitbudget.

4 Schlussfolgerungen

Aus den Ergebnissen folgernd wurden einige Forderungen hinsichtlich der Haltungsbedingungen von Straußen gestellt.

Ein zugfreier Offenstall muss den Tieren stets zur Verfügung stehen. In diesem müssen alle Tiere gleichzeitig Platz finden. Die angegebenen Mindeststallflächen verschiedener Haltungsrichtlinien sind dabei zu beachten (BUSCH 2003). Vor allem im Winter ist auf saubere, trockene, und ausreichende Einstreu zu achten, um eine gute Isolierung des Bodens zu gewährleisten. Zwei Eingänge sind von Vorteil, um rangniedrigen Tieren Ausweichmöglichkeiten zu bieten. Dieses Prinzip ist aus der Haltung anderer Tierarten ausreichend bekannt.

Im Gehege sollte es zu keiner Staunässe kommen. Ist dies der Fall, sollte eine Drainage des Bodens angestrebt werden. Auch die Pflege des Bodens entlang der Gehegegrenze sollte Beachtung finden. Um ein Verschlammen der Trampelpfade zu verhindern, können diese z. B. mit einem Sand-Kies-Gemisch aufgefüllt werden.

Eine ganzjährige Offenstallhaltung mit Weidemöglichkeit ist zu fordern. Wie bereits SAMBRAUS (1997) forderte, sollten Sandbäder überdacht sein, um den Tieren jederzeit zumindest trockenen Sand anbieten zu können.

Hinsichtlich der untersuchten Parameter scheint bei dem zur Zeit vorliegenden Kenntnisstand unter definierten Haltungsbedingungen und entsprechendem Management eine artgemäße Haltung von Zuchtsträußen in bestimmten Gebieten in Deutschland möglich.

5 Literatur

- BRAUN, U.; KISTNER, C. (2003): Anforderungen an die Haltung von Straußen in Deutschland. Tischvorlage, Seminar „Strauenhaltung“ der Tierärztlichen Vereinigung für Tierschutz e.V., 26./27. Februar 2003 Gütersloh.
- BUSCH, B. (2003): Artgeme nutztierartige Strauenhaltung. Merkblatt Nr. 96 der Tierärztlichen Vereinigung für Tierschutz e.V.
- HAGEN, H.; HAGEN, W. (1996): Afrikanische Straue – „Nutztiere“ in Deutschland? Dtsch. Tierärztl. Wschr. 103: 98–100
- KAMINSKE, V.; KEIPERT, C. (1998): Strauenfarming in Deutschland. Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie 1: 22–34
- KSTERS, J.; HORNING, B.; KORBEL, R. (1996): Strauenhaltung aus der Sicht des Tierarztes. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 103: 100–104
- MARTIN ,P.; BATESON, P. (Hrsg.) (1993): Measuring behaviour. An introductory guide, Cambridge.
- MLLERS, B. (1995): Straue – keine Nutztiere. DudT 4: 18–19
- RUEMPLER, G. (1995): Straue als Farmtiere in Deutschland? Kurzfassung des Beitrags zur Pressekonferenz am 11. April 1995 in Bonn.
- SAMBRAUS, H. H. (1997): Straue. In: Das Buch vom Tierschutz, Stuttgart; 57–69
- SAMBRAUS, H. H. (1994): Vogel Strauß für unsere Betriebe? Unser Land 3: 24–25
- SCHMITZ, J. (2000): Die Haltung afrikanischer Straue (*Struthio camelus*) unter hessischen Klimabedingungen – Auswertung von Wetterdaten für die Anwendung des BML-Strauengutachtens von 1996. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 107: 276–281

Enrichment in den Ausläufen von Laborhunden *Enrichment in the Outdoor Pens of Laboratory Dogs*

LOTHAR SCHMID, DORTHEA DÖRING-SCHÄTZL, MICHAEL ERHARD

Zusammenfassung

In der Untersuchung wurde überprüft, ob das Vorhandensein von Enrichmentgegenständen in einem Hundeauslauf einen Einfluss auf das Verhalten von Laborhunden in diesem Auslauf hat.

Dazu wurde das Verhalten von acht männlichen Hunden der Rasse Beagle anhand von Videoaufnahmen analysiert. Die Tiere bekamen viermal pro Woche jeweils von 10 bis 11 Uhr in einem Gehege Auslauf. Über einen Zeitraum von zwei Wochen (Vorperiode) wurden die Lautäußerungen und das Verhalten der Tiere während des Auslaufs auf Video aufgezeichnet.

Das Gehege wurde im Anschluss mit U-Steinen aus Beton, hölzernen Stellwänden, einem Unterstand mit erhöhter Liegefläche, einem Erdhügel und einem Plastikknochen ausgestattet. Nach einer zweiwöchigen Gewöhnungsphase wurden wiederum die Lautäußerungen und das Verhalten der Hundegruppe im Auslauf über einen Zeitraum von zwei Wochen aufgezeichnet. Die Auswertung der Lautäußerungen, die in Bellen und Jaulen unterteilt wurden, erfolgte mit Hilfe einer Strichliste. Das Verhalten wurde in Aktivität und Inaktivität unterteilt und zudem der Aufenthaltsort der Tiere bestimmt. Die Aktivität der Tiere stieg von durchschnittlich 66 % (± 7 %) im unbereicherten Auslauf auf durchschnittlich 8 % (± 3 %) im bereicherten Auslauf. Dies stellte einen signifikanten Zuwachs dar ($p < 0,0019$). Die Anzahl der Lautäußerungen der Tiere war im bereicherten Auslauf mit durchschnittlich 230-mal/h (± 116 -mal/h) gegenüber dem unbereicherten Auslauf mit durchschnittlich 721-mal/h (± 517 -mal/h) signifikant reduziert ($p < 0,05$). Vor allem das Jaulen sank signifikant ($p < 0,01$) von durchschnittlich 401-mal/h (± 199 -mal/h) auf durchschnittlich 47-mal/h (± 40 -mal/h). Das Bellen war tendenziell rückläufig. Der Hügel war durchschnittlich 42 %, die U-Steine waren durchschnittlich 32 % der Zeit in Benutzung.

Die Untersuchung zeigte, dass die Ausgestaltung eines Hundeauslaufs einen starken Einfluss auf das Verhalten der Tiere hat. Die Hunde zeigen durch die zusätzlichen Beschäftigungsmöglichkeiten eine höhere Aktivität und weniger Bedürfnis zu bellen oder zu jaulen.

Summary

In the study it was investigated whether the presence of enrichment devices has an effect on the behaviour of laboratory dogs in an outdoor pen. Therefore the behaviour of eight male beagle dogs was videotaped and analyzed. The animals were allowed one hour of free run four times a week from 10 to 11 o'clock. Over a period of two weeks (pre-investigation step) the vocalization and the behaviour of the dogs were videotaped during their stay in the outdoor pen. Then the pen was enriched with partition walls, a roofed stand, U-shaped blocks made out of concrete, a hill and a plastic bone and after a acclimatization period of two weeks, the vocalization and the behaviour of the dogs were observed again. In the evalua-

tion the vocalization was split into barking and yowling. The behaviour was divided into activity and inactivity. In addition to that it was evaluated if the dogs interacted with the enrichment.

The activity of the animals rose from 66 % (± 7 %) in the not enriched pen up to 89 % (± 3 %) in the enriched pen. This is a significant increase ($p < 0.0019$). With 231 vocalizations per hour in the enriched outdoor pen the vocalization of the animals was significantly reduced compared to 721 times/h in the not enriched pen ($p < 0.05$). Especially the yowling dropped significantly ($p < 0.01$) from 401 times/h (± 199 times/h) to 47 times per h (± 40 times/h). The barking also had a tendency to drop. The hill was used 42 % of the observed time whereas the U-blocks were used 32 % of the time.

The investigation showed, that enriching an outdoor pen can have a strong effect on the behaviour of dogs. The animals showed a higher activity and less need to yowl or bark.

1 Einleitung

Die TIERSCHUTZ-HUNDEVERORDNUNG (2001) fordert für Hunde ausreichend Auslauf im Freien. Davon sind auch Hunde, die zu Versuchszwecken gezüchtet und gehalten werden, betroffen.

Die Vertragsparteien des Europäischen Versuchstierübereinkommens veröffentlichten nach einer multilateralen Konsultation einen Bericht über die Entschließung zur Unterbringung und Pflege von Versuchstieren (EUROPÄISCHE KOMMISSION 1997). Darin werden für Versuchshunde täglicher Auslauf und die Strukturierung der Haltung gefordert. Allerdings gibt es nur wenige Untersuchungen zur Auslaufgestaltung und zum Verhalten von Hunden in Ausläufen.

SEUFERT (2002) nennt Kriterien zur Gestaltung eines Auslaufs für Hunde. Der Auslauf soll das Explorationsverhalten, die arttypische Bewegung, Ruhe und Entspannung und den direkten Kontakt zu Artgenossen ermöglichen. Zudem sollte ständiger Hör- und Sichtkontakt zum Menschen bestehen. Wichtig ist nach Ansicht von SEUFERT (2002) ein genügend großes Gehege zur Wahrung der Individualdistanz. Ein ebenes, unbewachsenes Gelände kann durch einen Hügel interessanter und abwechslungsreicher gestaltet werden. Büsche, Grasboden, Sand, U-Steine aus Beton, Betonröhren, die in einen Hügel integriert werden, Hundehütten oder ein Sichtschutz nennt SEUFERT (2002) ebenfalls als Beispiele für eine sinnvolle Auslaufgestaltung.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Tiere

Es wurde das Verhalten acht männlicher Beagles untersucht. Die Tiere hatten bei Versuchsbeginn ein durchschnittliches Alter von elf Monaten.



Abb. 1: Ein Hügel, ein Unterstand, Stellwände, U-Steine und ein Plastikknochen an einer Kette dienten als Enrichment für den Auslauf.

A hill, a roofed stand, partition walls, U-blocks and a plastic bone on a chain served as enrichment for the outdoor pen.

2.2 Haltungsbedingungen

Der unbereicherte Auslauf bestand aus einem 139,8 m² großen Areal und war umzäunt. Um den ursprünglichen Auslauf zu bereichern, wurde ein 110 cm hoher Hügel aus Erde mit einem Durchmesser von 2,5 m aufgeschüttet und mit Grassamen besät. Durch diesen Hügel wurde ein 2,5 m langes Plastikrohr mit einem Durchmesser von 37 cm gelegt. Ein Zaun, der im ursprünglichen Auslauf ein 9 m² großes Rechteck abgrenzte, wurde entfernt, sodass den Tieren nun eine 148,8 m² große Fläche zur Verfügung stand. In einer Ecke des Auslaufs wurde ein Unterstand errichtet, bestehend aus einem Dach und zwei Seitenwänden. Die Höhe des Unterstandes betrug ca. 160 cm, die Breite 185 cm und die Tiefe 170 cm. Innerhalb dieses Unterstandes wurden auf einem 32 cm hohen Podest Gummimatten mit den Maßen 122 cm x 160 cm als Liegefläche befestigt. Um den Auslauf strukturierter zu gestalten, wurden acht hölzerne Stellwände mit einer Höhe von 80 cm und einer Länge von 180 cm aufgestellt und so aneinander gefügt, dass weitere Räume und Durchgänge, unter Vermeidung von Sackgassen, entstanden. Des Weiteren wurden drei U-Steine aus Beton (40 cm x 40 cm x 50 cm) so aneinander gestellt, dass ein 120 cm langer Durchgang entstand. Auf diese U-Steine wurden zwei weitere Steine des gleichen Typs gestellt. Über eine Auslaufecke wurde in einer Höhe von 150 cm ein 5 m langes Stahlseil gespannt, an dem eine Kette befestigt war. An dieser Kette hing ein Plastikknochen (Nylabone/USA). Die Kette war so angebracht, dass der Knochen in einer Höhe von 10 cm über dem Boden zu hängen kam und an dem Stahlseil, einer Seilbahn gleich, hin und her gezogen werden konnte. Eine 20 cm hohe Wanne mit einer Länge von 73 cm und einer Breite von 45 cm war ständig mit Wasser gefüllt (Abbildung 1).

2.3 Untersuchungsmethoden

Die Tiere erhielten von montags bis freitags täglich jeweils mindestens eine Stunde gemeinsamen Auslauf (von ca. 10 bis 11 Uhr). Während dieser Zeit war kein Tierpfleger anwesend. Nach einer Gewöhnungszeit von zwei Wochen wurden die Tiere im Auslauf zwei Wochen täglich gefilmt. Dann wurde der Auslauf bereichert und den Tieren wieder zwei Wochen Eingewöhnungszeit gegeben. Daraufhin wurden die Tiere wieder zwei Wochen täglich gefilmt.

2.4 Aufnahmeschema im Auslauf

Um den gesamten Bereich des Auslaufs zu filmen, waren zwei Kameras (Digital Video Camera/Recorder AG-DVC15 PANASONIC/USA) erforderlich. Diese wurden an den Schmalseiten des Auslaufs auf den gegenüberliegenden Seiten aufgestellt. Zwei Kamerarekorder, die auch die Lautäußerungen aufzeichneten, wurden eingesetzt.

2.5 Auswertungsmethoden

Hierbei wurde, außer bei den Lautäußerungen, nach der Beobachtungsmethode des „scan sampling“ (MARTIN und BATESON 1986) und der Aufzeichnungsart des „instantaneous recording“ (MARTIN und BATESON 1986) gearbeitet.

Die Auswertung erfolgte über einen Zeitraum von 60 Minuten. Jede volle Minute wurde ermittelt, wie viele Tiere sich an welcher Stelle im Auslauf aufhielten und wie viele Tiere das Verhalten der Kategorie Aktivität (Lokomotion, Beschnupern von Gegenständen oder der Umgebung, Markierverhalten, sonstiges aktives Verhalten) oder das Verhalten der Kategorie Inaktivität (Stehen, Sitzen, Liegen ohne weiteres Verhalten) zeigten.

Bei der Auswertung der Lautäußerungen wurde die Aufzeichnungsart des kontinuierlichen Aufzeichnens („continuous recording“, MARTIN und BATESON 1986) verwendet, hier diente als Beobachtungsmethode das „behaviour sampling“ (MARTIN und BATESON 1986). Jedes Auftreten einer Lautäußerung wurde registriert, wobei die Dauer der Lautäußerung nicht berücksichtigt wurde. Der Überbegriff „Lautäußerung“ wurde in die Kategorien Bellen (kurze Lautäußerung < 1 Sekunde) und Jaulen (langgezogene Lautäußerung in einer hohen Tonlage) eingeteilt.

Zusätzlich zu den beschriebenen Kategorien wurden im bereicherten Auslauf auch noch die Kategorien „Hügel“, „Unterstand“, „U-Steine“ und „Knochen“ eingeführt. Immer wenn zu einer vollen Minute ein oder mehrere Tiere auf einer Bereicherung zu sehen waren oder sich mit dieser befassten (Schnüffeln, Markieren), wurde die Anzahl der Verhaltensereignisse in die betreffenden Felder in einem Excelformblatt eingegeben. In gleicher Weise wurde vorgegangen, wenn sich Hunde mit dem an einer Kette befestigten Knochen beschäftigten.

2.6 Statistik

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm SAS (Software and Service/USA). Es wurden arithmetische Mittelwerte, relative Häufigkeiten und die Standard-

abweichungen berechnet. Signifikanzberechnungen erfolgten mit Hilfe von t-Test und Least-Squares-Mean-Test.

3 Ergebnisse

3.1 Vergleich der Aktivität beim Aufenthalt im unbereicherten und im bereicherten Auslauf

Im bereicherten Auslauf waren die Tiere mit 89 % (± 3 %) (53,4 min) signifikant aktiver als im unbereicherten Auslauf mit 66 % (± 7 %) (39,6 min, siehe Abbildung 2).

3.2 Vergleich der Lautäußerungen beim Aufenthalt im unbereicherten und im bereicherten Auslauf

Die Tiere im unbereicherten Auslauf zeigten mit durchschnittlich 721 (± 517) Lautäußerungen in der beobachteten Zeit (60 Minuten) mehr Lautäußerungen als die Hunde im bereicherten Auslauf, die durchschnittlich 231 (± 116)-mal in einer Stunde bellten oder jaulten. Betrug der Anteil des Jaulens an den Lautäußerungen bei den Tieren im unbereicherten Auslauf noch 401 (± 199) von 721 (56 %) pro Stunde, so verringerte sich dieser Anteil im bereicherten Auslauf signifikant ($p < 0,05$) auf 47 (± 40) von 231 (20 %, siehe Abbildung 3).

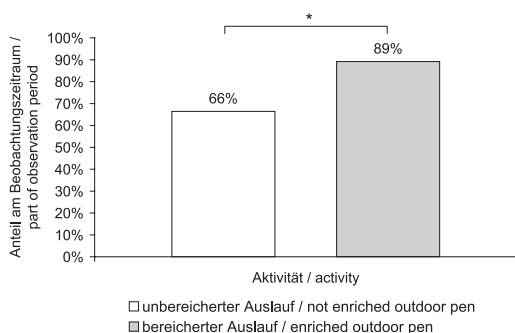


Abb. 2: Vergleich der durchschnittlichen „Aktivität“ während des Auslaufs der Hunde im unbereicherten und bereicherten Auslauf. Prozentualer Anteil des Verhaltens an der Beobachtungszeit von 60 Minuten (von 10 bis 11 Uhr). Mittelwerte der Gruppe von acht Hunden über acht Tage (* $p < 0,05$)

Comparison of the „activity“ of the dogs during their stay in the not enriched and in the enriched outdoor pen. Percentage of the behaviour in the observed time of 60 minutes (from 10 to 11 o'clock). Mean of the group of eight dogs over a periode of eight days (* $p < 0,05$)

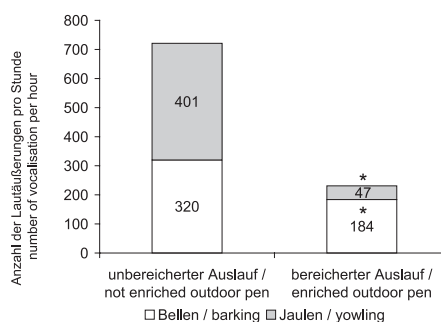


Abb. 3: Vergleich der Anzahl der Lautäußerungen pro Stunde, differenziert in Bellen und Jaulen, zwischen dem unbereicherten und bereicherten Auslauf während einer täglichen Beobachtungszeit von 60 Minuten (von 10 bis 11 Uhr). Mittelwert der Gruppe von acht Hunden über acht Tage (* $p < 0,05$)

Comparison of the amount of vocalization per hour, splitted in barking and yowling, between the not enriched and the enriched outdoor pen during a daily observation time of 60 minutes (from 10 to 11 o'clock). Mean of the group of eight dogs over a period of eight days (* $p < 0,05$)

3.3 Durchschnittliche Benutzungsdauer des Enrichments

Die Angaben beziehen sich auf die Zeitdauer, in der mindestens ein Tier die jeweilige Bereicherung nutzte. Der Hügel wurde innerhalb einer Stunde 25,3 ($\pm 7,4$) Minuten von mindestens einem Tier genutzt. Der Unterstand wurde 6,8 ($\pm 3,0$) Minuten von mindestens einem Tier in Anspruch genommen. Die U-Steine wurden 18,5 ($\pm 6,8$) Minuten der beobachteten Zeit durch mindestens einen Hund genutzt (siehe Abbildung 4).

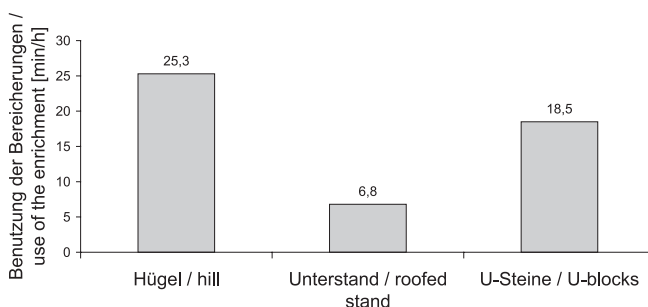


Abb. 4: Vergleich der Nutzung der verschiedenen strukturellen Bereicherungen (Hügel, Unterstand, U-Steine) während einer täglichen Beobachtungszeit von 60 Minuten (von 10 bis 11 Uhr). Mittelwert pro Bereicherung (in Minuten) bei der Gruppe von acht Hunden über acht Tage

Comparison of the use of the different structural enrichment devices (hill, roofed stand, U-blocks) during a daily observation time of 60 minutes (from 10 to 11 o' clock). Mean (in minutes) per enrichment at a group of eight dogs over eight days

3.4 Weitere Beobachtungen

Die Benutzung der Röhre, die in den Hügel eingebaut war, wurde nicht separat ausgewertet. Während des Betrachtens der Videoaufnahmen wurde aber deutlich, dass die Tiere sie bei Fangspielen oft als Durchgang benutzten. Der Kauknochen wurde von keinem der Tiere benutzt. Bestimmte Verhaltensweisen der Tiere waren nicht durch die Auswertmethoden erfassbar. Bei der Auswertung der Videobänder fiel auf, dass die Tiere den bereicherten Auslauf mehrmals als eine Art „Renn-Parcours“ benutzten. Die Hunde rannten mehrere Minuten lang im Rudel hinter einem immer wieder wechselnden Führungstier her, wobei sie auf ihrem Weg viele Enrichment-Gegenstände mit einbezogen.

Unter bereicherten Haltungsbedingungen wurde nicht beobachtet, dass einzelne Tiere bestimmte Plätze für sich beanspruchten und mit Hilfe von aggressivem Verhalten gegen Gruppenmitglieder verteidigten.

4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Aktivität der Tiere nahm vom unbereicherten zum bereicherten Auslauf signifikant zu. Es zeigte sich also, dass die Möglichkeiten zur Befriedigung von arteigenem Verhalten, wie von SEUFERT (2002) für Ausläufe gefordert, in beiden Auslaufsituationen in sehr unterschiedlichem Maße gegeben waren. Im bereicherten Auslauf waren die Tiere aktiver, da die Enrichment-Gegenstände sie zu aktiverem Verhalten anregten. Es scheint nicht ausreichend zu sein, den Tieren allein Raum zur Verfügung zu stellen, sondern ein Auslauf muss auch Anreize zu Bewegung und anderem aktiven Verhalten bieten. Die Lautäußerungen der Tiere wurden im

bereicherten Auslauf gegenüber dem unbereicherten sehr viel seltener. Vor allem das Jaulen verringerte sich um fast 90 %. HETTS et al. (1992) kamen in einer Studie zu dem Ergebnis, dass Hunde, die sich in einer isolierten Haltung befanden, sehr viel häufiger Laute von sich gaben. Das typische Jaulen und Heulen deuteten sie dabei als Zeichen einer Belastung der Hunde, die durch die Trennung von Artgenossen oder einem Menschen entstand. Auch MORRIS (1986) und BEAVER (1999) verstehen das Jaulen von Hunden als Ausdruck des Kontaktbedürfnisses eines sich isoliert fühlenden Individuums. Die Tiere vermissten also vermutlich ihre Bezugsperson. Durch die Bereicherung des Auslaufs verlor nun das Bedürfnis nach Kontakt zum Menschen an Bedeutung, da es andere interessante Dinge gab, die es zu erkunden galt.

Sowohl der Hügel als auch die U-Steine aus Beton waren während des Auslaufs häufig in Benutzung. Grund dafür war wahrscheinlich der Gewinn an Höhe, durch den die Tiere einen größeren Überblick über das Terrain erhielten. Ein Grund dafür, dass der Hügel längere Zeit genutzt wurde als die U-Steine, könnte die Bodenbeschaffenheit und der Grasbewuchs sein, der den Tieren eine angenehme Abwechslung vom Kiesbett im übrigen Auslauf bereitete. Auf dem Hügel fanden aber auch mehr Tiere gleichzeitig Platz als auf den U-Steinen. Vergleichsweise wenig benutzt wurde während des Auslaufs der überdachte Unterstand. Dafür gibt es mehrere Erklärungen. Der überdachte Unterstand sollte den Tieren zum Schutz vor Regen oder starker Sonneneinstrahlung dienen und ihnen einen Platz zum Ruhen bieten. Da aber während der gesamten Beobachtungsdauer bis auf einen Tag mit Nieselregen immer die Sonne schien, benötigten die Tiere keinen Regenschutz. Durch die Festlegung des Auslaufbeginns auf 10 Uhr vormittags waren die Außentemperaturen immer angenehm und nie zu hoch. Ein Schutz vor Sonne und Hitze wurde also auch nicht benötigt. Die Aktivität im bereicherten Auslauf war sehr hoch; somit zeigten die Tiere wenig Bedürfnis zu ruhen. Dementsprechend wurde der überdachte Unterstand dafür auch kaum genutzt. Der Nutzen der Stellwände im bereicherten Auslauf lässt sich nicht direkt aus den Ergebnissen ablesen. Es ist aber zu vermuten, dass die Trennwände ihre Aufgabe, den Auslauf in mehrere Räume aufzuteilen und als ein Sichtschutz zu dienen, erfüllten. Der an einer Kette hängende Kauknochen aus Kunststoff wurde von den Tieren nicht beachtet. Die Ergebnisse einer Studie von HUBRECHT (1993), bei der Laborhunde die gleiche Art von Kauknochen in ihrer Box zur Verfügung hatten und davon regen Gebrauch machten, konnten also für den Auslauf im Freien nicht bestätigt werden. Dies deutet darauf hin, dass Dinge, die für die Tiere in den Innenboxen interessant sind, ihre Attraktion verlieren können, wenn andere Gegenstände zur Verfügung stehen, wie dies im Auslauf der Fall war. Die Art „Fangspiel“, wie sie im bereicherten Auslauf zu sehen war, wurde vermutlich durch das Enrichment angeregt und konnte deshalb im unbereicherten Auslauf nicht beobachtet werden.

5 Literatur

BEAVER, B. V. (1999): Canine Behavior: A guide for veterinarians. W.B. Saunders Company, ISBN 0-7216-5965-9

EUROPÄISCHE KOMMISSION (1997): Anhang 4 des Berichts über die multilaterale Konsultation der Vertragsparteien zum Europäischen Versuchstierübereinkommen vom 27. bis 30. Mai 1997 in Straßburg; Deutscher Bundestag – 14. Wahlperiode, Drucksache 14/5712

HETTS, S.; CLARK, J. D.; CALPIN, J. P.; ARNOLD, C. E; MATEO, J. M. (1992): Influence of housing conditions of beagle behaviour. Appl. Anim. Behav. Sci: 34, 137–155

HUBRECHT, R. C. (1993): A comparison of social and environmental enrichment methods for laboratory housed dogs. Appl. Anim. Behav. Sci. 37: 345–361

MARTIN, P.; BATESON, P. (1986): Measuring behaviour. Cambridge: University press

MORRIS, D. (1986): Dogwatching – Die Körpersprache des Hundes. Wilhelm Heyne Verlag, München, ISBN 3-453-00551-1

SEUFERT, S. (2002): Zur Gestaltung und Strukturierung von Gruppenausläufen für Hunde. Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle 9: 277–280

TIERSCHUTZ-HUNDEVERORDNUNG (2001): Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 21

Auswirkungen eines „Gentling¹“-Programmes auf das Verhalten von Wistar-Ratten ***Effects of a Gentling-Programme on the Behaviour of Wistar-Rats***

BARBARA MAURER, DOROTHEA DÖRING-SCHÄTZL, MICHAEL ERHARD

Zusammenfassung

Untersucht wurden die Auswirkungen zweier „Gentling“-Programme unterschiedlicher Intensität auf das spätere Verhalten von Laborratten gegenüber dem Menschen. Dazu wurden zwei Versuche mit je 24 weiblichen Wistar-Ratten durchgeführt. Die Versuchsgruppe des 1. Versuches wurde in der 4. und 5. Lebenswoche täglich zehn Minuten pro Käfig gestreichelt, und die Tiere des 2. Versuches wurde in der 4. und 5. Lebenswoche täglich zweimal zehn Minuten pro Käfig gestreichelt, aus der Hand gefüttert und es wurde mit den Tieren während des „Gentling“ gesprochen. Zu Beginn der 6., 8., 10. und 14. Lebenswoche wurden Tests durchgeführt, um das Verhalten der Tiere gegenüber dem Menschen zu bewerten. In der 14. Lebenswoche wurde zusätzlich derselbe Test mit einer den Ratten unbekannt Person durchgeführt. Die Tests bestanden unter anderem aus einem Handtest und der Bewertung des Fangens aus dem Open Field. In beiden Versuchen zeigte sich vor allem im Test zu Beginn der 6. Lebenswoche bei den Versuchsgruppen eine signifikante Verminderung von Furchtreaktionen gegenüber dem Menschen. Mit zunehmendem Alter der Tiere waren die Unterschiede weniger stark ausgeprägt. Bei dem Versuch mit dem „intensivierten Gentling“ waren sie jedoch länger anhaltend. Die durchgeführten „Gentling“-Programme waren geeignet, die Furcht der Laborratten vor dem Menschen zu reduzieren.

Summary

The effects of two gentling-programmes of different intensity on the later behaviour towards people were investigated. For this, two experiments with 24 female Wistar-rats each have been conducted. The experimental group of the 1st experiment has been gentled in the 4th and 5th week of life for ten minutes each day. The experimental group of the 2nd experiment has been gentled in the 4th and 5th week of life for ten minutes twice each day, the animals have been fed by hand, and they have been talked to during the gentling. At the beginning of the 6th, 8th, 10th and 14th week of life, tests have been performed to assess the behaviour of the animals towards people. In the 14th week of life an additional test with a human unknown to the rats has been performed. The tests consisted, among others, of a handtest and of catching the rat from an open field. There have been significant differences between experimental and control group in both experiments, especially in the test at the beginning of the 6th week of life. The gentled animals showed a clear reduction of fearreactions towards people. With increasing age of the animals, the differences between the groups were less pronounced. In the experiment with the more intense gentling, however, they have been longer

¹ „Gentling“ bedeutet, dass die Tiere sanft gestreichelt werden, sie werden „gezähmt“ (MORTON 1968).

lasting. The gentling-programmes which have been conducted are an appropriate method to reduce fear of people in laboratory rats.

1 Einleitung

Sind Versuchstiere nicht an Menschen gewöhnt, so können einfache Manipulationen Stressreaktionen bei den Tieren auslösen. Im Europäischen Übereinkommen zum Schutz der für Versuche und andere wissenschaftliche Zwecke verwendeten Wirbeltiere (EUROPEAN CONVENTION 1986) wird im Anhang A darauf hingewiesen, dass das Verhalten eines Tieres während eines Verfahrens stark vom Vertrauen zum Menschen abhängt und dass dieses Vertrauensverhältnis erst entwickelt und dann auch aufrechterhalten werden muss. Zusätzlich wird im Anhang IV des BERICHTS ÜBER DIE MULTILATERALE KONSULTATION DER VERTRAGSPARTEIEN ZUM EUROPÄISCHEN ÜBEREINKOMMEN (1997) für Versuchstiere gefordert: „Die Tiere sollen regelmäßigen direkten Umgang („handling“) oder sozialen Kontakt mit Menschen haben, wobei der Sozialisierungsperiode bei Arten wie Hunden und Katzen besondere Aufmerksamkeit zu schenken ist“. Ratten sind zwar als sehr soziale Tiere bekannt (LORE at al. 1977), aber es gibt bei ihnen keine Untersuchungen zur „kritischen“ Phase einer Sozialisierung auf den Menschen. Ziel der vorgestellten Arbeit war es, festzustellen, wie sich „Gentling“-Programme, die in der 4. und 5. Lebenswoche von Laborratten durchgeführt werden, auf deren späteres Verhalten gegenüber dem Menschen auswirken.

2 Tiere und Methoden

Es wurden zwei Versuche mit je 24 weiblichen Wistar-Ratten durchgeführt, die im Alter von 21 Tagen erworben wurden (Fa. Charles River, Sulzfeld). Die Versuchsgruppe des 1. Versuches („Gentling“) wurde in der 4. und 5. Lebenswoche täglich zehn Minuten pro Käfig gestreichelt, die des 2. Versuches („intensiviertes Gentling“) wurde in der 4. und 5. Lebenswoche zweimal täglich zehn Minuten pro Käfig gestreichelt, aus der Hand gefüttert und es wurde mit den Tieren während des „Gentling“ gesprochen. Die Kontrollgruppen blieben außer der üblichen Versorgung ohne weiteren menschlichen Kontakt. Anschließend an die 5. Woche erfolgte eine Testphase, in der überprüft wurde, wie sich die Tiere dem Menschen gegenüber verhalten. Der Testablauf beinhaltete u. a. die Annäherung an die Hand des Experimentators (Handtest) und das Fangen aus dem Open Field in einem Open-Field-Test. Im Handtest wurde ausgewertet, ob sich die Tiere während des Testes bewegten, den Ort verließen, an dem sie sich zu Testbeginn aufhielten, und ob sie Kontakt zur Hand aufnahmen. Außerdem wurden die Latenzzeiten für diese drei Kategorien ermittelt. Das Fangen aus dem Open Field wurde in mehrere Verhaltenskategorien („schreit einmal hörbar“, „schreit mehrmals hörbar“, „schreit hörbar“ und „freezing²“) eingeteilt. Die Auswertung erfolgte mittels χ^2 -Test sowie Student-T-Test, beziehungsweise Mann-Whitney-Rank-Sum-Test. Die Tests wurden zu Beginn der 6., 8., 10. und 14. Lebenswoche und in der 14. Lebenswoche zusätzlich mit einer den Ratten unbekanntem Person (Fremdtest) durchgeführt.

² „Freezing“ kann definiert werden als komplette Unterdrückung spontaner Bewegungsaktivität und sämtlicher Bewegungen außer der für die Atmung benötigten (Fanselow und Bolles 1979).

3 Ergebnisse

3.1 Versuch 1 („Gentling“)

3.1.1 Test zu Beginn der sechsten Lebenswoche

Handtest: 58 % der Versuchs- und 17 % der Kontrollgruppe verließen den Ort, an dem sie sich zu Testbeginn befanden (Abb. 1). Dies war im χ^2 -Test signifikant ($p < 0,05$). 50 % der Versuchs- und 0 % der Kontrollgruppe nahmen Kontakt zur Hand auf (signifikant im χ^2 -Test mit $p < 0,01$).

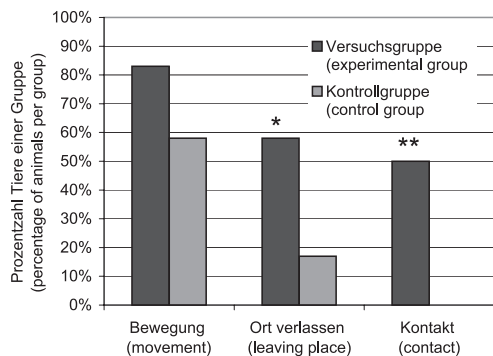


Abb. 1: Handtest, Versuch 1 („Gentling“); Test zu Beginn der 6. Lebenswoche; Prozentzahlen der Tiere, die sich nach Auftauchen der Hand bewegten, den Ort verließen, an dem sie sich zu Testbeginn befanden, und Kontakt zur Hand aufnahmen; n = 12 Tiere pro Gruppe; * = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,05$; ** = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,01$

Handtest, experiment 1 („gentling“), test at the beginning of the 6th week of life, percentage of animals which moved during presentation of the hand, left the place they have been at the beginning of the test and which contacted the hand; n = 12 animals per group; * = significant w. r. t. control group with $p < 0,05$; ** = significant w. r. t. control group with $p < 0,01$

Abb. 3: Fangen nach dem Open-Field-Test, Versuch 1 („Gentling“); Test zu Beginn der 6. Lebenswoche; Prozentzahlen der Tiere, die vokalisiert und die Verhaltensweise „freezing“ zeigten; n = 12 Tiere pro Gruppe; *** = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,001$

Catching after open field test, experiment 1 („gentling“), test at the beginning of the 6th week of life, percentage of animals which vocalised and showed freezing; n = 12 animals per group; *** = significant w. r. t. control group with $p < 0,001$

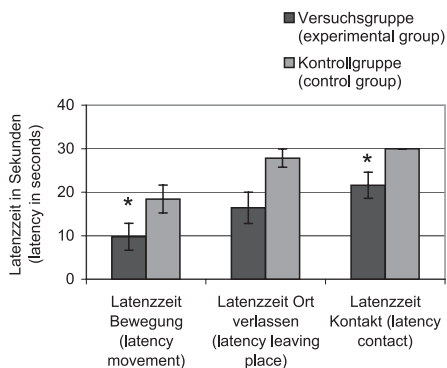
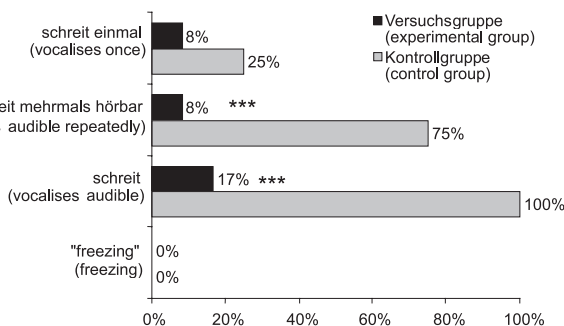


Abb. 2: Handtest, Versuch 1 („Gentling“); Test zu Beginn der 6. Lebenswoche; mittlere Latenzzeiten, bis die Tiere sich nach Auftauchen der Hand bewegten, bis sie den Ort verließen, an dem sie sich zu Testbeginn befanden, und bis sie Kontakt zur Hand aufnahmen; n = 12 Tiere pro Gruppe; Mittelwerte \pm SEM; * = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,05$

Handtest, experiment 1 („gentling“), test at the beginning of the 6th week of life, average latency until the animals moved after presentation of the hand, left the place they have been at the beginning of the test and contacted the hand; n = 12 animals per group; means \pm SEM; * = significant w. r. t. control group with $p < 0,05$



Im Mann-Whitney-Rank-Sum-Test gab es signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) bei den Latenzzeiten, bis ich die Tiere bewegten und Kontakt aufnahmen (Abb. 2).

Fangen: 17 % der Versuchs- und 100 % der Kontrollgruppe vokalisiert überhaupt hörbar. 8 % der Versuchs- und 75 % der Kontrollgruppe vokalisiert mehrfach hörbar (Abb. 3). Diese Unterschiede waren im χ^2 -Test signifikant ($p < 0,001$).

3.1.2 Tests zu Beginn der achten, zehnten und 14. Lebenswoche

Handtest/Fangen: Es wurden außer im Test zu Beginn der zehnten Lebenswoche keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt. Es zeigte sich aber dieselbe Tendenz wie in den signifikanten Ergebnissen (Ergebnisse nicht dargestellt).

3.1.3 Test mit einer Fremdperson in der vierzehnten Lebenswoche (Fremdtest)

Handtest: Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt.

Fangen: 0 % der Versuchs- und 33 % der Kontrollgruppe zeigten die Verhaltensweise „freezing“. Dieses Ergebnis war im χ^2 -Test signifikant mit $p < 0,05$ (Abb. 4).

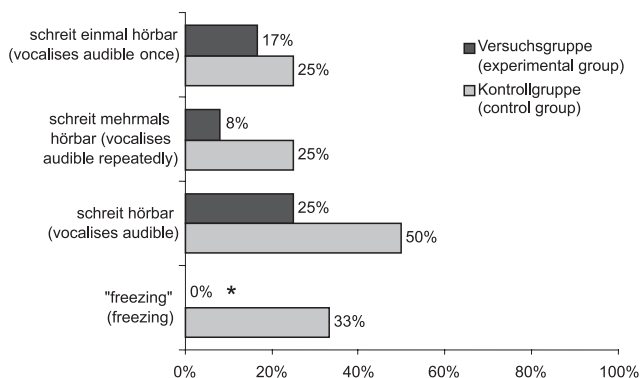
3.2 Versuch 2 („intensiviertes Gentling“)

3.2.1 Test zu Beginn der sechsten Lebenswoche

Handtest: 92 % der Versuchs- und 50 % der Kontrollgruppe verließen den Ort, an dem sie sich zu Testbeginn befanden (signifikant im χ^2 -Test mit $p < 0,05$). 92 % der Versuchs- und 25 % der Kontrollgruppe nahmen Kontakt zur Hand auf. Dies war signifikant im χ^2 -Test mit $p < 0,001$ (Abb. 5).

Im Mann-Whitney-Rank-Sum-Test waren die Unterschiede in den Latenzzeiten für Bewegung (mit $p < 0,001$) und Kontaktaufnahme (mit $p < 0,01$) signifikant. Der Unterschied bei

Abb. 4: Fangen nach dem Open-Field-Test; Versuch 1 („Gentling“) Fremdtest in der 14. Lebenswoche Prozentzahlen der Tiere, die vokalisiert und die Verhaltensweise „freezing“ zeigten; $n = 12$ Tiere pro Gruppe; * = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,01$ *Catching after open field test, experiment 1 („gentling“), test with unknown person in the 14th week of life, percentage of animals which vocalised and showed freezing; $n = 12$ animals per group; * = significant w. r. t. control group with $p < 0,05$*



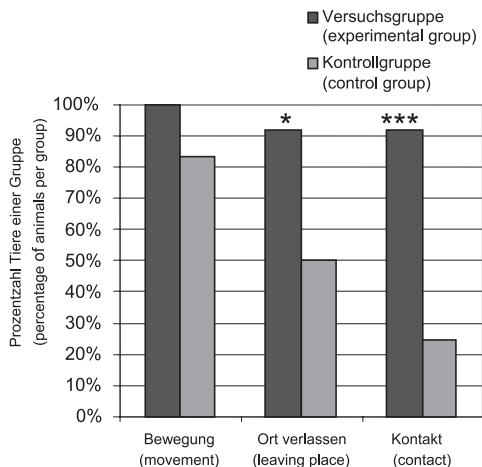


Abb. 5: Handtest; Versuch 2 („intensiviertes Gentling“), Test zu Beginn der 6. Lebenswoche; Prozentzahlen der Tiere, die sich nach Auftauchen der Hand bewegten, den Ort verließen, an dem sie sich zu Testbeginn befanden, und Kontakt zur Hand aufnahmen; n = 12 Tiere pro Gruppe; * = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,05$; *** = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,001$
*Handtest, experiment 2 (“more intense gentling”), test at the beginning of the 6th week of life, percentage of animals which moved after presentation of the hand, left the place they have been at the beginning of the test and which contacted the hand; n = 12 animals per group; ; * = significant w. r. t. control group with $p < 0,05$; *** = significant w. r. t. control group with $p < 0,001$*

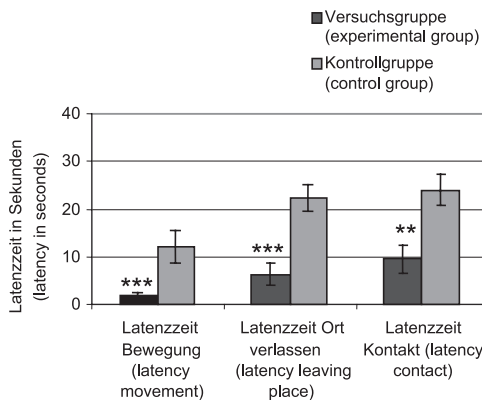


Abb. 6: Handtest, Versuch 2 („intensiviertes Gentling“); Test zu Beginn der 6. Lebenswoche; mittlere Latenzzeiten, bis die Tiere sich nach Auftauchen der Hand bewegten, bis sie den Ort verließen, an dem sie sich zu Testbeginn befanden, und bis sie Kontakt zur Hand aufnahmen; n = 12 Tiere pro Gruppe; Mittelwerte \pm SEM; ** = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,01$; *** = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,001$
*Handtest, experiment 2 (“more intense gentling”), test at the beginning of the 6th week of life, average latency until the animals moved after presentation of the hand, left the place they have been at the beginning of the test and contacted the hand; n = 12 animals per group; means \pm SEM; ** = significant w. r. t. control group with $p < 0,01$; *** = significant w. r. t. control group with $p < 0,001$*

Abb. 7: Fangen nach dem Open-Field-Test, Versuch 2 („intensiviertes Gentling“); Test zu Beginn der 6. Lebenswoche; Prozentzahlen der Tiere, die vokalisiert und die Verhaltensweise „freezing“ zeigten; n = 12 Tiere pro Gruppe; ** = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,01$; *** = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,001$
*Catching after open field test, experiment 2 (“more intense gentling”), test at the beginning of the 6th week of life, percentage of animals which vocalised and showed freezing; n = 12 animals per group; ** = significant w. r. t. control group with $p < 0,01$; *** = significant w. r. t. control group with $p < 0,001$*

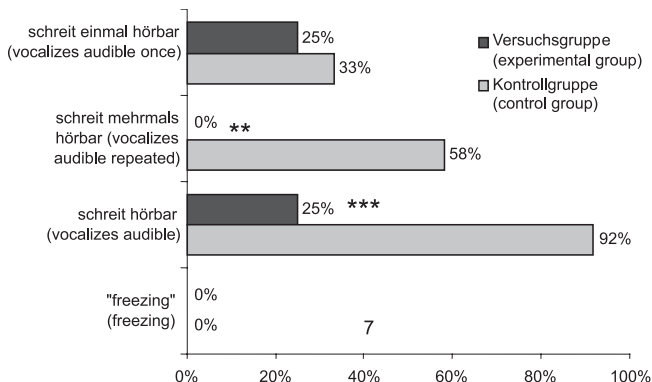


Abb. 8: Fangen nach dem Open Field Test, Versuch 2 („intensiviertes Gentling“); Test zu Beginn der 14. Lebenswoche; Prozentzahlen der Tiere, die vokalisiert und die Verhaltensweise „freezing“ zeigten; n = 12 Tiere pro Gruppe; * = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,05$
*Catching after open field test, experiment 2 (“more intense gentling”), test at the beginning of the 14th week of life, percentage of animals which vocalised and showed freezing; n = 12 animals per group; * = significant w. r. t. control group with $p < 0,05$*

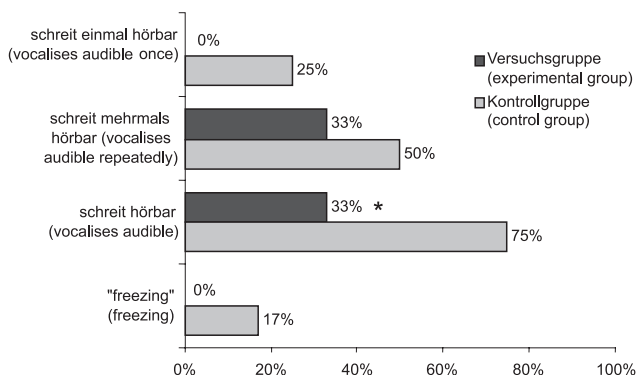
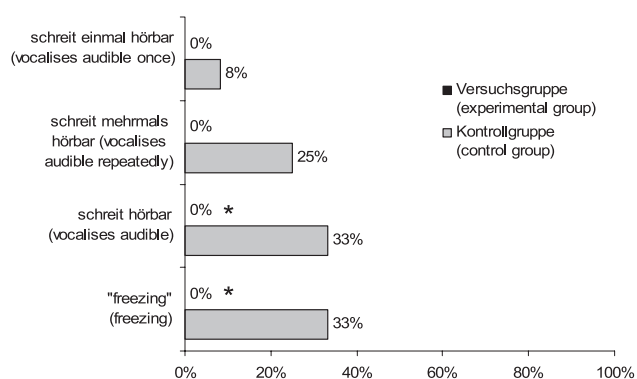


Abb. 9: Fangen nach dem Open-Field-Test, Versuch 2 („intensiviertes Gentling“); Fremdstest in der 14. Lebenswoche; Prozentzahlen der Tiere, die vokalisiert und die Verhaltensweise - freezing zeigten; n = 12 Tiere pro Gruppe; * = signifikant gegenüber Kontrollgruppe mit $p < 0,05$
*Catching after open field test, experiment 2 (“more intense gentling”), test with unknown person in the 14th week of life, percentage of animals which vocalised and showed freezing; n = 12 animals per group; * = significant w. r. t. control group with $p < 0,05$*



der Latenzzeit für das Verlassen des Ortes war im Student T-Test signifikant mit $p < 0,001$ (Abb. 6).

Fangen: 92 % der Kontroll- und 25 % der Versuchsgruppe vokalisieren hörbar. Dies war im χ^2 -Test signifikant ($p < 0,001$). 0 % der Versuchs- und 58 % der Kontrollgruppe vokalisiert mehrfach hörbar. Dieses Ergebnis war im χ^2 -Test signifikant mit $p < 0,01$ (Abb. 7).

3.2.2 Test zu Beginn der achten und zehnten Lebenswoche

Handtest/Fangen: Es wurden außer beim Fangen zu Beginn der zehnten Lebenswoche signifikante Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt. Es zeigte sich aber dieselbe Tendenz wie in den signifikanten Ergebnissen (Ergebnisse nicht dargestellt).

3.2.3 Test zu Beginn der vierzehnten Lebenswoche

Handtest: Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt.

Fangen: Mit 33 % im Gegensatz zu 75 % der Kontrollgruppe schrien die Tiere der Versuchsgruppe signifikant ($p < 0,05$) weniger hörbar (Abb. 8).

3.2.4 Test mit einer Fremdperson in der vierzehnten Lebenswoche (Fremdtest)

Handtest: Es wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe festgestellt.

Fangen: Nur Tiere der Kontrollgruppe schrien hörbar (33 %). Beide Werte erreichen im χ^2 -Test ein signifikantes Niveau mit $p < 0,05$ (Abb. 9)

3.2.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Eine Übersicht über die Ergebnisse in zeitlicher Reihenfolge findet sich in Tabelle 1.

Tab. 1: Übersicht über die Ergebnisse
Survey of the results

	Versuch 1 <i>experiment 1</i>		Versuch 2 <i>experiment 2</i>	
	Handtest <i>handtest</i>	Fangen <i>catching</i>	Handtest <i>handtest</i>	Fangen <i>catching</i>
6. Lebenswoche <i>6th week of life</i>	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>
8. Lebenswoche <i>8th week of life</i>	-----	-----	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>
10. Lebenswoche <i>10th week of life</i>	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>	-----
14. Lebenswoche <i>14th week of life</i>	-----	-----	-----	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>
Fremdtest <i>test with unknown person</i>	-----	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>	-----	signifikante Unterschiede <i>significant differences</i>

4 Diskussion und Schlussfolgerung

Die Untersuchungsergebnisse zeigten, dass die Durchführung von „Gentling“-Programmen in der 4. und 5. Lebenswoche Auswirkungen auf das spätere Verhalten der Ratten gegenüber dem Menschen hat. Furchtreaktionen der Tiere gegenüber dem Menschen (z. B. Vokalisation und „freezing“ beim Fangen, lange Latenzzeit bis zur Bewegung, zum Verlassen des Ortes und zur Kontaktaufnahme im Handtest, keine Kontaktaufnahme im Handtest) waren bei den Versuchsgruppen deutlich reduziert.

Selbst in den Tests, in denen keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden, zeigten die Tiere der Versuchsgruppen ebenfalls deutlich weniger Furchtreaktionen als die Tiere der Kontrollgruppe. Somit war auch in diesen Tests bei den Versuchsgruppen eine Tendenz zu verminderter Furcht vor dem Menschen zu erkennen.

Im 2. Versuch mit dem „intensiviertes Gentling“ zeigten sich deutlichere und länger anhaltende Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppe als im 1. Versuch. Doch auch beim „intensivierten Gentling“ waren diese Unterschiede zwischen den beiden Gruppen mit zunehmendem Alter nicht mehr so stark wie zu Beginn der 6. Lebenswoche.

Beide durchgeführten „Gentling“-Programme waren somit geeignet, die Angst von Laborratten vor dem Menschen zu reduzieren.

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass „Gentling“-Programme die Furcht der Tiere im Versuch, die durch mangelnde Gewöhnung an den Menschen entsteht, reduzieren können und somit helfen, den Tierschutz in Tierversuchen zu verbessern.

5 Literatur

BERICHT ÜBER DIE MULTILATERALE KONSULTATION DER VERTRAGSPARTEIEN ZUM EUROPÄISCHEN ÜBEREINKOMMEN, ANHANG IV (1997), Straßburg

EUROPÄISCHES ÜBEREINKOMMEN ZUM SCHUTZ DER FÜR VERSUCHE UND ANDERE WISSENSCHAFTLICHE ZWECKE VERWENDETEN WIRBELTIERE (EUROPEAN CONVENTION), Bundesgesetzblatt Teil II, Nr. 40 vom 15.12.1996

FANSELLOW, M. S.; BOLLES; R. C. (1979): Naloxone and shock-elicited freezing in the rat, *J Comp Physiol Psych* 93: 736–744

LORE, R.; FLANNELLY, K. (1977): Rat Societies, *Scientific American*, 236, 5: 106–116

MORTON, J. R. C. (1968): Effects of Early Experience „handling and gentling“ in Laboratory Animals. in: Fox, M. W. (Hrsg.), *Abnormal Behaviour in Animals*. Philadelphia/ London/Toronto, W. B. Saunders Company

*Barbara Maurer, Dr. Dorothea Döring-Schätzl, Prof. Dr. Michael Erhard,
Ludwig-Maximilians-Universität München, Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene,
Schwere-Reiter-Straße 9, D-80797 München*

Auswirkungen postnataler Manipulationen auf das mütterliche Pflegeverhalten und die Stressreaktivität und Ängstlichkeit der Nachkommen bei Ratten

Effects of Postnatal Manipulations on Maternal Care and the Offspring's Stress and Fear Responses in Rats

SIMONE MACRÍ UND HANNO WÜRBEL

Zusammenfassung

Die Entwicklung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden (HNNR)-Stressreaktivität wird maßgeblich beeinflusst von der frühen Mutter-Kind-Beziehung. Bei Ratten führt postnatales Handling (PH; kurze (15 min) tägliche Trennung des Weibchens vom Wurf) zu einer nachhaltigen Verminderung der HNNR-Reaktivität und Ängstlichkeit der adulten Nachkommen sowohl gegenüber völlig ungestörten Bedingungen (UB; keine Störung von Weibchen und Wurf) als auch gegenüber maternaler Separation (MS; lange (4 h) tägliche Trennung des Weibchens vom Wurf). Neuere Untersuchungen deuten darauf hin, dass Unterschiede im mütterlichen Pflegeverhalten für diese Auswirkungen postnataler Manipulationen verantwortlich sein könnten. Wir überprüften diese Hypothese an Lister-hooded-Ratten, indem wir das mütterliche Pflegeverhalten von Weibchen mit Wurf und die HNNR-Stressreaktivität und Ängstlichkeit von adulten Nachkommen erfassten, die vom 1. bis zum 13. Lebenstag postnatalem Handling (PH), maternaler Separation (MS) oder völlig ungestörten Bedingungen (UB) ausgesetzt waren. PH und MS induzierten einen aktiveren Pflegestil und signifikant mehr aktive Jungenpflege (Lecken, aktives Säugen (Kyphose)), dafür weniger Selbsterhalt (Fressen, Fellpflege, Ruhen) als UB. PH- und MS-Weibchen unterschieden sich in der Gesamtmenge aktiver Jungenpflege nicht, jedoch in der tageszeitlichen Verteilung dieser Aktivität. So war bei MS-Weibchen das aktive Pflegeverhalten jeweils unmittelbar nach Ende der 4-h-Separation über längere Zeit massiv erhöht, womit das Pflegeverhalten, das PH-Weibchen während der Abwesenheit der MS-Weibchen vom ihrem Wurf zeigten, vollständig kompensiert wurde. Während PH im Vergleich zu UB bei den adulten Nachkommen zu einer Verminderung der HNNR-Reaktion nach 20 min Immobilisation und zu verminderter Ängstlichkeit, d. h. weniger Widerstand, sich einer Tränke in ungewohnter Umgebung anzunähern bzw. größere Aktivität im Zentrum eines Offenfelds, führte, traten zwischen MS- und UB-Nachkommen keine Unterschiede auf. Diese Befunde belegen eine Dissoziation in den Auswirkungen von PH und MS auf das mütterliche Pflegeverhalten und auf die Stressreaktivität und Ängstlichkeit der Nachkommen. Somit können Unterschiede im mütterlichen Pflegeverhalten die Auswirkungen auf die adulten Nachkommen nicht ausreichend erklären. Möglicherweise werden diese durch zwei gegenläufige Faktoren verursacht: Stimulation aktiver Jungenpflege durch Manipulation (PH, MS) und Beeinträchtigung der Homöostase der Jungtiere durch längere Perioden maternaler Deprivation (MS). Entsprechend könnte die hohe Stressreaktivität der UB-Nachkommen eine Anpassung an ungestörte Umweltbedingungen darstellen (wo Stressoren selten sind und sich die Tiere eine hohe Stressreaktivität leisten können), wohingegen sie im Falle von MS-Nachkommen Ausdruck einer durch maternale Deprivation beeinträchtigten Entwicklung darstellen könnte.

Summary

The development of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) response to stress is influenced by the early mother-infant relationship. In rats, postnatal handling (PH, brief daily mother-offspring separations) attenuates the adult offspring's HPA- and fear responses compared to both undisturbed conditions (UC, no separations) and maternal separation (MS, prolonged daily separations). Variation in the amount of maternal care has been proposed to mediate these effects of postnatal manipulations on the adult offspring's stress and fear responses. We tested this hypothesis by assessing maternal care and the adult offspring's HPA- and fear responses in Lister hooded rats that were subjected to either postnatal handling (PH) or maternal separation (MS) from postnatal day 1 to 13, or were left completely undisturbed (UC) throughout this period. Both PH and MS induced a more active nursing style and elevated levels of active maternal care (licking, active nursing (kyphosis)), but less self-maintenance, compared to UC. Total levels of active maternal care were indistinguishable between PH and MS, but diurnal distribution differed. Thus, MS dams showed elevated levels of active maternal care following the 4-h separation period, thereby fully compensating for the amount of maternal care provided by PH dams during the time MS dams were separated from their pups. However, while PH resulted in reduced HPA-responses to 20min restraint stress and reduced fear responses (less resistance to approach a drinker in a novel environment, more activity in the centre of an open field) in the adult offspring compared to UC, MS and UC offspring did not differ. Our findings therefore demonstrate dissociation in the effects of PH and MS on maternal care and on the stress and fear responses in the adult offspring. This indicates that maternal care cannot be the sole mediator of the effects in the offspring. Instead, these effects may be caused by two opposing factors: stimulation of maternal care through manipulation (PH, MS) and disruption of pup homeostasis through extended periods of maternal deprivation (MS). Thus, elevated stress reactivity in UC-offspring may reflect adaptation to an undisturbed environment (where stressors are rare and the animals may afford a high stress reactivity), whereas in the case of MS-offspring it may reflect impaired development caused by maternal deprivation.

Simone Macri, Institut für Nutztierwissenschaften, Physiologie und Tierhaltung,
Eidgenössische Technische Hochschule (ETH) Zürich, Schorenstrasse 16, CH-8603 Schwerzenbach, Schweiz
Prof. Dr. Hanno Würbel, Institut für Veterinär-Physiologie, Justus-Liebig-Universität Gießen,
Frankfurter Straße 104, D-35392 Gießen, Deutschland

Schäden am Integument – Einfluss von Einstreu auf die Gelenksgesundheit bei Milchkühen ***Lesions of the Integument – Influence of Bedding Material on Joint Health Dairy Cows***

HARALD KÖGLER, BERNHARD HAIDN, HANS-JOCHIM HERRMANN, HARALD REUBOLD

Zusammenfassung

In der Untersuchung wurde erfasst, wie sich verschiedene Liegeboxenbeläge und Einstreumaterialien auf die Gesundheit ausgewählter Gliedmaßengelenke bei Milchkühen auswirken. Dazu wurden am Ende der Winterfütterungsperiode 2.457 laktierende Milchkühe in 56 Betrieben mit Liegeboxenlaufstall untersucht. Im Rahmen einer adspektorischen Untersuchung der Milchkühe wurden Veränderungen an Haut und Gelenken erfasst. Dabei wurden die an Fesseln, Knie, Karpal- und Tarsalgelenken gefundenen Schäden je nach Schweregrad in folgende fünf Kategorien eingestuft: „haarlose Stelle < 2 cm“, „haarlose Stelle > 2 cm“, „Hautabschürfung < 2 cm“, „Hautabschürfung > 2 cm“ und „Umfangvermehrungen im Schleimbeutelbereich“. Geprüft wurden die Auswirkungen unterschiedlicher Einstreumaterialien (Strohmehl, Strohhäcksel, Sägemehl und keinerlei Einstreu) auf einer Weichbodenmatte für Hochboxen und der Strohmistmatratze in Tiefboxen auf die Gelenke. Die Auswertung der Ergebnisse ergab, dass beide Liegeboxensysteme an den Tieren Schäden aller Kategorien hervorrufen. Kühe auf Strohmistmatratzen weisen im Vergleich zu Tieren auf der verschiedenartig eingestreuten Weichbodenmatte insgesamt signifikant ($p < 0,05$) weniger und leichtere Gelenkschäden auf. Der Einsatz von Einstreu auf Weichbodenmatten führte teilweise zu einer deutlichen Verringerung der Schadenshäufigkeit an den Gelenken, aber auch zu einem herabgesetzten Schädigungsgrad. Für die in dieser Arbeit untersuchte Weichbodenmatte ist unter Einbeziehung aller erfassten Gelenke Strohmehl als Einstreu der Vorzug zu geben, da an den am häufigsten von Verletzungen betroffenen Karpal- und Tarsalgelenken im Vergleich zu den anderen Einstreuvarianten der Weichbodenmatte signifikant weniger Schäden auftraten ($p < 0,05$).

Summary

This study investigated how different cubicle floorings and litter materials influence the health status of different joints. Therefore 2.457 lactating dairy cows housed in 56 different free-stall barns were examined for skin and joint lesions at the end of winter indoor-housing. The joint assessment of fetlocks, knee, carpal and tarsal joints took the different severity of lesions into account.

The findings were categorized in “hairless patch < 2 cm”, “hairless patch > 2 cm”, “skin abrasion < 2 cm”, “skin abrasion > 2 cm” and “increase in circumference in bursa area, concealed”. The impact of different litter materials (ground straw, chopped straw, sawdust and no litter) applied on a soft lying mat for cubicles and the impact of straw-manure packs for cubicles was surveyed. Looking closely at the results revealed that both cubicle systems cause injuries of all categories. Cows housed in cubicles with straw-manure packs had a sig-

nificantly ($p < 0,05$) lower prevalence and severity of lesions than cows housed in cubicles with soft-lying mats with different litter applied. The use of litter on the soft-lying mat tested in this study partly reduced the prevalence of joint lesions as well as their severity. By taking all examined joints into account it can be concluded that ground straw is the most favourable litter material on the soft-lying mat used in this study. Since the prevalence of injuries concerning carpal joints and hocks was in comparison to the other litter materials significantly lower ($p < 0,05$).

1 Einleitung

Eine sinnvolle Verbindung von Haltungstechnik – unter Berücksichtigung des Tierverhaltens – und guter tierhalterischer Qualifikation des Betreuungspersonals bildet die Grundlage für eine wirtschaftliche Milchviehhaltung, die mit einer Vermeidung von Tierschäden einhergeht. Durch die exakte Erfassung des Gesundheitszustandes von Milchkühen in Abhängigkeit der speziellen Haltungsumgebung ist es möglich, Hinweise für Verbesserungsansätze bei der Haltung zu geben.

Im Liegeboxenlaufstall ist der Liegeboxenbelag von zentraler Bedeutung, da er einer Vielzahl von Anforderungen wie Wärmedämmung, Weichheit, Verformbarkeit, Trittsicherheit und Haltbarkeit genügen muss (BICKERT 2000; KRAMER et al. 1998; RODENBURG und HOUSE 2000; SAMBRAUS et al. 2002). Technopathien äußern sich im Falle des Funktionsbereichs Liegen in Form von Hautläsionen an den Gelenken der Extremitäten. Dass diese zum Teil vermeidbar sind, zeigen Ergebnisse von Untersuchungen auf Strohmatratzen (WECHSLER et al. 2000).

Durch mangelnde Verfügbarkeit von Stroh, aber auch auf Grund von arbeitswirtschaftlichen und gesundheitlichen Bedenken gegenüber der Keimbelastung von Strohmatratzen seitens der Landwirte, kommen vor allem weiche industriell gefertigte Liegebeläge in Kombination mit Hochboxen zum Einsatz. Da es auf diesen Liegebelägen vermehrt zu Hautläsionen kommt (MOWBRAY et al. 2003; WEARY und TASZKUN 2000), empfiehlt die DLG-Prüfungskommission für elastische Stallbodenbeläge eine Minimaleinstreu für die von ihr anerkannten Bodenbeläge.

Daher wurde in der vorliegenden Untersuchung, der Einfluss eines verschiedenartig eingestreuten Komfortbelags auf die Gelenkgesundheit der Extremitäten erfasst. Zum Vergleich wurde der Einfluss der Strohmatratze auf das Entstehen von Hautläsionen an den Gelenken untersucht, um somit Zusammenhänge zwischen Läsionen und unterschiedlichen Einstreumaterialien aufzuzeigen.

2 Material und Methoden

Im Rahmen der Untersuchungen wurden am Ende der Winterfütterungsperiode in den Monaten März und April in 56 Milchvieh haltenden Betrieben Daten erhoben. Erfasst wurden Betriebs- und Stallparameter sowie Schäden an ausgewählten Gelenken der Tiere. Die untersuchten Betriebe befanden sich im gesamten Bundesgebiet mit Schwerpunkt in Bayern, drei Betriebe lagen in Österreich.

Bei 41 der untersuchten Betriebe handelte es sich um Liegeboxenlaufställe mit Hochboxen, Weichbodenmatte gleichen Fabrikats und unterschiedlichen Einstreumaterialien:

15 Betriebe mit Strohmehl (Halmgut mit einer Länge ≤ 10 mm), sechs mit Strohhäcksel (Halmgut mit einer Länge zwischen 30 und 50 mm), zehn mit Sägemehl und 15 mit keinerlei Einstreu. In den restlichen 15 Betrieben wurden die Milchkühe in Tiefboxen mit Strohmistmatratze aufgestellt. Das installierte Boxensystem, der Liegeboxenbelag sowie die Einstreu war in den jeweiligen Ställen gleich. Die vorgefundene Boxenausführung hatte seit mindestens einem Jahr Bestand. Die erfassten Tiere waren seit mindesten sechs Monaten in den betreffenden Liegeboxenlaufställen aufgestellt, weder neu zugekauft, noch verletzt oder trocken stehend.

Mittels einer adspektorischen Untersuchung der Milchkühe, deren Durchführung in allen 56 Betrieben derselben Person oblag, wurden Veränderungen an Haut und Gelenken erfasst. Dabei wurden die an Fesseln, Knien, Karpal- und Tarsalgelenken gefundenen Schäden je nach Schweregrad in folgende Kategorien eingestuft: „haarlose Stelle $<$ bzw. $>$ 2 cm“, „Hautabschürfung $<$ bzw. $>$ 2 cm“ und „Umfangsvermehrung im Schleimbeutelbereich“, wobei je Gelenk nur der gravierendste Schaden erfasst wurde. Die untersuchten Tiere waren Kühe der Rassen Fleckvieh (55 % der Kühe), Schwarzbunt (25 %), Rotbunt (15 %) und Braunvieh (5 %). Die Auswertung erfolgte mittels nichtparametrischer Tests (Kruskal-Wallis H-Test, Mann-Whitney U-Test).

3 Ergebnisse

Von den 2.457 bonitierten Kühen, wurden 1.178 (72,4 %) Tiere in Weichbett-Betrieben und 679 (27,6 %) in Strohmistmatratzen-Betrieben gehalten. Bei einer Auswertung aller 24.570 bonitierten Gelenke zeigt sich, dass 95 % der Gelenke von Kühen auf Strohmistmatratzen ohne Befund waren. Bei Tieren auf verschiedenartig eingestreuten Weichbetten zeigten mindestens 81 % der untersuchten Gelenke keinerlei Verletzung (Tab. 1).

Tab. 1: Befunde an den bonitierten Gelenken [n = 24570]
Findings on the assessed joints [n = 24570]

Kategorie Category Variante Version	Ohne Befund No findings [%]	Haarlose Stellen Hairless patches [%]	Hautabschürfungen Skin abrasions [%]	Umfangsvermehrung Tumescence [%]
Strohmistmatratze Straw-manure pack	94,5	5,3	0,18	0,02
Weichbett Soft-bed				
Ohne Einstreu No litter	81,2	15,7	2,7	0,4
Mit Strohmehl With ground straw	88,2	10,5	1,1	0,2
Mit Strohhäcksel With chopped straw	81,6	16,3	1,5	0,6
Mit Sägemehl With sawdust	84,4	13,9	1,6	0,1

Tab. 2: Verteilung der Schäden an den Gelenken [n = 24570 Gelenke]
Distribution of injured joints [n = 24570 joints]

Variante Version	Gelenk Joint	Vorderfessel Front fetlock [%]	Carpus Carpal joint [%]	Knie Knee [%]	Tarsus Tarsal joint [%]	Hinterfessel Rear fetlock [%]
Strohmistmatratze Straw-manure pack		2,1	4,1	0,2	13	8,2
Weichbett Soft-bed						
Ohne Einstreu No litter		12	11,4	4,4	44,8	21,9
Mit Strohmehl With ground straw		7	3,7	2,1	39,8	6,2
Mit Strohhäcksel With chopped straw		11,5	20,9	2,3	43,3	13,8
Mit Sägemehl With sawdust		9,3	8,8	2,9	45,6	12,2

Des Weiteren geht aus Tab. 1 hervor, dass die untersuchten Varianten Schäden aller Kategorien an den Gelenken verursachen, diese sich vor allem in Form von haarlosen Stellen äußern. An den untersuchten Sprunggelenken traten Veränderungen aller Schadenskategorien auf. Die Zahl der Gelenke ohne Befund ist im Vergleich zu den anderen Gelenkbereichen stark reduziert. Nur durchschnittlich 57 % der Tarsalgelenke auf Weichbetten wiesen keinen Befund auf, bei der Variante Strohmistmatratze waren es 87 % (Tab. 2).

Da es sich im Falle des Tarsalgelenks um das im Rahmen dieser Untersuchung strapazierteste Gelenk handelt, ist zur Veranschaulichung in Tab. 3 die statistische Verrechnung der gefundenen Veränderungen mittels U-Test nach Mann-Whitney ($p < 0,05$) dargestellt.

Der Befund „haarlose Stelle < 2 cm“ kam in Betrieben ohne Einstreu signifikant häufiger vor als in Betrieben mit Strohhäcksel als Einstreumaterial. „Haarlose Stellen < 2 cm“ finden sich in Strohmistmatratzen-Betrieben statistisch abgesichert seltener, die Unterschiede sind signifikant, hoch- und höchstsignifikant. Der Befund „haarlose Stelle > 2 cm“ fand sich in allen Weichbett-Betrieben häufiger als in Strohmistmatratzen-Betrieben.

Im Falle der mittelgradigen Veränderung „Hautabschürfung < 2 cm“ rangieren alle Einstreuvarianten des Weichbetts über der Variante „Strohmistmatratze“. Sowohl in Betrieben der Variante „Strohmehl“ als auch „Strohhäcksel“ finden sich im Tarsalbereich signifikant weniger „Hautabschürfungen < 2 cm“ als in Betrieben der Variante „ohne Einstreu“. Im Falle der Variante „Sägemehl“ ist nur eine Tendenz zu weniger Hautabschürfungen als „ohne Einstreu“ festzustellen. Hautveränderungen der Kategorie „Hautabschürfung > 2 cm“ traten bei Betrieben mit Strohmistmatratzen nicht auf; der U-Test nach Mann-Whitney für die Zahl der auf Weichbetten veränderten Gelenke dieser Schadenskategorie ergab, dass auf Variante „Sägemehl“ signifikant weniger Schäden auftraten als bei der Variante „ohne Einstreu“.

Tab. 3: Verteilung der Schäden am Tarsalgelenk [n=4914 Gelenke]
Distribution of injured tarsal joints [n=4914 joints]

Tarsus <i>Tarsal joint</i>	Ohne Einstreu <i>No litter</i>	Strohmehl <i>Ground Straw</i>	Strohhäcksel <i>Chopped Straw</i>	Sägemehl <i>Sawdust</i>	Strohmist- matratze <i>Straw- manure pack</i>
Haarlose Stelle < 2 cm <i>Hairless patch</i>	205a	151ab	135b	193ab	132c
Haarlose Stelle > 2 cm <i>Hairless patch</i>	195a	112a	107a	135a	34b
Hautabs. < 2 cm <i>Skin abrasion</i>	116a	36b	28bc	60ac	9d
Hautabs. > 2 cm <i>Skin abrasion</i>	26a	4ab	10ab	3b	
Umfangsverm. <i>Tumescence</i>	22a	5a	6a	3a	2a
\sum verl. Gelenke <i>\sum injured joints</i>	564	308	286	394	177
Ohne Befund <i>No finding</i>	694a	466a	374a	470a	1181b
<i>a,b,c,d</i> Gruppen ohne gleiche Buchstaben unterschieden sich signifikant (MWT, $p < 0,05$)					
<i>a,b,c,d</i> groups without the same letters differ significantly (MWT, $p < 0,05$)					

Unter den 4.914 untersuchten Sprunggelenken fanden sich bei allen Varianten hochgradige Veränderungen in Form von Umfangsvermehrungen. Die statistische Auswertung dieser Schadenskategorie ergab keine signifikanten Unterschiede.

4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Bei den durchgeführten Untersuchungen zu Schäden an Extremitäten von Milchkühen handelte es sich um Feldversuche. Die durchgeführten Erhebungen stellen Momentaufnahmen dar. Beeinträchtigungen der Tiergesundheit wurden nicht aufgrund von Messungen, sondern durch individuelle, aber schematisierte Beurteilung festgestellt.

Bei der Einordnung der festgestellten Schäden gilt es zu berücksichtigen, dass Hochboxen vor allem im hinteren Teil der Box eingestreut werden. Im Kontaktbereich mit den Karpalgelenken war die Einstreuschicht in den untersuchten Weichbodenmatten-Betrieben entweder nur sehr dünn, lückenhaft oder fehlte gänzlich. BOXBERGER (1983) konnte zeigen, dass während des Abliege- bzw. Aufstehvorgangs bis zu 87 % des Körpergewichtes – dies entspricht einer Kraftereinwirkung von 4.000–5.000 N – auf den Karpalgelenken lasten. Folglich würde auch eine im Bereich der Karpalgelenke ausreichend vorhandene Einstreu im Falle von industriell gefertigten Liegebelägen den Druck auf die Gelenke nur unwesentlich verringern. Die viel größere Rolle spielt hier die Härte (Plastizität, Elastizität) des Liegeboxenbelages.

Bei den Veränderungen am Tarsalgelenk ist im Vergleich zu den Veränderungen an den anderen untersuchten Gelenken eine deutliche Zunahme der verletzten Gelenke in allen Schadenskategorien festzustellen. Somit scheint das Sprunggelenk das Gelenk zu sein, bei dem sich die Qualität des Einstreumaterials am stärksten bemerkbar macht. Dies erklärt auch, warum sich in jüngster Zeit Untersuchungen zu Hautläsionen an exponierten Gelenken bei Milchkühen auf den Tarsus konzentrieren (MOWBRAY et al. 2003; VOKEY et al. 2001; WEARY und TASZKUN 2000). Das Bundesamt für Landwirtschaft in der Schweiz gewährt seine Direktzahlungen im Rahmen des Programms „Besonders Tierfreundliche Stallhaltungssysteme“ (BTS) nur für Liegematten, die bezüglich der Häufigkeit und des Schweregrades von Verletzungen an den Tarsalgelenken der Kühe, aber auch hinsichtlich der Verformbarkeit des Fabrikates gewissen Richtlinien entsprechen (WIDMER 2002).

Im Vergleich zu den Fesselgelenken der Vordergliedmaßen finden sich an den Fesseln der Hintergliedmaßen häufiger geringgradige Veränderungen. Dies mag zum einen mit der andersartigen Beanspruchung der Gelenke während des Abliemens und Liegens zu tun haben. Zum anderen ist auch der mögliche Einfluss der hinteren Boxenkante im Falle von Hochboxen und der Einfluss der Kotschwelle im Falle von Tiefboxen zu berücksichtigen.

Die im Verlauf dieser Arbeit erarbeiteten Untersuchungsergebnisse zeigen, dass sowohl ein industriell gefertigter weicher Liegebelag als auch eine weiterentwickelte Tiefbox mit Strohmatratze Schäden in Form von haarlosen Stellen, Hautabschürfungen und Umfangsvermehrungen an den Gelenken der Extremitäten von Milchkühen hervorrufen können. Kühe auf Strohmatratzen wiesen im Vergleich zu Tieren auf der verschiedenartig eingestreuten Weichbodenmatte insgesamt weniger Gelenkschäden auf. Ist allerdings keine stabile Strohmatratze gewährleistet, sollte im Sinne der Tiere und der leichteren Handhabung auf die Hochbox mit verformbarem Belag und Einstreu zurückgegriffen werden. Die Nachteile des weichen Liegebelages gegenüber der Strohmatratze sind offensichtlich in der andersartigen Oberflächenstruktur, aber auch in der unterschiedlichen Weichheit begründet. Daraus ergibt sich für diese Art des Liegebelags ein Optimierungspotenzial.

So führt der Einsatz von Einstreu teilweise zu einer deutlichen Verringerung der Schadenshäufigkeit an den untersuchten Gelenken und zusätzlich auch zu einem herabgesetzten Schädigungsgrad. Bei der Wahl der Einstreu für die hier untersuchte Weichbodenmatte ist unter Einbeziehung aller untersuchten Gelenke Strohmehl der eindeutige Vorzug zu geben, insbesondere im Falle der mittel- und hochgradigen Veränderungen. Das sehr gute Wasseraufnahmevermögen von Strohmehl unterstreicht diesen Vorzug zusätzlich (SONNENBERG 2002).

Neben dem maßgeblichen Einfluss des Liegeboxenbelages und der Einstreu auf die Gelenkgesundheit von Milchkühen sind aber auch andere Einflussgrößen so zu verbessern, um eine Reduzierung der Schadensrate zu erreichen. Vor allem eine ausreichende Boxendimensionierung ist für die Vermeidung von Hautläsionen grundlegend. Als weitere Einflüsse auf den Zustand der Gelenke müssen Weidegang, Herdengröße, Alter der Tiere und unterschiedliche Aufstellungsarten im Laufe des Produktionszyklus berücksichtigt werden.

Es bleibt festzuhalten, dass zur Vermeidung bzw. Reduzierung von Verletzungen an den untersuchten Gelenken unabhängig vom Liegeboxensystem eine gute Boxenpflege unumgänglich ist, ungeachtet des dafür anfallenden Zeitbedarfs. Auch wenn es sich, abgesehen von den Umfangsvermehrungen, um Verletzungen handelt, die den Tieren keinerlei Schmerzen bereiten dürften, sollte der Milchviehalter bemüht sein, diese zu vermeiden, da Schädigungen der Haut Eintrittspforten für potenzielle Krankheitskeime darstellen. Vor dem

Hintergrund des zunehmenden gesellschaftlichen Interesses an artgerechter Tierhaltung müssen auch solche „Schönheitsfehler“ vermieden werden.

5 Literatur

- BICKERT, W. G. (2000): Freestall Design. Proceedings: Dairy Housing & Equipment systems: Managing & Planning for Profitability. NRAES, Ithaca, New York: 205–213
- BOXBERGER, J. (1983): Wichtige Verhaltensparameter von Kühen als Grundlage zur Verbesserung der Stalleinrichtung. Habilitationsschrift TUM Weihenstephan, Fachgebiet Landtechnik
- KRAMER, A. J.; Haidn, B.; Schön, H. (1998): Untersuchungen zur Verfahrenstechnik „naturnaher“, eingestreuter Stallssysteme unter besonderer Berücksichtigung der Eigenschaften und Wirkungsweisen von Einstreumaterialien auf das Funktionieren des Haltungsverfahrens. Hrsg.: Landtechnik Weihenstephan
- MOWBRAY, L.; VITTIE, T.; WEARY, D.M. (2003): Hock Lesions and Freestall Design: Effects of Stall Surface. Proceedings: Fifth International Dairy Housing Conference Fort Worth, Texas, January 29–31 2003 Publ.: American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan: 288–295
- RODENBURG, J.; HOUSE, H. (2000): The Impact of Freestall Base and Bedding on Cow Comfort. Proceedings: Meeting-129 Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NREAS): Dairy Housing and Equipment Systems: Managing and Planning for Profitability, Camp Hill, Pennsylvania: 214–225
- SAMBRAUS, H. H.; SCHÖN, H.; Haidn, B. (2002): Tiergerechte Haltung von Rindern. In: Methling, W.; Unshelm, J. (Hrsg.): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz- Heim- und Begleittieren. Berlin. Blackwell Wissenschafts-Verlag: 281–332
- SONNENBERG, H. (2002): Mechanische Aufbereitung von Einstreu-Material für die Tierhaltung zur Verbesserung der Qualität. Dissertation Universität Kassel, Fachgebiet Agrartechnik
- VOKEY, F. J.; GUARD, C. L.; ERB, H. N.; GALTON, D. M. (2001): Effects of Alley and Stall Surfaces on Indices of Claw and Leg Health in Dairy Cattle Housed in a Free-Stall Barn. Journal of Dairy Science 84: 2686–2699
- WEARY, D. M.; TASZKUN, I. (2000): Hock Lesions and Freestall Design. Journal of Dairy Science 83: 697–702
- WECHSLER, B.; SCHAUB, J.; FRIEDLI, K.; HAUSER, R. (2000): Behaviour and Leg Injuries in Dairy Cows kept in Cubicle systems with Straw bedding or soft Lying mats. Applied Animal Behaviour Science 69: 189–197
- WIDMER, C. (2002): Beurteilung von verformbaren Liegematten hinsichtlich des Programms besonders tierfreundliche Stallhaltungssysteme (BTS). Öffentliche Mitteilung des Bundesamts für Landwirtschaft, Bern

Dipl.-Ing. agr. Harald Kögler, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), Fachgebiet Tierhaltung, Max-Eyth-Weg 1, D-64823 Groß-Umstadt
Dr. Hans-Joachim Herrmann, Dipl.-Ing. agr. Harald Reubold, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), Fachgebiet Tierhaltung, Max-Eyth-Weg 1, D-64823 Groß-Umstadt
Dr. Bernhard Haidn, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Landtechnik, Bauwesen und Umwelttechnik, Vöttinger Straße 36, D-85354 Freising

Betreuungsmaßnahmen bei Mutterkühen – eine Situationsanalyse auf Schweizer Betrieben

Handling Suckler Cows – a Swiss Farm Situation Analysis

MARGRET KECK, FRANZISKA KLARER, MARCUS DOHERR, PETER RÜSCH, BEAT WECHSLER

Zusammenfassung

Ziel dieser Untersuchung war eine Standortbestimmung der Mutterkuhhaltung in der Schweiz. Das Hauptaugenmerk galt den kritischen Punkten und Gefahren bei der Betreuung von Mutterkuhherden und geeigneten Lösungen auch für kleine Bestandsgrößen. 271 Betriebe mit Mutterkuhhaltung haben an einer anonymen, schriftlichen Umfrage teilgenommen. Erfasst wurden schwierig durchzuführende Arbeitssituationen und Verletzungen von Mensch und Tier. Diese betrafen vor allem das Abtrennen, Verladen und Fixieren von Tieren. Auf der Weide war nur selten eine technische Einrichtung zum Abtrennen, Verladen oder Fixieren vorhanden. So müssen Tiere für Betreuungsmaßnahmen oft extra eingestallt werden. Zwar hatten 80 % der Betriebe Fixiermöglichkeiten am Fressbereich, doch konnten damit Problemsituationen nicht vermieden werden. Treibgänge zum Kanalisieren der Tiere und Fang-einrichtungen sind unerlässlich. Mobile Anlagen haben den großen Vorteil, dass sie sowohl im Stall als auch auf der Weide zum Einsatz kommen können. Zur Unfallverhütung sind sowohl baulich-technische Aspekte als auch das Verhalten der Tierbetreuer im Umgang mit dem Rind als Herdentier zu beachten.

Summary

The aim of this study was to take an inventory of suckler farming in Switzerland. The main focus was on the critical points and hazards when handling suckler herds and appropriate solutions also suitable for small herds. 271 suckler farms took part in an anonymous written survey. This covered difficult work situations and injuries to people and animals. These occurred chiefly when separating, loading and restraining animals. Equipment for separating, loading or restraining animals was rarely available in the pasture. Consequently, animals often have to be moved in specially for handling purposes. While 80 % of the farms had means of restraint at the feed area, problem situations were still unavoidable. Working chutes to channel the animals and handling facilities are essential. Mobile systems have the big advantage that they can be used indoors or in the pasture. Accident prevention requires attention to both infrastructural aspects and handler behaviour when working with cattle as herd animals.

1 Einleitung

Zur Zeit ist in Grünlandgebieten eine Entwicklung zu kosten- und arbeitsexensiven Formen der Rinderhaltung mit vermehrter Weidehaltung und Nebenerwerb zu beobachten. Mangelnde Kenntnis im Umgang mit dem Rind als Herdentier, fehlende technische Hilfsmittel,

Laufstall- und Weidehaltung sowie die daraus resultierende Scheuheit der Tiere gegenüber dem Menschen erschweren den Umgang mit den Tieren. Die notwendigen Betreuungsmaßnahmen bergen ein erhöhtes Unfallrisiko für Mensch und Tier (MACK 1980). Bereits GROH (1987) stellte fest, dass Unfälle mit Tieren überwiegend beim Führen und Verladen von Einzeltieren auftreten. Auch das Abtrennen einzelner Tiere aus einer Gruppenbucht stellt eine Unfallgefährdung dar. Forschungsansätze gehen in verschiedene Richtungen. TOST et al. (2001) haben Auswirkungen bei minimaler Betreuung unter naturnaher Haltung beobachtet. Demgegenüber wurde in anderen Untersuchungen die Mensch-Tier-Beziehung analysiert und optimiert, beispielsweise durch häufigen, frühzeitigen und positiven Mensch-Tier-Kontakt (BOISSY und BOUISSOU 1988; BRAMSMANN 1999; WAIBLINGER et al. 2004). Ein weiterer Ansatz war, Betreuungseinrichtungen zu verbessern (GRANDIN 2000). Solche Betreuungseinrichtungen sind bisher vor allem bei größeren Herden im Einsatz.

Im Rahmen verschiedener Betreuungsmaßnahmen müssen Tiere einerseits abgetrennt und verladen, andererseits zur Gesundheitsprophylaxe, zur Behandlung kranker Tiere und zum Markieren fixiert werden. Ziel dieser Arbeit war, eine Standortbestimmung der Mutterkuhhaltung in der Schweiz vorzunehmen, kritische Punkte und Gefahren bei der Betreuung von Mutterkuhherden zu erkennen und darauf aufbauend geeignete Lösungen, vor allem auch für kleine Bestandesgrößen, aufzuzeigen.

2 Methode

Für die schriftliche Umfrage wurde unter Mitarbeit von Fachpersonen und Mutterkuhhaltern ein Fragebogen erarbeitet. Dieser wurde nach einem Vortest mit 20 Landwirten angepasst. Die zufällige Auswahl jedes achten Betriebes mit Mutterkuhhaltung in der Schweiz nahm das Bundesamt für Landwirtschaft anhand des Agrarpolitischen Informationssystems (AGIS) vor. In einer anonymen, schriftlichen Umfrage haben 503 Betriebe mit Mutterkuhhaltung einen Fragebogen erhalten. Der Rücklauf betrug 61 %, auswertbar waren 54 %.

Der Fragebogen umfasste Angaben zur Haltungsform, zu den Tieren, zum Betrieb, zum Umgang mit den Tieren, zur Vorgehensweise beim Abtrennen, Verladen und Fixieren sowie zum Auftreten von Problemsituationen. Die Angaben zur Haltung, zu den Tieren und zum Betrieb waren als geschlossene Fragen konzipiert. Die Fragen zum Auftreten von Problemsituationen waren in offener Form. Antworten mit Mehrfachnennungen wurden zu Kategorien zusammengefasst oder als Anzahl Nennungen verwendet. Unterschiede zwischen Gruppen wurden mit X^2 -Tests für Rangzahlen und Kruskal-Wallis-Tests für nicht normal verteilte kontinuierliche Variablen auf das jeweilige Signifikanzniveau (p-Werte) geprüft. Einflussgrößen auf Problemsituationen wurden in einer multiplen logistischen Regression untersucht.

Um geeignete Empfehlungen für kleinere Bestandesgrößen aufzuzeigen, wurden (ergänzend zur vorhandenen Literatur und zu Gesprächen auf den Praxisbetrieben) beim Fixieren im Rahmen der linearen Beschreibung und beim Verladen beispielhafte Lösungen gesammelt.

3 Ergebnisse

3.1 Stallsysteme und Bestandesgrößen

71 % der Betriebe hielten die Muttertiere im Laufstall und 19 % im Anbindestall, Letzteres vor allem Betriebe mit kleineren Bestandesgrößen und in der Bergzone. In 5 % der Betriebe kamen beide Stallsysteme vor, bei 4 % war entweder nur ein Unterstand oder kein Stall vorhanden. Die mittlere Zahl der Mutterkühe lag bei 14 Kühen pro Betrieb. Der größte Betrieb hatte 55 Kühe. Drei Viertel der Betriebe hatten weniger als 20 Muttertiere.

3.2 Schwierig durchzuführende Arbeitssituationen

Von den 271 befragten Mutterkuhhaltern gaben 98 an, dass es Arbeiten im Umgang mit den Mutterkühen gab, die sie nur schwer ausführen konnten. 60 % aller erwähnten problematischen Arbeitssituationen betrafen das Verladen und Abtrennen von Tieren (Tab. 1). Beteiligt waren hauptsächlich Jungtiere (Kälber, Jungrinder und Aufzuchttiere). Die Fixierung für medizinische Betreuungsmassnahmen, die Klauenpflege oder das Markieren wurde in 32 % aller Nennungen von Problemsituationen erwähnt. Bei Laufstallhaltung nahm mit zunehmender Bestandesgrösse der Anteil Betriebe mit schwierig durchzuführenden Arbeiten ab.

Tab. 1: Anzahl der genannten schwierig durchzuführenden Arbeitssituationen, nach Tialter
Number of difficult work situations mentioned, according to age of animal

Arbeitssituation <i>Work situation</i>	Tialter / Age of animal				
	Alle <i>All</i>	Adult <i>Adult</i>	Jung <i>Young</i>	Ohne Altersangabe <i>Age not stated</i>	
Verladen/ <i>Loading</i>	61	1	39	21	
Abtrennen/ <i>Separating</i>	14	0	5	9	
Fixieren <i>Restraining</i>	Medizinische Betreuung <i>veterinary treatment</i>	23	5	7	11
	Klauenpflege/ <i>claw care</i>	11	2	1	8
	markieren/ <i>marking</i>	6	1	3	2
Diverse <i>Miscellaneous</i>	diverse Arbeiten am Tier <i>miscellaneous tasks</i>	3	0	3	0
	Transport/ <i>transport</i>	3	0	2	1
	lineare Beurteilung <i>linear assessment</i>	1	0	1	0
	Weidewechsel <i>changing pasture</i>	1	0	0	1
Situation nicht näher beschrieben <i>Situation not specified</i>	2	0	1	1	

Tab. 2: Anzahl der Verletzungen von Menschen im Umgang mit Tieren aus Mutterkuhhaltung, aufgeteilt nach Arbeitssituation, Ort, Einrichtung und Tieralter
Number of injuries to people handling animals in suckler farming, broken down by work situation, place, equipment and age of animal

Arbeitssituation <i>Work situation</i>		Ort <i>Place</i>		Einrichtung <i>Equipment</i>		Tieralter <i>Age of animal</i>	
Verladen <i>Loading</i>	16	Transporter <i>transporter</i>	9	Halfter <i>halter</i>	8	Jungtiere <i>young animals</i>	22
Abtrennen <i>Separating</i>	8	Stall <i>stable</i>	5	Lasso <i>lasso</i>	2	adulte Tiere <i>adult animals</i>	6
Markieren <i>Marking</i>	4	Schlachthaus <i>slaughterhouse</i>	2	mobile Gitter <i>mobile barrier</i>	1	ohne Angabe <i>not stated</i>	18
Med. Betreuung <i>Vet. treatment</i>	2	öffentl. Markt <i>public market</i>	1	Treibgang <i>working chute</i>	1		
Klauenpflege <i>Claw care</i>	1	Alp <i>alpine pasture</i>	1	Fressgitter <i>feed barrier</i>	1		
Töten <i>Slaughtering</i>	1	ohne Angabe <i>not stated</i>	28	Klauenstand <i>foot crush</i>	1		
Ohne Angabe <i>Not stated</i>	14			ohne Angabe <i>not stated</i>	32		

3.3 Verletzungen von Menschen

46 Betriebe schilderten Situationen, in denen es zu Verletzungen von Menschen kam (Tab. 2). Am häufigsten wurden Prellungen, Schürfungen und Knochenbrüche genannt. Diese ereigneten sich vor allem während des Verladens, Abtrennens und Markierens. Dabei wurden am häufigsten Halfter als Hilfsmittel erwähnt. An den Verletzungen der Menschen waren Jungtiere mit 22 Fällen häufiger beteiligt als adulte Tiere (sechs Fälle).

3.4 Vorgehensweise beim Abtrennen und Verladen von Tieren

In Abbildung 1 ist aufgezeigt, wie die Arbeitsschritte Abtrennen und Verladen auf den Betrieben mit Laufstallhaltung durchgeführt wurden. Von 192 Betrieben konnten 34 % ihre Tiere kanalisieren. Die Hälfte der Betriebe trennte Tiere ab, während der Rest der Herde fixiert war. Auf 27 % der Betriebe kamen mobile Gitter, Abtrennungsmöglichkeiten im Stallbereich, Halfter oder Lasso zum Einsatz. Während das Halfter vor allem bei kleineren Bestandesgrößen genutzt wurde, hatten größere Betriebe eher eine Möglichkeit zum Kanalisieren ($p < 0.01$).

Wenn auf der Weide ein einzelnes Tier abzutrennen oder zu verladen war, nahmen dazu drei Viertel der Betriebe die gesamte Herde in den Stall. Betriebe mit Laufstall verfügten bei zunehmender Bestandesgröße eher über eine technische Lösung zum Abtrennen und Verladen auf der Weide ($p = 0.02$).

3.5 Vorgehensweise beim Fixieren von Tieren

Um Betreuungsmaßnahmen am Tier durchführen zu können, ist eine Möglichkeit zur Tierfixierung erforderlich. 80 % der Betriebe hatten im Fressbereich eine Fixiermöglichkeit (Abb. 2). Während nur 21 % der Betriebe mit bis zu fünf Muttertieren einen Behandlungsstand zum Fixieren der Tiere hatten, stieg bei Betrieben mit mehr als 25 Muttertieren dieser Anteil auf die Hälfte der Betriebe an. War auf der Weide für eine Behandlungsmaßnahme eine Fixierung nötig, so nahmen 83 % der Betriebe die Herde dazu in den Stall.

3.6 Einflüsse auf das Auftreten von Problemsituationen

Mit einer multiplen logistischen Regression wurde der Einfluss verschiedener Vorgehensweisen beim Abtrennen und Verladen auf die Häufigkeit der Nennung von mindestens einer Problemsituation untersucht. Annähernd signifikante Unterschiede in der Häufigkeit von Problemsituationen bestanden nur, wenn ein

Treibgang zum Kanalisieren vorhanden war und wenn ein Lasso zum Abtrennen und Verladen gebraucht wurde (Tab. 3). Ein Effekt durch Fixation der übrigen Tiere im Fressbereich war nicht nachweisbar. Wurde ein Lasso zum Abtrennen und Verladen genutzt, erhöhte sich das Risiko, dass eine Problemsituation entstehen konnte (Odds ratio 4.22). War auf einem Betrieb eine Möglichkeit zum Kanalisieren der Tiere vorhanden, so halbierte sich das Risiko, dass Probleme auftraten (Odds ratio 0.49).

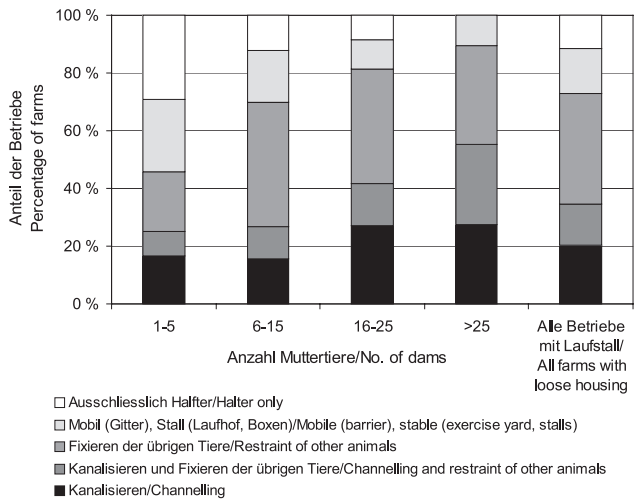


Abb. 1: Vorgehensweise beim Abtrennen und Verladen im Laufstall, aufgeteilt nach Anzahl Muttertiere (n = 192 Betriebe; p < 0.01). Separating and loading procedure in loose housing, broken down by number of dams (n = 192 farms; p < 0.01).

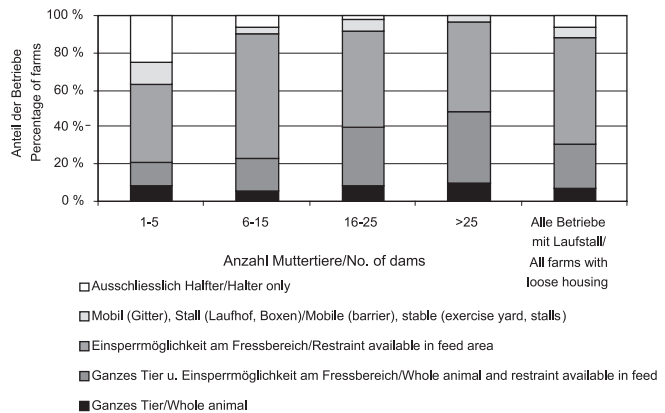


Abb. 2: Vorgehensweise beim Fixieren im Laufstall, aufgeteilt nach Anzahl Muttertiere (n = 193 Betriebe; p < 0.01). Restraint procedure in loose housing, broken down by number of dams (n = 193 farms; p < 0.01).

Tab. 3: Einfluss der Vorgehensweise beim Abtrennen und Verladen auf die Häufigkeit der Nennung von mindestens einer Problemsituation
Effect of separating and loading procedure on the frequency of mention of at least one problem situation

Vorgehensweise <i>Procedure</i>	p-Wert <i>p-value</i>	Odds ratio <i>Odds ratio</i>	95-%-Konfidenzintervall <i>95 % confidence interval</i>
Kanalisieren mit Treibgang <i>Channelling with working chute</i>	0.07	0.49	0.23-1.05
Fixieren der übrigen Tiere <i>Restraining other animals</i>	0.49	0.77	0.36-1.64
Mit Halfter/ <i>With Halter</i>	0.46	1.34	0.61-2.94
Mit Lasso/ <i>With Lasso</i>	0.07	4.22	0.91-20.00

4 Empfehlungen für Treib- und Fangeinrichtungen

4.1 Steuereinrichtungen am Fressplatz

In der Mutterkuhhaltung kommen mit Jung- und Muttertieren unterschiedliche Tiergrößen in derselben Herde zusammen. Auch wenn für Kälber ein Kälberschlupf mit separater Fütterung vorhanden ist, halten sich Kälber auch am Fressplatz der Kühe auf. Ob für ein Tier der Zugang zum Fressplatz möglich ist, entscheidet die Kopfhöhe und Kopfbreite. Für das Fixieren ist die Halsweite relevant. Zwischen festen und beweglichen Teilen sind große Öffnungen zu vermeiden. Das Flotzmaul eines Kalbes ist nur etwa 7 cm breit und hoch. Steckt das Flotzmaul zum Beispiel in einer großen Öffnung und kippt ein größeres, stärkeres Tier die beweglichen Teile vom Fressgitter, kann eine Quetschstelle entstehen. Auf ausreichende Blenden zwischen festen und beweglichen Teilen ist zu achten.

4.2 Fixiereinrichtungen

In der Mutterkuhhaltung müssen notwendige Betreuungsmaßnahmen jederzeit einfach und sicher durchzuführen sein. Ein geschützter Zugang für den Tierbetreuer ist von vorne, von der Seite und von hinten erforderlich (Tab. 4). Dies ist beim Behandlungsstand und teilweise beim Halsfangrahmen möglich. Die Anschaffung eines Selbstfangfressgitters extra für Betreuungsmaßnahmen ist nicht zu empfehlen, es ermöglicht nur Massnahmen von vorne im Kopfbereich. Im Minimum sollte auf jedem Betrieb ein Halsfangrahmen mit Panels vorhanden sein (Abb. 3). Ein Behandlungsstand kann auch überbetrieblich genutzt werden.

4.3 Elemente und Anordnung einer Treib- und Fangeinrichtung

Bei einer Treib- und Fangeinrichtung muss der gesamte Ablauf vom Warten, Zutreiben, Kanalisieren, Fixieren bis zum anschließenden Sortieren sorgfältig durchdacht sein (Tab. 5). Tierbetreuer müssen deren Einsatz und Grenzen kennen und damit vertraut sein. Auch der gezielte Umgang mit dem Rind als Herdentier ist zu schulen. Tiere sind an die Anlage zu

Tab. 4: Eignung von Fixiereinrichtungen mit Blick auf Zugang für Tierbetreuer, Arbeitsweise und mögliche Tierreaktionen

Suitability of restraints in terms of access for handler, method and possible reaction of animals

Fixier- einrichtung <i>Type of restraint</i>	Geschützter Zugang von <i>Protected access from</i>			Arbeitsweise Method	Reaktion des Tieres Animal reaction
	vorne <i>Front</i>	Seite <i>Side</i>	hinten <i>Rear</i>		
Halfter <i>Halter</i>	-	-	-	Einzeltier aus der Herde einfangen und anbinden <i>Catch and tie single animal from herd</i>	Flucht, Trennung von Herde, ausweichen, zurückziehen <i>Flight, separation from herd, evasion, withdrawal</i>
Selbstfang- fressgitter <i>Self-locking feed barrier</i>	(+)	-	-	zum bereits fixierten Einzeltier gehen <i>Approach restrained single animal</i>	zurückziehen, Versuch seitlich auszuweichen, ausschlagen <i>Withdrawal, attempt at sideways evasion, kicking</i>
Halsfang- rahmen <i>Headgate</i>	+	+	-	Herde wird gelockt, Einzeltier wird fixiert <i>Herd is lured, individual animal is restrained</i>	Tiere folgen einander dank Herdentrieb, kein Ausweichen möglich wegen Einengung <i>Animals follow one another due to herd instinct; restriction prevents evasion</i>
Behandlungs- stand <i>Crush</i>	+	+	(+)		
+ geeignet, - nicht geeignet, (+) bedingt geeignet					

gewöhnen. Der Tierbetreuer handelt mit Geduld, Ruhe und wenn nötig mit Bestimmtheit im Umgang mit den Tieren.



Abb. 3: Halsfangrahmen mit Treibgang zur Fixierung eines Tieres
Headgate with working chute restraint system

Tab. 5: Elemente einer Treib- und Fangeinrichtung
Components of a handling facility

Warterraum <i>Crowding area</i>	~2.5 m ² pro Kuh mit Kalb ~2.5 m ² per cow and calf
Zutrieb <i>Approach</i>	trichterförmige Verengung: ausziehbare und/oder schwenkbare Abtrenngitter, Panels, Bogenpanel (Viertel- oder Halbkreis), Paneltorkombination <i>Tapering passage: removable and/or swivelling barriers, panels, curved panel (quadrant or semicircle), panel door combination</i>
Treibgang <i>Working chute</i>	Länge/Length 3.4 m (mind. 2 Tierlängen/min. 2 animal lengths) Höhe mind./Height min. 1.6 m Breite/Width 0.7-0.8 m Bauweise stabil, Rücklaufsperr, Anordnung entlang von Wand, Zaun etc. <i>Stable construction, return preventer, arranged along a wall, fence, etc.</i>
Fixierung <i>Restraint</i>	Halsfangrahmen oder Behandlungsstand mit Selbstfangvorrichtung <i>Headgate or crush with self-locking device</i> Verengung für kleinere Tiere, Rücksperrklinken, Zugang beidseitig <i>Restriction for smaller animals, non-return pawls, access on both sides</i>
Sortierung <i>Sorting</i>	zur Herde oder zum Verladen mit Zufahrt <i>To herd or for loading with vehicle access</i>

Mobile Treib- und Fanganlagen haben den großen Vorteil, dass sie sowohl im Stall als auch auf der Weide zum Einsatz kommen können. Vor allem auf der Weide fehlt es bei vielen Betrieben an Lösungen. Notwendige Behandlungen werden aufgeschoben oder es muss extra die gesamte Herde in den Stall geholt werden, zumal die Betriebe selten arrondiert sind. Der Nutzen einer einfachen mobilen Anlage wird von vielen Betrieben höher gewichtet als eine stationäre Anlage, die zwar bestens optimiert ist, aber nur selten zum Einsatz kommt. Das Beispiel in Abbildung 4 (oben) zeigt die Anordnung einer Treib- und Fanganlage zum Verladen. Absperrungen dürfen dabei nicht nur angelehnt werden, sondern müssen richtig fixiert sein. In Abbildung 4 (unten) wurde in der Verlängerung des Treibganges ein Behandlungsstand aufgestellt. Die-

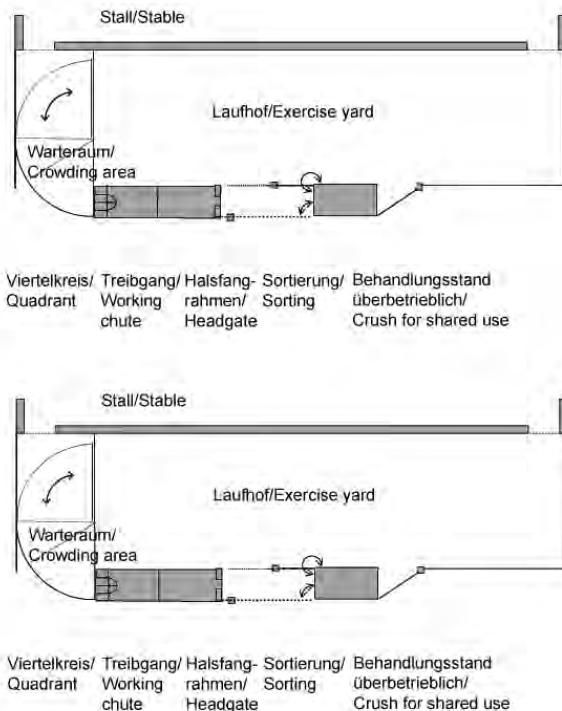


Abb. 4: Verladen (oben) und Fixieren (unten) mit einer Treib- und Fangeinrichtung
Loading (top) and restraint (below) using a handling facility

ser kann von kleineren Betrieben auch nur für spezielle Massnahmen wie zum Beispiel die Klauenpflege überbetrieblich eingesetzt werden.

Treib- und Fangeinrichtungen sind für die Durchführung von Betreuungsmaßnahmen notwendig und müssen zwingend in die Planung und Betriebsorganisation integriert werden. Sie müssen für gewisse Maßnahmen unabhängig von der Nähe, die während des täglichen Umgangs mit den Tieren möglich ist, zur Verfügung stehen (FÜRST ZU SOLMS-LICH 1997). Zur Unfallverhütung sind sowohl baulich-technische Aspekte als auch das Verhalten der Tierbetreuer im Umgang mit dem Rind als Herdentier zu beachten.

5 Literatur

- BOISSY, A.; BOUISSOU, M. F. (1988) : Effects of early handling on heifers' subsequent reactivity to humans and to unfamiliar situations. *Applied Animal Behaviour Science* 20: 259–273
- BRAMSMANN, S. (1999): Untersuchungen zu Grundlagen-Aspekten der Mensch-Tier-Beziehung am Beispiel der Mutterkuhhaltung. Dissertation der Georg-August-Universität, Göttingen
- FÜRST ZU SOLMS-LICH (1997): Fang- und Behandlungsstände für Rinder in Laufställen und auf Weiden. Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V., Frankfurt am Main, DLG-Merkblatt 300
- GRANDIN, T. (ed.) (2000): *Livestock Handling and Transport*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK
- GROH, G. (1987): Das Unfallgeschehen in der Rindviehhaltung und Ableitung baulich-technischer Unfallverhütungsmaßnahmen. *FAL Braunschweig, Landbauforschung Völkenrode* Sh. 85
- MACK, H. (1980): Umgang mit landwirtschaftlichen Nutztieren aus der Sicht der Unfallverhütung. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1979*, KTBL-Schrift 254, KTBL, Darmstadt: 155–161
- TOST, J.; MAIER, A.; Hörning B. (2001): Einflussfaktoren bei der Weideschlachtung von Rindern in naturnaher Haltung mit besonderer Berücksichtigung der Mensch-Tier-Beziehung. In: Schäffer D. und von Borell E. 15. IAGN-Tagung für Tierschutz und Nutztierhaltung vom 4.–6. Oktober 2001, Halle-Kröllwitz: 151–154
- WAIBLINGER, S.; MENKE, C.; KORFF, J.; A. Bucher (2004): Previous handling and gentle interactions affect behaviour and heart rate of dairy cows during a veterinary procedure. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 86: 31–42.

Dr. Margret Keck und Franziska Klarer, Agroscope FAT Tänikon, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik, CH-8356 Ettenhausen

Dr. Marcus G. Doherr, Dept. für Klinische Veterinärmedizin, Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern, Bremgartenstr. 109A, Postfach, CH-3001 Bern

Prof. Dr. Peter Rüschi, Kantonales Veterinäramt Zürich, CH-8057 Zürich

Dr. Beat Wechsler, Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Bundesamt für Veterinärwesen, c/o Agroscope FAT Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Soziale Interaktionen zwischen Aufzuchtferkeln bei unterschiedlicher Gruppenzusammensetzung und Gruppengröße ***Social Interactions between Weaned Piglets kept in Groups of different Composition and Size***

EVELYN LOIBERSBÖCK, JOHANNES BAUMGARTNER, JOSEF TROXLER

Zusammenfassung

Gegenstand der Untersuchung ist das Sozialverhalten von Ferkeln ($n = 319$), welche nach dem Absetzen mit fünf Wochen in einer von drei Versuchsgruppen (36g: 36 Ferkel, je neun Ferkel aus vier Würfen; 9g: neun Ferkel, je drei Ferkel aus drei Würfen; 9w: neun Ferkel aus einem Wurf; jeweils sechs Wiederholungen) gehalten und während vier Wochen mittels Videoaufzeichnungen beobachtet wurden. Kämpfe wurden nur in den gemischten Gruppen 36g und 9g registriert; die Häufigkeit sank in der Gruppe 36g am Tag 1 signifikant ab. Es gab in der Großgruppe 36g keine der höheren Ferkelzahl entsprechende erhöhte Häufigkeit von agonistischen Auseinandersetzungen. Beim Abliegen wurden Wurfgeschwister als nächster Liegepartner an einzelnen Versuchstagen bevorzugt, wobei diese Präferenz in der Großgruppe 36g eindeutiger war und über längere Zeit auftrat als in der gemischten Kleingruppe 9g. Wenig schadensträchtige agonistische Verhaltensweisen wie Kopfschlag traten an einzelnen Versuchstagen vermehrt bevorzugt gegen Wurfgeschwister auf, während das intensivere Beißen und Schnappen teilweise bevorzugt gegen Nicht-Wurfgeschwister gezeigt wurde. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass Ferkel in gemischten Gruppen mit Wurfgeschwistern und fremden Ferkeln unterschiedlich interagieren und dieses Verhalten von der Gruppengröße und -zusammensetzung mitbestimmt wird.

Summary

Social behaviour of piglets ($n = 319$), weaned at five weeks of age and reared in three experimental groups (36g: 9 piglets from 4 litters each; 9g: 3 piglets from 3 litters each; 9w: 9 piglets from 1 litter; each six replications) under identical housing conditions was studied over a period of four weeks. Fights were only performed in mixed groups. In group 36g the number of fights decreased significantly on day 1. Compared to group 9g in group 36g the frequency of agonistic behaviour was not that high as one could expect from the higher number of unfamiliar piglets. When lying down piglets in mixed groups preferred littermates to non-littermates as nearest partner on some days of some replications. There was a clearer and longer lasting preference towards littermates in group 36g than in group 9g. In agonistic behaviour a preference towards littermates (i. e. head knocks) respectively towards non-littermates (i. e. biting and snapping) has been observed on several days. The results indicate, that piglets in mixed groups interact with littermates and non-littermates in a different way. This behaviour is influenced by group size and group composition.

1 Einleitung

Ferkel werden in den heute üblichen Produktionsverfahren nach dem Absetzen mit fremden Ferkeln zu unterschiedlich großen Aufzuchtgruppen gemischt. Dabei werden entweder nur einzelne Ferkel eines Wurfes oder ganze Würfe in die neue Gruppe eingebracht, womit der Wurf als Sozialstruktur mehr oder weniger verloren geht. Auffälligstes Verhalten bei der Erstellung der Sozialordnung in einer neu gebildeten Gruppe einander unbekannter Schweine ist das agonistische Verhalten. Soziale Tiere kämpfen aber nicht nur gegeneinander, sie tendieren auch dazu, ihre Aktivitäten zu synchronisieren und in enger Nähe zu Artgenossen zu stehen (HUTTON 1983; NEWBERRY und WOOD-GUSH 1986). Von Interesse sind vor allem jene Reaktionen der Ferkel auf Individuen anderer Würfe, die eine Aversion oder eine Zuneigung ausdrücken. Die Untersuchung des „sozialen Abliegeverhaltens“ misst, wie gewillt die Tiere sind, sich zu fremden Ferkeln zu legen. Die Liegepräferenz kann somit als Indikator für das Wohlbefinden der Ferkel in der Gruppe verwendet werden (EWBANK und MEESE 1971; MOORE et al. 1994; SPOOLDER et al. 1996; WEMESFELDER 1997). Untersuchungen in Freilandhaltung zeigten ein Fortbestehen sozialer Bindungen zwischen Wurfgeschwistern nach dem Gruppieren mit fremden Tieren (NEWBERRY und WOOD-GUSH 1986). Ob jedoch die Bindungen zwischen Wurfgeschwistern nach dem Mischen mit fremden Ferkeln auch bei unter Praxisbedingungen gehaltenen Ferkeln andauern, wurde jedoch noch nicht untersucht.

Gegenstand der Untersuchung waren die Auswirkungen unterschiedlicher Gruppenzusammensetzung und Gruppengröße während der Aufzuchtperiode auf die sozialen Interaktionen zwischen den Ferkeln. Außerdem war abzuklären, ob die Bindung zwischen Wurfgeschwistern auch nach dem Gruppieren mit Ferkeln fremder Würfe enger blieb als mit den neuen Buchtgenossen. Es wurde erwartet, dass eine engere Bindung zwischen Wurfgeschwistern durch vermehrt sozio-positives und geringeres agonistisches Verhalten zum Ausdruck kommt.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Versuchstiere und Aufstallung

Es wurden insgesamt 319 Ferkel der Kreuzungen Edelschwein/Edelschwein (E/E) sowie Edelschwein/Pietrain (E/P) untersucht. Die Ferkel waren bis zum Absetzen in Abferkelbuchten mit nicht fixierter Sau (FAT-2 Abferkelbuchten, WEBER und SCHICK 1996) aufgestellt. Bei der Zuteilung der Absetzferkel zu folgenden drei Versuchsgruppen wurde auf gleiche Geschlechter- und Rassenverteilung geachtet (adaptive Randomisierung): Die gemischte Großgruppe 36g bestand aus jeweils neun Ferkeln aus vier verschiedenen Würfen, die gemischte Kleingruppe 9g aus jeweils drei Ferkeln aus drei verschiedenen Würfen und die wurffreie Kleingruppe 9w aus neun Ferkeln eines Wurfes. Der Versuch erstreckte sich über die Aufzuchtphase der Ferkel, Versuchsbeginn war der Tag des Absetzens von der Muttersau im Alter von fünf Wochen, Versuchsende vier Wochen nach dem Absetzen. Je Gruppe wurden sechs Wiederholungen durchgeführt. Um einen Einfluss der Jahreszeiten zu vermeiden, waren die Wiederholungen aller drei Gruppen gleichmäßig über das Jahr verteilt.

Die Ferkel wurden in allen drei Gruppen unter denselben Bedingungen gehalten (0,41 m² Gesamtfläche je Ferkel, Teilspaltenboden mit 70 % Festbodenanteil und beheizbarer Liege-

fläche, ein Breifutterautomat und zusätzlich eine Nippeltränke für je neun Ferkel). Die Großgruppenbucht (6,68 m x 2,20 m) war mit zwei, die Kleingruppenbucht (1,65 m x 2,20 m) mit einer Strohraufe mit Nageholz ausgestattet.

2.2 Erhebung der Verhaltensparameter

Die Datenerhebung erfolgte durch indirekte, kontinuierliche Einzeltierbeobachtung des Verhaltens von Fokustieren auf Videoband (LEHNER 1996) an sechs über die Versuchsdauer verteilte Zeitperioden während jeweils 25 (5 x 5) Minuten. Die ethologische Datenaufnahme begann unmittelbar nach dem Gruppieren (Tag 1a: ab 11:45 Uhr im 5-Minuten-Intervall über die ersten 50 Minuten). Am Nachmittag desselben Tages (Tag 1) und am Nachmittag des 2., 6., 13. und 27. Versuchstages wurde von 16:15 Uhr bis 18:20 Uhr im 25-Minuten-Intervall beobachtet. In den Kleingruppen 9w und 9g wurden die Interaktionen aller neun Ferkel aufgezeichnet, in der Großgruppe 36g wurden 16 Fokustiere zufällig ausgewählt, wobei jeweils vier Fokustiere von einem Wurf stammten. Jedes Ferkel wurde somit insgesamt 6 x 25 min beobachtet.

Es wurden die Häufigkeit und der Interaktionspartner (Wurfgeschwister oder Ferkel eines anderen Wurfs) der Verhaltensparameter Kopfschlag, Beißen und Schnappen und Kämpfen sowie von Abliegen (Tier legt sich in Körperkontakt zu einem bereits liegenden Ferkel nieder; als Interaktionspartner wird dasjenige mit der kürzesten Kopf-zu-Kopf Distanz registriert) erfasst. Zusätzlich wurden die Parameter Kopfschlag, Beißen und Schnappen, Kämpfen und die nicht einzeln dargestellten Verhaltensweisen Verfolgen, Fliehen, Ausweichen und Verdrängen zum agonistischen Gesamtverhalten zusammengefasst.

2.3 Datenverarbeitung und statistische Datenanalyse

Unterschiede im zeitlichen Verlauf des sozialen Verhaltens innerhalb einer Gruppe wurden mit dem Friedman-Test und dem Wilcoxon-Test geprüft. Zur Prüfung auf Unterschiede zwischen den drei Gruppen fanden der Kruskal-Wallis-Test und der Mann-Whitney-U-Test Anwendung. Es wurde auf einem Signifikanzniveau von $p < 0,05$ getestet.

Für die beiden gemischten Gruppen 36g und 9g wurde mit Hilfe des Binomialtests berechnet, ob eine Verhaltensweise bevorzugt mit Wurfgeschwistern oder mit fremden Ferkeln stattfindet (SACHS 1997). Der Binomialtest überprüfte, ob die empirische relative Häufigkeit p^{\wedge} des einzelnen Verhaltensparameters mit der theoretischen relativen Häufigkeit p_0 vereinbar war. Die Berechnung der theoretischen relativen Häufigkeiten p_0 von Interaktionen zu Wurfgeschwistern stützte sich auf die Null-Hypothese, dass Kontakte zu Wurfgeschwistern ebenso wahrscheinlich waren wie Kontakte zu Wurf fremden. Um die Null-Hypothese zu bestätigen bzw. zu widerlegen, musste der Annahmebereich (95 %-Vertrauensbereich) für die empirische relative Häufigkeit p^{\wedge} ermittelt und anschließend getestet werden, ob die theoretische relative Häufigkeit p_0 innerhalb dieses Vertrauensbereiches liegt. Falls p_0 außerhalb des Vertrauensbereiches lag, wurde die Null-Hypothese widerlegt und es bestand eine klare Bevorzugung von Wurfgeschwistern, die nicht mehr durch den Zufall erklärt werden konnte. Die Berechnung des Binomialtests erfolgte an jedem Versuchstag getrennt nach Wiederholungen.

3 Ergebnisse

3.1 Kämpfen

In der Gruppe 9w wurde kein einziger Kampf beobachtet. Die Häufigkeit von Kämpfen war in den gemischten Gruppen 36g und 9g am Tag 1a am höchsten und sank in Gruppe 36g am Tag 1 signifikant ab. Kämpfen kam in der Gruppe 9g ab dem Tag 6 und in der Gruppe 36g am Tag 27 nur mehr vereinzelt vor. Die Anzahl der Kämpfe war in Gruppe 36g nur am Tag 6 signifikant höher als in Gruppe 9g (Abb. 1 links).

Beim Kämpfen konnte in den Gruppen 36g und 9g weder eine Bevorzugung von Wurfgeschwistern noch von fremden Ferkeln festgestellt werden. Allerdings war die Überprüfung einer Präferenz des Interaktionspartners beim Kämpfen nur an wenigen untersuchten Tagen möglich, weil diese Verhaltensweise an den übrigen Tagen zu selten auftrat.

3.2 Beißen und Schnappen

Beißen und Schnappen war in Gruppe 36g am häufigsten und zeigte in den Gruppen 36g und 9g einen ähnlichen zeitlichen Verlauf mit Spitzen am Beginn (Tag 1a) und am Tag 6, während 9w auf niedrigem Niveau gleichmäßig bis zum Versuchende anstieg.

Die Häufigkeit von Beißen und Schnappen war in Gruppe 36g an den Tagen 1a, 1, 2, 6 und 27 und in Gruppe 9g an den Tagen 1a, 1 und 2 signifikant höher als in Gruppe 9w. Am Tag 27 war Beißen und Schnappen in der Gruppe 36g auch signifikant häufiger als in der Gruppe 9g (Abb. 1 rechts).

Beißen und Schnappen wurde in der Gruppe 36g an den Tagen 1a, 2, 6, 13 und 27 bei je zwei Wiederholungen bevorzugt gegen Nicht-Wurfgeschwister gezeigt. Wurfgeschwister

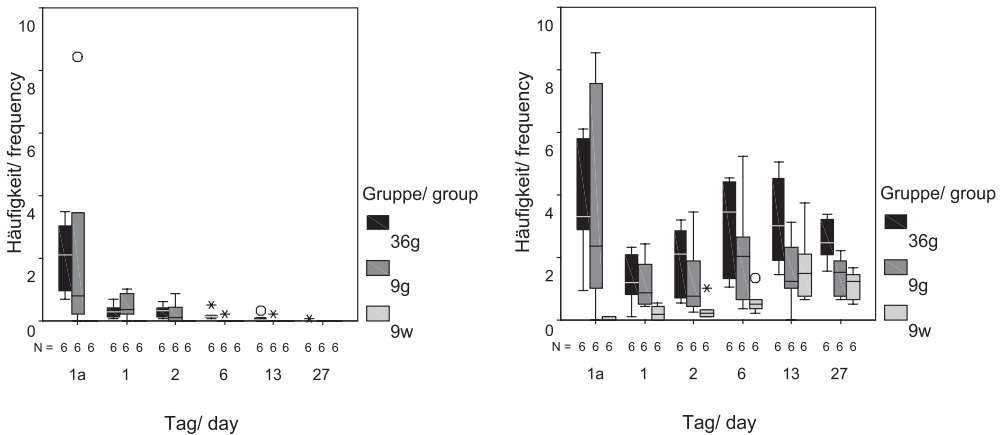


Abb. 1: Häufigkeit des Verhaltensparameters Kämpfen (linke Graphik) und Beißen und Schnappen (rechte Graphik) eines Ferkels im Zeitraum von 25 min im Vergleich der Gruppen 36g, 9g und 9w im Verlauf der Versuchstage

Frequency of fighting (left graph) and bite and snap (right graph) of a piglet within 25 min on the trial days in comparison of the groups 36g, 9g and 9w

wurden nur bei einer Wiederholung am Tag 1 bevorzugt gebissen. In der Gruppe 9g wurde am Tag 1a bei zwei Wiederholungen und an den Tagen 6 und 27 bei einer Wiederholung bevorzugtes Beißen und Schnappen von Nicht-Wurfgeschwistern festgestellt. Am Tag 2 trat Beißen und Schnappen bei einer Wiederholung bevorzugt zu Wurfgeschwistern auf (Tab. 1).

3.3 Kopfschlag

Kopfschläge traten in der Gruppe 36g an den Tagen 6, 13 und 27 signifikant häufiger auf als an den Tagen 1a, 1 und 2; zusätzlich war vom Tag 6 zum Tag 13 ein signifikanter Anstieg zu beobachten. Zwischen den drei Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede in der Häufigkeit von Kopfschlägen (Abb. 2 links).

In Bezug auf Kopfschlag wurde in beiden gemischten Gruppen sowohl eine Bevorzugung von Wurfgeschwistern als auch von fremden Ferkeln festgestellt. Besonders auffällig war eine eindeutige Bevorzugung von Wurfgeschwistern in der Gruppe 36g am Tag 1 (alle sechs Wiederholungen). An den Tagen 1a und 2 wurden Kopfschläge bei zwei Wiederholungen, am Tag 6 bei drei und am Tag 27 bei einer Wiederholung bevorzugt an Wurfgeschwistern ausgeteilt. An den Tagen 13 und 27 traten Kopfschläge in der Großgruppe bei je einer Wiederholung bevorzugt gegen Nicht-Wurfgeschwister auf. In der Gruppe 9g wurden an den Tagen 1a, 1, 2 und 27 bei je einer Wiederholung Kopfschläge bevorzugt gegen Wurfgeschwister gezeigt. An den Tagen 6 und 27 bei je einer Wiederholung und am Tag 13 bei zwei Wiederholungen wurden Nicht-Wurfgeschwistern bevorzugt (Tab. 1).

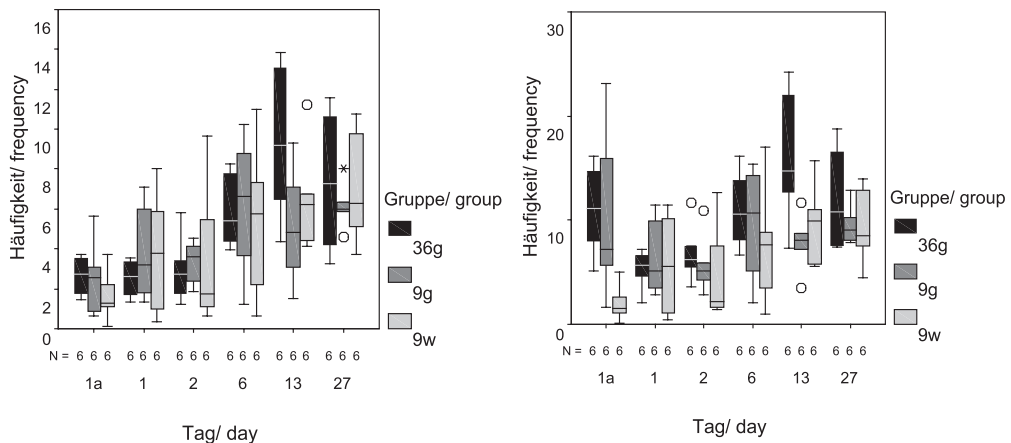


Abb. 2: Häufigkeit des Verhaltensparameters Kopfschlag (linke Graphik) und zusammengefasstes agonistisches Verhalten (rechte Graphik) eines Ferkels im Zeitraum von 25 min im Vergleich der Gruppen 36g, 9g und 9w im Verlauf der Versuchstage

Frequency of head knock (left graph) and total agonistic behaviour (right graph) of a piglet within 25 min on the trial days in comparison of the groups 36g, 9g and 9w

3.4 Zusammengefasstes agonistisches Verhalten

In der Gruppe 36g sank die Häufigkeit des agonistischen Verhaltens am Tag 1 signifikant ab, stieg ab dem Tag 6 signifikant an und fiel am Tag 27 wieder signifikant ab. Das zusammengefasste agonistische Verhalten trat am Tag 1a in den Gruppen 36g und 9g signifikant häufiger auf als in der Gruppe 9w (Abb. 2 rechts).

Die Ergebnisse zur Bevorzugung von Interaktionspartnern waren sehr uneinheitlich. In den beiden gemischten Gruppen 36g und 9g wurde zusammengefasstes agonistisches Verhalten an einzelnen Tagen sowohl bevorzugt gegen Wurfgeschwister als auch gegen fremde Ferkel gezeigt (Tab. 1).

3.5 Bevorzugung von Interaktionspartnern beim Abliegen

Beim Abliegen zeigten Ferkel der Gruppe 36g deutlich häufiger und länger eine Bevorzugung von Wurfgeschwistern als jene der Gruppe 9g. In der Gruppe 36g konnte beim Abliegen an den Tagen 1a und 1 bei allen sechs Wiederholungen eine klare Bevorzugung von Wurfgeschwistern festgestellt werden. Am Tag 2 gab es eine Bevorzugung von Wurfgeschwistern an vier Wiederholungen, am Tag 6 an fünf, am Tag 13 nur an einer und am Tag 27 an zwei Wiederholungen. In der Gruppe 9g konnte dagegen nur an den Tagen 1a und 1 an jeweils vier Wiederholungen eine Bevorzugung von Wurfgeschwistern beim Abliegen gefunden werden (Tab. 1).

Tab. 1: Anzahl an Wiederholungen, an denen in den untersuchten Verhaltensparametern eine Bevorzugung von Wurfgeschwistern (Wg) bzw. Nicht-Wurfgeschwistern (N) im Verlauf der Versuchstage festgestellt wurde
Number of replications with a preference of littermates (Wg) or non-littermates (N) on the trial days

Parameter	Beißen und Schnappen/ <i>Bite and snap</i>				Kopfschlag/ <i>Headknock</i>				Zusammengefasstes agonistisches Verhalten/ <i>Assumed agonistic behaviour</i>				Abliegen <i>Laying down</i>			
	36g		9g		36g		9g		36g		9g		36g		9g	
Gruppe/ Group	Wg	N	Wg	N	Wg	N	Wg	N	Wg	N	Wg	N	Wg	N	Wg	N
Partner																
Tag 1a			2		2		1		1	1	1	3	6		4	
Tag 1	1				6		1		5		1	1	6		4	
Tag 2			2	1	2		1		2	1	1		4			
Tag 6			2		1	3			2	1		2	5			
Tag 13			2				1		2		4		1	1		
Tag 27			2				1	1	1	1	1	2	2	3	2	

4 Diskussion und Schlussfolgerung

Kämpfe beim Absetzen und Umstellen der Ferkel traten nur beim Gruppieren von Ferkeln aus verschiedenen Würfen auf. Geht man von der Annahme aus, dass mit der Zunahme der Zahl einander fremder Ferkel in der Gruppe die Anzahl zu klärender Rangordnungsbeziehungen proportional ansteigt, müsste die Zahl der Kämpfe von der Gruppe 9g zur Gruppe 36g massiv zunehmen. Tatsächlich war die Zahl der Kämpfe in der Gruppe 36g nur am Tag 6 signifikant höher als in der Gruppe 9g. Auch LEXER et. al. (2003) stellte in der Häufigkeit des Auftretens von Kämpfen keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen 36g und 9g fest. Nach ANDERSEN et. al. (2000), D'EATH (2002) und RUSHEN (1987) legt vermutlich nur ein Teil der Tiere seine Rangordnungsbeziehungen durch Kämpfe fest. Die restlichen Tiere klären ihren Rang in der Gruppe wahrscheinlich durch weniger intensive agonistische Auseinandersetzungen oder Defensivverhalten.

Da Kopfschläge in der wurffreien Gruppe 9w gleich häufig waren wie in den gemischten Gruppen 36g und 9g und zudem im Verlauf der Untersuchung zunahmen, darf angenommen werden, dass Kopfschläge weitgehend unabhängig von einer stabilen Sozialstruktur in der Gruppe auftreten. Auch MAIER et al. (1991) stellten fest, dass Ferkel im modifizierten Stolba-Familienstall nach der 8. Lebenswoche Auseinandersetzungen hauptsächlich mit Kopfschlägen allein austragen. Ebenso traten in der Studie von LEXER et. al. (2003) in der wurffreien Gruppe 9w an den Versuchstagen 1 und 2 signifikant größere Häufigkeiten von Kopfschlägen auf als in den gemischten Gruppen 36g und 9g. Kopfschläge können als wenig aggressiv gefärbte und nicht beschädigende agonistische Verhaltensweisen angesehen werden. FRASER (1974) fand zwischen einander fremden Schweinen häufigeres Beißen als zwischen Wurfgeschwistern, bei der Anzahl der Kopfschläge war dagegen kein Unterschied feststellbar.

In der differenzierten Erhebung und Auswertung der Ergebnisse der agonistischen Verhaltensweisen Kämpfen, Beißen und Schnappen sowie Kopfschlag wurden zum Teil beträchtliche Unterschiede in der Häufigkeit des Auftretens und im zeitlichen Verlauf innerhalb und zwischen den Gruppen festgestellt. Fasst man diese Verhaltensweisen jedoch zu einem Parameter zusammen, verlieren sich diese Unterschiede weitgehend bzw. werden stark von der häufigsten Verhaltensweise geprägt; zudem geht die Aussagekraft in Bezug auf die Intensität des agonistischen Verhaltens und die Bevorzugung des Interaktionspartners verloren.

Ferkel der gemischten Gruppen 36g und 9g zeigten in den ersten Tagen nach dem Absetzen, Umstellen und Gruppieren eine Bevorzugung von Wurfgeschwistern, die in der Großgruppe meist deutlicher ausgeprägt war und länger andauerte als in der Kleingruppe 9g. Dies kam im Parameter Abliegen am deutlichsten zum Ausdruck. Die Bevorzugung von Wurfgeschwistern zeigte sich aber auch darin, dass die intensiven agonistischen Verhaltensweisen Kämpfen und Beißen und Schnappen, insbesondere am Versuchsbeginn, bevorzugt gegen wurffremde Ferkel gezeigt wurden, während das weniger schadensträchtige Kopfschlagen in einzelnen Durchgängen sogar vermehrt gegen Wurfgeschwister gerichtet war. Die stärkere und längere Bevorzugung von Wurfgeschwistern in der Großgruppe könnte im Fortbestehen der sozialen Organisation des Wurfs in Form von Untergruppen innerhalb der neuen Gruppe begründet sein (KEELING und GONYOU 2002). Untergruppenbildung wurden auch bei Ferkeln im Freigehege und beim Einbringen fremder Sauen in eine bestehende Gruppe beobachtet. In Freigehegen unterhalten Ferkel einer Untergruppe eine engere Beziehung zueinander, die sich sowohl in der räumlichen Nähe zu Mitgliedern der Untergruppe,

z. B. beim Ruhen, als auch in gemeinsamen, gleichzeitigen und an gleichen Orten ausgeführten Aktivitäten wie Fressen, Beschäftigen an der Strohraufe oder Spielen zeigt (HUTTON 1983; NEWBERRY und WOOD-GUSH 1986; PETERSEN et. al. 1989). Eine solche Untergruppenbildung würde auch die Bevorzugung von Wurfgeschwistern im Parameter Kopfschlag am Tag 1 erklären. Weil die Ferkel eines Wurfs zusammenbleiben und gleichzeitig gleiches Verhalten zeigen, treten zwangsläufig auch mehr Kopfschläge zwischen ihnen als mit fremden Ferkeln auf. Die Ergebnisse weisen auch darauf hin, dass die Bevorzugung von Wurfgeschwistern beim Ruhen stärker ausprägt ist als während der Aktivität. Die Wahl des unmittelbaren Liegepartners kann deshalb als guter Indikator für die Bindung zwischen Ferkeln bzw. für eine Bevorzugung von bestimmten Individuen innerhalb einer Gruppe angesehen werden. Die wurfweisen Untergruppen blieben selbst in der Großgruppe nicht über die gesamte Aufzuchtperiode bestehen; wahrscheinlich war dies aufgrund der Beengtheit in der Bucht nicht möglich. Die weniger deutliche Bevorzugung von Wurfgeschwistern in der Kleingruppe 9g ist vermutlich darin begründet, dass im Gegensatz zur Großgruppe nicht ein nahezu intakter Wurf, sondern nur jeweils drei Ferkel eines Wurfs in die neue Gruppe eingebracht wurden und somit die Sozialstruktur des Wurfs weitgehend zerstört wurde. Weitere Ursachen könnten in der engeren und weniger strukturierten Bucht zu finden sein.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Untersuchung von Faktoren wie Gruppenzusammensetzung und Gruppengröße und Bindungen zwischen Tieren eine sehr differenzierte Beobachtung und Interpretation von Verhaltensweisen erfordert und dass die komplexe Sozialstruktur des Wurfs bzw. einer Gruppe noch genauer erforscht werden muss.

5 Literatur

- ANDERSEN, I. L.; ANDENÆS, H.; BØE, K. E.; JENSEN, P.; BAKKEN, M. (2000): The effects of weight asymmetry and resource distribution on aggression in groups of unacquainted pigs: *Appl. Anim. Behav. Sci.* 68: 107–120
- D'EATH, R. B. (2002): Individual aggressiveness measured in a resident-intruder test predicts the persistence of aggressive behaviour and weight gain of young pigs after mixing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 77: 267–283
- EWBANK, R.; MEESE, G. B. (1971): Aggressive behaviour in groups of domesticated pigs on removal and return of individuals. *Anim. Prod.* 13: 685–693
- FRASER, D. (1974): The behaviour of growing pigs during experimental social encounters. *J. Agric. Sci., Cambridge*, 82: 147–163
- HUTTON, R.C.M. (1983): The development of social behaviour in piglets. Thesis, Phil., Univ. Edinburgh.
- KEELING, L. J.; GONYOU, H. W. (2002): *Social behaviour in Farm Animals*. CAB, Oxon
- LEHNER, P. N. (1996): *Handbook of ethological methods*. 2. ed., Cambridge University. Press, Cambridge: 189–210
- LEXER, D.; BAUMGARTNER, J.; TROXLER, J. (2003): Entwicklung von Spiel- und agonistischem Verhalten in unterschiedlich zusammengesetzten Gruppen von Absatzferkeln im Zeitverlauf von vier Wochen. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2002*, KTBL-Schrift 418, KTBL, Darmstadt: 195–203
- MAIER, P.; HEIZMANN, V.; REISENBAUER, K. (1992): Sozialverhalten und Verhaltensontogenese von Hausschweinen in einem möblierten Familienstall. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1991*, KTBL, Darmstadt: 129–140

- MOORE, A. S.; GONYOU, H. W.; STOOKEY, J. M.; MCLAREN, D. G. (1994): Effect of group composition and pen size on behaviour, productivity and immune response of growing pigs, *Appl. Anim. Behav. Sci.* 40: 13–30
- NEWBERRY, R. C.; WOOD-GUSH, D. G. M (1986): Social relationships of piglets in a semi-natural environment. *Anim. Behav.* 34: 1311–1318
- PETERSEN, H. V.; VESTERGAARD, K.; JENSEN, P. (1989): Integration of piglets into social groups of free-ranging domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 23: 223–236
- RUSHEN, J. (1987): A difference in weight reduces fighting when unacquainted newly weaned pigs first meet. *Can. J. Anim. Sci.* 67: 951–960
- SACHS, L. (1997): *Angewandte Statistik*. 8. Aufl., Springer, Berlin.
- SPOOLDER, H. A. M.; BURBIDGE, J. A.; EDWARDS, S. A.; LAWRENCE, A. B.; SIMMINS, P. H. (1996): Social recognition in gilts mixed into a dynamic group of 30 sows. *Anim. Sci.* 62: 630
- WEBER, R.; SCHICK, M. (1996): Neue Abferkelbuchten ohne Fixation der Muttersau. – Wenig höhere Investitionen, praxisüblicher Arbeitszeitbedarf, *FAT-Bericht* 481, *Tänikon*: 1–8
- WEMELSFELDER, F. (1997): The scientific validity of subjective concepts in models of animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 53: 75–88

Dank

Die Autoren danken den Mitarbeitern der Veterinärmedizinischen Universität, insbesondere Herbert Strnad, Franz Posseth und Harald Kroneisl für die Mithilfe bei den Versuchen sowie der Hochschuljubiläumsstiftung der Stadt Wien (Projekt 208/200) für die finanzielle Unterstützung.

Zum Einsatz von Pheromonen beim Transport von Schlachtschweinen – eine neue Methode zur Stressreduktion?

Porcine Pheromones: a Novel Method to Improve the Well-being of Fattening Pigs during Transportation to the Slaughterhouse?

ANNA-CAROLINE WÖHR, CHRISTOPHE MAIER, PETER HOLLWICH, PETRA MERTENS, JÜRGEN UNSHELM UND MICHAEL ERHARD

Zusammenfassung

Trotz zahlreicher Versuche, die Belastungen während des Transportes von Schlachtschweinen zu reduzieren, liegen in Deutschland die Verluste auf Grund des Transportstresses bei 0,1 bis 0,5 %. Um diese Situation zu verbessern, werden Möglichkeiten gesucht, das Verhalten von Schweinen während des Transportes ohne Medikamenteneinsatz zu beeinflussen. In dieser Placebo-kontrollierten Doppel-Blind-Studie mit 264 Schweinen sollte eine mögliche stress- und aggressionsreduzierende Wirkung eines synthetisch hergestellten „Porcine Appeasing Pheromone“ (SUILENCE®, CEVA Santé Animale) bei Schlachtschweinen während des Transportes sowie eine dadurch bedingte mögliche Verbesserung der Fleischqualität geprüft werden. Dabei erhielten fünf Gruppen (n = 120 Tiere) vor dem Transport zum Schlachthof SUILENCE® als Spray auf die Nackenhaut und sechs Gruppen (n = 144 Tiere) an der gleichen Stelle ein Placebo. Jede Gruppe wurde in einem kommerziellen Tiertransporter zum Schlachthof transportiert. Vor, während und nach dem Transport wurden verschiedene Parameter erhoben. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das „Porcine Appeasing Pheromone“ SUILENCE® den physiologischen und körperlichen Status von Schweinen während des Transportes im Sinne einer Stressreduktion beeinflusst. Dieser stressreduzierende Effekt ist an signifikant niedrigeren Cortisolkonzentrationen im Speichel der SUILENCE®-Tiere nach dem Transport erkennbar. Weiterhin führt die stressreduzierende Wirkung von SUILENCE® zu einer reduzierten Glykogenolyse im Muskel und damit einer verminderten „post-mortem“ Muskelsäuerung, welches sich in einem signifikant höheren pH1 und einer signifikant niedrigeren Leitfähigkeit im *M. longissimus dorsi* ausdrückt. Die Anwendung von SUILENCE® unterliegt nicht dem Arzneimittelgesetz, führt zu keinen Rückständen im Schlachtkörper, ist einfach anzuwenden (Spray) und verbessert das Wohlbefinden der Tiere deutlich. Außerdem reduziert es den Stress und verbessert dadurch zusätzlich die Fleischqualität der Schlachtkörper.

Summary

Fattening pigs, in particular modern races are highly sensitive for stress. In spite of different counteractive measures, in Germany losses during the transport are still between 0.1 to 0.5 %, and at the slaughtered pigs a PSE-rate of 10–20 % is assessable. To modulate the pigs behaviour without pharmaceuticals, alternatives were developed like the “Porcine Appeasing Pheromone (PAP)” (SUILENCE®; CEVA Santé Animale). In this placebo-controlled double-blind study with 264 pigs a possible calming effect and stress reduction of the synthetic PAP (SUILENCE®) on pigs were verified before, during and after transportation to the slaughter-

house. Before transportation 5 groups ($n = 120$ pigs) received the synthetic PAP (6 ml as a spray on the skin of the neck), 6 groups ($n = 144$ pigs) received at the same point a placebo. Before, during and after the Transport different parameters were measured. With the application of the synthetic "Porcine Appeasing Pheromone" SUILENCE® it seems to be possible, to influence the physical and physiological status of pigs during transportation in terms of a reduction of the production and release of cortisol as a parameter of stress. The course of the cortisol concentrations of the PAP-treated pigs indicate that those animals are probably less stressed than the placebo-treated animals. Due to the effect of stress reduction of SUILENCE® the glycogenolysis in the muscles are reduced and therefore also the muscle acidification (significantly higher pH_1 and significantly lower conductivity). The use of porcine pheromones as a spray is a method which is easy to handle to enhance the welfare and well-being of pigs during transportation and at the lairage, it enhances the meat quality and the use is not regulated by the pharmaceutical law (no drug, no residues in the meat).

1 Einleitung

Ungewohnte Situationen können Schweine derart belasten, dass allein in Deutschland jährlich auf dem Transport bis zu 0,5 % der Tiere sterben. Dies bedeutet bei 44,3 Mio. Schlachtschweinen/Jahr einen Verlust von ca. 221500 Tieren, die jährlich auf dem Transport primär wegen ihrer Kreislaufanfälligkeit verenden (BMVEL 2003). Abgesehen von tierschutzrelevanten Aspekten liegt der ökonomische Schaden für die Volkswirtschaft bei einem angenommenen Preis von 1,12 /kg Schlachtgewicht laut DGS intern (2004) und einem Ausschlachtgewicht von 80 kg/Tier bei hochgerechnet 19846400 . Bei Tieren, die den Transport überlebt haben, wird am Schlachtkörper eine PSE-Rate von 10–20 % festgestellt (SCHÜTTE 1994). Um diese Situation auch aus tierschützerischer Sicht zu verbessern, wurde die Transportverordnung (BGBl 1999) erlassen, die auf gutachterlichen Stellungnahmen basiert. Die Grundlage der Versuche, die Transportverluste zu reduzieren, ist, die ererbte Stressempfindlichkeit der Schweine zu mindern. Für den Transport zum Schlachthof ist in Deutschland die medikamentöse Ruhigstellung mit Neuroleptika, β -Blocker (β -Adrenolytika) oder anderen Arzneimitteln durch das Arzneimittelgesetz grundsätzlich verboten, da mehrtägige Wartezeiten vor der Schlachtung eingehalten werden müssten und Nebenwirkungen möglich sind (LÖSCHER 1994).

Es wurden somit andere Möglichkeiten gesucht, das Verhalten von Schweinen ohne Medikamenteneinsatz zu beeinflussen. Seit langem ist bekannt, dass natürliche Duftstoffe die von Individuen einer Art ausgeschieden werden, das Verhalten eines anderen Individuums derselben Art beeinflussen können. Diese Duftstoffe werden als Pheromone bezeichnet, (aus dem Griechischen *pherein* = tragen und *oraman* = anregen). Die Wahrnehmung des Pheromons erfolgt über das Vomeronasalorgan (s. Abb. 1), welches wiederum die Information an den Bulbus olfactorius accessorius weiterleitet. Dabei erleichtert das sog. „Flehmen“ (s. Abb. 2) über das Öffnen der Lippen, der Vergrößerung des Nasenrachenraums und der Öffnung des *Ductus incisivus* die Zirkulation des Pheromons (WYATT 2003). Der Einfluss von Pheromonen auf die Aggressivität von Mäusen wurde bereits 1970 beschrieben (MUGFORD und NOVEL 1970). Beim Schwein zeigten MEESE und BALDWIN (1975), dass aggressives Verhalten durch die Entfernung der Bulbi olfactorii eindeutig reduziert wurde. Urin von mit ACTH behandelten Schweinen erhöht die Tendenz von kämpfenden Schweinen, sich zu

unterwerfen (McGLONE and MORROW 1988). Urin von kämpfenden Schweinen hat eine aggressionshemmende Wirkung und Urin von Tieren unter Stress erhöht die Frequenz agonistischer Verhaltensweisen (McGLONE 1984). Auf neu zusammengesetzte Gruppen von präpubertären Schweinen versprühtes 5 α -androst-19-en-3-one (Androstenon) reduziert ebenfalls agonistisches Verhalten (McGLONE et al. 1986; DANTZER 1990). Problematisch für den praktischen Einsatz ist, dass Androstenon ein Steroid ist, welches als Pharmakon eingestuft wird und daher bei Transporten nicht eingesetzt werden darf (BGBI 2002).

Natürlicherweise wird von der Muttersau über Drüsen der Gesäugeleiste ein Pheromon sezerniert, welches einen beruhigenden und stressreduzierenden Effekt auf Ferkel, aber auch auf adulte Tiere hat. Dieses Pheromon namens „Porcine Appeasing Pheromone“ wird mittlerweile synthetisch unter dem Namen SUILENCE® (CEVA SANTE ANIMALE) hergestellt. In dieser Studie sollte nun eine mögliche stress- und aggressionsreduzierende Wirkung des synthetisch hergestellten „Porcine Appeasing Pheromone“ bei Schlachtschweinen während des Transportes sowie dadurch bedingt eine mögliche Verbesserung der Fleischqualität geprüft werden.

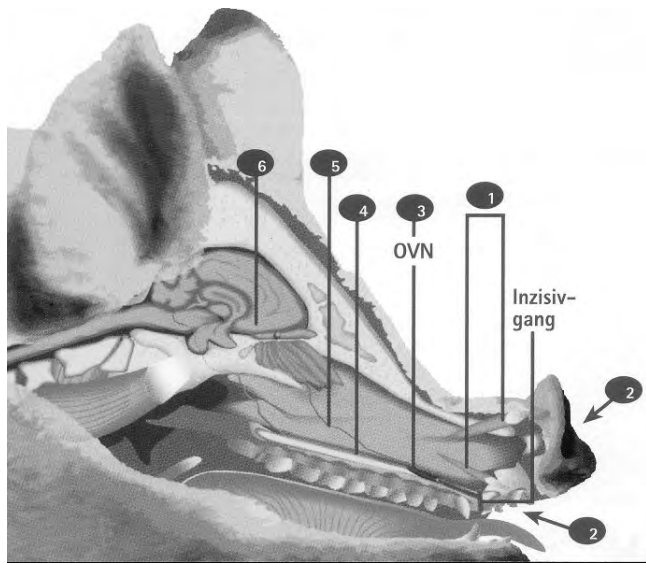


Abb. 1: 1 Flehmen (s. Abb. 2) führt zum Öffnen der Lippen, der Vergrößerung des Nasenrachenraums und der Öffnung des Ductus incisivus, 2 Einatmen des Pheromons, 3 Information an das Organum vomeronasale, 4 Weiterleiten der Information an die Vomeronasalnerven mit Kontraktion der Vomeronasalgefäße und der Vomeronasaldrüsen, 5 Nervus vomeronasalis, 6 Bulbus olfactorius accessorius (nach PAGEAT und GAULTIER, 2002)

1 Flehmen opens the lips, enlarges the nasal cavity and opens the Ductus incisivus, 2 Inhaling the pheromone, 3 Information to the Organum vomeronasale, 4 Transmitting the information to the vomeronasa nerves with contraction of the vomeronasal vessels and glands, 5 Nervus vomeronasalis, 6 Bulbus olfactorius accessories



Abb. 2: Flehmen bei Wahrnehmung eines Pheromons (CEVA SANTE ANIMALE, 2002)
Flehmen when recognizing a pheromone

2 Tiere und Methoden

Die Untersuchungen fanden sowohl am Schlachthof der Bayerischen Landesanstalt für Tierzucht in Poing als auch an einem angeschlossenen Mastbetrieb in Osterseeon statt. Insgesamt nahmen elf transportierte Gruppen mit jeweils 24 Schweinen ($n = 264$) der Rasse DE/DL mit einem Körpergewicht von 105–110 kg an den Untersuchungen teil. Pro Versuchstag wurden 2×12 Schweine in einem klassischen Tiertransporter (Fläche/Schwein: $0,5 \text{ m}^2$) immer auf der gleichen Strecke, die über Landstraßen und mehrere Dörfer führte, mit immer dem gleichen Fahrer zur immer gleichen Uhrzeit für ca. 45 min vom Mäster zum Schlachtbetrieb transportiert. Nach dem Abladen kamen die Tiere für 30 min in einen Wartestall und wurden anschließend mittels Elektrozanke betäubt und geschlachtet.

2.1 Parameter

Bei dieser Placebo-kontrollierten Doppel-Blind-Studie erhielten fünf Gruppen ($n = 120$ Tiere) vor dem Transport 6 ml SUILENCE® als Spray auf die Nackenhaut und sechs Gruppen ($n = 144$ Tiere) an der gleichen Stelle ein Placebo. Folgende Parameter wurden erhoben:

Am lebenden Tier: Bestimmung von Cortisol im Speichel bei acht Tieren/ Gruppe (1. Basalwert beim Mäster, 2. Wert nach dem Transport, 3. Wert 30 min nach Ankunft im Schlachthof in der Wartebucht). Die Analyse der Speichelcortisolkonzentration erfolgte mittels eines Radio-Immuno-Assays. Das Verhalten wurde mittels Video in der Wartebucht für 25 min (scan-sampling alle 30 sec) erfasst. Die Messung der Herzfrequenz während des Transportes erfolgte mittels Polar® Sport Tester bei acht Tieren/Gruppe und die Messung der Körperoberflächentemperatur mittels Infrarot-Thermometrie. Ebenfalls wurde vor dem Transport das Körpergewicht (kg) als Summe von acht Tieren/Gruppe bestimmt.

Parameter post mortem: Die Bestimmung von pH_1 und pH_{24} sowie der Leitfähigkeit 24 h nach der Schlachtung erfolgte in den *Mm. longissimus dorsi* und *Mm. semimembranosus*. Weiterhin wurden die Schlachtkörper auf Verletzungen als Maß für aggressive Verhaltensweisen untersucht (s. Abb. 3). Dabei wurden die Schlachtkörper von drei Seiten begutachtet und mit Hilfe einer Tabelle benotet (1: < 3 ; 2: 3–10; 3: 10–20; 4: > 20 Verletzungen).

Umgebungsparameter:

Zur Beurteilung der Umgebung wurden die Parameter „relative“ Luftfeuchte (%) sowie die Umgebungstemperatur ($^{\circ}\text{C}$) außerhalb und im Transporter vor, während und nach dem Transport erhoben.



Abb. 3: Hautverletzungen am Schlachtkörper. Der Pfeil deutet auf eine typische kommaförmige Verletzung durch Klauen.
Carcass injuries. The arrow indicate a typical comma shaped lesion caused by claws.

2.2 Versuchsablauf

Zwei Gruppen von je zwölf schlachtreifen Tieren wurden zusammen transportiert. Im Vorfeld wurden aus jeder Zwölfergruppe vier Tiere nach dem Zufallsprinzip ausgewählt und in beiden Zwölfergruppen von diesen Tieren die Speichelproben entnommen. Nach Applikation der Substanz (Placebo oder Pheromonanalog) auf den Nacken der Schweine, die Waage, die Laderampe und die Ladefläche des Transporters wurde eine Zwölfergruppe auf die Waage getrieben und gewogen. Hier erfolgte auch die Dreifachmessung der Hauttemperatur am linken und rechten Ohrgrund bei den vier ausgewählten Tieren in beiden Zwölfergruppen. Die Gurte für die Herzfrequenzmessung wurden bei den vier Tieren ebenfalls auf der Waage angelegt und die erste Gruppe verladen. Die gleiche Behandlung erfolgte anschließend für die zweite Zwölfergruppe. Im Transporter waren beide Gruppen lediglich durch ein Trenngitter in zwei gleiche Abteilungen getrennt. Nach dem Transport bei Ankunft am Schlachthof wurde die Substanz (Placebo oder Pheromonanalog) auf der Waage und in den Wartebuchten appliziert, die Speichelproben im Transporter bei den acht ausgewählten Tieren entnommen sowie die Dreifachmessung der Hauttemperatur am linken und rechten Ohrgrund durchgeführt. Nach dem Abladen wurden die Tiere erneut gruppenweise gewogen und anschließend in den Wartebuchten mit einer fest installierten Kamera pro Gruppe gefilmt. Nach 30 Minuten wurden erneut Speichelproben von den acht ausgewählten Tieren entnommen. Eine Stunde nach dem Entladen wurde mit der Schlachtung begonnen. Nach dem Schlachten wurden die Fleischparameter im Rahmen der Schlachtkörperuntersuchung erhoben und anschließend die Haut der Schweine auf Verletzungen hin untersucht.

3 Ergebnisse

Im Speichel von allen Schweinen ist ein eindeutiger Anstieg der mittleren *Cortisolkonzentration* (\pm SEM), gemessen direkt nach dem Transport, im Vergleich zum Basalwert messbar (s. Abb. 4). Die mit dem Pheromon behandelten Tiere weisen eine signifikant niedrigere Cortisolkonzentration ($p = 0,02$) im Speichel im Vergleich zu den mit dem Placebo behandelten Tieren (Placebo: $22,6 \pm 6,4$ nmol/l, Pheromon: $19,2 \pm 7,3$ nmol/l) auf. Auch ist die Cortisolkonzentration im Speichel der Placebo-Gruppe nach der dritten Messung (30 min nach Ankunft im Schlachthof) noch höher ($p < 0,05$) als die der SUILENCE®-Gruppe (Placebo: $22,5 \pm 15,2$ nmol/l, Pheromon: $19,0 \pm 15,5$ nmol/l).

Etwas weniger deutlich, jedoch mit einem auffallenden Trend, verhalten sich die Unterschiede zwischen der PAP- und Placebo-Gruppe bezüglich der *Gewichtsdifferenz* zwischen Beladen und Ankunft am Schlachthof (s. Abb. 5). Während die mit dem Placebo behandelten Tiere 11,8 kg/8er-Gruppe verlieren, lag der Wert für die SUILENCE®-Gruppe nur bei 9,6 kg/8er-Gruppe. Dies bedeutet einen durchschnittlichen Gewichtsverlust für die Placebo-Gruppe von 1,5 kg/Tier im Vergleich zur PAP-Gruppe mit 1,2 kg/Tier.

Die Differenz der *Hauttemperatur* (s. Abb. 6) zwischen Beladen und Ankunft am Schlachthof, bei vergleichbarer Außentemperatur, beträgt für die mit dem Placebo behandelten Tiere + 4,92 °C und für die SUILENCE®-Gruppe + 4,10 °C. Auch hier sind keine signifikanten, jedoch tendenzielle Unterschiede erkennbar.

Für die weiteren am lebenden Tier erhobenen Parameter wie *Herzfrequenz* (s. Abb 7) und *Videobeobachtung* im Wartestall konnten keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Art

Abb. 4: Vergleich der Speichelcortisolkonzentration in Abhängigkeit von der Behandlung und dem Zeitpunkt der Probennahme (MW + SEM; *p=0,02)
 Comparison of salivary cortisol concentration in dependency of treatment and time of sampling, (mean + SEM; *p=0.02)

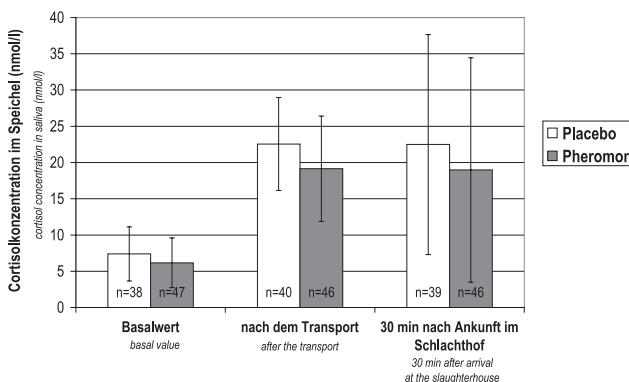


Abb. 5: Vergleich des Gruppenkörpergewichtes (8 Tiere/Gruppe) in Abhängigkeit von der Behandlung und dem Zeitpunkt der Messung (MW + SEM)
 Comparison of the body weight (8 animals/group) in dependency of treatment and time of sampling (mean + SEM)

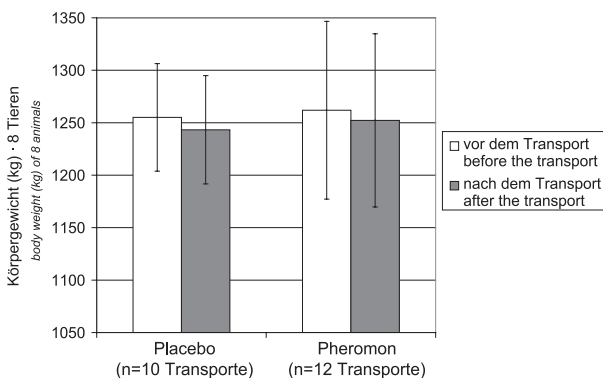
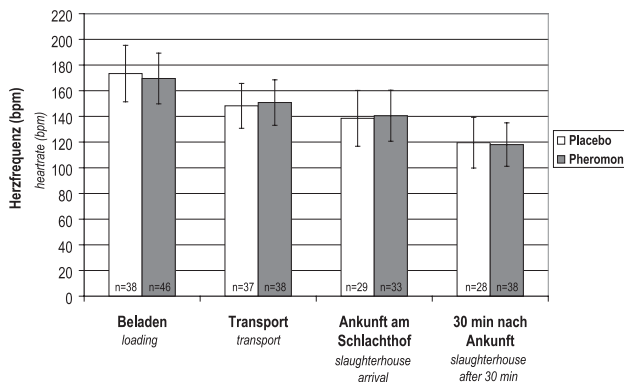


Abb. 6: Vergleich der Hauttemperaturen (°C) in Abhängigkeit von der Behandlung und dem Zeitpunkt der Messung (MW + SEM).
 Comparison of the skin temperature (°C) in dependency of treatment and time of sampling (mean + SEM)



der Behandlung beobachtet werden. Wie aus Abbildung 7 deutlich wird, steigt bei allen Tieren mit dem Verladen die Herzfrequenz deutlich an, um dann im Laufe des Transportes, als Zeichen einer gewissen Adaption an die ungewohnte Behandlung, abzusinken. Dies ist im gleichen Maße für die PAP- und Placebo-Tiere festzustellen.

Deutliche Unterschiede ergeben sich aber bei den Parametern der Fleischqualität (s. Abb. 8a und 8b). Der pH_1 , als Maß für die Glykogenolyse und somit der Säuerung des Fleisches, in den *Mm. longissimus dorsi* der SILENCE®-Tiere 1 h nach der Schlachtung ist signifikant

Abb. 7: Vergleich der Herzfrequenzen (bpm) in Abhängigkeit von der Behandlung und dem Zeitpunkt der Messung (MW + SEM)
 Comparison of the heart rate in dependency of treatment and time of sampling (mean + SEM)

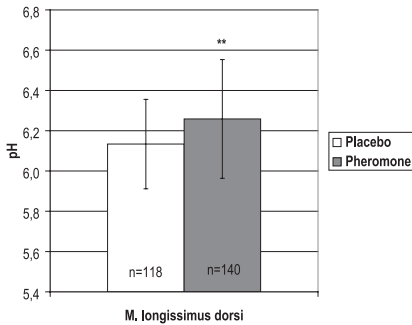
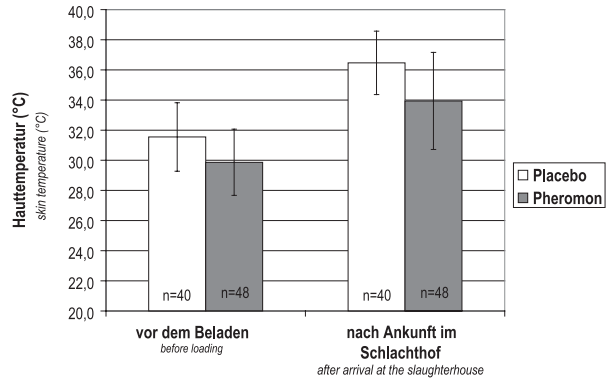


Abb. 8a: pH₁ im M. longissimus dorsi (MW + SEM; **p = 0,0001)
 pH₁ in the M. longissimus dorsi (mean + SEM; ** p = 0.0001)

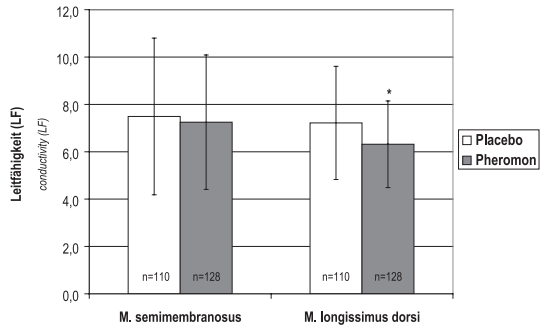


Abb. 8b: Elektrische Leitfähigkeit 24 h post mortem im M. semimembranosus und M. longissimus dorsi (MW + SEM; *p = 0,001)
 Conductivity 24 h post mortem in the M. semimembranosus and M. longissimus dorsi (mean + SEM; *p = 0.001)

höher (p = 0,0001; Placebo pH = 6,13 ± 0,22; Pheromon pH = 6,26 ± 0,29), die Leitfähigkeit in den Mm. longissimus dorsi 24 h post mortem signifikant niedriger (p = 0,001; Placebo LF = 7,22 ± 3,3; Pheromon LF = 6,32 ± 2,8). Wie aus Tabelle 1 ersichtlich ist, bewegen sich jedoch auch die Werte der Placebo-Tiere noch im normalen Bereich.

Die Anzahl der Verletzungen am Schlachtkörper, als Maß für aggressive Verhaltensweisen untereinander,

Tab. 1: Beurteilung von pH und Leitfähigkeit als Parameter für die Fleischqualität
 Evaluation of pH and conductivity as parameters of meat quality

pH-Wert:	1 h p.m.	24 h p.m.
normal	pH > 6,0	pH < 5,6
fraglich	pH < 6,0 bis 5,6	pH > 5,6 bis 6,0
schlecht	pH < 5,6 (PSE-Fleisch)	pH > 6,0 (DFD-Fleisch)
Leitfähigkeit:	1 h p.m.	24 h p.m.
normal	LF < 5,0	LF < 7,0
fraglich	LF = 5,1-8,9	LF = 7,0 bis 10,0
schlecht	LF > 9,0	LF > 10,0

ergab, wie auch die Messung des pH_{24} , keine deutlichen Unterschiede zwischen den PAP-Tieren und den Placebo-Tieren.

4 Diskussion und Schlussfolgerung

Der Transport von Schweinen (zum Schlachthof) gilt als einer der größten Stressfaktoren im Rahmen der Schweineproduktion, da dabei mehrere Stimuli gleichzeitig auf die Tiere einwirken (AYO et al. 1998). Nicht selten wird durch den Transport das Anpassungsvermögen der Tiere überfordert, so dass Fleischqualitätsmängel oder sogar der Tod die Folge sein können (DANTZER und MORMEDE 1983), mit den entsprechenden tierschutzrelevanten und ökonomischen Konsequenzen. Der Organismus antwortet auf Stressoren mit einer Vielzahl unterschiedlicher Reaktionen, die als gemeinsames Ziel die Wiederherstellung der Homöostase haben. Eine Antwort ist die Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse (HPA), die zu einem Anstieg des Corticotropin-releasing-Hormons führt. Dieses wiederum stimuliert die Ausschüttung des adrenocorticotropen Hormons (ACTH), welches seinerseits die Freisetzung von Glukocorticoiden aus der Nebennierenrinde bewirkt.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie weisen auf eine deutliche stressor- bzw. transportinduzierte Aktivierung der HPA-Achse bei allen Tieren. Das „Porcine Appeasing Pheromone“ SUILENCE® scheint den physiologischen und körperlichen Status von Schweinen während des Transportes im Sinne einer Stressreduktion zu beeinflussen. Dieser stressreduzierende Effekt ist an den signifikant niedrigeren Cortisolkonzentrationen im Speichel der SUILENCE®-Tiere nach dem Transport und auch noch nach 30 min Aufenthalt im Wartestall erkennbar. Es ist anzunehmen, dass die stressreduzierende Wirkung von SUILENCE® zu einer reduzierten Glykogenolyse im Muskel und damit einer verminderten Post-mortem Muskelsäuerung führt, welches sich in dem signifikant höheren pH_1 und der signifikant niedrigeren Leitfähigkeit im *M. longissimus dorsi* ausdrückt.

Die durch die Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse einhergehenden Veränderungen der Körpertemperatur und der Herzfrequenz sind nur kurze Zeit nach dem Einwirken des Stressfaktors messbar und somit als mögliche Parameter zur Erfassung von Stresssituationen nicht uneingeschränkt einsetzbar. Auch die Ergebnisse der Herzfrequenz- und Hauttemperaturmessung deuten auf die Aktivierung der HPA-Achse. Unterschiede hinsichtlich der Behandlung sind nur tendenziell bei der Hauttemperatur feststellbar.

Ökonomisch bedeutungsvoller ist der Gewichtsverlust während des Transportes. Durch die Transportbelastung verlieren die Tiere schon nach einem einstündigen Transport 1,0 kg pro 100 kg Lebendgewicht, nach sechs Stunden sind es 1,4 kg. Beim Transportieren sind die Gewichtsverluste größer als nur durch ein der Transportdauer entsprechend langes Fasten ohne Transport (WARRIS et al. 1990). Hier zeigte sich in Abhängigkeit von der Behandlung tendenziell ein geringerer Gewichtsverlust bei den mit dem Pheromon behandelten Tieren im Vergleich zu den Placebo-Tieren.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass hinsichtlich der Auswirkungen auf das transportbedingte Stressgeschehen und dadurch folgernd auf Parameter der Fleischqualität deutliche Hinweise für einen wirkungsvollen Einsatz des synthetischen „Porcine Appeasing Pheromones“ vorliegen. Die Anwendung von SUILENCE® unterliegt nicht dem Arzneimittelgesetz, führt zu keinen Rückständen im Schlachtkörper, ist einfach anzuwenden (Spray) und verbes-

sert vermutlich das Wohlbefinden der Tiere, indem es den Transportstress reduziert und zusätzlich dadurch die Fleischqualität der Schlachtkörper verbessert.

5 Literatur

- AYO, J. O.; OLADELE, S. B.; FAYOMI, A. (1998): Stress and its adverse effect on modern swine production. *Pig news and information* 19: 51–56
- BGBl (1999): Verordnung zum Schutz von Tieren beim Transport (Tierschutztransportverordnung) in Fassung der Bekanntmachung vom 11. Juni 1999 (BGBl. I S. 1337)
- BGBl. (2002): Verordnung über Stoffe mit pharmakologischer Wirkung vom 25. September 1984 (BGBl. I S. 1251), zuletzt geändert durch Artikel 9 § 13 des Gesetzes vom 6. August 2002 (BGBl. I. S. 3082)
- BMVEL (2003): Tierschutzbericht der Bundesregierung, Drucksache 15/723, Bonn
- CEVA SANTÉ ANIMALE (2002), Libourne
- DANTZER, R.; MORMEDE, P. (1983): Stress in farm animals: a need for reevaluation. *J. Anim. Sci.* 57: 6–18
- DANTZER, R. (1990): Olfactory signals that modulate pig aggressive and submissive behaviour, in: MCGLONE, J. J.; ZAYAN, R. (Hrsg.): *Social stress in domestic animals*: 86–109
- DGS intern (2004): markt info, Heft 2: 10–11
- LÖSCHER, W. (1994): Zum Einsatz von Medikamenten beim Tiertransport. Hygiene und Tierschutz beim Tiertransport. DVG-Tagung, 8.–9. März 1994, Hannover
- MCGLONE, J. J. (1984): Olfactory cues and pig agonistic behaviour: evidence for a submissive pheromone. *Physiol. Behav.* 34: 195–198
- MCGLONE, J. J.; MORROW, J. (1988): Reduction of pig agonistic behaviour by androstenone. *J. Anim. Sci.* 66: 880–884
- MCGLONE, J. J.; STANSBURY, W. F.; TRIBBLE, L. F. (1986): Aerosolized 5 alpha-androst-16-en-3-one reduced agonistic behaviour and temporarily improved performance of growing pigs. *J. Anim. Sci.* 63: 679–684
- MEESE, G. B.; BALDWIN, B. A. (1975): The effects of ablation of the olfactory bulbs on aggressive behaviour in pigs. *Appl. Anim. Ethol.* 1: 251
- MUGFORD, R. A.; NOWELL, N. W. (1970): Pheromones and their effect on aggression in mice. *Nature* 226 (6): 967–968
- PAGEAT, P.; GAULTIER, E. (2002): Ceva Santé Animale, Libourne
- SCHÜTTE, A. (1994): Transporttauglichkeit von Schweinen. Hygiene und Tierschutz beim Tiertransport. DVG-Tagung, 8.–9. März 1994, Hannover
- WARRIS, P. D.; BROWN, S. N.; BEVIS, E. A.; KESTIN, S. C. (1990): The influence of preslaughter transport and lairage on meat quality in pigs of two genotypes. *Anim. Prod.* 50: 165–172
- WYATT, T. W. (2003): *Pheromones and animal behaviour: communication by smell and taste*, University Press, Cambridge

Dr. med. vet. Anna-Caroline Wöhr, Christophe Maier, Prof. Dr. Jürgen Unshelm, Prof. Dr. Michael Erhard, Institut für Tierschutz, Verhaltenskunde und Tierhygiene, LMU München, Schwere-Reiter-Str. 9, D-80797 München
Dr. med. vet. Peter Hollwich, Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, D-85586 Poing
Dr. med. vet. Petra Mertens, College of Veterinary Medicine, Veterinary Teaching Hospital, St. Paul, USA.

Tierhaltung

Tiergerechte und umweltverträgliche Legehennenhaltung. BMVEL-Modellvorhaben. 2002, 161 S., 20 , ISBN 3-7843-2139-9 (Best.-Nr. 11399)

Marten, J.; Jaep, A. et al.: Pensionspferdehaltung im landwirtschaftlichen Betrieb. 2004, 130 S., 24 , ISBN 3-7843-2161-5 (Best.-Nr. 11405)

Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2001 33. Tagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der DVG. 2002, 202 S., 20 , ISBN 3-7843-2147-X (Best.-Nr. 11407)

Neue Wege in der Tierhaltung KTBL-Tagung 2002 in Potsdam. 2002, 188 S., 20 , ISBN 3-7843-2137-2 (Best.-Nr. 11408)

Fütterungsstrategien zur Verminderung von Spurenelementen/Schwermetallen in Wirtschaftsdüngern KTBL-Tagung 23.–24. April 2002 in Göttingen. 2002, 162 S., 20 , ISBN 3-7843-2148-8 (Best.-Nr. 11410)

Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2002 34. Tagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der DVG. 2003, 212 S., 20 , ISBN 3-7843-2156-9 (Best.-Nr. 11418)

Außenklimaställe für Schweine. 2004, 2. Überarb.Auflage, 75 S., 17 , ISBN 3-7843-2166-6 (Best.-Nr. 11422)

Kleine Milchviehställe. 2004, ISBN 3-7843-2173-9 (Best.-Nr. 11429) – in Vorbereitung –
Milchviehställe mit automatischen Melksystemen BMVEL-Modellvorhaben 2001/2003 – in Vorbereitung – ISBN 3-7843-2174-7 (Best.-Nr. 11430)

Ökologischer Landbau Kalkulationsdaten zu Ackerfrüchten, Feldgemüse, Rindern, Schafen und Geflügel, mit CD-ROM zu Produktionsverfahren der Außenwirtschaft. 2002, 360 S., 20 (Best.-Nr. 19043)

Planen und Bauen im ländlichen Raum

Eingriff und Kompensation. Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung mit der Landwirtschaft. Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung im Einklang mit der Landwirtschaft. 2001, 86 S., 15 , ISBN 3-7843-2120-8 (Best.-Nr. 11394)

Standortentwicklung für die Landwirtschaft Rechtlicher Rahmen und Instrumente für die Standortsicherung und Betriebsentwicklung. 2004, 149 S., 24 , ISBN 3-7843-2158-5 (Best.-Nr. 11413)

Geografische Informationssysteme in der Landwirtschaft und im ländlichen Raum Defizite und Entwicklungspotenziale. DAF/KTBL-Tagung am 27. und 28. Oktober 2004 in Braunschweig. 2004, 144 S., 22 , ISBN 3-7843-2172-0 (Best.-Nr. 11428)

(Version 1.2) Investitionsbedarf und Jahreskosten landwirtschaftlicher Betriebsgebäude. 2004, 24 (Best.-Nr. 43007)

Umwelt und Energie

Stäube und Mikroorganismen in der Tierhaltung. 2002, 169 S., 22 , ISBN 3-7843-2145-3 (Best.-Nr. 11393))

Energetische Nutzung von Getreide in Kleinfeuerungsanlagen Fachgespräch am 12.–13.02.2003 in Petersberg-Almendorf bei Fulda. 2003, 134 S., 20 , ISBN 3-7843-2160-7 (Best.-Nr. 11417)

Die Landwirtschaft als Energieerzeuger. KTBL-Tagung vom 30.–31. März 2004 in Osnabrück Wo liegen die Chancen für Biogas, Biokraftstoff, Biobrennstoff und Fotovoltaik?. 2004, 238 S., 24 , ISBN 3-7843-2162-3 (Best.-Nr. 11420)

Stein-Bachinger, K.; Bachinger, J.; Schmitt, L.: Nährstoffmanagement im Ökologischen Landbau Ein Handbuch für Beratung und Praxis. 2004, 138 S., 26 , ISBN 3-7843-2168-2 (Best.-Nr. 11423)

Schwermetalle und Tierarzneimittel in Wirtschaftsdüngern – in Vorbereitung – ISBN 3-7843-2182-8 (Best.-Nr. 11435)

Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung. 2003, 6. Tagung am 25.–27. März 2003 in Vechta. 2003, 551 S., 25 , ISBN 3-7843-2151-8 (Best.-Nr. 19000)

Porto- und Verpackungskosten werden gesondert in Rechnung gestellt.
Preisänderungen vorbehalten.

Wir freuen uns auf Ihre Bestellung. Senden Sie diese bitte an
KTBL-Schriften-Vertrieb im Landwirtschaftsverlag GmbH
48084 Münster
Tel.: 02501 801-300 Fax: 02501 801-351 E-Mail: service@lv-h.de
www.landwirtschaftsverlag.de

Für weitere Fragen steht Ihnen das KTBL gern zur Verfügung.

KTBL Bartningstraße 49 64289 Darmstadt
Tel.: 06151/7001-189 Fax: 06151/7001-123
E-Mail: vertrieb@ktbl.de www.ktbl.de

Gerne senden wir Ihnen unser aktuelles Veröffentlichungsverzeichnis.

Neue Forschungsergebnisse zum Tierverhalten von Nutztieren sowie Wild- und Labortieren wurden auf der 35. Internationalen Tagung Angewandte Ethologie der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft im November 2003 in Freiburg vorgestellt und diskutiert.

Schwerpunkte des Tagungsbandes sind im Themenbereich Tier und Haltungstechnik das Verhalten von Sauen in verschiedenen eingestreuten Abferkelbuchten ohne Fixierung und das Tier-Fressplatzverhältnis bei der sensorgesteuerten Flüssigfütterung in der Schweinemast. Bei den Milchkühen wird das Liegeverhalten zur Bemessung von Liegeboxen und der Einfluss von Einstreu auf die Gelenkgesundheit erläutert. Andere Schwerpunkte der Tagung sind die Erfassung der Befindlichkeiten bei Tieren anhand von physiologischen und morphologischen Parametern sowie spezielle Probleme der Verhaltensanalyse. Ziel ist, eine bessere Interpretation des Tierverhaltens zu ermöglichen. Im Bereich der freien Themen wird u.a. der Klimaeinfluss auf die Haltung von Zuchtstraußen dargestellt.

ISBN 3-7843-2175-5



9 783784 321752