

Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2014

KTBL-Schrift 505



KTBL-Schrift 505

Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2014

Current Research in Applied Ethology

Vorträge anlässlich der
46. Internationalen Arbeitstagung
Angewandte Ethologie bei Nutztieren
der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG)
Fachgruppe Ethologie und Tierhaltung
vom 20. bis 22. November 2014
in Freiburg/Breisgau

Herausgeber

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

Fachliche Begleitung

DVG-Fachgruppe „Ethologie und Tierhaltung“

Prof. Dr. Dr. Michael Erhard (Vorsitzender) | Dr. Ursula Pollmann | Prof. Dr. Klaus Reiter |
Prof. Dr. Susanne Waiblinger

Die Anschriften der Mitwirkenden sind im Anhang aufgeführt.

Die Informationen der vorliegenden Schrift wurden vom KTBL und den Autoren nach bestem Wissen und Gewissen nach dem derzeitigen Stand des Wissens zusammengestellt. Das KTBL und die Autoren übernehmen keinerlei Haftung für die bereitgestellten Informationen, deren Aktualität, inhaltliche Richtigkeit, Vollständigkeit oder Qualität.

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie. Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© 2014

Herausgeber und Vertrieb

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon +49 6151 7001-0 | Fax +49 6151 7001-123 | E-Mail: ktbl@ktbl.de
vertrieb@ktbl.de | Telefon Vertrieb +49 6151 7001-189
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 Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Redaktion

Dr. Kathrin Huesmann | KTBL, Darmstadt

Satz

Serviceteam Herstellung | KTBL, Darmstadt

Titelbilder

© kuntabunt – www.fotolia.com (Ziege) | Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irding (Schafe) | H. Hosp, Fischingen (Henne)

Druck und Bindung

Silber Druck oHG | Niestetal

Printed in Germany

ISBN 978-3-941583-95-5

Vorwort

Die vorliegende Schrift umfasst die Vorträge und Posterbeiträge anlässlich der 46. Internationalen Tagung „Angewandte Ethologie“ der Fachgruppe Ethologie und Tierhaltung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (20.–22. November 2014, Freiburg).

Die eingereichten Abstracts wurden durch ein wissenschaftliches Gutachterteam (Frau Dr. Pollmann, Herrn Prof. Dr. Reiter und Frau Prof. Dr. Waiblinger sei dafür sehr herzlich gedankt) beurteilt. Es wurden insgesamt 23 Vorträge inklusive Übersichtsreferate und 9 Posterbeiträge ausgewählt. Insgesamt stehen traditionell die klassischen landwirtschaftlichen Nutztiere (Rinder, Ziegen, Schweine, Schafe, Legehennen, Kaninchen) im Vordergrund der Tagung. Die Organisatoren versuchen aber auch verstärkt Beiträge von anderen Tieren in das Programm zu integrieren. So werden bei der diesjährigen Tagung auch Beiträge über Pferde und ein Beitrag über Wildmeerschweinchen präsentiert.

Alle Beiträge werden in der vorliegenden KTBL-Schrift „Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung“ mit der entsprechenden Jahreszahl publiziert und liegen bereits zur Tagung als gebundener Band vor. Frau Dr. Kathrin Huesmann vom Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL) sei dafür sehr herzlich gedankt.

Liebe Tagungsteilnehmerinnen und Tagungsteilnehmer, liebe Leserinnen und Leser der vorliegenden KTBL-Schrift, wir hoffen, ein interessantes Programm zusammengestellt zu haben. Für Anregungen und Wünsche stehen wir jederzeit zur Verfügung.

UNIV.-PROF. DR. DR. MICHAEL ERHARD

Vorsitzender des Arbeitskreises „Tierschutz, Ethologie und Tierhaltung“
sowie Leiter der Fachgruppe „Ethologie und Tierhaltung“
der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e.V. (DVG)

Freiburg/München, September 2014

Inhalt

Veterinary Clinical Behavioural Medicine – an Overview DANIEL S. MILLS.....	13
--	----

Emotion und Kognition

Zwergziegen (<i>Capra aegagrus hircus</i>) folgen komplexen Bewegungen verdeckter Objekte in einem Wahlversuch Dwarf goats (<i>Capra aegagrus hircus</i>) track complex movements of hidden objects in an object choice task CHRISTIAN NAWROTH, EBERHARD VON BORELL, JAN LANGBEIN.....	16
Wiederholtes Testen in einem cognitive bias Paradigma beim Hausschwein Repeatedly testing domestic pigs in a cognitive bias paradigm JENNY STRACKE, SANDRA DÜPJAN, ARMIN TUCHSCHERER, BIRGER PUPPE.....	24
Übertragung von Emotionen während eines Antizipationstests beim Schwein Emotional contagion during anticipation in pigs LISA MCKENNA, INONGE REIMERT, BAS T. RODENBURG, J. ELIZABETH BOLHUIS.....	34

Beurteilung von Befindlichkeiten

Verhalten von Pferden in Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf (Offenlaufställe) – Untersuchungen zur Häufigkeit von Verhaltensweisen im Kontext Wohlbefinden, Stress und Leiden The behaviour of horses in loose housing systems with open yards – Investigations on frequency of behaviour in the context of well-being, stress and suffering VERENA FRANK, ANNA RAMOSER, MIRIAM BAUMGARTNER, MARGIT H. ZEITLER-FEICHT	43
--	----

Die Bedeutung der Herzfrequenzvariabilitätsanalyse als Schmerzindikator bei Pferden The validity of heart rate variability analysis to identify pain in horses DIANA STUCKE, MAREILE GROSSE RUSE, JAN LANGBEIN, DIRK LEBELT.....	54
--	----

Übereinstimmung zwischen Herzfrequenzvariabilität, Cortisolmetaboliten-Konzentration und Verhalten bei der Eingliederung einzelner Ziegen in Kleingruppen Correspondence between heart rate variability, cortisol metabolites concentration and behaviour in goats introduced into small groups ANTONIA PATT, LORENZ GYGAX, BEAT WECHSLER, EDNA HILLMANN, JAN LANGBEIN, NINA M. KEIL	66
--	----

Sozialverhalten

Auswirkungen der Aufzuchtmethode auf die Stressreaktion bei der Eingliederung tragender Färsen in die Milchviehherde Effects of calf-rearing systems on the stress response of heifers when introduced to the milking herd TASJA KÄLBER, TOLKE HECHMANN, ANGELIKA HÄUSSERMANN, SUSANNE WAIBLINGER, KERSTIN BARTH.....	76
--	----

Agonistische Interaktionen und Futteraufnahmeverhalten bei rein- und gemischtgeschlechtlichen Gruppen von Ebern und weiblichen Tieren während der Mast	
BEATE BÜNGER, BERNHARD ZACHARIAS, HANSJÖRG SCHRADE	84

Tierverteilung und Verhaltenssynchronisation bei Schafen – welchen Einfluss hat die Weidegröße?	
Spacing and behavioural synchronization in sheep: Impacts of pasture size	
VERENA HAUSCHILDT, MARTINA GERKEN.....	95

Warum die Statistik vom Versuchsdesign wissen muss	
Why statistics need to know about the experimental design	
LORENZ GYGAX	104

Geflügelethologie

Verhaltenscharakteristika von Legelinien mit unterschiedlicher Leistung	
Characteristics of behavior in hens with different laying performance	
ANJA HÖHNE, STEFANIE PETOW, STEFFEN WEIGEND, RUDOLF PREISINGER, LARS SCHRADER.....	116

Die Benutzung von erhöhten Sitzstangen und Volierenetagen bei Masteltern	
The use of aerial perches and aviary tiers by broiler breeders	
SABINE G. GEBHARDT-HENRICH, ERNST K.F. FRÖHLICH, MICHAEL J. TOSCANO, HANNO WÜRBEL.....	127

Fütterung und Verhalten

- Auswirkungen einer Wahlfütterung auf Auslaufnutzung und Futteraufnahme von Legehennen in mobiler Haltung**
Effects of choice feeding on feed intake and outdoor use of laying hens in mobile houses
BERNHARD HÖRNING, GERRIET TREI, MARCEL SCHWICHTENBERG,
SANDRA BARTH, KATHRIN RUST 136
- The effect of irregular feeding times on the behaviour of horses**
Einfluss abweichender Fütterungszeiten auf das Pferdeverhalten
DUŠANKA JORDAN, IVAN ŠTUHEC, MANJA ZUPAN..... 147
- Einfluss des Fütterungsmanagements auf das agonistische Verhalten von adulten Pferden in Gruppenhaltung**
Effect of feeding management on agonistic behaviour of adult horses in group housing systems
JOAN-BRYCE BURLA, ANIC OSTERTAG, ANTONIA PATT,
IRIS BACHMANN, EDNA HILLMANN 154

Methodik/Technik und Tier

- Biometrische Untersuchungen zur Flächenabdeckung bei Mastkaninchen**
Biometric studies on space coverage of fattening rabbits
MICHAELA FELS, MONA GIERSBERG, NICOLE KEMPER..... 164
- Automatische Messung der Rumination zur Prognose des Abkalbetermins**
Automatic measurement of rumination to predict the calving time
STEFFEN HOY..... 174

Ethologische Untersuchungen im Melkstand – ein Vergleich zwischen Gruppen- und Einzelmelkständen	
Ethological Studies in the Milking Parlour – a Comparison of Group and Individual Parlours	
PASCAL SAVARY, OPHÉLIA WEBER, THOMAS RICHTER	184

Ontogenese und Verhalten

Auswirkungen einer technischen Ferkelamme auf das Verhalten frühabgesetzter Saugferkel	
Impact of an artificial rearing system on the behaviour of early weaned piglets	
MAGDALENA RZEZNICZEK, LORENZ GYGAX, BEAT WECHSLER, ROLAND WEBER	192

Auswirkungen der Aufzucht in einer technischen Ferkelamme auf das Verhalten von Ferkeln nach dem Umställen	
Effects of artificial rearing on the behaviour of piglets after regrouping	
HEIDRUN HOSP, MAGDALENA RZEZNICZEK, ROLAND WEBER, EDNA HILLMANN	202

Einfluss der Mensch-Tier-Beziehung und der Aufzuchtbedingungen auf die Anpassungsfähigkeit von Zuchtsauen	
Influence of the human-animal relationship and rearing conditions on the coping ability of gilts	
ANSKA BRÖTJE, LORENZ GYGAX, BEAT WECHSLER, TANJA KUTZER	212

Einfluss der Photoperiode auf Verhalten und Physiologie beim Wildmeerschweinchen (Cavia aperea) während der Ontogenese	
Photoperiod influences behaviour and physiology during ontogeny in cavies (Cavia aperea)	
MARIE-ANTONINE FINKEMEIER, FRITZ TRILLMICH, ANJA GÜNTHER	222

Poster

- Tierschutzaspekte bei Winteraußenhaltung:
Können Ponys sich an ein reduziertes Futterangebot anpassen?**
Welfare aspects regarding outdoor housing in winter:
Can ponies adapt to reduced food supply?
LEA BRINKMANN, ALEXANDER RIEK, GUNDULA HOFFMANN,
MARTINA GERKEN..... 233
- Validierung eines 3-Achsen-Lagesensors am Melkzeug zur
automatischen Erfassung der Hinterbeinaktivität bei Milchkühen**
Validation of a three-dimensional-accelerometer on the milking
cluster for automatic recording of hind leg activity of dairy cows
SEBASTIAN FRICKER, FRANZISKA BLÜMEL, PASCAL SAVARY,
MATTHIAS SCHICK 236
- Einfluss von Management und Umweltfaktoren auf die Bewegung
alpiner Weideschafe**
Effect of management and environment on the movement of
sheep on alpine high pastures
THOMAS GUGGENBERGER, FERDINAND RINGDORFER, ALBIN BLASCHKA,
REINHARD HUBER, PETRA HASLGRÜBLER 239
- Verhalten und autonome Reaktionen von Schweinen im Kontext
der Fütterung**
Behaviour and autonomic reactions of pigs during feeding
ANNIKA KRAUSE, MANUELA ZEBUNKE, JAN LANGBEIN, BIRGER PUPPE..... 242
- Einfluss der Mensch-Katze-Beziehung auf die Wahrnehmung
von Verhaltensproblemen bei Katzen**
Effect of human-cat relationship on the perception of behaviour
problems in cats
JULIA STEINKAMP, FRANZISKA KUHNE, HANSJOACHIM HACKBARTH,
MARTIN KRAMER..... 245

Entwicklung und Validierung eines Messsystems zur Vokalisationserfassung beim Einzeltier in einer Gruppe Jungrinder Development and validation of a new system for detection and recording individual vocalizations in a group of heifers VOLKER RÖTTGEN, FRANK BECKER, PETER CHRISTIAN SCHÖN.....	247
Verhalten und Leistung in unterschiedlichen Abferkelsystemen Behaviour and Performance in different farrowing crates PATRICK SCHALE, RALF WASSMUTH, HEIKO JANSSEN.....	249
Fallstudie zum Platzangebot, Verhalten und Wohlbefinden der Pferde (Equus caballus) in Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf und Bewegungsställen A case study to space, behavior and well-being of horses (Equus caballus) in open stables and open active stables DANIELA TÖPFER, RICCARDA WOLTER, KONSTANZE KRÜGER	252
Der Einfluss der Schnabelformen auf die mittlere maximale Einnahme pro Biss bei Legehennen auf einer dünnen und einer dicken Futterschicht The influence of beak forms on mean maximum intake per bite in laying hens on a thin and a thick food layer JEROEN VAN ROOLJEN	255
Mitwirkende.....	258
KTBL-Veröffentlichungen	265
aid-Veröffentlichungen	268

Veterinary Clinical Behavioural Medicine – an overview

DANIEL S. MILLS

Summary

The science of veterinary behavioural medicine has grown markedly in the last 25 years, with an increasing amount of pure and applied research being undertaken to provide a scientific foundation to the discipline, including the development of a dedicated journal in 2006 (*Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research – Impact 1.221*). However, as with human behavioural medicine, there has yet to emerge a clear consensus on the paradigm to be used, with disagreement as to whether a medical or broader biological approach is preferable. In the case of the latter, problem behaviour is often categorized as a form of abnormality in need of mechanistic intervention (e.g. psychoactive medication) – akin to the processes currently dominating human psychiatry (although this approach is being increasingly challenged- see below); whereas in the biological approach, problems are evaluated in the context of normal functional processes potentially operating in environments to which they are not fully adapted. In this case the emphasis of treatment is on environmental management and cognitive-behaviour therapies, with medication used to support these processes rather than treat the problem per se.

Certain veterinary surgeons have generally been the principle proponents of the medical approach to veterinary clinical behavioural medicine, and OVERALL's recent text (2013), serves to illustrate this point well. This text has ten pages (or perhaps 50 depending on the criteria used) on normal canine behaviour and 140 clearly dedicated to what the author describes as abnormal behaviour. This approach can trace its origin to EMIL KRAEPELIN's discovery of the pathogenic cause of the „dementia praecox“ associated with syphilis and its „poisoning of the brain“ and the subsequent publication (1896) of his clinical method, based on the qualitative and quantitative description of signs of specific disorders. This ultimately gave rise to the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM) now into its 5th edition (2013). While attractive to clinicians and drug companies, this text, and especially the latest edition, has been widely criticized, principally because:

- Many DSM revisions or additions lack empirical support and distinctions are made that are not supported by solid evidence
- Inter-rater reliability is low for many disorders
- Several sections contain contradictory information

The educational emphasis of such texts appears to be on treatment more than diagnosis. In addition there is growing concern over the Influence of the drug industry on content. The issues of reliability (accurate measurement) and validity (do these disorders really exist) has not been settled, and it is worth noting that The National Institute of Mental Health (the largest organisation in the world dedicated to funding research in this field (<http://www.nimh.nih.gov/index.shtml>)) has recently stated that it would no longer fund research projects that rely exclusively on DSM criteria due to its lack of validity. In response to the publication of DSM-5, the British Psychological Society in the UK has recommended

a change from using “diagnostic frameworks” to a description based on an individual’s specific experienced problems, and that mental disorders are explored more effectively as part of a spectrum shared with normality (http://apps.bps.org.uk/_publicationfiles/consultation-responses/DSM-5%202011%20-%20BPS%20response.pdf).

The author, who is also a veterinarian, shares these concerns and has criticized previously (MILLS 2003) the medicalization of problem behaviour; preferring (on the basis of current evidence such as that illustrated in this talk) a more contemporary, biologically based approach to the problem. Critical to this is a theoretical distinction between maladaptive and malfunctional behaviours. The former are considered to be attempts to behave in an adaptive way in an environment to which complete adaptation may not be possible. This might include the domestic environment in which an animal may be contained against its best efforts to escape, or subject to stressors to which it has evolved an appropriate coping mechanism. It cannot be assumed in these instances that the underlying mechanism is afflicted by a pathological process and therefore malfunctional. For example, an animal may continue to try to escape from an aversive environment even though escape is not possible. By contrast, malfunctional behaviours are expressions of direct disruption of the nervous system, i.e. the neural basis has no functional value in any context e.g. seizure activity or age related decline in function. Therefore malfunctional behaviour is also, by definition, maladaptive. But, in the author’s experience, a central pathology giving rise to malfunctional behaviour is not commonly the basis of a behaviour problem. Instead, most behaviour problems are expressions of attempts to cope, consisting of clusters of behaviours, emotional states and cognitions which are often not specific to a given disorder but which are problematic to the owner. A major challenge to this biological approach is the potentially subjectivity involved in the description of the problem. However, the author has recently described a systematic evidence based process for inferring the emotional state of animals in a clinical settings and excluding competing hypotheses (MILLS et al. 2013, 2014). In essence this process draws on the scientific method of falsification alongside an understanding of affective systems operating at a mechanistic level and the triangulation of evidence for and against each based on the four components of emotion, namely:

1. Appraisal – the stimulus contingencies relating to the activation of a given emotional system
2. Arousal – the level of arousal associated with activation of a given system
3. Behavioural tendencies – the type of behaviours (in terms of their strategic goal, rather than specific motivational goal) being expressed following arousal
4. Communication – the signals being produced at the time

In addition, for a response to be considered emotional and not habitual, arousal should outlast the stimulus controlling it. This approach has led to new insights into clinical behavioural medicine, but perhaps most importantly is inclusive and encourages the development of testable hypotheses in both a clinical and research context. It should perhaps be emphasised that this approach does not exclude the use of psychopharmacology in the management of cases but rather it puts it into a broader biological context for assessing its advantages and disadvantages. This approach also embraces a broader multidisciplinary

approach to the field, recognising the value of input from many specialities from evolutionary biology to clinical medicine. From a socio- cultural perspective it also seeks to ensure that the diagnostic label of the problem does not become the description of the individual; thus the stigma of seeking help is removed.

References

- American Psychiatric Association (2013): *The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders: DSM 5*. bookpoint US
- Kraepelin, E. (1896): *Psychiatrie: Ein Lehrbuch für Studierende und Ärzte*. Fünfte, vollständig überarbeitete Auflage. Leipzig
- Mills, D. S. (2003): Medical paradigms for the study of problem behaviour: a critical review. *Applied Animal Behaviour Science*, 81(3), pp. 265–277
- Mills, D., Dube, M. B., and Zulch, H. (2013): Stress and Pheromonotherapy in the Veterinary Clinic. *Stress and Pheromonotherapy in Small Animal Clinical Behaviour*, pp. 242–256
- Mills, D., Karagiannis, C., and Zulch, H. (2014): Stress-Its Effects on Health and Behavior: A Guide for Practitioners. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 44(3), pp. 525–541
- Overall, K. (2013): *Manual of Clinical Behavioral Medicine for Dogs and Cats*. Elsevier Health Sciences

Zwergziegen (*Capra aegagrus hircus*) folgen komplexen Bewegungen verdeckter Objekte in einem Wahlversuch

Dwarf goats (*Capra aegagrus hircus*) track complex movements of hidden objects in an object choice task

CHRISTIAN NAWROTH, EBERHARD VON BORELL, JAN LANGBEIN

Zusammenfassung

Objektpermanenz beschreibt die kognitive Fähigkeit, Gegenstände weiterhin als existent zu begreifen, auch wenn diese den Sichtbereich des Beobachters vorübergehend verlassen. Bei Tieren konnte die höchste Stufe von Objektpermanenz (Stufe 6) lediglich für Primaten und einige Vogelarten nachgewiesen werden, während andere Arten Probleme hatten, verdeckten Objekten zu folgen – insbesondere bei der Präsentation komplexer Bewegungen. Wir führten drei Experimente durch, um die Fähigkeit von Zwergziegen zum Verfolgen von verdeckten Objekten zu untersuchen. Eine Futterbelohnung wurde, sichtbar für das Tier, unter/in einem von zwei möglichen Bechern versteckt. Nach dem Beködern wurden beide Becher über Kreuz vertauscht und untersucht, ob die Ziegen der Bewegung folgten und den Becher an der neuen Position wählten. Um zu untersuchen, welche Strategien und Modifikationen den Wahlerfolg von Ziegen beeinflussten, unterschied sich der Aufbau der drei Experimente voneinander. Die Ziegen zeigten nur moderaten Erfolg wenn beide Becher identisch waren (Exp. 1 und Exp. 3), lösten aber die Aufgabe, auf individueller und auf Gruppenebene, wenn beide Becher sich in Farbe und Form unterschieden (Exp. 2). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass Zwergziegen in der Lage sind, der Bewegung versteckter Objekte unter Zuhilfenahme von visuellen Reizen zu folgen.

Summary

Object permanence is the notion that objects continue to exist even when they are out of an observer's sight. In non-human animals, the highest stage of object permanence (stage 6) has only been observed in primates and some bird species, whereas others have shown difficulties in following once-hidden objects, particularly when complex movements are involved. We conducted three experiments to examine the ability of dwarf goats to track the movement of hidden objects. A reward was hidden in/under one of two hiding cups. After baiting, both cups were changed in a crossed manner to see if the subjects were able to follow the baited one and choose it at the new position. The setup of the three experiments varied to examine what strategies and modifications may have influenced the performance of the subjects. The goats showed moderate success when both hiding cups were identical (Exp. 1 and Exp. 3), but solved the task, both on individual and group levels, when the cups varied in colour and shape (Exp. 2). The results indicate that dwarf goats are able to keep track of hidden objects by encoding visual feature cues.

1 Einleitung

Tiere werden ständig mit Situationen konfrontiert, in denen sie sich an das Vorhandensein von bestimmten Ressourcen an spezifischen Orten erinnern bzw. temporär nicht sichtbaren Objekten folgen müssen (Beute, Sexualpartner, Konkurrenten). Die Fähigkeit, eine Vorstellung über den wahrscheinlichen Ort eines abwesenden Objekts zu haben bzw. den Bewegungen eines vorübergehend unsichtbaren Objekts folgen zu können, bezeichnet man als Objektpermanenz. Selbige ist ein wesentlicher Bestandteil jeglicher räumlicher Kognition. Nach PIAGET (1978) bedeutet Objektpermanenz, dass man eine mentale Repräsentation des abwesenden Objektes haben muss. Für den Menschen weiß man, dass sich die Fähigkeit, der Bewegung von versteckten Objekten zu folgen, beim Kleinkind über verschiedene Zwischenstufen mit etwa 18–24 Monaten entwickelt (PIAGET 1978). Zur Untersuchung der jeweiligen Stufe (1–6) der Objektpermanenz werden beim Menschen und bei Tieren unterschiedliche Ansätze genutzt (JAAKKOLA 2014). Das erfolgreiche Verfolgen von Transpositionen (Vertauschungen) verdeckter Objekte gilt dabei als Indikator für erweiterte Objektpermanenz (Stufe 6 nach Piaget). Bisherige Untersuchungen zeigten, dass neben dem Menschen nur andere Primaten (CALL 2001) und einige Vogelarten (HOFFMANN et al. 2011) Transpositionen einer verdeckten Futterbelohnung folgen konnten, während andere Arten wie Hunde (ROOIJAKKERS et al. 2009), Katzen (DORÉ et al. 1996), Schweine (ALBIACH-SERRANO et al. 2012) und Delphine (JAAKKOLA et al. 2010) meist an jener Stelle nach der Belohnung suchten, an welcher sie das Objekt zuletzt sahen.

Untersuchungen an Nutztieren bezüglich ihrer Fähigkeit zur Objektpermanenz sind von zweifachem Nutzen. Aus evolutionärer Sicht ist es von Interesse zu untersuchen, ob Objektpermanenz bei Säugetieren nur in der Linie der Primaten auftritt oder ob es ebenso in anderen Gruppen vorkommt. Zweitens ist es wichtig, umfassende Kenntnisse über die kognitiven Fähigkeiten von Nutztieren zu erlangen, um dies bei der Gestaltung der Haltungsumwelt zu berücksichtigen. Zum Beispiel könnten Ergebnisse zur Objektpermanenz dazu genutzt werden, Haltungsbedingungen dahingehend zu ändern, dass die Voraussagbarkeit von Umweltreizen erhöht wird.

In der aktuellen Studie untersuchten wir, inwiefern Zwergziegen in der Lage sind, der komplexen Bewegung einer verdeckten Futterbelohnung zu folgen.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Versuchstiere und Haltung

Zehn Zwergziegen (Alter: 4–5,5 Jahre; weiblich) wurden im Rahmen der vorliegenden Studie getestet. Die Ziegen wurden als Gruppe am Leibniz-Institut für Nutztierbiologie gehalten. Alle Tiere erhielten während des gesamten Versuchs Heu und Wasser ad libitum.

2.2 Material

Für die einzelnen Testsessions wurden die Ziegen in einem an die Haltungsbucht angrenzenden Abteil (150 x 125 cm) separiert. Alle Tiere hatten akustischen und olfaktorischen Kontakt zur Gruppe. Der Experimentator saß in einem weiteren Abteil, welches durch ein Gitter vom Testabteil abgetrennt war (Abb. 1). Ein Schiebrett (60 x 25 cm) wurde

zwischen Experimentator und Gitter positioniert. Dieses befand sich auf einem ca. 35 cm hohen Tisch. Für Motivations- und Testdurchgänge wurden ein oder zwei Plastikbecher (Farbe und Größe variierten je nach Experiment) auf dem Schiebebrett positioniert. Die Distanz zwischen Becher und Testindividuum betrug ca. 30 cm.

2.3 Experiment 1

Zur Vorbereitung auf den Wahlversuch wurden zu Beginn der Testsession zwei zusätzliche Motivationsdurchgänge durchgeführt. Hierbei wurde nur ein Becher entweder auf der linken oder rechten Seite des Schiebebrettes positioniert und vor den Augen des Tieres mit einem ungekochten Stück Pasta beködert. Anschließend wurde das Schiebebrett zum Gitter geschoben und die Ziege konnte durch Hindurchstecken der Schnauze ihre Wahl treffen. In den Testdurchgängen wurden zwei identische Becher genutzt (braun; Ø 9 cm). Ein ungekochtes Stück Pasta wurde entweder auf die linke oder die rechte Seite des Schiebebrettes gelegt und nach zwei Sekunden mit dem jeweiligen Becher bedeckt, während der zweite Becher gleichzeitig auf der anderen Seite des Brettes positioniert wurde. Nach dem Beködern bewegte der Experimentator beide Becher simultan auf die jeweils gegenüberliegende Seite und wartete daraufhin zwei Sekunden, bevor er das Brett zum Gitter schob, so dass das Tier seine Wahl treffen konnte. Während der Bewegung wurde der beköderte Becher entweder zum Tier hin oder vom Tier weg mit dem unbeködeten Becher gekreuzt („Kreuzrichtung“). Jedes Tier erhielt jeweils eine Testsession mit jeweils 12 Durchgängen. Die Position der Belohnung und die Kreuzrichtung des beköderten Bechers (zum oder weg vom Tier) wurden pseudorandomisiert dargeboten.

2.4 Experiment 2

Zur Vorbereitung auf den Wahlversuch wurden zu Beginn der Testsession zwei zusätzliche Motivationsdurchgänge durchgeführt. In den Testdurchgängen wurden zwei, in Größe und Farbe unterschiedliche Becher genutzt (dunkelbraun: Ø 11 cm; weiß: Ø 9 cm) und auf der linken bzw. rechten Seite des Schiebebrettes positioniert. Weiterhin unterschied sich der Aufbau von Experiment 2 in drei Punkten von Experiment 1: Da das Bewegen der umgedrehten Becher auf dem Schiebebrett in Experiment 1 Geräusche erzeugte, welche die Tiere eventuell ablenkten, wurde die Futterbelohnung jetzt von oben in den jeweiligen Becher gelegt. Das Beködern erfolgte mit der kontralateralen Hand, die darauffolgende Bewegung mit der ipsilateralen Hand. Dies sollte eine Konditionierung der Tiere auf die Hand, welche zuletzt mit dem Futter in Kontakt war, verhindern. Zusätzlich wurde in beide Becher ein Stück Pasta geklebt, um olfaktorische Hinweise bei der Wahl auszuschließen. Alle anderen Bedingungen waren identisch zu denen in Experiment 1.

2.5 Experiment 3

Zur Vorbereitung auf den Wahlversuch wurden zu Beginn der Testsession zwei zusätzliche Motivationsdurchgänge durchgeführt. Im Unterschied zu Experiment 2 wurden hier wieder zwei identische Becher genutzt (dunkelbraun: Ø 11 cm) und, ohne Verzögerung, sofort nach der Bewegung der Becher das Brett ans Gitter geschoben. Alle anderen Bedingungen waren identisch zu denen in Experiment 2.

2.6 Statistische Auswertung

Alle Testsessions wurden live kodiert und zusätzlich auf Video aufgezeichnet. Eine Wahl wurde als korrekt klassifiziert, wenn das Individuum den beköderten Becher wählte. Ein One-Sample-t-Test wurde genutzt, um gegen eine Zufallswahl von 50 % zu testen. Zur Analyse des Einflusses der Faktoren „Lernen“ (Durchgang 1–6 vs. 7–12), „Kreuzrichtung“, „beköderte Seite“ und „Becheridentität“ (für Experiment 2) auf die Zielgröße „korrekte Wahl“ (ja/nein) wurde die Prozedur GLIMMIX für binär verteilte Daten in SAS genutzt (SAS 9.2®, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Das Tier wurde als wiederholte Messung berücksichtigt. Zur individuellen Auswertung wurde der Binomialtest genutzt. Wählte ein Individuum in zehn oder mehr Wiederholungen je Testbedingung korrekt, wurde dies als signifikanter Unterschied zu einer Zufallswahl von 50 % gewertet ($p = 0,039$, zweiseitig). Das α -Level wurde in allen Tests auf 5 % gesetzt.



Abb. 1: Darstellung eines Testdurchgangs in Experiment 1 (Foto: Nawroth)
Fig. 1: Depiction of a test trial of experiment 1 (Photo: Nawroth)

3 Ergebnisse

3.1 Experiment 1

Die Ziegen zeigten keine Präferenz für den beköderten Becher oder die Position, wo die Futterbelohnung zuletzt gesehen wurde ($t_9 = 1,309$; $p = 0,223$, siehe Abb. 2). Wir fanden keinen Einfluss auf die Wahl des korrekten Bechers beim Vergleich der Durchgänge 1–6 vs. 7–12 (Mittelwert 1–6: $0,612 \pm 0,074$; Mittelwert 7–12: $0,528 \pm 0,076$; $F = 0,61$; $p = 0,436$). Die Ziegen wählten häufiger den korrekten Becher, wenn der beköderte Becher nach rechts anstatt nach links bewegt wurde (Mittelwert links: $0,429 \pm 0,073$; Mittelwert rechts: $0,702 \pm 0,067$; $F = 6,83$; $p = 0,01$). Die Art der Kreuzrichtung hatte keinen Einfluss auf das Wahlverhalten der Tiere (Mittelwert ‚zum Tier‘: $0,548 \pm 0,076$; Mittelwert ‚weg vom Tier‘: $0,592 \pm 0,075$; $F = 0,18$; $p = 0,67$). Auf individueller Ebene wählte ein Individuum den beköderten Becher signifikant über einer Zufallswahl von 50 % (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Individuelle Ergebnisse der Tiere. Individuelle Leistungen über einer Zufallswahl von 50 % (zehn oder mehr korrekte Durchgänge von 12; $p < 0,05$) sind hervorgehoben

Tab. 1: Individual results of subjects. Individual performances above chance level (ten or more correct trials out of 12; $p < 0.05$) are marked in bold

Tiernummer Number of subject	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3
13	6	6	9
14	7	6	8
15	6	10	6
16	7	10	8
17	4	7	4
18	8	7	6
19	4	-	7
20	9	10	9
22	10	9	8
24	7	9	9

3.2 Experiment 2

Ein Individuum musste aufgrund fehlender Motivation vom Test ausgeschlossen werden. Die Ziegen zeigten eine starke Präferenz für den beköderten Becher ($t_8 = 3,885$; $p = 0,005$, siehe Abb. 2). Wir fanden keinen Einfluss auf die Wahl des korrekten Bechers beim Vergleich der Durchgänge 1–6 vs. 7–12 (Mittelwert 1–6: $0,674 \pm 0,079$; Mittelwert 7–12: $0,780 \pm 0,067$; $F = 1,14$; $p = 0,29$). Die Ziegen zeigten weder für den linken noch den rechten Becher eine Präferenz (Mittelwert links: $0,686 \pm 0,071$; Mittelwert rechts: $0,770 \pm 0,078$; $F = 0,60$; $p = 0,442$). Die Art der Kreuzbewegung hatte keinen Einfluss auf das Wahlverhalten der Tiere (Mittelwert ‚zum Tier‘: $0,796 \pm 0,072$; Mittelwert ‚weg vom Tier‘: $0,650 \pm 0,074$; $F = 1,86$; $p = 0,177$). Die Ziegen wählten häufiger den korrekten Becher, wenn der große Becher anstatt des kleinen Bechers beködert wurde (Mittelwert ‚großer Becher‘: $0,879 \pm 0,050$; Mittelwert ‚kleiner Becher‘: $0,501 \pm 0,075$; $F = 12,03$; $p = 0,0009$).

Auf individueller Ebene wählten drei Individuen den beköderten Becher signifikant über einer Zufallswahl von 50 % (siehe Tab. 1).

3.3 Experiment 3

Die Ziegen zeigten eine Präferenz für den beköderten Becher ($t_9 = 2,689$; $p = 0,025$, siehe Abb. 2). Wir fanden keinen Einfluss auf die Wahl des korrekten Bechers beim Vergleich der Durchgänge 1–6 vs. 7–12 (Mittelwert 1–6: $0,622 \pm 0,089$; Mittelwert 7–12: $0,675 \pm 0,085$; $F = 0,19$; $p = 0,66$). Die Ziegen wählten häufiger den korrekten Becher, wenn der beköderte Becher nach rechts, anstatt nach links, bewegt wurde (Mittelwert links: $0,46 \pm 0,09$; Mittelwert rechts: $0,8 \pm 0,067$; $F = 7,57$; $p = 0,0075$). Die Art der Kreuzbewegung hatte einen Einfluss auf das Wahlverhalten der Tiere (Mittelwert ‚zum Tier‘: $0,854 \pm 0,055$; Mittelwert ‚weg vom Tier‘: $0,366 \pm 0,080$; $F = 16,11$; $p = 0,0001$). Auf individueller Ebene wählte kein Individuum den beköderten Becher signifikant über einer Zufallswahl von 50 % (siehe Tab. 1).

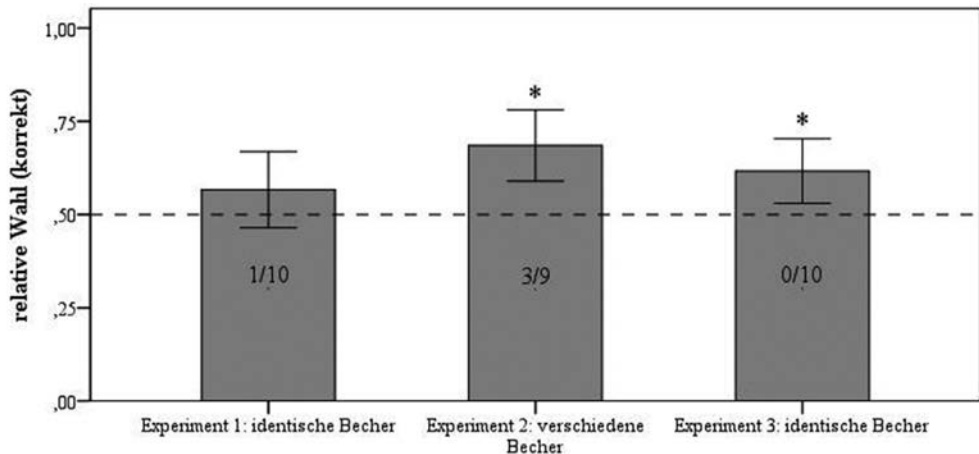


Abb. 2: Wahl des korrekten Bechers (\pm SEM) über alle drei Experimente. Ziffern geben die Zahl an Individuen an, welche signifikant über Zufallswahl von 50 % lagen. Gestrichelte Line = Zufallswahl (50 %); * $p < 0,05$

Fig. 2: Mean choice (\pm SEM) of the correct cup over all three experiments. Numbers represent the amount of individuals significantly above chance level (50 %). Dashed line = chance level (50 %); * $p < 0,05$

4 Diskussion

Die Ziegen zeigten moderaten Erfolg bei der Bewältigung der Transpositionsaufgabe, wenn beide Becher identisch waren (Experiment 1 und 3), aber lösten die Aufgabe auf individueller und auf Gruppenebene, wenn beide Becher distinkte Eigenschaften (Größe und Farbe) aufwiesen (Experiment 2). Dies deutet darauf hin, dass Ziegen die Fähigkeit zur Objektpermanenz aufweisen, also in der Lage sind, komplexen Transpositionen einer verdeckten Futterbelohnung zu folgen. Allerdings waren die Tiere darauf angewiesen, dass sich der bekönderte Futterbehälter, in dem die Belohnung versteckt wurde, deutlich vom leeren Behälter unterschied (Experiment 2). Dies hängt wahrscheinlich mit dem komplexen Bewegungsablauf der beiden Behälter über Kreuz zusammen. Gegen ein rapides Lernen des Versuchsablaufs spricht, dass in keinem der drei Experimente eine Veränderung des Wahlerfolgs zwischen den ersten sechs und den letzten sechs Durchgängen festgestellt werden konnte, die Tiere diese Fähigkeit also von Anfang an zeigten. Alternativ zur mentalen Verfolgung der verdeckten Belohnung könnten die Ziegen jedoch auch einfachere Regeln zum Lösen der Aufgabe genutzt haben. Zum Beispiel deuten die Ergebnisse von Experiment 1 und 3 an, dass die Tiere hier eine Seitenpräferenz entwickelt haben und zudem häufiger den Becher wählten, der zu ihnen hin gekreuzt wurde. Die ausschließliche Nutzung einer dieser Strategien würde aber lediglich zu einem Wahlerfolg von 50 % führen. Dies bedeutet, dass nur eine Mischung mehrerer dieser einfacheren Strategien zu einer Wahl signifikant über einer Zufallswahl von 50 % führen könnte, was eher unwahrscheinlich ist. Andererseits lassen die Ergebnisse aber auch keine Aussage darüber zu, inwiefern die Anwendung solcher einfacheren Lösungsstrategien einen erhöhten Wahlerfolg hemmte.

Im Kontrast zu anderen Studien wurden in den hier präsentierten Experimenten lediglich zwei potentielle Versteckmöglichkeiten genutzt (Zufallswahl 50 %). Andere Studien nutzten drei Versteckmöglichkeiten (Zufallswahl 33 %), von welchen lediglich zwei in Testdurchläufen bewegt wurden. Jedoch konnte selbst hier kein Wahlerfolg signifikant über dem Zufallsniveau nachgewiesen werden (DORÉ et al. 1996; JAAKKOLA et al. 2010). Im Vergleich zu den hier präsentierten Ergebnissen konnten vorherige Studien an Hunden und Katzen zudem keinen Einfluss von distinkten Merkmalen der Versteckmöglichkeiten auf das Wahlverhalten aufzeigen (DORÉ et al. 1996).

Zusammen mit anderen aktuellen Studien zu den kognitiven Fähigkeiten von Ziegen (BRIEFER et al. 2012; BRIEFER et al. 2014; NAWROTH et al. 2014a; NAWROTH et al. 2014b) deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Ziegen, und Paarhufer im Allgemeinen, ihre Umwelt komplexer wahrnehmen als bisher vermutet. Diese Erkenntnisse sollten beim Management der Tiere und dem Design der Haltungsumwelt stärker als bisher berücksichtigt werden. Aufbauend auf dem Wissen über die kognitiven Fähigkeiten von Nutztieren kann deren Haltung langfristig verbessert und ihr Wohlbefinden gesteigert werden. Andererseits können fehlende Kenntnisse über ihr kognitives Potential sowohl zu einem falschen Umgang mit den Tieren als auch zu fehlerhaften Planungen im Stall führen.

Literatur

- Albiach-Serrano, A.; Bräuer, J.; Cacchione, T.; Zickert, N.; Amici, F. (2012): The effect of domestication and ontogeny in swine cognition (*Sus scrofa scrofa* and *S. s. domestica*). *Applied Animal Behaviour Science* 141, pp. 25–35
- Briefer, E. F.; Padilla de la Torre, M.; McElligott, A. G. (2012): Mother goats do not forget their kids' calls. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279, pp. 3749–55
- Briefer, E. F.; Haque, S.; Baciadonna, L.; McElligott, A. G. (2014): Goats excel at learning and remembering a highly novel cognitive task. *Frontiers in Zoology* 11, p. 20
- Call, J. (2001): Object Permanence in Orangutans (*Pongo pygmaeus*), Chimpanzees (*Pan troglodytes*), and Children (*Homo sapiens*). *Journal of Comparative Psychology* 115, pp. 159–171
- Doré, F. Y.; Fiset, S.; Goulet, S.; Dumas, M.-C.; Gagnon, S. (1996): Search behavior in cats and dogs: Interspecific differences in working memory and spatial cognition. *Animal Learning and Behavior* 24, pp. 142–149
- Hoffmann, A.; Rüttler, V.; Nieder, A. (2011): Ontogeny of object permanence and object tracking in the carrion crow, *Corvus corone*. *Animal Behaviour* 82, pp. 359–367
- Jaakkola, K.; Guarino, E.; Rodriguez, M.; Erb, L.; Trone, M. (2010): What do dolphins (*Tursiops truncatus*) understand about hidden objects? *Animal Cognition* 13, pp. 103–20
- Jaakola, K. (2014): Do Animals Understand Invisible Displacement? A Critical Review. *Journal of Comparative Psychology*, in press
- Nawroth, C.; von Borell, E.; Langbein, J. (2014a): Exclusion Performance in Dwarf Goats (*Capra aegagrus hircus*) and Sheep (*Ovis orientalis aries*). *PLOS ONE* 9, p. e93534
- Nawroth, C.; von Borell, E.; Langbein, J. (2014b): “Goats that stare at men”: dwarf goats alter their behaviour in response to human head orientation, but do not spontaneously use head direction as a cue in a food-related context. *Animal Cognition*, in press
- Piaget, J. (1978): *Das Weltbild des Kindes*; München, dtv/Klett-Cotta
- Rooijackers, E.; Kaminski, J.; Call, J. (2009): Comparing dogs and great apes in their ability to visually track object transpositions. *Animal Cognition* 12, pp. 789–796

Wiederholtes Testen in einem cognitive bias Paradigma beim Hausschwein

Repeatedly testing domestic pigs in a cognitive bias paradigm

JENNY STRACKE, SANDRA DÜPJAN, ARMIN TUCHSCHERER, BIRGER PUPPE

Zusammenfassung

Wiederholtes Testen in einem cognitive bias Paradigma war beim Hausschwein bisher nicht möglich. In dieser Studie wurde ein räumliches Versuchsdesign genutzt, um 15 Tiere in einer Go/NoGo-discrimination-task darauf zu trainieren, eine positiv assoziierte Position einer Zielbox (Belohnung) von einer negativ assoziierten Position (milde Strafe) zu unterscheiden. Im Training wurde außerdem das Prinzip der partiellen Verstärkung angewandt. Anschließend wurde die Verhaltensantwort der Tiere auf drei intermediäre unverstärkte Positionen getestet. Pro Tier fanden acht Testwiederholungen je Testposition statt. Nach der Trainingsphase konnten die Tiere die positiv bzw. negativ assoziierten Reize sicher voneinander unterscheiden. Die Reaktion der Tiere auf die intermediären Positionen war differenziert und graduell abgestuft. Diese Abstufung blieb über alle acht Testwiederholungen stabil. Die hier vorgestellte Methodik ermöglicht somit wiederholtes Testen und schafft damit die Basis für weiterführende Studien zur Beurteilung affektiven Verhaltens beim Hausschwein.

Summary

Repeated testing in a cognitive bias paradigm in pigs was not possible this far. This study presents a spatial judgement paradigm in which 15 subjects learned to discriminate a positive associated position of a goal box (reward) from a negative associated one (mild punishment) in a Go/NoGo-discrimination-task. Additionally, partial reinforcement was introduced. Then the responses of the animals to three intermediate unreinforced test-positions were tested repeatedly (eight repetitions). After training, the subjects were able to discriminate both, positively and negatively associated, positions reliably. Animals showed differentiated and monotonic graded responses in regard to the intermediate positions. This gradation remained stable over all eight test-repetitions. Therefore the presented method enables repeated testing and provides a basis for following studies on affective states in pigs.

1 Einleitung

HARDING et al. (2004) stellten erstmalig ein Paradigma vor, das es ermöglicht, die Valenz affektiver Zustände beim Tier nonverbal zu erfassen. *Cognitive bias* (Kognitive Verzerrung) ist ursprünglich ein Begriff aus der Humanpsychologie, der die Tendenz beschreibt, dass sich kognitive Prozesse wie z. B. die Gedächtnisleistung oder Entscheidungsfindung abhängig von Emotionen oder Stimmungen darstellen (MENDL et al. 2009; PAUL et al. 2005). Die meisten Studien an Tieren halten sich an den ursprünglich von HARDING et al. (2004) entwickelten Ansatz. Tiere werden zunächst darin trainiert, einen bestimmten positiv assoziierten Stimulus von einem anderen negativ assoziierten Stimulus zu unterscheiden und mit einer spezifischen Verhaltensantwort zu belegen. Die Tiere werden dann mit einem oder mehreren ambivalenten Stimuli konfrontiert, welche sich in ihrer Wertigkeit zwischen den beiden extremen, erlernten Stimuli befinden. Anhand der Verhaltensreaktion des Tieres lassen sich Rückschlüsse auf die Erwartungshaltung ziehen – bewertet es die ambivalente Situation eher positiv bzw. optimistisch, wird die Verhaltensantwort ähnlich der Reaktion auf den positiv assoziierten Stimulus ausfallen. Ist die Erwartungshaltung eher negativ bzw. pessimistisch, wird die Verhaltensantwort in Richtung der erlernten Reaktion auf den negativ assoziierten Stimulus tendieren. In der Theorie wird also erwartet, dass sich die Reaktion des Tieres nach erfolgreich abgeschlossenem Training graduell zwischen den extremen Verhaltensantworten bewegt, abhängig von der Ähnlichkeit des ambivalenten Stimulus zu den erlernten Stimuli (GYGAX 2014). Bringt man die Tiere anschließend in unterschiedliche emotionale Zustände (z. B. durch Änderung der Haltungsbedingungen, pharmakologische Behandlungen) sollte sich die Bewertung des ambivalenten Stimulus, abhängig von der emotionalen Einfärbung der kognitiven Leistung, verschieben. So konnte man beim Menschen z. B. feststellen, dass ambivalente Situationen von Menschen mit einer depressiven Erkrankung pessimistischer bewertet werden als von gesunden Probanden (GOTLIB und KRASNOPEKOVA 2004).

Nach den bisherigen Erkenntnissen verspricht der *cognitive bias* Ansatz also Potential zu haben, emotionale Valenzen auch beim Nutztier zu erfassen. In den letzten Jahren wurde er an zahlreichen Tierarten und in unterschiedlichsten Situationen untersucht. Trotz der zahlreichen Publikationen sind die Ergebnisse nicht immer zufriedenstellend – teils unerwartet und schwer miteinander vergleichbar. Das mag einerseits daran liegen, dass die Studien in Durchführung, Methodik und statistischer Planung stark variieren (GYGAX 2014), ist aber wahrscheinlich auch darin begründet, dass der *cognitive bias*-Ansatz bisher noch nicht ausreichend wissenschaftlich und methodisch validiert wurde, um eine eindeutige Aussage über affektive Zustände von Tieren zuzulassen (DÜPJAN et al. 2013). Die hier vorgestellte Studie befasst sich mit einem Teilaspekt der methodischen Validierung, dem wiederholten Testen. Die Studie ist Teil eines größeren Projekts zur Beurteilung von Persönlichkeit beim Tier, auf das hier nicht näher eingegangen werden soll. Ein essentieller Aspekt allerdings zur Bewertung von Persönlichkeit ist die zeitliche Stabilität der Verhaltensantwort (GOSLING 2008). Testwiederholungen sind außerdem von Bedeutung, um zuverlässige Aussagen über Behandlungseffekte zu treffen – insbesondere sollte hier auszuschließen sein, dass gefundene Effekte der experimentellen Behandlung nicht in Wirklichkeit Effekte wiederholten Testens abbilden (DOYLE et al. 2010). Da in den meisten *cognitive bias*-Studien unverstärkte ambivalente Stimuli genutzt werden, ist ein häufiges Problem, dass bei den

Tieren ein Lernprozess einsetzt, der in einer verminderten Reaktivität auf die Teststimuli resultiert (DOYLE et al. 2010; SCOLLO et al. 2014). In unseren eigenen Vorversuchen zeigte sich, dass Schweine in einem räumlichen *Go/NoGo*-Paradigma bereits nach der ersten Präsentation der ambivalenten, nicht verstärkten Reize, deren Bedeutung lernten (unveröffentlichte Daten), sodass in der Folge jede ambivalente Position nur einmal getestet wurde (DÜPJAN et al. 2013). Eine Methode, um die Motivation bzw. die Ambivalenz des Testreizes längerfristig aufrecht zu erhalten, ist die partielle Verstärkung der Trainingsstimuli. Dabei wird die gezeigte Reaktion der Tiere im Lernprozess nicht jedes Mal verstärkt, sondern bleibt bei dem jeweils positiv bzw. negativ assoziierten Stimulus neutral (weder belohnt noch bestraft). In der hier vorgestellten Studie wurde getestet, ob durch Einführung von partieller Verstärkung ein wiederholtes Testen der Reaktionen auf ambivalente Reize beim Hausschwein möglich wird. Zudem zeigte sich in unserer vorhergehenden Studie (DÜPJAN et al. 2013), dass die Tiere die drei ambivalenten Reize entgegen der Erwartungen (GYGAX 2014) nicht graduell unterschiedlich, sondern alle einheitlich positiv bewerteten (DÜPJAN et al. 2013). Dies kann dazu führen, dass Behandlungseffekte maskiert werden. Um eine Differenzierung der Testreize zu erreichen, wurde deshalb in dem hier vorgestellten Versuch eine milde Bestrafung (statt des bloßen Ausbleibens einer Belohnung) eingeführt.

2 Tiere, Material und Methoden

Die hier vorgestellte Studie wurde vom Landesamt für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg Vorpommern geprüft und bewilligt (AZ: 7221.3-1.1-105/12). Es wurde sich bemüht, die Tierzahlen so gering als möglich zu halten.

2.1 Tiere und Haltung

Die Datenaufnahme erfolgte, aufgeteilt in zwei Durchgänge, von Juli bis September 2013 in der Experimentalanlage Schwein (EAS) des Leibniz Institutes für Nutztierbiologie in Dummerstorf. Es wurden ausschließlich Schweine der Deutschen Landrasse, die sowohl in der EAS geboren als auch aufgezogen wurden, genutzt.

Nach dem Absetzen (28. Lebenstag) wurden 20 weibliche Ferkel je Durchgang aus je fünf Würfen (jeweils vier Vollgeschwister) in zwei Gruppen à zehn Tieren (jeweils zwei Vollgeschwister pro Wurf) in Absetzerbuchten (1,8 x 2,5 m) verbracht. Die Gruppen blieben bis zum Versuchsabschluss stabil. Die Absetzerbuchten waren mit einer durchgehenden, beheizbaren Fläche (0,6 x 2,9 m) und Vollspaltenboden auf dem Rest der Fläche ausgestattet. Die Tiere hatten Ad-libitum-Zugang zu Futter (Turbostart, Trede und von Pein, Itzehoe, Deutschland) und Wasser. Die Rangordnung innerhalb der Gruppen wurde über Videoaufnahmen während der ersten 72 Stunden nach dem Absetzen bestimmt. Alle Tiere nahmen außerdem an diversen Verhaltenstests teil, zum Teil in der Gruppe (*Novel Human, Novel Object, Open Door*) und zum Teil einzeln (Ergebnisse werden hier nicht präsentiert).

Mit 36 Lebenstagen bezogen die Tiere Buchten (1,7 x 2,5 m) in dem Versuchsraum. Haltung und Versuchsdurchführung fanden dort parallel statt. Die Haltungsbuchten waren mit Vollspaltenboden und einer Liegefläche aus durchgehendem Beton (1,7 x 0,5 m) bzw. Plastik (1,7 x 0,6 m) ausgestattet. Die Buchten wurden mit kommerziellem Schweinespielzeug bestückt, zusätzlich erhielten die Tiere zweimal täglich je ca. 50 g einer Mischung

aus gehäckseltem Stroh, Sägespänen und Hanfpellets. Futter (Porcistart/Porcibig, Trede und von Pein, Itzehoe, Deutschland) und Wasser standen *ad libitum* zur Verfügung. Die Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit wurden automatisch kontrolliert (Euromatic).

Je Durchgang wurden je acht Tiere (vier pro Gruppe, jeweils ein Vollgeschwistertier in der Parallelgruppe) ausgewählt. Die Auswahl der Versuchstiere erfolgte pseudorandomisiert. Tiere, die eine Futterbelohnung in einer standardisiert und isoliert durchgeführte Fütterung verweigerten, wurden vom Versuch ausgeschlossen. Die ausgewählten Versuchstiere verblieben in ihren ursprünglichen Gruppen, um die Dominanzstruktur stabil zu erhalten.

2.2 Versuchsaufbau

Die Begrenzung der Versuchsarena bestand aus 1,25 m hohen Holzplatten. Der Zutritt zur Arena wurde mittels einer Guillotinetür über die Startbox (0,6 x 1,1 m) ermöglicht. Die Arena, mit der Form eines Kreisabschnittes, hatte einen Radius von 3,2 m. Die Zielbox konnte an fünf fixen Positionen angebracht werden; die rechte und linke Ecke fungierten jeweils als belohnte oder bestrafte Position und drei Positionen dazwischen als Testpositionen (nah belohnt (S+), Mitte (M), nah bestraft (S-)). Die Distanz zwischen den einzelnen Testpositionen betrug 1,15 m zwischen belohnter bzw. bestrafte Position und Testposition und 1,26 m zwischen den Testpositionen. Die Zielbox beinhaltete eine Futterschüssel, die sich hinter einer beweglichen Klappe befand. Die Klappe konnte vom Versuchstier eigenständig mithilfe leichten Drucks der Rüsselscheibe geöffnet werden. Die Futterschüssel enthielt die Belohnung (5 ml Apfelmus „Kaufland Classic“), die auf der belohnten Position frei zugänglich war. Befand sich der Trog auf der bestrafte Position, war die Futterschüssel mit einer perforierten Plastikplatte (aus demselben Material wie die Halterung der Futterschüssel) abgedeckt, um so zwar die olfaktorischen Reize zu gewährleisten, den freien Zugang zum Futter allerdings zu verweigern. Die Bestrafung wurde manuell durchgeführt. Dabei wurde eine Plastiktüte möglichst direkt frontal vor oder über dem Tier geschüttelt (die genaue Dosierung variierte aufgrund der Bewegungen des Tieres). Die ausführende Person befand sich dabei außerhalb der Arena und vor sowie nach der Bestrafung außerhalb des Sichtfeldes des jeweiligen Versuchstieres, so dass die Bestrafung für das Tier nicht vorhersehbar war. Die Testpositionen wurden weder bestraft noch belohnt, wobei die Futterschüssel mit 5 ml Apfelmus bestückt war, der Zugang aber durch die perforierte Platte verhindert.

2.3 Training

Die Tiere wurden einzeln darauf trainiert, zwischen der belohnten und der bestrafte Position der Zielbox zu unterscheiden (*Go/NoGo-discrimination-task*). Die Hälfte der Tiere wurde in der rechten Ecke der Arena belohnt und in der linken Ecke bestraft und die andere Hälfte andersherum. Die Trainingsreihenfolge der Tiere wurde über die Gesamtdauer des Trainings und der Tests beibehalten.

Das Training fand an sieben aufeinanderfolgenden Tagen in der sechsten Lebenswoche statt. Es wurde in drei Durchläufe je Tag unterteilt, mit jeweils festen Anfangszeiten und mindestens einer Stunde Pause zwischen den einzelnen Durchläufen, um dem Ruhebedürfnis der Tiere gerecht zu werden. Jeder Durchlauf bestand aus vier aufeinanderfolgenden Runden je Tier, so dass sich jedes Tier 12 Mal je Tag in der Arena befand. Eine Runde

dauerte eine Minute, in der sich die Schweine für entweder eine positive Reaktion (Öffnen des Troges = *Go*-Reaktion) oder eine negative Reaktion (kein Öffnen des Troges = *NoGo*-Reaktion) entscheiden mussten. Die Zielbox wurde sechsmal auf der belohnten Position (S+) und sechsmal auf der bestrafte Position (S-) präsentiert. Um einen späteren Gewöhnungseffekt der Tiere an die unverstärkten Testpositionen zu minimieren, wurde zusätzlich das Prinzip des *partial reinforcement* eingeführt (DOYLE et al. 2010). Dabei wurde jeweils einmal je Tag auf der belohnten bzw. bestrafte Position weder belohnt noch bestraft. Die Reihenfolge der unterschiedlichen Behandlungen an Tag 1 wurde festgelegt (Durchlauf 1: belohnt, belohnt, belohnt, bestraft; Durchlauf 2: nicht bestraft, belohnt, nicht bestraft, belohnt; Durchlauf 3: nicht bestraft, nicht bestraft, bestraft, belohnt), ab Tag 2 wurde die Reihenfolge pseudorandomisiert. Dabei wurde darauf geachtet, nicht mehr als drei aufeinanderfolgende Runden derselben Behandlung zuzulassen (rechts: links = 3 : 1; 2 : 2; 1 : 3).

2.4 Test

Die Testphase startete ab Tag 9. Getestet wurde an drei aufeinanderfolgenden Tagen in der Woche (Dienstag, Mittwoch, Donnerstag) für vier Wochen. In den Tagen dazwischen fanden weder Tests noch Training statt. Die Testrunden wurden in das übliche Training als zusätzliche Runden integriert, die jeweils vor Durchlauf 2 und 3 stattfanden. Die Testpositionen befanden sich auf drei Positionen zwischen belohnter und bestrafte Position und waren unverstärkt. Wie auch in den Trainingsrunden hatten die Tiere eine Minute Zeit ihre Entscheidung (*Go/NoGo*) zu treffen. Die Abfolge der Testpositionen wurde pseudorandomisiert, wobei darauf geachtet wurde, nicht dieselbe Testposition zweimal je Tag zu präsentieren. Zusammengefasst wurde jede Testposition zweimal je Woche (einmal vor Durchlauf 2, einmal vor Durchlauf 3) und achtmal während der gesamten Testphase gezeigt.

An allen Testtagen wurde die Herzfrequenz der Tiere mithilfe eines nichtinvasiven Systems (Polar H2, Polar Electro Oy, Finnland) erfasst (Ergebnisse werden hier nicht präsentiert). Die Tiere wurden dazu jeweils nach Durchlauf 1 mit Herzfrequenzgurten ausgestattet, die dann für Durchlauf 2 und 3 am Tier verblieben.

2.5 Verhaltensbeobachtungen

Die Tiere wurden videoüberwacht. Die Kamera war mittig über der Arena installiert und erfasste die gesamte Arena sowie den vordersten Bereich der Startbox. Die Videos wurden mit einem Digitalrekorder aufgenommen, in ein gängiges avi-Format umgewandelt und mithilfe der Software „The Observer XT“, Version 11.0 (Noldus Information Technology, Wageningen, Niederlande) ausgewertet. Dabei wurde jeweils die Latenzzeit vom Betreten der Arena (alle vier Füße des Tieres in der Arena) bis zum Öffnen der Zielbox erfasst. Wurde die Zielbox nicht innerhalb der gegebenen Zeit (eine Minute) geöffnet, wurde die Latenzzeit auf 60 Sekunden gesetzt.

2.6 Statistische Analyse

Für die Datenanalyse wurde eine GLIMMIX-Prozedur für generalisierte lineare gemischte Modelle genutzt (SAS Version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Trainingsdaten (Positionen S+ und S-) und Testphase (ab Tag 9) wurden getrennt analysiert. Im Modell wurden Testposition und Testwoche als fixe Faktoren verwendet; wiederholte Messungen am Tier

wurden berücksichtigt. Multiple Mittelwertvergleiche erfolgten mittels des Tukey-Kramer-Tests, wobei ausschließlich Vergleiche innerhalb einer Testwoche bzw. innerhalb einer Testposition durchgeführt wurden (Option *slicediff*).

Die Trainingsdaten aller Tage (Trainingsphase und Testphase) wurden als absolute Werte berücksichtigt. Die Latenzzeiten für die Testpositionen (nah belohnt, Mitte, nah bestraft) wurden als relative Latenzen zu den jeweiligen tierindividuellen Tagesmittelwerten der belohnten Trainingsrunden (Tagesmittelwert entspricht 1) und bestraften Trainingsrunden (Tagesmittelwert entspricht 0) dargestellt.

3 Ergebnisse

Ein Tier musste von der Datenanalyse ausgeschlossen werden, da es die Belohnung nach der Trainingswoche nicht mehr fraß, so dass insgesamt 15 Tiere in die statistische Auswertung eingingen. Alle 15 Tiere konnten S+ und S- am Ende der Trainingsphase voneinander unterscheiden. Es zeigte sich ein signifikanter Effekt des Tages ($F = 2,6$, $p < 0,001$) sowie ein signifikanter Effekt der relativen Position (S+/ S-) ($F = 5815,3$, $p < 0,001$). Außerdem wurde ein Interaktionseffekt von relativer Position und Tag gefunden ($F = 26,1$, $p < 0,001$). Paarweise Vergleiche bei S+ und S- an den einzelnen Tagen zeigten, dass sich die Reaktion der Tiere schon am ersten Tag signifikant voneinander unterschied ($t = -3,6$, $p < 0,001$), wobei die Tiere kürzere Latenzzeiten bei S+ aufwiesen als bei S-. Paarweise Vergleiche der einzelnen Tage an den jeweiligen Positionen zeigten, dass bei S+ ab Tag 5 und bei S- ab Tag 4 keine signifikanten Unterschiede mehr zwischen den Tagen gefunden werden konnten.

Wie erwartet, ergab die Analyse der Testphase einen signifikanten Effekt der relativen Position (S+, nS+, M, nS-, S-) ($F = 636,2$, $p < 0,001$). Allerdings konnte auch ein Effekt der Testwoche (1–4) ($F = 6,7$, $p < 0,001$) sowie ein Interaktionseffekt von relativer Position und Testwoche nachgewiesen werden. Die Latenzzeiten bei nS+ waren in der ersten Woche signifikant kürzer als in Woche 4 ($t = -2,7$, $p < 0,05$). Bei nS- konnten in Woche 1 signifikant kürzere Latenzen als in allen drei nachfolgenden Wochen gezeigt werden (alle $t < -3,4$, alle $p < 0,05$). In den Wochen 2 bis 4 dagegen blieben die Werte der Latenz stabil, sowie auch auf den Positionen S+, M, S- (Abb. 1). Die Latenzzeiten auf den unterschiedlichen Positionen wiesen eine Staffelung mit steigender Latenzzeit von S+ zu S- auf.

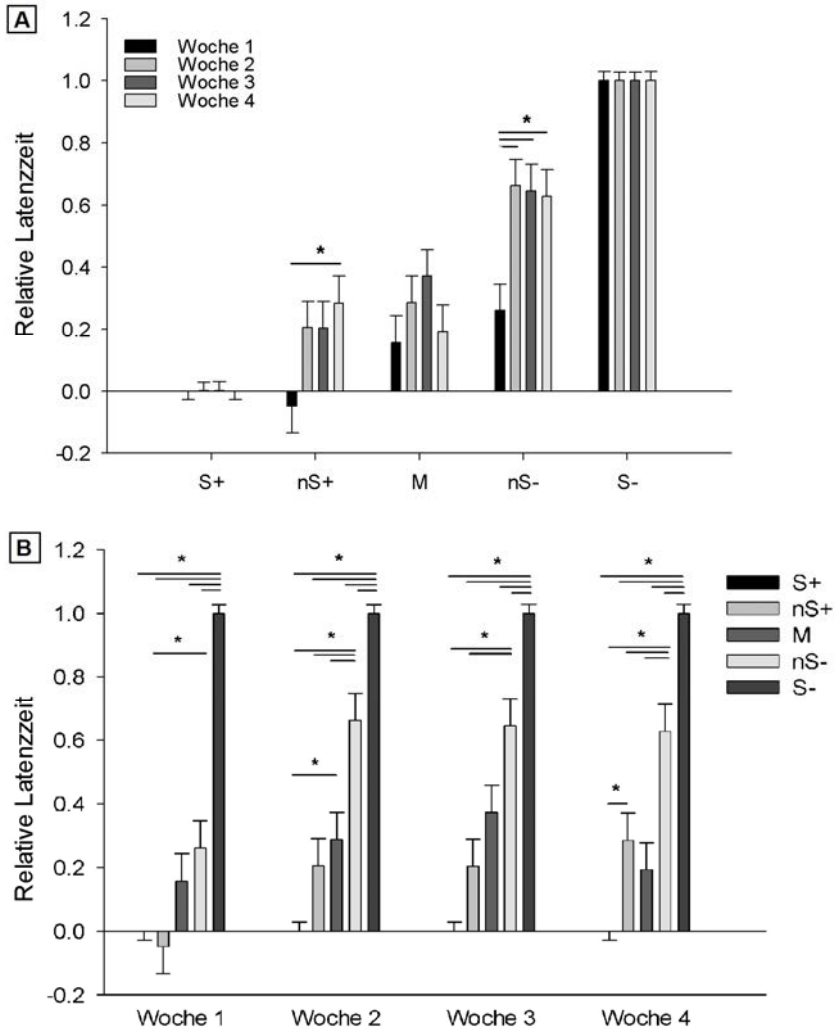


Abb. 1: Relative Latenzen vom Betreten der Versuchsarena bis zum Öffnen der Zielbox (LSM ± S.E.); A: Unterschiede zwischen den Wochen; B: Unterschiede zwischen den verschiedenen Positionen (S+ = belohnt, nS+ = nah belohnt, M = Mitte, nS- = nah bestraft, S- = bestraft); * = p mindestens < 0,05

Fig. 1: Relative Latencies from entering the arena till opening the goal box (LSM ± S.E.); A: Differences between weeks; B: Differences between different positions of the goal box (S+ = rewarded, nS+ = near rewarded, M = middle, nS- = near punished, S- = punished); * = p at least < 0.05

4 Diskussion

In diesem modifizierten Versuchsdesign (Original: DÜPJAN et al. 2013) konnte gezeigt werden, dass die Tiere mit deutlich unterschiedlichen Reaktionen auf positiv bzw. negativ belegte Reize reagieren. Das ist bekannt – neu ist dagegen, dass die Tiere nach der Modifikation der Methodik (Einführung einer milden Strafe, *partial reinforcement*) auf intermediäre, ambivalente Reize eine differenzierte, graduell abgestufte Reaktion zeigen und dieser Effekt auch nach achtmaliger Wiederholung erfolgte.

Die Ergebnisse der Trainingsdaten lassen darauf schließen, dass die Tiere die belohnte und die bestrafte Position der Zielbox zuverlässig voneinander unterscheiden konnten. Dass die Tiere bereits am ersten Trainingstag signifikant unterschiedliche Latenzzeiten aufwiesen ist zwar unerwartet, lässt sich aber durch die festgelegte Reihenfolge der Behandlungen am ersten Trainingstag erklären. Die Tiere starteten mit einer Überpräsentation der belohnten Position, um sich zunächst an die Versuchsumgebung, das Öffnen der Zielbox und das Fressen der Belohnung zu gewöhnen. Die festgelegte Reihenfolge hat sich in Vorversuchen bewährt. Die Latenzzeiten für das Öffnen des Troges auf der belohnten Position nahmen bis zu Tag 5 ab, danach blieben sie auf stabilem Niveau. Auf der bestrafte Position wurden die Latenzzeiten bis zu Tag 3 länger und unterschieden sich dann nicht mehr signifikant voneinander. Es kann also angenommen werden, dass ein siebentägiges Training unter den gewählten Bedingungen ausreichend ist, damit die Tiere zu Beginn der Testphase (ab Tag 9) die beiden Extrempositionen zuverlässig mit einer positiven Reaktion (kurze Latenzzeit/ belohnt) bzw. einer negativen Reaktion (lange Latenzzeit/ bestraft) beantworten.

Die Tiere zeigten eine abgestufte Reaktion auf die unterschiedlichen Teststimuli mit der kürzesten Latenzzeit für die nah belohnte Position und der längsten Latenzzeit für die nah bestrafte Position, was der theoretischen Erwartung des *cognitive-bias*-Ansatzes als Verhaltenskontrollmechanismus entspricht (GYGAX 2014). Im Unterschied zum Ursprungsdesign (DÜPJAN et al. 2013) und zu einer anderen Studie am Schwein (SCOLLO et al. 2014) wurde die unverstärkte „negative“ Position der Zielbox durch eine milde Strafe deutlich negativer besetzt. Dies scheint bei den Schweinen zu einer besseren Differenzierung der beiden Extrempositionen und in Konsequenz zu einer erfolgreichen Differenzierung der intermediären Positionen zu führen. In zukünftigen Studien sollte es also möglich sein, Behandlungseffekte in den Reaktionen auf die ambivalenten Reize zu erkennen.

Die graduelle Abstufung der Reaktion auf die Teststimuli blieb über die gesamte Testdauer (vier Wochen/acht Testwiederholungen) erhalten. Durch die Einführung der Strafe und des *partial reinforcement* wurde mit diesem Versuchsdesign also die methodische Grundlage gelegt, in einem *cognitive-bias*-Paradigma beim Schwein wiederholt testen zu können. Das wiederum ist als Basis grundlegend, um zeitlich stabile Reaktionen (z. B. zur Untersuchung von Persönlichkeitsmerkmalen) messen zu können (GOSLING 2008; STAMPS und GROOTHUIS 2010).

Nichtsdestotrotz finden wir signifikante Unterschiede in den Latenzzeiten der ersten Testwoche im Vergleich zur letzten Testwoche. Diese finden sich allerdings weder in den Abstufungen der unterschiedlichen Testpositionen noch in den Extrempositionen (belohnt/ bestraft) wieder. Dies deutet darauf hin, dass die Reaktion der Tiere während der vier Testwochen keinen Lerneffekt auf die unverstärkten Teststimuli abbildet. Ein solcher Lerneffekt

war in bisherigen Untersuchungen zum wiederholten Testen (Schaf: DOYLE et al. 2010, Schwein: SCOLLO et al. 2014) durchaus relevant. Die Tiere lernten in der Trainingsphase ausschließlich, die Positionen S+ und S- voneinander zu unterscheiden. Der Trog stand daher immer auf den gewohnten Positionen in der jeweils linken oder rechten Ecke. Die kürzeren Latenzzeiten in Testwoche 1 könnten daher eine Reaktion auf die Neuartigkeit des Reizes darstellen, nicht unbedingt allein auf seine Ambivalenz. Allerdings wird die Latenz der Reaktion auf einen neuen Stimulus (*Novel Object*) allgemein genutzt, um die Reaktivität/Ängstlichkeit bei Schweinen zu testen (JANCZAK et al. 2003; PUPPE et al. 2007). Es wäre also tendenziell eher davon auszugehen, dass die Latenzzeit sich bei Präsentation eines neuartigen Reizes verlängert, nicht verkürzt. Eine generelle optimistische Reaktion auf die Präsentation eines neuen Reizes (DÜPJAN et al. 2013) ist zwar trotzdem nicht auszuschließen, durch die Einführung der Strafe wird die Testsituation an sich allerdings nicht mehr grundsätzlich optimistisch eingeschätzt, was die starke Differenzierung der Testreize deutlich zeigt. Die Ergebnisse aus den *Novel-Object*-Tests, denen die Tiere unterzogen wurden (5. und 11. Lebenswoche), könnten wichtige Erkenntnisse beisteuern (Daten in Auswertung). Eine weitere Ursache für diesen Unterschied in der ersten Testwoche könnte die relativ kurze Pause zwischen dem Training und der darauffolgenden Testphase darstellen, da Pausen insbesondere für Lernen und Gedächtniskonsolidierung von großer Bedeutung sind (STICKGOLD et al. 2001). Das Training wurde von Montag bis Sonntag durchgeführt, die Tiere hatten anschließend nur einen Tag Pause, bevor sie in die Testphase starteten. Zwischen den restlichen drei Testwochen hatten die Tiere dagegen jeweils vier Tage Pause zwischen den einzelnen Testeinheiten. Das Training wird deshalb in derzeit laufenden Versuchen vorverlegt, um eine größere Pause zwischen Trainingsphase und Testwoche 1 zu gewährleisten; es bleibt abzuwarten, ob dies in Testwoche 1 einen Unterschied bewirkt. Ungeachtet der genauen Ursache sollten Studien, die Änderungen affektiven Verhaltens als Behandlungseffekt erfassen wollen, die hier gezeigte Problematik der ersten Testwoche nicht außer Acht lassen. Behandlungen sollten daher, wenn möglich erst nach der zweiten Testwoche stattfinden, um ein stabiles Vergleichslevel zu gewährleisten.

Das hier vorgestellte cognitive-bias-Paradigma mit milder Bestrafung als negativem Verstärker sowie partieller Verstärkung im Training ist zur Erfassung zeitlich stabiler Reaktionsmuster der Tiere über mehrere Testwochen geeignet. Die vorgestellte Methodik schafft somit die Grundlage für weiterführende Studien zur Darstellung der Valenz affektiver Zustände beim Hausschwein.

Literatur

- Doyle, R.E.; Vidal, S.; Hinch, G.N.; Fisher, A.D.; Boissy, A.; Lee, C. (2010): The effect of repeated testing on judgement biases in sheep. *Behavioural Processes* 83, pp. 349-352
- Düppjan, S.; Ramp, C.; Kanitz, E.; Tuchscherer, A.; Puppe, B. (2013): A design for studies on cognitive bias in the domestic pig. *Journal of Veterinary Behavior*, 8, pp. 485-489
- Gosling, S. D. (2008): Personality in non-human animals. *Social and Personality Psychology Compass* 2, pp. 985-1001
- Gygax, L. (2014): The A to Z of statistics for testing cognitive judgement bias. *Animal Behaviour* 95, pp. 59-69
- Harding, E.J.; Paul, E.S.; Mendl, M. (2004): Animal behaviour: cognitive bias and affective state. *Nature* 427, p. 312
- Janczak, A.M.; Pedersen, L.J.; Rydhmer, L.; Bakken, M. (2003): Relation between early fear- and anxiety-related behaviour and maternal ability in sows. *Applied Animal Behaviour Science* 82, pp. 121-135
- Mendl, M.; Burman, O.H.; Parker R.M.A; Paul, E.S. (2009): Cognitive bias as an indicator of animal emotion and welfare: Emerging evidence and underlying mechanisms. *Applied Animal Behaviour Science* 118, pp. 161-181
- Paul, E.S.; Harding, E.J.; Mendl, M. (2005): Measuring emotional processes in animals: the utility of a cognitive approach. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 29, pp. 469-491
- Puppe, B.; Ernst, K.; Schön, P.C.; Manteuffel, G. (2007): Cognitive enrichment affects behavioural reactivity in domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 105, pp. 75-86
- Scollo, A.; Gottardo, F.; Contiero, B.; Edwards, S.A. (2014): Does stocking density modify affective state in pigs as assessed by cognitive bias, behavioural and physiological parameters? *Applied Animal Behaviour Science* 153, pp. 26-35
- Stamps, J.; Groothuis, T.G.G. (2010): The development of animal personality: relevance, concepts and perspectives. *Biological Reviews* 85, pp. 301-325
- Stickgold, R.; Hobson, J.A.; Fosse, R.; Fosse, M. (2001): Sleep, learning, and dreams: off-line memory reprocessing. *Science* 294, pp. 1052-1057

Übertragung von Emotionen während eines Antizipationstests beim Schwein

Emotional contagion during anticipation in pigs

LISA MCKENNA, INONGE REIMERT, BAS T. RODENBURG, J. ELIZABETH BOLHUIS

Zusammenfassung

In der modernen kommerziellen Schweinehaltung leben viele Tiere gemeinsam auf engem Raum. Bisher ist nicht bekannt, ob Gefühlszustände wie Angst oder Freude vom einen Tier auf das andere übertragen werden und somit das Wohlbefinden der ganzen Gruppe beeinflussen. Um Tierwohl dahingehend objektiv messen zu können, ist es naheliegend, Erwartungshaltungen zu untersuchen, da diese Aufschluss über die Wertigkeit einer Behandlung für das Tier geben können. Um herauszufinden, ob bei Schweinen während der Antizipation eines positiven oder negativen Ereignisses eine Gefühlsübertragung auf Artgenossen stattfindet, wurde ein Experiment mit 64 Schweinen durchgeführt, die jeweils in Vierergruppen eingeteilt wurden. Für die Konditionierung wurde zwei Schweinen je Gruppe beigebracht, dass das Auftreten eines bestimmten Stimulus (Piano- oder Marschmusik) eine positive beziehungsweise negative Behandlung voraussagt. Die positive Behandlung ermöglichte dem Schwein zusammen mit einem Artgenossen den Zugang zu einer großen, mit Erde und Stroh bedeckten Fläche, in der Schokoladenrosinen versteckt wurden. Die negativen Behandlungen waren unter anderem die Isolation vom Artgenossen oder laute Geräusche. Die Tiere lernten, dass sie nach der Pianomusik die positive Behandlung erfahren und nach der Marschmusik die negative Behandlung oder andersherum. Ein Ziel der Studie war es zu beobachten, ob die konditionierten Tiere klar unterscheidbare Verhaltensprofile zeigten, wenn sie die verschiedenen Stimuli, welche die Behandlungen ankündigen, hörten. Nach der Konditionierungsphase begleiteten zwei naive Artgenossen aus der gleichen Gruppe die konditionierten Schweine in den Testraum. Es wurde nun beobachtet, ob die Verhaltensweisen, die die konditionierten Schweine zeigten während der jeweilige Stimulus abgespielt wurde, von den naiven Schweinen imitiert wurden und sich somit der Gefühlszustand der konditionierten Schweine (Vorfremde auf die positive Behandlung oder Furcht vor der negativen Behandlung) möglicherweise auf die naiven Schweine übertrug. Die Ergebnisse zeigten, dass die konditionierten Schweine in Erwartung der positiven Behandlung ihre Ohren signifikant öfter nach hinten gerichtet hielten, das Testabteil weniger erkundeten und mehr Körperkontakt zu den Artgenossen herstellten. Die konditionierten Schweine zeigten also Unterschiede in ihren Verhaltensweisen in Antizipation der unterschiedlichen Behandlungen. Diese entsprachen jedoch nicht den Verhaltensweisen, die man herkömmlicherweise mit verschiedenen Gefühlszuständen assoziiert. Ansätze von Verhaltenssynchronisation konnten dennoch beobachtet werden, als die naiven Tiere die konditionierten Tiere begleiteten. Es konnte gezeigt werden dass alle Schweine (konditionierte und naive) sowohl weniger „Freezing“-Verhalten als auch weniger Erkundungsverhalten zeigten und mehr Körperkontakt zueinander herstellten. Diese Verhaltenssynchronisationen könnten auf eine Gefühlsübertragung hinweisen. Allerdings wurde die eventuelle

Gefühlsübertragung in dieser Studie durch Verhaltensweisen ausgedrückt, welche nicht klassischerweise als Ausdruck unterliegender Emotion genutzt werden (z.B. Spielverhalten oder Ohren anlegen). Weitere Untersuchungen sowohl bezüglich der Kommunikationssignale von Schweinen als auch der physiologischen Parameter die Emotionen zugrunde liegen wären dahingehend aufschlussreich.

Summary

In modern pig husbandry high numbers of animals are housed in close proximity to each other. It is unknown whether the distress or pleasure of one individual is transferred to its group mates and therefore may reduce or enhance the welfare of the whole group. In order to assess the welfare state of animals, anticipatory behaviour is useful to look at because it reflects the emotional valence an event has for the animal. In order to find out whether pigs transfer their emotions to conspecifics during anticipation of a positive or negative treatment (and therefore show emotional contagion), an experiment with 64 test pigs was designed. Two pigs per group were taught that the display of a given cue (piano music or military march music) predicted an upcoming treatment (either positive (access to large area with straw, peat and chocolate raisins) or negative (i.e. isolation from conspecifics and loud noise)). The pigs learned that after the display of e.g. the piano music, they experienced the positive treatment and after the display of the military march music they experienced the negative treatment or vice versa. One aim of the study was therefore to see whether the trained pigs developed distinct behavioural profiles when anticipating the positive or the negative treatment. After the training period, two naive pen mates of the trained pigs accompanied them to the test room and it was investigated whether the anticipatory behaviour of the trained pigs (associated with positive or negative underlying emotions, depending on the treatment ahead) was adapted by the naive pigs. Study outcomes demonstrated that during the anticipation of the positive event, the trained pigs held their ears more in a backwards position, explored the compartment less and showed more body contact. The training pigs therefore did show distinct anticipatory behaviours in response to the cues predicting the treatments but not by means of behaviours which are commonly associated to represent underlying emotional states. However, certain signs of behavioural synchrony could be seen when comparing the day of baseline measurement (when either the trained pigs or the naive pigs were in the test room by themselves) and the emotional contagion test day (when both training and naive pigs were in the test room together). It was found that all pigs (both trained and naive) showed less standing alert behaviour, less explorative behaviour and more body contact on the emotional contagion test day. Therefore, a certain degree of behavioural synchronization was observed in the pigs. This behavioural similarity could indicate that emotional contagion indeed took place but was expressed by means of behavioural indicators different from those described in other studies concerning emotional contagion and anticipatory behaviour in pigs. Further investigation regarding signals pigs use in their communication with conspecifics could therefore be worthwhile.

1 Einleitung

Der Transfer von Emotionen von einem Individuum zum anderen ist eine Form der Empathie und stellt eine wichtige Adaptation zur Lebenserhaltung dar (DE WAAL 2008). Emotionstransfer ist oft durch Verhaltensimitation gekennzeichnet und somit vorteilhaft für in Gruppen lebende Tiere (DE WAAL 2008). Erste Anzeichen eines Emotionstranfers konnten in der Studie von REIMERT et al. (2013) an Schweinen gezeigt werden. In dieser Studie reagierten Schweine mit angelegtem Schwanz, sobald ihre Artgenossen eine negative Behandlung erwarteten und mit geringeltem Schwanz sobald dieselben Artgenossen eine positive Behandlung erwarteten (REIMERT et al. 2013). Der physiologische Mechanismus hinter dem Transfer von Emotionen wurde von PRESTON und DE WAAL (2002) als "Perception-Action-Link" bezeichnet und beschreibt die automatische Aktivierung autonomer und somatischer Reaktionen im Körper von Individuum A sobald dieser subtile Signale zum emotionalen Status von Individuum B empfängt. Individuum A aktiviert automatisch die identischen neuronalen Reaktionen wie Individuum B und empfindet somit dessen Gefühlszustand nach (DE WAAL 2008).

Negative Emotionen werden entweder durch direkte Angstübertragung weitergegeben (olfaktorische oder verhaltensbiologische Signale des Sendertieres agieren als unkonditionierte Stimuli für das Empfängertier) (SPINKA 2012) oder durch "social-fear-learning", bei dem die olfaktorischen und verhaltensbiologischen Signale der Sendertiere als konditionierte Stimuli für Empfängertiere dienen (OLSSON und PHELPS 2007). Die Empfängertiere lernen durch die Beobachtung der Angstreaktion von anderen Tieren (OLSSON und PHELPS 2007).

Die Übertragung von positiven Emotionen steht im Vergleich zu der Übertragung von negativen Emotionen weitaus weniger im wissenschaftlichen Fokus. Diese Imbalance liegt oft daran, dass negative Emotionen intensiver ausgedrückt werden, wohingegen der Ausdruck positiver Emotionen subtiler stattfindet (BOISSY et al. 2007). Des Weiteren wurden die Messung negativer Emotionen und deren Reduktion als dringlicher erachtet. Nichtsdestotrotz konnten verschiedenen Verhaltensweisen positive Emotionen zugeordnet werden. Spielverhalten zum Beispiel dient als Indikator für positive Emotionen. Dies konnte in Konditionierungsexperimenten gezeigt werden, in denen die Möglichkeit Spielverhalten zu zeigen als Belohnung genutzt wurde (VAN DEN BERG et al. 1999). Spielverhalten überträgt sich schnell von einem Tier auf das andere (FAGEN 1981) und somit wäre es möglich, dass sich positive Emotionen auch vom einen auf das andere Tier übertragen können (SPINKA 2012).

Die Anwesenheit eines nicht ängstlichen Tieres kann ebenso die Angst- oder Schmerzreaktion seiner Gruppenmitglieder verringern (LANGFORD et al. 2006). Diese Form der Gefühlsübertragung (ein Tier reduziert durch sein Verhalten den Stress eines Artgenossen) wurde ebenfalls von EDGAR et al. (2011) beschrieben. SPINKA (2012) betont, dass Gefühlszustände von Tieren stets eine wichtige Rolle in Bezug auf das Tierwohl spielen. Des Weiteren wird vermutet, dass Emotionstransfer eine sehr wichtige Rolle bei Tieren spielt, die in Gruppen untergebracht sind, da die Anzahl der Tiere, die von einer Emotion (mit positiver oder negativer Valenz) betroffen sind, dementsprechend amplifiziert wird. Einem einzelnen Tier Angst oder Schmerz zuzufügen, würde somit das Wohlbefinden aller anderen Tiere derselben Gruppe negativ beeinflussen.

Die Zielstellung dieser Studie war es demnach herauszufinden, ob Schweine ihr Verhalten an das von Artgenossen anpassen, die eine positive oder negative Behandlung erwarten und somit die unterliegenden Emotionen übertragen werden.

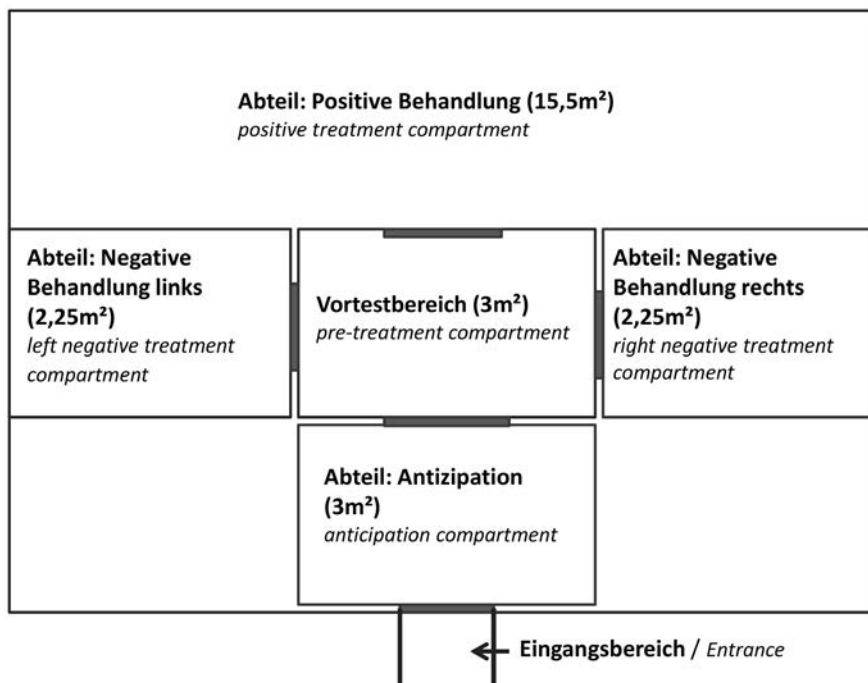


Abb. 1: Anordnung des Testraumes
Fig. 1: Layout of the testroom

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Tiere und Haltung

In zwei Versuchsdurchgängen wurden jeweils 32 Schweine (Pietrain (Vaterlinie) – Great Yorkshire x Holländische Landrasse (Mutterlinie)) als Versuchstiere genutzt. Im Alter von neun Wochen wurden die Tiere abgesetzt und in den Versuchsstall der Universität Wageningen gebracht. Die Tiere wurden nach ihrer Ankunft gewogen und in Gruppen aufgeteilt. Insgesamt entstanden in jedem Versuchsdurchgang acht Gruppen mit jeweils vier Tieren. Den Versuchstiergruppen stand ein Stallbereich von jeweils 6 m² zur Verfügung, welcher mit Hobelspänen und Stroh eingestreut wurde. Frisches Trinkwasser und Futter stand den Tieren ad libitum zu Verfügung. Licht wurde täglich von 07.00–19.00 Uhr eingeschaltet.

2.2 Testraum

Der Testraum bestand aus fünf einzelnen Abteilen (Abb. 1). Alle Abteile wurden mit Kameras, Lautsprechern und Mikrofonen ausgestattet. Der Boden des Abteils zur positiven Behandlung wurde mit Blumenerde und Stroh eingestreut, während der Boden der restlichen Abteile uneingestreut blieb. Im wöchentlichen Rhythmus wurde das Abteil zur positiven Behandlung frisch eingestreut und vor jedem Testdurchgang wurden acht Schokoladenrosinen im Abteil verteilt. Die Schweine betreten den Testraum über einen Flur welcher direkt in das Antizipationsabteil führte.

2.3 Ablauf – Trainingsphase

Nach einer Woche der Habituation an den Stall und die Versuchsleiter wurden alle Versuchstiere in Konditionierungs- und Naivtiere eingeteilt. In jeder Gruppe gab es zwei Konditionierungstiere und zwei Naivtiere. Die Konditionierungstiere durchliefen eine Konditionierungsphase von 21 Tagen. Während dieser Zeit wurden die zwei Konditionierungstiere in den Testraum geführt, wo sie zuerst für 35 Sekunden im Antizipationsabteil verblieben. Während dieses Zeitraums wurde entweder eine Pianomusik oder eine Marschmusik gespielt.

Die Tiere wurden danach entweder einzeln in das linke und rechte Abteil zur negativen Behandlung geführt oder gemeinsam weiter in das Abteil zur positiven Behandlung. Die Tiere verblieben dann in den jeweiligen Behandlungsabteilen für vier Minuten. Danach wurde die Musik abgestellt und die Tiere wurden zurück in den Stall geführt. Für die Hälfte der Gruppen signalisierte die Pianomusik die bevorstehende positive Behandlung (und somit die Marschmusik die negative Behandlung) und für die andere Hälfte der Gruppen signalisierte die Marschmusik die bevorstehende positive Behandlung und die Pianomusik die negative Behandlung. Im Abteil zur positiven Behandlung stand den Schweinen ein großer, mit Stroh und Erde eingestreuter Bereich zur Verfügung in welchem zusätzlich Schokoladenrosinen versteckt wurden. Die Abteile zur negativen Behandlung betreten die Schweine einzeln. Ein konstanter Bestandteil der negativen Behandlung war somit immer die Isolation der beiden Artgenossen. Des Weiteren wurden während der negativen Behandlung beispielsweise laute Geräusche abgespielt. Während die Konditionierungstiere die oben beschriebene Konditionierungsphase durchliefen, blieben die Naivtiere im Stallbereich.

Alle Konditionierungstiere durchliefen den beschriebenen Ablauf zweimal täglich. Die Verhaltensweisen der Konditionierungstiere, die am zweiten und dritten Tag vor dem eigentlichen Emotions-Transfer-Test im Antizipationsabteil erfasst wurden, repräsentierten das Basisverhalten mit dem das Verhalten der Tiere während des Emotions-Transfer-Tests verglichen wurde.

2.4 Ablauf – Emotions-Transfer-Test

Das Hauptziel der Studie war es herauszufinden, ob die beiden Naivtiere jeder Gruppe die Verhaltensweisen der Konditionierungstiere während der Antizipation einer Behandlung imitieren und somit ein Emotionstransfer stattfindet, ohne dass die Naivtiere die Behandlungen selbst durchleben. Fünf Tage vor dem Emotions-Transfer-Test, wurden die Naivtiere ohne die konditionierten Tiere in den Testraum geführt und an das Antizipationsabteil und

die beiden Musikstücke gewöhnt, sodass diese Eindrücke am Tag des Emotions-Transfer-Tests keine Aufregung mehr verursachten. Die Verhaltensweisen der Naivtiere, die am zweiten und dritten Tag vor dem eigentlichen Emotions-Transfer-Test im Antizipationsabteil erfasst wurden, repräsentierten das Basisverhalten mit dem das Verhalten der Tiere während des Emotions-Transfer-Tests verglichen wurde.

2.5 Verhaltensanalyse

Videoaufnahmen der Testtage wurden mit der 'The Observer XT 10' (Noldus Information Technology B.V., Wageningen, Niederlande) Software analysiert. Verhaltensparameter, die in die Analyse integriert wurden, waren: Erkundungsverhalten, „Freezing“, Körperkontakt, Spiel, Fluchtversuche, Schwanzposition, Ohrposition, Kopfposition und Kopfausrichtung.

2.6 Statistische Auswertung

Die aus der Verhaltensanalyse gewonnenen Daten wurden mit SAS (SAS 9.2, SAS Institute Inc.) ausgewertet. Vor der Datenanalyse wurden für die Konditionierungstiere und die Naivtiere jeweils Mittelwerte der Gruppen, des Musiktyps und des Tages errechnet. Die Daten der beiden Basistage wurden ebenfalls gemittelt, um eine exaktere Repräsentation des Verhaltens der Tiere während der 35 Sekunden der Antizipation zu gewährleisten. Die Normalverteilung der Residuen aller Variablen wurde mit dem Shapiro-Wilk-Test überprüft. Mittels eines gemischten linearen Modells wurden die Variablen analysiert. Dabei wurde Tag (Basistag oder Testtag), Behandlung (Erwartung der positiven oder negativen Behandlung bei den Trainingstieren oder das Hören der Piano- beziehungsweise der Marschmusik bei den Naivtieren), deren Interaktion sowie der Versuchsdurchgang als fixe Effekte gewertet und die Gruppe als zufälliger Effekt. Die Daten wurden als nicht transformierte Mittelwerte \pm SEM präsentiert.

3 Ergebnisse

Während der Antizipation der positiven beziehungsweise der negativen Behandlungen zeigten die konditionierten Tiere jeweils unterschiedliche Verhaltensprofile. In Erwartung der positiven Behandlung stellten sie vermehrt Körperkontakt zum Artgenossen her, zeigten weniger Erkundungsverhalten und hielten ihre Ohren vermehrt in einer rückwärtsgerichteten Position. Die Naivtiere zeigten keine Unterschiede in ihrem Verhalten auf das Erklingen der beiden Musikstücke hin.

Im Vergleich der beiden Testtage (Basis und Emotions-Transfer-Testtag) konnte gezeigt werden, dass sowohl die konditionierten als auch die naiven Tiere am Tag des Emotions-Transfer-Tests, als alle vier Tiere anwesend waren, mehr Körperkontakt herstellten ($p < 0,01$), das Abteil weniger erkundeten ($p < 0,01$) und weniger „Freezing“ zeigten ($p < 0,001$) als am Basistag. Des Weiteren war zu erkennen, dass die konditionierten Tiere während der Antizipation der positiven Behandlung am Emotions-Transfer-Testtag verglichen mit der Antizipation der positiven Behandlung am Basistag mehr Körperkontakt zu den Artgenossen herstellten ($p < 0,01$).

Für die konditionierten Tiere konnten ebenfalls Interaktionen zwischen den Effekten „Behandlung“ und „Tag“ festgestellt werden. Die konditionierten Tiere hielten ihren Kopf

während der Antizipation der negativen Behandlung am Testtag öfter gesenkt als während der Erwartung der negativen Behandlung am Basistag ($p < 0,05$). Es wurde weiterhin beobachtet, dass die konditionierten Tiere den Kopf in Erwartung der positiven Behandlung zu der Tür ausrichteten, welche weiter zu den Behandlungsabteilen führte ($p < 0,05$). Wenn die Tiere die negative Behandlung erwarteten, orientierten sie sich eher in die Richtung der Tür, die zurück zum Stall führte ($p < 0,05$). Dieses Verhalten zeigten die konditionierten Tiere nur am Testtag in Anwesenheit der Naivtiere und nicht am Basistag.

4 Diskussion und Schlussfolgerung

Die konditionierten Schweine zeigten wie erwartet Unterschiede in ihrem Verhalten während der Antizipation der beiden Behandlungen. Allerdings waren die Veränderungen im Verhalten keinen klaren emotionalen Zuständen zuzuordnen (wie zum Beispiel Spielverhalten in Erwartung der positiven Behandlung). In anderen Verhaltensstudien, die ebenfalls Antizipationsverhalten von Schweinen untersuchten, konnte gezeigt werden, dass sich die Erwartung einer positiven Behandlung und demnach die unterliegende positive Emotion durch Spielverhalten (BOISSY et al. 2007) oder Schwanz wedeln (TERLOUW et al. 2005) äußern. Die Antizipation einer negativen Behandlung hingegen ist unter anderem durch einen hängenden Schwanz (NOONAN et al. 1994) oder einer nach hinten gerichteten Ohrposition (REIMERT et al. 2013) gekennzeichnet. Nichtsdestotrotz können die Veränderungen im Verhalten in dieser Studie als Indikator für die Unterscheidbarkeit, der beiden Musikstücke dienen.

Bei den naiven Tieren waren keine Unterschiede auf das Erklingen der beiden Musikstücke hin zu finden, da sie nie mit den darauffolgenden Behandlungen in Kontakt kamen und die beiden Musikstücke deshalb mit keiner Konsequenz verknüpften.

Im Vergleich der beiden Tage konnten ebenfalls Veränderungen im Tierverhalten festgestellt werden. Alle Tiere (konditionierte und naive) stellten am Testtag mehr Körperkontakt zu den Artgenossen her. Körperkontakt stellt für Schweine eine essentielle Verhaltensweise dar (LADEWIG und MATTHEWS 1996). Es könnte demnach angenommen werden, dass die Herstellung von Körperkontakt eine positive Emotion auslöst wie zum Beispiel Affiliationsverhalten. In der hier beschriebenen Studie besteht allerdings auch die Möglichkeit, dass der erhöhte Körperkontakt durch die Verdopplung der Tierzahl im Abteil bei gleichbleibender Abteilgröße entstand und sich somit die Wahrscheinlichkeit, einen Artgenossen zu berühren, erhöhte.

Eine weitere Verhaltensweise, die von allen Schweinen am Testtag weniger gezeigt wurde, war Freezing. Freezing – oder auch aufmerksames Stehen – wird oft in Schrecksituationen als ein Indikator für Angst gezeigt (MENDL und PAUL 2004). Hier könnte vermutet werden, dass eine Reduktion dieses Freezing-Verhaltens am Testtag dem beruhigenden Effekt der Präsenz weiterer Artgenossen zugrunde liegt.

Alle Tiere zeigten weniger Erkundungsverhalten am Testtag verglichen mit dem Basistag. Anhand der Beobachtungen liegt die Vermutung nahe, dass die Ablenkung durch die Präsenz der beiden Artgenossen am Testtag diese Reduzierung des Erkundungsverhaltens verursacht hat. Die Anwesenheit der beiden Artgenossen stellte für die Tiere wahrscheinlich

eine interessantere Veränderung dar, so dass die Tiere sich demnach weniger mit ihrer Umwelt beschäftigten.

Ebenfalls konnten Interaktionen zwischen den Effekten „Behandlung“ und „Tag“ festgestellt werden. Die konditionierten Schweine zeigten während der Antizipation der negativen Behandlung am Testtag signifikant öfter eine gesenkte Kopfhaltung verglichen mit der Antizipation der negativen Behandlung am Basistag. Eine gesenkte Kopfhaltung wird in der Literatur vor dem Hintergrund einer negativen Emotion beschrieben (FORKMAN et al. 2007; WALLBOTT 1998). Es besteht die Möglichkeit, dass die konditionierten Schweine durch dieses Verhalten den naiven Tieren das Bevorstehen eines negativen Ereignisses übermitteln wollten.

Die Kopfausrichtung der konditionierten Schweine am Testtag könnte auch auf ein kommunikatives Signal hindeuten. Während der Antizipation der positiven Behandlung richteten sich die konditionierten Schweine in die Richtung der Tür aus, die zum Abteil der positiven Behandlung führte. Im Gegensatz dazu richteten sich die konditionierten Schweine in Erwartung der negativen Behandlung in Richtung der Ausgangstür. Es ist anzunehmen, dass die konditionierten Schweine so klar zeigten welche Tür sie in den jeweiligen Situationen präferierten. Da die konditionierten Schweine dieses Verhalten ausschließlich am Testtag zeigten, könnte die Anwesenheit der naiven Schweine als Auslöser dieser Verhaltensänderung in Frage kommen. Die naiven Schweine zeigten allerdings keine Imitation dieses Verhaltens.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Anwesenheit der naiven Artgenossen das Verhalten der konditionierten Schweine aktiv beeinflusst. Zu Beginn der Studie wurde erwartet, dass die konditionierten Schweine in Erwartung der beiden Behandlungen Verhaltensänderungen zeigen, welche eindeutig emotionalen Zuständen zuzuordnen sind. Bei Imitation dieser Verhaltensveränderungen durch die naiven Schweine, hätte von Emotionstransfer ausgegangen werden können. Bei unseren Testtieren konnte eine Verhaltensimitation beziehungsweise -synchronisation beobachtet werden, allerdings ohne Verhaltensweisen einzuschließen, welche eindeutig auf unterliegende emotionale Zustände hinweisen. Die in dieser Studie zu erkennende Verhaltensimitation beziehungsweise -synchronisation der Tiere wurde anhand des Vergleichs der Verhaltensweisen am Basistag und am Testtag deutlich. Hier zeigten beide Gruppen (konditionierte Gruppe und naive Gruppe) die gleichen Verhaltensänderungen in Anwesenheit der Artgenossen am Testtag. Da Verhaltenssynchronisation des Öfteren mit einem Emotionstransfer einhergeht (DE WAAL 2008), kann angenommen werden, dass ein Emotionstransfer dennoch stattfand, jedoch durch verhaltensbiologische Signale markiert wurde, welche bisher in der Literatur nicht klassischerweise indikativ für unterliegende Emotionen sind. Nichtsdestotrotz wurde beobachtet, dass die erhöhte Anzahl von Artgenossen am Testtag zu einer Verhaltensänderung und -synchronisation führte. Diese Verhaltenssynchronisation während der Antizipation einer positiven oder negativen Behandlung könnte ein Indikator für subtile Signale sein, welche Schweine in ihrer Kommunikation mit Artgenossen nutzen.

Literatur

- Boissy, A., Manteuffel, G., Jensen, M.B., Oppermann Moe, R., Spruijt, B., Keeling, L.J., Winckler, C., Forkman, B., Dimitrov, I., Langbein, J., Bakken, M., Veissier, I., Aubert, A. (2007): Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare. *Physiology & Behaviour* (92), pp. 375–397
- De Waal, F.B.M. (2008): Putting the Altruism Back into Altruism: The Evolution of Empathy. *Annual Review of Psychology* (59), pp. 279–300
- Edgar, J., Lowe, J., Paul, E., Nicol, C. (2011): Avian maternal response to chick distress. *Proceedings of the Royal Society B* (278), pp. 3129–3134
- Fagen, R. (1981): *Animal Play Behaviour*. Oxford University Press, New York
- Forkman, B., Boissy, A., Meunier-Salaün, M., Canali, E., Jones, R. (2007): A critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiology & Behaviour* (92), pp. 340–374
- Ladewig, J., Matthews, L. (1996): The role of operant conditioning in animal welfare research. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A Animal Science* (27), pp. 64–68
- Langford, D., Cragger, S., Shehzad, Z., Smith, S., Sotocinal, S., Levenstadt, J., Chanda, M., Levitin, D., Mogil, J. (2006): Social Modulation of Pain as Evidence for Empathy in Mice. *Science* (312), pp. 1967–1970
- Mendl, M., Paul, E.S. (2004): Consciousness, emotion and animal welfare: insights from cognitive science. *Animal Welfare* (13), pp. 17–25
- Noonan, G.J., Rand, J.S., Priest, J., Ainscow, J., Blackshaw, J.K. (1994): Behavioural observations of piglets undergoing tail docking, teeth clipping and ear notching. *Applied Animal Behaviour Science* (39), pp. 203–213
- Olsson, A., Phelps, E.A. (2007): Social learning of fear. *Natural Neuroscience* (10), pp. 1095–1102
- Preston, S.D., de Waal, F.B.M. (2002): Empathy: its ultimate and proximate bases. *Behavioural Brain Science* (25), p. 1
- Reimert, I., Bolhuis, E., Kemp, B., Rodenburg, B. (2013): Indicators of positive and negative emotions and emotional contagion in pigs. *Physiology & Behaviour* (109), p. 42
- Špinková, M. (2012): Social dimensions of emotions and its implication for animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science*. In press
- Terlouw E., Porcher, J., Fernandez, X. (2005): Repeated handling of pigs during rearing. II. Effect of reactivity to humans on aggression during mixing and on meat quality. *Journal of Animal Science* (83), pp. 1664–1672
- Van den Berg, C.L., Pijlman, F.T.A., Koning, H.A.M., Diergaarde, L., Van Ree, J.M., Spruijt, B.M. (1999) Isolation changes the incentive value of sucrose and social behaviour in juvenile and adult rats. *Behavioural Brain Research* (106), pp. 133–142
- Wallbott, H. (1998): Bodily expression of emotion. *European Journal of Social Psychology* (28), pp. 879–896

Verhalten von Pferden in Mehrraum–Außenlaufställen mit Auslauf (Offenlaufställe) – Untersuchungen zur Häufigkeit von Verhaltensweisen im Kontext Wohlbefinden, Stress und Leiden

The behaviour of horses in loose housing systems with open yards – Investigations on frequency of behaviour in the context of well-being, stress and suffering

VERENA FRANK, ANNA RAMOSER, MIRIAM BAUMGARTNER, MARGIT H. ZEITLER-FEICHT

Zusammenfassung

Für die Entwicklung eines Bewertungssystems zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Pferdehaltungen besteht großer Forschungsbedarf zu tierbezogenen Indikatoren aus der Ethologie. Die vorliegende Studie erfasst Verhaltensweisen für die Offenstallhaltung von Pferden, die im Kontext Wohlbefinden, Stress und Leiden stehen könnten. Die Beobachtungen waren in zwei Versuche aufgeteilt. In V_A fanden sie auf sechs Betrieben mittlerer bzw. mäßiger Qualität in jeweils drei Funktionsbereichen (Fress-, Liege-, Auslaufbereich) zu je drei zweistündigen Beobachtungsintervallen an einem Tag statt. In V_B erfolgten die Untersuchungen ausschließlich im Auslauf von jeweils drei Betrieben ($n = 9$) verschiedener Qualität (gut, mäßig, mangelhaft) zu je zwei zweistündigen Beobachtungsintervallen an einem Tag.

Mit der „Mitlaufmethode“ in V_A lag der Durchschnitt an erfassten Pferden mit 58,1 % deutlich höher als bei der ausschließlichen Beobachtung im Auslauf (V_B) mit 29,5 %. Sozionegative Verhaltensweisen ($MW 2,6 \pm 2,26$ / Pferd) konnten innerhalb eines 20-min-Intervalls relativ häufig beobachtet werden. Dabei traten im Fressbereich signifikant mehr sozionegative Interaktionen auf als im Liege- und Auslaufbereich. Demgegenüber kamen Verhaltensauffälligkeiten, die ebenfalls den negativen Empfindungen zuzuordnen sind, in der Offenstallhaltung für einen zuverlässigen Indikator zu selten vor. Die meisten Verhaltensweisen, die mit Wohlbefinden assoziiert sein könnten, erwiesen sich gemäß Literatur nur als augenscheinlich valide (u. a. Ruheverhalten) und traten zudem nicht ausreichend häufig auf. Verhaltensweisen aus dem Komfortverhalten sowie soziopositive Verhaltensweisen wurden im Durchschnitt je Pferd lediglich $0,6 \pm 0,57$ sowie $0,6 \pm 0,62$ je 20-min-Intervall beobachtet. Einzig die Verhaltensweise Zusammensein als soziopositive Interaktion könnte nach vorliegenden Untersuchungen unter bestimmten Voraussetzungen ein möglicher Indikator für Wohlbefinden sein.

Die Studie deutet darauf hin, dass in der Offenstallhaltung von Pferden die Anzahl an sozionegativen Interaktionen als möglicher Indikator für Stress und Leiden geeignet ist. Als potentieller Indikator für Wohlbefinden sollte die soziopositive Verhaltensweise Zusammensein weitergehend überprüft werden.

Summary

There is still great need for research on animal-based indicators to develop an animal welfare assessment system for horse husbandries. The present study collected data about behaviour patterns, which could be related with well-being, stress and suffering for horses in group housing systems. The observations were split into two experiments: in V_A , they took place in the three functional areas (feeding, walking and resting area), on six farms with moderate horse keeping quality for three observing intervals each lasting two hours on a day. V_B was carried out exclusively in the walking area of three farms in each group housing quality (good, moderate, poor) with two observing intervals each lasting two hours a day.

By using the method “horse following” in V_A , it was possible to register 58,1 % of the horses in average, compared with only 29,5 % with staying in the walking area in V_B . Negative social interactions were recorded relatively often (mean $2,6 \pm 2,26$ /horse) during a 20-min-interval. It was shown significantly more often in the feeding area than in resting or walking area. In contrast behavioural disorders, which are also associated with negative emotions, occurred too rare to be a reliable indicator. Most of the behavior patterns, might associated with well-being, proved only to appear valid (i. a. rest behaviour). In addition, they were shown too rarely by the horses. Behaviour patterns of the behaviour classes solitary grooming and positive social interactions were observed in average $0,6 \pm 0,57$ and $0,6 \pm 0,62$ per horse and per 20-min-interval. Following present study, the behaviour pattern being together as a positive social interaction might be under certain conditions the only potential indicator for well-being.

Present study suggests that the number of negative social interactions in group housing systems for horses might be suitable as an indicator for stress and suffering. Potentially indicating well-being being together should be further verified.

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Tiergerechtheit von Haltungsverfahren gewinnt in der breiten Öffentlichkeit nicht nur in der Nutztierhaltung, sondern auch in der Pferdehaltung immer mehr an Bedeutung. Diesbezügliche Bewertungssysteme beinhalten ressourcen-, management- und vor allem tierbezogene Messgrößen. Zu Letzteren zählen Indikatoren der Ethologie und der Tiergesundheit. Ihnen kommt aus Validitätsgründen eine zentrale Bedeutung zu (VON BORELL et al. 2012; KNIERIM und WINKLER 2009b). Für Pferde sind derzeit Bewertungssysteme auf EU (DALLA COSTA et al. 2014) und nationaler Ebene (BAUMGARTNER und ZEITLER-FEICHT 2013) in Entwicklung.

Aus der Nutztierhaltung ist bekannt, dass sich verschiedene kurzfristig auftretende Verhaltensweisen, wie soziale Interaktionen, als Indikatoren zur Beurteilung des Wohlergehens der Tiere eignen können (KNIERIM und WINKLER 2009b). Diesbezügliche Forschungsbefunde liegen in der Pferdehaltung noch nicht vor. Die vorliegende Studie fokussiert sich deshalb auf Kurzzeitaktivitäten, die als ethologische Indikatoren für Wohlbefinden, Stress und Leiden beim Pferd eingesetzt werden könnten. Auskunft über mögliche negative Empfindungen geben unter anderem Kurzzeitaktivitäten, die in Stresssituationen gezeigt werden.

Diese sind in der Gruppenhaltung von Pferden relativ häufig anzutreffen. Benachteiligungen im Liege- und Fressbereich sowie Verdrängungen rangniederer Tiere wiesen u. a. FADER (2002), ZEITLER-FEICHT et al. (2006), STREIT et al. (2008), NIEDERHÖFER (2009), ZEITLER-FEICHT et al. (2010) sowie OBERGFELL (2013) nach. Häufig sind diese Situationen mit andauernden negativen Empfindungen (z. B. Angst) rangniederer Tiere verbunden, was nach POLLMANN und TSCHANZ (2006) als Indikator für Leiden angesehen werden kann.

Ziel dieser Studie war es herauszufinden, wie häufig in Offenlaufställen von Pferden ausgewählte Verhaltensweisen, die gemäß Literatur, im Kontext Wohlbefinden, Stress und Leiden stehen könnten, auftreten, ob deren Erfassung praktikabel ist und sie möglicherweise als Indikator in Frage kommen. Zum einen sollte untersucht werden, welche Methodik (Erfassungsweise, Beobachtungsdauer) am besten geeignet ist. Zum anderen galt es zu überprüfen, ob es Unterschiede in der Häufigkeit der ausgewählten Verhaltensweisen in Abhängigkeit von den Funktionsbereichen der Offenlaufställe sowie von der Betriebsqualität gibt.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Auswahl der Verhaltensweisen

Zunächst wurden anhand der Fachliteratur Verhaltensweisen recherchiert, die beim Pferd im Kontext Wohlbefinden, Stress und Leiden stehen könnten. Diese konzentrierte sich v. a. auf Kurzzeitaktivitäten aus den Funktionskreisen Fress-, Ruhe-, Komfort-, Sozial- und Spielverhalten. Entsprechend ihrem Kontext wurden sie Verhaltensklassen zugeordnet (Tab. 1).

Tab. 1: Ausgewählte Verhaltensweisen sowie Zuordnung zu den Verhaltensklassen

Tab. 1: Selected behaviour patterns and assignement to behaviour classes

Verhaltensweisen Behaviour patterns	Verhaltensklassen Behaviour classes
Im Kontext Wohlbefinden / in the context of well-being	
An sich selbst Scheuern, an einem Gegenstand Scheuern, Kratzen, Strecken, Selbstbeknabbern, Wälzen	Solitäres Komfortverhalten
Zusammensein, soziale Fellpflege, soziales Kopf- und Laufspiel	Soziopositives Verhalten
Einzelnes Ruhen im Stehen, einzelnes Ruhen im Liegen, Zusammen Ruhen	Ruheverhalten
Im Kontext Stress und Leiden / in the context of stress and suffering	
Droh mimik, Drohschwingen, Drohbeißen, Beißen, Angehen, Treiben, Drohen mit der Hinterhand, Schlagen mit der Hinterhand	Sozionegatives Verhalten
Alle Verhaltensauffälligkeiten (Verhaltensstörungen, Konfliktverhalten) Ausgenommen Verhaltensauffälligkeiten im Kontext Lernverhalten	Verhaltens- auffälligkeiten

2.2 Tiere und Stallanlage

Die vorliegende Arbeit beinhaltet zwei Versuche (V_A , V_B). Diese wurden in 15 verschiedenen Offenlaufställen (Pensionsbetriebe) durchgeführt. Je Betrieb wurde stets nur eine Gruppe von Pferden beobachtet, um Einflüsse durch das gleiche Management zu vermeiden. Tabelle 2 informiert über die Haltungs- und Managementbedingungen der Versuchsställe.

Die Betriebe wurden in drei Betriebsqualitäten unterteilt: Kategorie I, II und III. Erstere erfüllten die Anforderungen des BMELV (2009) hinsichtlich Flächenmaße, Strukturierung und Management (gute Betriebe), zweitere unterschritten diese in bis zu zwei Kriterien um bis zu 15 % (mäßige Betriebe), letztere zeigten drei Abweichungen und mehr (mangelhafte Betriebe). Als Abweichungen wurden z.B. Unterschreitungen der Mindestflächen (Liegebereich, Auslauf) sowie das Fehlen von Einstreu gewertet. In V_A wurden ausschließlich Betriebe der Kategorie II ($n = 6$) untersucht, in V_B ($n = 9$) jeweils drei Betriebe je Kategorie.

Tab. 2: Tiere, Haltung und Management der untersuchten Betriebe

Tab. 2: Overview over studied animals, group housing system and management

Kriterien Criteria	Versuch A (V_A) Experiment A (V_A)	Versuch B (V_B) Experiment B (V_B)
Haltungsform	Offenlaufställe mit getrennten Funktionsbereichen: Liegebereich, Fressbereich und Auslauf	
Anzahl Betriebe	6	9
Gruppengröße	8–15 Pferde / Gruppe	12–31 Pferde / Gruppe
Gruppenstruktur	gemischtgeschlechtlich oder getrenntgeschlechtlich	gemischtgeschlechtlich
Alter	alle Altersstufen	
Rassen	verschiedene Rassen	
Integration	letzte Neueingliederung > 1 Monat zurückliegend	
Jahreszeit	kalte Jahreszeit (März und April); kein Weidegang	

2.3 Versuchsdesign

Im Vorfeld wurden die Ställe auf ihre Eignung überprüft und der Betriebsqualität zugeordnet. Anhand einer Checkliste erfolgte im Gespräch mit dem Betriebsleiter die Erfassung der Daten über Haltung, Pferde und Management. Die Pferde wurden vor Beginn der Beobachtungen an die fremde Person gewöhnt.

Als Methode wurde in V_A und V_B die kontinuierliche Direktbeobachtung (continuous behaviour sampling) gewählt. In V_A sollte je Offenlaufstall das Verhalten von der Mehrzahl der Pferde in Abhängigkeit vom Funktionsbereich (FB; Fress-, Liege- und Auslaufbereich) und von der Tageszeit (Vormittag, Mittag, Nachmittag) erfasst werden. Dazu folgte der Beobachter dem Großteil der Pferde von FB zu FB („Mitlaufmethode“) über zwei Stunden je Tageszeit (9–11 Uhr, 12–14 Uhr, 15–17 Uhr). In V_B sollte u. a. überprüft werden, ob sich der Auslauf als alleiniger Beobachtungsort eignet. Deshalb fanden alle Beobachtungen zu Uhrzeiten am Vor- und Nachmittag statt, die mindestens eine Stunde vor bzw. nach der Fütterung lagen. Die Beobachtungen je Versuch umfassten insgesamt 2 160 min. Für die Ermittlung des erforderlichen Beobachtungszeitraumes wurden die Daten im 5-min-Intervall für

jeweils zwei Stunden erfasst. Die sich im FB befindliche Pferdeanzahl wurde durchgehend aktualisiert. Es erfolgte keine tierindividuelle Unterscheidung.

2.4 Auswertung

Aus den absoluten Häufigkeiten der Verhaltensweisen und der mittleren Anzahl an Pferden pro 5-min-Intervall wurden relative Häufigkeiten gebildet und daraus je Verhaltensweise und Verhaltensklasse Mittelwert, Median, Minimum und Maximum sowie die Standardabweichung berechnet. Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm Eviews 6.0. Alle erhobenen Daten wurden auf Normalverteilung sowie Varianzhomogenität überprüft. Da dies nicht der Fall war, folgte eine Auswertung mit nicht-parametrischen Tests. Um zwei Stichproben miteinander zu vergleichen, wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Bei mehr als zwei Stichproben kam der Kruskal-Wallis-Test zum Einsatz. In Anlehnung an ZEITLER-FEICHT et al. (2006) und HAAS (2008) wurden für die Auswertung die 5-min-Intervalle zu 10-, 20-, 40- und 60-min-Intervallen zusammengefasst und nach Verhaltensweisen und Verhaltensklassen ausgewertet.

3 Ergebnisse

3.1 Erfassungsweise und -dauer

Mit der „Mitlaufmethode“ (V_A) war es möglich, den Großteil der Pferdeguppe zu erfassen. Es konnten im Median 6,4 Pferde von durchschnittlich 11,4 Pferden (56,3 %) beobachtet werden (MW $6,4 \pm 2,09$ Pferde; 58,2 %). Bei ausschließlicher Beobachtung im Auslauf (V_B) wurden in Relation dazu deutlich weniger Tiere erfasst (Median 5,0 Pferde von durchschnittlich 18,2 Pferden; 27,4 %; MW $5,6 \pm 3,61$ Pferde; 29,5 %). Mit der „Mitlaufmethode“ war ein 20-minütiges Beobachtungsintervall in ein und demselben Funktionsbereich nur in 82,4 % der Gesamtbeobachtungsdauer möglich.

Als Beobachtungsdauer erwiesen sich folgende Zeitintervalle als erforderlich, um die jeweilige Verhaltensklasse mindestens einmal pro Pferd zu registrieren:

- 20-min-Intervall: Ruheverhalten (MW $2,5 \pm 1,26 V_B$)
Sozionegative Interaktionen (MW $2,6 \pm 2,26 V_A$)
- 40-min-Intervall: Sozionegative Interaktionen (MW $1,2 \pm 1,47 V_B$)
Solitäre Komforthandlungen (MW $1,1 \pm 0,78 V_B$)
- 60-min-Intervall: Soziopositive Interaktionen (MW $1,4 \pm 1,34 V_B$)

3.2 Häufigkeiten der Verhaltensweisen

Nahezu alle registrierten Verhaltensweisen traten sehr selten auf. Solitäre Komforthandlungen aus dem Kontext Wohlbefinden (Tab. 2) kamen im Median in beiden Versuchen (V_A und V_B) 0,5 x/ Pferd in 20 min vor (Tab. 3). Am häufigsten zeigten die Pferde davon *An sich selbst Scheuern* und *An einem Objekt Scheuern* (Median $< 0,01$ x in V_A und V_B / Pferd und 20 min). Äußerst selten kam Wälzen vor.

Tab. 3: Häufigkeiten der erfassten Verhaltensklassen in Kontext Wohlbefinden sowie Stress und Leiden pro Pferd / 20 min in V_A und V_B Tab. 3: Frequency of recorded behaviour classes in the context of well-being, stress and suffering per horse / 20 min in comparison of V_A and V_B

Verhaltensklasse Behaviour class Versuch / Study	Mittelwert Mean		Median Median		Std. Abw.* SD		Minimum Minimum		Maximum Maximum	
	V_A	V_B	V_A	V_B	V_A	V_B	V_A	V_B	V_A	V_B
	Solitäre Komforthandlungen	0,64	0,55	0,50	0,48	0,57	0,53	0,00	0,00	2,41
Soziopositive Interaktionen	0,58	0,47	0,48	0,35	0,62	0,52	0,00	0,00	2,73	1,99
Ruheverhalten	1,35	2,45	0,94	2,50	1,29	1,26	0,00	0,00	4,71	5,79
Sozionegative Interaktionen	2,55	0,62	2,26	0,27	2,26	0,87	0,00	0,00	12,31	4,91

* Std.Abw. = Standardabweichung / SD = standard deviation

Soziopositive Interaktionen wurden im Median $0,5 \times (V_A)$ bzw. $0,4 \times (V_B)$ / Pferd in 20 min beobachtet. In dieser Verhaltensklasse machte die *soziale Fellpflege* einen sehr geringen Anteil aus (Median $< 0,01 \times$ /Pferd und 20 min). Demgegenüber wurde das *Zusammensein* im Durchschnitt deutlich häufiger beobachtet (Median $0,5 \times$ in V_A bzw. $0,2 \times$ in V_B / Pferd und 20 min). Dabei wurde das *Zusammensein* größtenteils von zwei Pferden (95,2 %), selten von drei (4,1 %) oder vier Pferden (0,7 %) gezeigt. Der enge Kontakt bestand fast ausschließlich im Stehen (96,3 %), in lediglich 3,7 % lag eines der beteiligten Pferde. Das *soziale Kopf- und Laufspiel* trat ebenfalls selten auf (Median $< 0,01 \times$ in V_A und V_B / Pferd und 20 min). Ruheverhalten wurden von allen Verhaltensklassen in beiden Versuchen am häufigsten beobachtet (Median $0,9 \times$ in V_A bzw. $2,5 \times$ in V_B / Pferd und 20 min). Sozionegative Interaktionen im Kontext Stress und Leiden traten in V_A , in dem alle Funktionsbereiche erfasst wurden, mit $2,6 \times$ /Pferd und 20 min im Vergleich zu den Beobachtungen im Auslauf bei V_B relativ oft auf (Median $0,3 \times$ /Pferd und 20 min; Abb. 1). Am häufigsten kamen *Droh mimik* (Median $0,8 \times$ in V_A bzw. $0,4 \times$ in V_B / Pferd und 20 min) und *Drohschwingen* (Median $0,5 \times$ in V_A bzw. $0,2 \times$ in V_B / Pferd und 20 min) vor. Des Weiteren wurde *Angehen* (Median $0,2 \times$ in V_A bzw. $< 0,01 \times$ in V_B / Pferd und 20 min) ebenfalls häufig beobachtet. *Beißen* und *Schlagen mit der Hinterhand*, wurden hingegen selten von den Pferden gezeigt (Median jeweils $< 0,01 \times$ in V_A und V_B / Pferd und 20 min).

Verhaltensauffälligkeiten wurden in beiden Versuchen nahezu nie von den Pferden gezeigt und deshalb auch nicht statistisch ausgewertet. So wiesen lediglich sechs der 251 beobachteten Pferde eine Verhaltensstörung auf. Drei Pferde zeigten *Koppen*, ein Pferd *stereotypes Oberlippenspiel* sowie zwei Pferde *Einknicken in den Karpalgelenken beim Ruhen*. Während in V_A Konfliktverhalten wie kurzfristiges *Stangenwetzen*, *Kopf- und Lip-penschlagen* nur vereinzelt zu beobachten war (Median $< 0,01 \times$ /Pferd und 20 min), traten derartige Verhaltensweisen im Auslauf in V_B nicht auf.

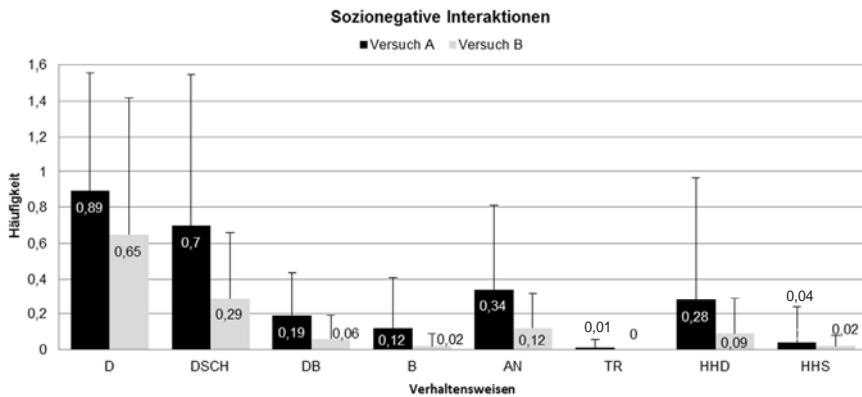


Abb. 1: Häufigkeiten (MW und SD) der sozionegativen Interaktionen *Droh mimik* (D), *Drohschwingen* (DSCH), *Drohbeißen* (DB), *Beißen* (B), *Angehen* (AN), *Treiben* (TR), *Drohen mit der Hinterhand* (HHD) und *Schlagen mit der Hinterhand* (HHS) / Pferd und 20 min in V_A und V_B

Fig. 1: Frequency (Mean and SD) of negative social interactions *threatening* (D), *head swing* (DSCH), *bite threat* (DB), *bite* (B), *retreat* (AN), *herding* (TR), *kickthreat* (HHD) and *kick* (HHS) per horse and 20 min in V_A and V_B

3.3 Einfluss des Funktionsbereichs und der Betriebsqualität

In V_A wurde überprüft, ob sich die Häufigkeit der Verhaltensklassen in Abhängigkeit vom Funktionsbereich (Fress-, Liege-, Auslaufbereich) signifikant unterscheidet. Die Summe der solitären Komforthandlungen, soziopositiven Interaktionen und des Ruheverhaltens – Verhaltensklassen im Kontext Wohlbefinden – waren etwa gleich häufig in Auslauf und Liegebereich zu beobachten (Median im Auslauf: 1,8 x; im Liegebereich: 1,6 x/Pferd und 10 min), jedoch signifikant reduziert im Fressbereich (0,4 x/Pferd und 10 min; $p < 0,01$). In Letzterem wurden hingegen vermehrt sozionegative Interaktionen verzeichnet (Median im Auslauf: 0,8 x; im Liegebereich: 0,5 x; im Fressbereich: 1,4 x/Pferd und 10 min; $p < 0,01$).

In V_B sollte untersucht werden, ob sich die Häufigkeiten der Verhaltensklassen in Abhängigkeit von der Betriebsqualität signifikant unterscheiden. Für Ruheverhalten ergibt sich kein signifikanter Unterschied. Bei der Differenzierung der verschiedenen Ruheformen zeigte sich jedoch, dass *Ruhen im Liegen* ($p < 0,01$) sowie *Zusammen Ruhen im Liegen* ($p < 0,05$) ausschließlich in Betrieben der Kategorie I (gute Betriebe) auftraten. Darüber hinaus *wälzten* sich Pferde in Betrieben der Kategorie I signifikant öfter ($p < 0,01$) als Pferde in Betrieben der Kategorie II und III. Die Häufigkeit von *Zusammen Ruhen im Stehen* unterschied sich nicht signifikant zwischen den Betriebskategorien.

4 Diskussion

Für die Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Haltungsverfahren ist es erforderlich, Indikatoren zu ermitteln, die zum einen aussagekräftig sind und zum anderen in einem zeitlich angemessenen Rahmen erhoben werden können. Tierbezogene Messgrößen erlauben einen direkteren Rückschluss auf das Wohlergehen der Tiere als haltungs- und managementbezogene Messgrößen und können die Befindlichkeit potentiell besser widerspiegeln (KNIERIM und WINCKLER 2009a).

In vorliegender Arbeit sollte erstmals die Häufigkeit von Verhaltensweisen beim Pferd erhoben werden, die Rückschlüsse auf das Wohlbefinden, aber auch auf Stress und Leiden in einem begrenztem Beobachtungszeitraum geben könnte. Nach KNIERIM und WINCKLER (2009b) eignen sich dafür vorwiegend Verhaltensweisen, die eher kurzfristig auftreten. Für deren Erhebung sind klare Definitionen der Verhaltensweisen sowie geeignete Beobachtungsmethoden erforderlich (FORKMAN und KEELING 2009). In Bezug auf die Praktikabilität eines Bewertungssystems ist für Verhaltensanalysen die Direktbeobachtung technischen Verfahren vorzuziehen. Allerdings sieht HOY (2009) bei der Beobachtung von größeren Gruppen das Problem, dass einzelne Tiere bzw. Verhaltensweisen übersehen werden. Aus diesem Grund wurden für vorliegende Untersuchungen zum einen Pferdegruppen von mittlerer Gruppengröße gewählt, zum anderen lediglich die Pferde einbezogen, die sich in ein und demselben Funktionsbereich aufhielten. Auf diese Weise wurden im Mittel 6,4 Pferde (V_A) und 5,6 Pferde (V_A) gleichzeitig erfasst. Zu einer gewissen Erfassungsungenauigkeit kam es dennoch in V_A zu Fütterungszeiten, da sich mitunter bis zu 15 Pferde gleichzeitig im Fressbereich aufhielten.

Da bislang noch keine Studien zur Ermittlung von Kurzzeitaktivitäten von Pferden vorliegen, wurde zunächst überprüft, mit welcher Methode die Mehrzahl der Tiere je Gruppe beobachtet werden kann. In Anlehnung an WELFARE QUALITY® (2009) ist es dabei nicht erforderlich, die Tiere individuell zu unterscheiden. Mit der „Mitlaufmethode“ (V_A) war es möglich, durchschnittlich 58,2 % der Pferdegruppe zu erfassen. Demgegenüber wurden bei alleiniger Beobachtung des Auslaufs (V_B) lediglich 29,5 % der Tiere registriert, weshalb erstere Methode zu bevorzugen ist. Allerdings konnte mit der „Mitlaufmethode“ (V_A) ein Funktionsbereich nur zu 82,4 % der Gesamtbeobachtungsdauer 20 min durchgehend beobachtet werden, da die Pferde bereits früher das Areal wechselten.

Bislang gibt es nahezu keine Studien, die den erforderlichen Zeitraum für die Erfassung von Häufigkeiten von Kurzzeitaktivitäten im Kontext Wohlbefinden, Stress und Leiden angeben. Vorliegende Untersuchungen ergaben, dass nahezu alle registrierten Verhaltensweisen nur sehr selten auftreten. In 20 min konnte lediglich für die Verhaltensklasse Ruheverhalten eine Verhaltensweise pro Pferd erfasst werden. Für alle anderen Verhaltensklassen sind längere Beobachtungszeiträume erforderlich. Dies gilt insbesondere für das Auftreten von Verhaltensauffälligkeiten. Diese sind zwar höchst valide, jedoch nach KNIERIM und WINCKLER (2009b) aus diesem Grund in einem vorgegebenen Zeitrahmen nur unzuverlässig erhebbar. Anzumerken ist allerdings, dass Verhaltensstörungen bei Pferden weniger oft in der Gruppenhaltung als in der Innenboxenhaltung auftreten (BACHMANN und STAUFFACHER 2002; ZEITLER-FEICHT et al. 2002; WILLE 2011).

Das WELFARE QUALITY PROTOKOLL (2009) beinhaltet sozionegative Interaktionen als Indikatoren für die Beurteilung der Tiergerechtheit von Nutztierhaltungen. Nach ZEITLER-FEICHT (2013) können sie bei Pferden auf Stress und Leiden hinweisen. Bei der „Mitlaufmethode“ (V_A) wurden die sozionegativen Interaktionen in allen Funktionsbereichen erfasst, so auch im Fressbereich, wo sie deutlich höher waren als bei der Beobachtung im Auslauf. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass es im Rahmen der Futterwartung vermehrt zu Aggressionen kam. Im Auslauf hingegen lag keine Futterwartung vor. Unabhängig davon war die Anzahl an sozionegativen Interaktionen insgesamt in V_A im Vergleich zu anderen Untersuchungen deutlich erhöht (IHLE 1984; ZEITLER-FEICHT et al. 2006; HAAS 2008; FABRITIUS 2009; ZEITLER-FEICHT et al. 2010). Ursache hierfür dürften die Unterschiede in der Betriebsqualität sein. Während in den meisten anderen Untersuchungen Betriebe gewählt wurden, die die Anforderungen der Leitlinien an die Pferdehaltung erfüllten (BMELV 2009), handelte es sich im V_A um durchschnittliche Praxisbetriebe, die jedoch alle der Qualität „mäßig“ zugeordnet werden mussten.

Die Verhaltensklasse Ruheverhalten aus dem Kontext Wohlbefinden konnte am häufigsten beobachtet werden. Die Analyse der Betriebsqualität (V_B) ergab, dass nur das Ruhen im Liegen auf den als gut beurteilten Betrieben gezeigt wurde. Diese verfügten alle über gesandete Auslaufbereiche. Nach BAUMGARTNER (2012) wird allerdings das Ruhen im Liegen auf Sandflächen vor allem von rangniedrigen Pferden gezeigt. Sie stellte fest, dass die ranghohen Tiere signifikant häufiger und länger in den eingestreuten Liegehallen lagen. Zudem unterliegt das Ruhen einem Tagesrhythmus und zählt zu den Langzeitaktivitäten. Diese führen nach KNIERIM und WINCKLER (2009a) nur über einen langen Beobachtungszeitraum zu aussagekräftigen Befunden und sind deshalb für zeitlich begrenzte Erhebungen ungeeignet. Aus diesen Gründen erscheint die Verhaltensklasse Ruheverhalten als nicht ausreichend valider Indikator für das Wohlbefinden bei Pferden.

Weiterhin ergab die Literaturrecherche, dass Verhaltensweisen der Verhaltensklassen solitäres Komfortverhalten und soziopositives Verhalten beim Pferd nur augenscheinlich valide sind und nicht eindeutig auf Wohlbefinden hindeuten. Z.B. kann soziale Fellpflege auf positive Emotionen hinweisen, aber auch dem Stressabbau dienen und somit eher eine Bewältigungsstrategie darstellen (HOGAN et al. 1988; FEH und DE MAZIERES 1993; ZEITLER-FEICHT 2008). Zudem traten sie nicht oft auf, was für eine zuverlässige Erfassung sehr lange Beobachtungszeiträume erfordern würde.

Einzige Ausnahme könnte die relativ häufig beobachtete Verhaltensweise Zusammensein aus der Verhaltensklasse soziopositive Interaktionen darstellen. Nach vorliegenden Untersuchungen sollten folgende Voraussetzungen erfüllt sein, um sie als möglichen Indikator für Wohlbefinden zu definieren: 1. Maximaler Abstand zwischen den Pferden 50 cm, 2. Zeitdauer von mind. 30 Sekunden, 3. Freiwilliges Verhalten (soziopositives Ausdrucksverhalten), 4. Ausreichend Ausweichmöglichkeiten und Fläche.

5 Schlussfolgerung

Im Offenlaufstall von Pferden können in Abhängigkeit vom Beobachtungsort sozionalnegative Interaktionen, die im Kontext Stress und Leiden stehen, innerhalb einer 20-minütigen (Fressbereich) bzw. 40-minütigen (Auslauf) Beobachtungsdauer einmal je Pferd erfasst werden. Hingegen scheiden Verhaltensauffälligkeiten wegen ihrer zu geringen Häufigkeit bei diesen Haltungsverfahren aus.

Nach der Literatur sind die meisten Verhaltensweisen, die bei Pferden im Kontext Wohlbefinden stehen nur augenscheinlich valide. Zudem zeigte sich, dass sie für eine zuverlässige Erhebung nicht ausreichend häufig in einem begrenzten Zeitrahmen auftreten. Einzig die Verhaltensweise „Zusammensein“ aus der Verhaltensklasse „soziopositives Verhalten“ könnte unter bestimmten Voraussetzungen ein möglicher Indikator für Wohlbefinden sein. Dies sollte in nachfolgenden Studien hinsichtlich Validität und Reliabilität überprüft werden. Das Ruheverhalten konnte hingegen als möglicher Indikator für Wohlbefinden beim Pferd ausgeschlossen werden.

Literatur

- Bachmann, I. und Stauffacher, M. (2002): Prävalenz von Verhaltensstörungen in der Schweizer Pferdepopulation. *Schweiz. Arch. Tierheilk.*, 144, S. 356-368
- Baumgartner, M. (2012): Liegeverhalten von Pferden im Offenlaufstall auf unterschiedlichen Bodenmaterialien (Gummimatten, Späne und Sand). *Diss.med.vet., Ludwigs-Maximilians-Universität, München*
- Baumgartner, M. und Zeitler-Feicht, M. H. (2013): Entwicklung eines Bewertungssystems zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Pferdehaltungen als Bestandteil eines Nachhaltigkeitsmanagementsystems. *KTBL Schrift: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 503*, S. 226-227
- Bmelv (2009): Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutz Gesichtspunkten. Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Referat Tierschutz, Bonn
- Von Borell, E.; Gauly, M.; Hesse, D.; Knierim, U.; Müller, C.; Pelzer, A.; Schrader, L. und Sürle, C. (2012): Tiergerechtheit auf dem Prüfstand. *DLG-Merkblatt 383*, Frankfurt/Main, Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V., 2. Auflage
- Dalla Costa, E.; Murray, L.; Dai, F.; Canali, E. und Minero, M. (2014): Equine on-farm welfare assessment: a review of animal-based indicators. *Anim. Welf.*, 23, pp. 323-341
- Fabritius, C. (2009): Sozialstruktur in einer Herde Islandpferde bei Veränderung der Gruppenzusammenstellung. *Dissertation, Tierärztliche Hochschule, Hannover*
- Fader, C. (2002): Ausscheide- und Ruheverhalten von Pferden in Offenlaufstall- und Boxenhaltung. *Dissertation, Technische Universität, München*
- Feh, C. und De Mazieres, J. (1993): Grooming at a preferred site reduces heart rate in horses. *Anim. Behav.*, 46, pp. 1191-1194
- Forkman, B. und Keeling, L. (2009): Assessment of animal welfare measures for dairy cattle, bulls and calves. *Welfare Quality® Reports No. 11*, Cardiff University, UK
- Haas, J. (2008): Agonistische und soziopositive Verhaltensweisen von Pferden in der Offenlaufstallhaltung mit Großgruppen. *Diplomarbeit, Technische Universität, München-Weihenstephan*
- Hoy (2009): Methoden der Nutztierethologie. In: *Nutztierethologie*. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart

- Hogan, E.S.; Houpt, K.A. und Sweeney, K. (1988): The effect of enclosure size on social interactions and daily activity patterns of the captive Asiatic wild horse (*Equus przewalskii*). *Applied Animal Behaviour Science* [Special Issue: Behavior of Przewalski horses] 21, pp. 147-168
- Ihle, P. (1984): Ethologische Studie über den Tagesrhythmus von Pferden in Abhängigkeit der Haltungsform. Diss.agr., Justus-Liebig-Universität, Gießen
- Knierim, U. und Winckler, C. (2009a): On-farm welfare assessment in cattle: validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality® approach. *Anim. Welf.* vol. 18(4), pp. 451-458
- Knierim, U. und Winckler, C. (2009b): Möglichkeiten und Probleme der Anwendung tierbezogener Messgrößen bei der Beurteilung der Tiergerechtigkeit auf landwirtschaftlichen Betrieben – Ergebnisse aus dem Projekt Welfare Quality®. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 479, S. 74-84
- Niederhöfer, S. (2009): Stressbelastung beim Pferden in Abhängigkeit des Haltungssystemes. Dissertation, Diss.med.vet., Tierärztliche Hochschule, Hannover
- Pollmann, U. und Tschanz, B. (2006): Leiden – ein Begriff aus dem Tierschutzrecht. *Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle* 13, S. 234-239
- Obergfell, J. (2013): Einfluss von Strukturelementen auf das Liegeverhalten von Pferden in Gruppenhaltung unter Berücksichtigung des Aggressionsverhaltens. Diss.med.vet., Universität Leipzig
- Streit, S.; Zeitler-Feicht, M. H. und Dempfle, L. (2008): Automatic feeding systems versus feeding stalls for horses kept in groups: visiting frequency, stress situations and risk of injury. *Proceed. Internat. Equine Science Meeting 2008, Regensburg*, p. 37
- Wille, M. L. (2011): Einzelhaltung versus Gruppenhaltung – ein Vergleich zweier Pferdehaltungssysteme unter dem Aspekt des Wohlbefindens. Diss.med.vet., Ludwig-Maximilians-Universität, München
- Welfare Quality® (2009): Welfare Quality assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands
- Zeitler-Feicht, M. H.; Miesbauer, D. und Dempfle, L. (2002): Zur Prävalenz von Verhaltensstörungen bei Reitpferden in Deutschland. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 418, S. 86-93
- Zeitler-Feicht, M. H.; Westphal, M. und Dempfle, L. (2006): Agonistische Verhaltensweisen von Pferden in Offenlaufställen unter besonderer Berücksichtigung der Unterlegenheitsgesten. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 448, S.147-156
- Zeitler-Feicht, M. H. (2008): Handbuch Pferdeverhalten, Ursachen, Therapie und Prophylaxe von Problemverhalten. Ulmer, 2. Aufl., Stuttgart
- Zeitler-Feicht, M. H.; Streit, S. und Dempfle, L.(2010): Tiergerechtigkeit von Futterabrufstationen in der Gruppenhaltung von Pferden. *Tierärztliche Praxis* 6, S. 363-370
- Zeitler-Feicht, M. H. (2013): Schmerzen, Leiden und Schäden sowie Wohlbefinden von Pferden in der Haltung. In: DVG Tagung Ethologie und Tierschutz – 13. Fachtagung zu Fragen von Verhaltenskunde, Tierhaltung und Tierschutz 2013, 11.04.2013-13.04.2013, München, Verlag der DVG Service GmbH, S. 194-207

Danksagung

Wir danken der Gesellschaft für Pferdemedizin (GPM) e.V. für die finanzielle Unterstützung der Untersuchungen.

Die Bedeutung der Herzfrequenzvariabilitätsanalyse als Schmerzindikator bei Pferden

The validity of heart rate variability analysis to identify pain in horses

DIANA STUCKE, MAREILE GROSSE RUSE, JAN LANGBEIN, DIRK LEBELT

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde überprüft, wie robust, zuverlässig und aussagekräftig die Herzfrequenzvariabilitätsanalyse im Vergleich zum ‚Composite Pain Scale‘ als Schmerzindikator bei Pferden ist. Es wurde die Schmerzäußerung von 51 Hengsten vor und nach routinemäßiger Kastration unter Vollnarkose beurteilt. Die Pferde wurden in drei Behandlungsgruppen unterteilt, die sich bezüglich der Menge und Zeitpunkte der Schmerzmittelgaben unterschieden: Gruppe A – einmalige perioperative Verabreichung von Flunixin, Gruppe B – fortgeführte orale Gaben an Flunixin, Gruppe D – einmalige Gaben Flunixin kombiniert mit einer lokalen Samenstranganästhesie. Sechs weitere Pferde wurden vor und nach einer bezüglich Dauer und Medikation identischen Vollnarkose ohne schmerzhaften Eingriff als Narkosekontrollgruppe C untersucht. Alle Pferde wurden zweimal vor der Narkose, sowie 4, 8, 20 und 32 Std. nach der Narkose beurteilt. Zu jedem Beobachtungszeitpunkt wurde das Verhalten der Pferde mit einem ‚Composite Pain Scale‘ (CPS) eingestuft und für die Analyse der Herzfrequenzvariabilität (HRV) telemetrisch ein EKG aufgezeichnet. Die HRV wurde in EKG-Sequenzen von 5 min frequenzbereichsbasiert analysiert (LF- und HF-Leistung).

Der Messzeitpunkt und die Behandlungsgruppe hatten jeweils einen signifikanten Einfluss sowohl auf die CPS-Gesamtpunktzahl, als auch auf die HRV-Parameter. Die CPS-Gesamtpunktzahl stieg in Gruppe A und B, aber nicht in Gruppe D und C 4 und 8 Std. nach Narkose signifikant an. Zu beiden genannten Zeitpunkten unterschieden sich Gruppe A und B signifikant von Gruppe D und C, wohingegen sich die genannten Gruppen untereinander bezüglich der CPS Werte nicht signifikant unterschieden. Die Anstiege der HF-Leistung und die Abnahmen der LF-Leistung für Gruppe A und B waren 4 Std. nach Kastration signifikant größer als zu allen folgenden Messzeitpunkten. Gruppe C unterschied sich zum Zeitpunkt 4 Std. nach der Narkose signifikant von Gruppe A und B, wohingegen sich die Gruppen A, B und D zu keinem der Messzeitpunkte signifikant in der HRV unterschieden. Mit dem CPS wie auch mit den HRV-Parametern konnten Kastrationsschmerzen zuverlässig erkannt und von Narkoseeffekten unterschieden werden. Die Kastration löst im Gegensatz zu anderen Schmerzreizen eine vagale Aktivierung aus. Das autonome Nervensystem scheint in Abhängigkeit der Lokalisation unterschiedlich auf Schmerzreize zu reagieren. HRV-Parameter reflektieren möglicherweise neurophysiologische Vorgänge, die in Zusammenhang mit der Schmerzweiterleitung stehen, aber nicht unbedingt direkt mit der subjektiven Schmerzempfindung korreliert sind, wie es für Verhaltensparameter (CPS) angenommen wird. Dies schränkt die praktische Anwendung der HRV-Analyse zur Schmerzmessung beim Pferd ein.

Summary

The aim of this study was to assess how robust and reliable heart rate variability analysis is in comparison to the Composite Pain Scale as pain indicator in horses. The pain reactions of 51 stallions undergoing routine castration under general anaesthesia were assessed. The stallions were divided in three analgesia treatment groups: Group A – single application of flunixin, Group B – continuing applications of flunixin, Group D – single dose of flunixin combined with local anaesthesia of the spermatic cords. In addition, 6 horses without any signs of pain undergoing general anaesthesia for different non-invasive and non-painful procedures were used to control anaesthesia effects (Group C). Each horse was observed two times before and 4, 8, 20 and 32 hours after anaesthesia. Pain-related behaviour was assessed by means of a Composite Pain Scale (CPS) and for heart rate variability (HRV) analysis an ECG was recorded telemetrically. HRV was analysed in ECG sequences of five minutes in frequency domain (LF and HF power).

Measurement time point and treatment group both had a significant impact on CPS scores and HRV measures. The CPS scores increased significantly in groups A and B, but not in groups D and C 4 and 8 hours after procedure compared to basal values. At both time points CPS scores of groups A and B were significantly higher than scores of groups D and C. No significant differences were found between groups A and B, nor between C and D in CPS scores. Four hours after castration the increases of HF power and decreases of LF power of groups A and B were significantly higher than at following measurement times. Group C differed significantly in HRV changes from groups A and B 4 hours after procedure, whereas there were no significant differences between groups A, B and D at any measurement time.

Post castration pain could be reliably measured and differentiated from the effect of anaesthesia by applying a CPS, as well as by HRV analysis. In contrast to pain stimuli applied to other body regions castration causes a vagal activation. Depending on localisation the autonomic nervous system seems to respond differently to a pain stimulus. HRV measures are potentially reflecting neurophysiological mechanism associated with pain transmission but not necessarily with subjective pain perception, as it can be assumed for behavioural measures (CPS). This limits the practical use of HRV analysis to assess pain in horses.

1 Einleitung

Die vorgestellte Studie ist Teil des von der EU geförderten Projektes „*Animal Welfare Indicators (AWIN)*“ (FP7-KBBE-2010-4) (STUCKE et al. 2013; LEBELT et al. 2014; STUCKE und LEBELT 2014).

Obwohl in den letzten Jahrzehnten erhebliche Fortschritte im Verständnis der Physiologie des Schmerzes und bezüglich der effektiven Schmerzausschaltung erzielt wurden, gibt es immer noch keinen Goldstandard der Schmerzmessung beim Pferd. Schmerz ist eine „unangenehme Empfindung, die mit einer akuten oder potenziellen Gewebeschädigung einhergeht“ (BROOM 2001) und kann dadurch das Wohlbefinden von Lebewesen maßgeblich beeinflussen. Eine zuverlässige und nachvollziehbare Schmerzbeurteilung ist Grundvoraussetzung einer effektiven Schmerztherapie. Da die Schmerzwahrnehmung (Perzeption) basierend auf der individuellen Schmerzsensibilität und Schmerzerfahrung immer subjektiv ist, ist die objektive Schmerzbeurteilung von nonverbal kommunizierenden Tieren sehr schwierig. Ziel des AWIN-Projektes ist es unter anderem, valide und praktikable Parameter zur Schmerzeinstufung am Pferd zu entwickeln.

Eine kategoriale Verhaltensbeurteilung zum Beispiel mit Hilfe des ‚*Composite Pain Scale*‘ (CPS) (BUSSIÈRES et al. 2008; DALLA COSTA et al. 2014; VAN LOON et al. 2010; STUCKE et al. 2013; van LOON et al. 2014) hat sich als zuverlässige Methode erwiesen, um Schmerzäußerungen zu erfassen. Auch physiologische Parameter wie die Analyse der Herzfrequenzvariabilität (heart rate variability, HRV) wurden schon zur Schmerzbestimmung am Pferd eingesetzt (RIETMANN et al. 2004a; OEL et al. 2010). Die Herzfrequenzvariabilität beschreibt Fluktuationen in der Länge der Inter-Beat-Intervalle (IBI). Diese physiologischen Unregelmäßigkeiten der Zeitintervalle zwischen aufeinander folgenden Herzschlägen entstehen durch das dynamische Zusammenspiel von sympathischer und parasympathischer Steuerung des Herz-Kreislaufsystems. Über die Spektralanalyse der HRV kann man indirekt auf die separaten Einflüsse des autonomen Nervensystems rückschließen (VON BORELL et al. 2007). Das Leistungsspektrum einer IBI-Zeitreihe beinhaltet drei Hauptkomponenten: sehr niedrige (very low (VLF)), niedrige (low (LF)) und hohe (high (HF)) Frequenzbereiche. Die zentrale maximale Frequenz des Hochfrequenzbereichs (HF) stimmt mit der respiratorischen Sinusarrhythmie überein und wird vor allem durch die efferente Aktivität des Nervus vagus beeinflusst. Folglich ist die Leistung im Hochfrequenzbereich (HF power) ein Indikator für die vagale Kontrolle des Herzens und folglich auch indirekt ein Hinweis auf die Aktivität des parasympathischen Nervensystems im ganzen Körper. Nicht so einfach ist der biologische Hintergrund des LF-Bereichs. Barorezeptor bedingte Veränderungen im Herz-Kreislauf-System stimmen mit der zentrale maximale Frequenz im Niedrigfrequenzbereich überein. Die Leistung im Niedrigfrequenzbereich (LF power) scheint aber sowohl von sympathischen, wie auch parasympathischen Aktivitäten beeinflusst zu werden (KUWAHARA et al. 1996; VON BORELL et al. 2007). Die Interpretation des very-low-frequency Bereichs ist in Kurzzeitmessungen (5 min) nicht sinnvoll (MALIK TASK FORCE 1996).

RIETMANN et al. (2004a) untersuchten die HRV von an Hufrehe leidenden Pferden vor und nach Behandlung mit Schmerzmitteln. Sie beschreiben einen nicht signifikanten Anstieg der HF-Leistung und einen nicht signifikanten Abfall der LF-Leistung nach Schmerzmittelgabe. Diese Veränderungen waren allerdings nicht signifikant. OEL et al. (2010) haben Pferde während eines schmerzhaften chirurgischen Eingriffs gemessen. Die Vollnarkose

hatte keinen Einfluss auf die HRV-Parameter. Während der Enukleation des Augenbulbus zeigten die Pferde einen signifikanten Anstieg der HF-Leistung als Reaktion auf den Zug an den Augenmuskeln, offensichtlich ausgelöst durch den okulokardialen Reflex (trigemino-vagaler Reflexbogen). Des Weiteren beschrieb diese Arbeitsgruppe während Kastration unter Vollnarkose einen signifikanten Anstieg der LF-Leistung.

Die Aussagekraft der HRV-Analyse hängt entscheidend von der Genauigkeit der IBI-Messung ab. Um diese zu kontrollieren, sollte ein aufgezeichnetes EKG die Basis der IBI-Bestimmung sein (MALIK TASK FORCE 1996). Trotzdem variieren Mess- wie auch Analysemethoden, ebenso wie die genaue Definition der Frequenzbereiche, stark in bislang durchgeführten Studien. Daher ist die Vergleichbarkeit oben erwähnter Untersuchungen nur sehr eingeschränkt gegeben.

In der vorliegenden Studie wurde überprüft, wie robust, zuverlässig und aussagekräftig die Herzfrequenzvariabilitätsanalyse im Vergleich zum ‚Composite Pain Scale‘ als Schmerzindikator bei Pferden ist.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Pferde

Die Studie wurde in der Pferdeklinik Havelland in Brandenburg, Deutschland, durchgeführt. Alle Pferde wurden zur Eingewöhnung mindestens zwei Tage vor Beginn des Beobachtungszeitraumes in die Klinik gebracht. Insgesamt wurden 57 Pferde untersucht, die in drei Behandlungsgruppen und eine Narkosekontrollgruppe eingeteilt waren (Tab. 1).

Es wurde die Schmerzäußerung von 51 Hengsten unterschiedlichen Alters (1–5 Jahre, mittleres Alter 2,3 Jahre) und unterschiedlicher Rasse vor und nach routinemäßiger Kastration beurteilt. Die Kastration wurde unter Vollnarkose in Rückenlage über einen skrotalen Zugang, mit bedecktem Samenstrang und ohne Wundverschluss durchgeführt. Die Hengste wurden zufällig in drei Behandlungsgruppen (A, B und D) eingeteilt, die bezüglich der Rasseverteilung ausgeglichen waren. Behandlungsgruppe A (n = 19) wie auch alle anderen Gruppen erhielt einmalig perioperativ das Schmerzmittel Flunixin (Flunixin 5 %) i.cath. Behandlungsgruppe B (n = 21) bekam zusätzlich 6 Std. nach der Kastration und weitere zweimal alle 12 Stunden Flunixin (Flunisol® 5 %) p.os. verabreicht. Bei den Hengsten der Behandlungsgruppe D (n = 11) wurden zusätzlich zur perioperativen Flunixin-Verabreichung unmittelbar präoperativ die Samenstränge transkutan mit Mepivacain (Scandivacain® 2 %) betäubt.

Sechs weitere Pferde ohne jegliche Anzeichen von Schmerz, unterschiedlichen Alters (2–13 Jahre, mittleres Alter 5,17 Jahre), unterschiedlicher Rasse und unterschiedlichen Geschlechts (zwei Stuten, vier Wallache) wurden vor und nach einer Vollnarkose zu diagnostischen Zwecken oder für nicht schmerzhaftige Behandlungen als Narkosekontrollgruppe C untersucht.

Das Narkoseprotokoll und die Dauer der Narkose waren bei allen Pferden identisch.

Tab. 1: Übersicht der untersuchten Pferde und durchgeführten Behandlungsmethoden

Tab. 1: Overview of the horses examined in this study and conducted treatment protocols

	Gruppe A Group A	Gruppe B Group B	Gruppe D Group D	Gruppe C Group C
Pferde insgesamt Number of horses	n = 19 Hengste	n = 21 Hengste	n = 11 Hengste	n = 6 Pferde (2 Stuten, 4 Wallache)
Alter Age	1 bis 4 Jahre	1 bis 5 Jahre	1 bis 4 Jahre	2 bis 13 Jahre
Schmerzmittel Analgesic	einmalige perioperative Gabe von 1,1 mg/kg KGW Flunixin (Flunixin 5 %, Medistar) i.cath.	einmalige perioperative Gabe von 1,1 mg/kg KGW Flunixin (Flunixin 5 %, Medistar) i.cath., zusätzlich weitere Gaben an 1,1 mg/kg KGW Flunixin (Flunido ^l ® 5 %, CP-Pharma) p. os. 6 Std. nach der OP und weitere zweimal alle 12 Std.	einmalige perioperative Gabe von 1,1 mg/kg KGW Flunixin (Flunixin 5 %, Medistar) i.cath. kombiniert mit einer intraoperativen lokalen transkutanen Infiltrationsanästhesie der Samenstränge mit 10 ml Mepivacain (Scandicain [®] 2 %, AstraZeneca)	einmalige perioperative Gabe von 1,1 mg/kg KGW Flunixin (Flunixin 5 %, Medistar) i.cath.
Vollnarkose General anaesthesia	Prämedikation mit 80 µg/kg KGW Romifidin (Sedivet [®] , Boehringer Ingelheim), Narkoseeinleitung mit 0,1 mg/kg KGW Diazepam (Diazepam-ratiopharm, Ratiopharm) und 2,2 mg/kg KGW Ketamin (Ketamin 10 %, Medistar), Aufrechterhaltung/Nachdosierung mit 1,1 mg/kg KGW Ketamin (Ketamin 10 %, Medistar)			
Operativer Eingriff Surgical procedure	Kastration			keiner; lediglich zu diagnostischen Zwecken oder für nicht schmerzhaftes Behandlungsmaßnahmen

Der Zustand der Pferde wurde von zwei direkten Beobachtern untersucht, die bezüglich der postoperativen Schmerzmittelgabe verblindet waren. Alle Pferde wurden sechsmal beobachtet: zweimal vor der Narkose, sowie 4, 8, 20 und 32 Stunden nach der Narkose. An jedem Untersuchungszeitpunkt wurde der CPS angewandt und telemetrisch ein EKG zur HRV-Analyse aufgezeichnet.

2.1 Composite Pain Scale (CPS)

Das Verhalten der Pferde wurde mit einem ‚Composite Pain Scale‘ (modifiziert nach BUSIÈRES et al. 2008) eingestuft. Der CPS ist eine numerische und verbale Schmerz-Rating-skala und setzt sich aus schmerzspezifischen und -unspezifischen Verhaltensparametern (Haltung, Bewegung, Mimik, Kopfbewegungen/auffallende Gestik, Scharren, gegen den Bauch Treten, Schwitzen), interaktiven Verhaltenstests: akustische Stimulation (Schnalzen), Appetit (Heu aus der Hand angeboten) und Reaktion auf Berührung (modifiziert nach SØNDERGAARD und HALEKOH 2003: ‚Forced Human Approach Test‘), wie auch der Erfassung physiologischer Parameter (Herzfrequenz, Atemfrequenz, Darmgeräusche und rektale Körpertemperatur) zusammen. Während einer direkten Beobachtung von fünf Minuten werden alle Verhaltensparameter mit einer 4-Punkte-Skala von 0 bis 3 bewertet und anschließend die physiologischen Parameter erfasst.

Die Bewertungszahlen aller 14 Einzelparameter werden zur CPS-Gesamtpunktzahl aufsummiert. Ein Pferd mit sehr starken Schmerzen konnte somit maximal 42 Punkte erreichen.

2.2 Herzfrequenzvariabilität (HRV)

Für die Analyse der HRV wurde an jedem Untersuchungszeitpunkt telemetrisch ein EKG über mindestens 20 min mit dem Televet100®-System (Firma Engel Engineering Services, Offenbach am Main, Deutschland) aufgezeichnet. Die Pferde hatten während dieser Zeit keinen Zugang zu Futter, konnten sich aber frei in ihrer Box bewegen. Artefakt freie EKG-Sequenzen über 5 min wurden manuell ausgewählt. Die IBI wurden automatisch durch die Televet100®-Software (Version 5.0.0) markiert, aber manuell überprüft und gegebenenfalls korrigiert. Zur HRV-Analyse im Frequenzbereich wurde das Welch-Periodogramm nach Hanning verwendet. Berechnungen wurden mit MATLAB (Version 7.12.0.635(R2011a), Mathworks Inc., USA) durchgeführt. Die Grenzwerte der Frequenzbereiche des Leistungsspektrums wurden nach KUWAHARA et al. (1996) für LF power von 0,01 bis 0,07 Hz und für HF power von 0,07 bis 0,6 Hz festgelegt. Die Gesamtleistung/ Total Power (TOT) wurde aus der Summe der Leistungen des VLF-, LF- und HF-Bereiches berechnet. Die Leistungen im LF- und HF-Bereich wurde prozentual von der Gesamtleistung angegeben (VON BORELL et al. 2007).

2.3 Statistik

Die statistische Datenanalyse erfolgte mit dem Statistik-Programm SAS (Version 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Wenn nicht anders beschrieben, wurden statistische Signifikanzen ab einem p-Wert kleiner gleich 0,05 angenommen.

Die kategorialen Werte des CPS wurden mit einem generalisierten linearen Modell (GLIMMIX) mit den Faktoren Gruppe und Messzeitpunkt analysiert. Paarweise Vergleiche wurden mit Post-hoc-t-Tests (slice) und einer Holm-Tukey-p-Wert-Adjustierung durchgeführt. Die CPS-Interobserver-Übereinstimmung wurde mit einem linear gewichteten Kappakoeffizient berechnet (VIERA und GARRETT 2005).

Für die statistische Analyse der HRV-Daten wurden Differenzen zum Basalwert (Zeitpunkt 1) vor der Kastration/Narkose und dem jeweiligen Zeitpunkt danach berechnet. Die Datenanalyse wurde in Form von repeated measurements ANOVA's innerhalb eines

gemischten linearen Modells (Proc Mixed) mit den Faktoren Gruppe und Messzeitpunkt durchgeführt. Paarweise Vergleiche erfolgten mittels Post-hoc-t-Tests (slice) und einer Bonferroni-alpha-Korrektur ($\alpha = 0,0021$).

3 Ergebnisse

30 von 51 kastrierten Hengsten (58,8 %) und zwei von sechs Kontrollpferden (33,3 %) wurden mit 1,1 mg/kg KGW Ketamin (Ketamin 10 %) nachdosiert. Es traten keine Komplikationen auf. Alle Pferde erwachten ohne Zwischenfall aus der Narkose und befanden sich zum ersten Messzeitpunkt 4 Std. nach Kastration wieder in ihrer Box.

3.1 Composite Pain Scale

Es lagen signifikante Wechselwirkungen zwischen Gruppe und Messzeitpunkt ($F_{18,371} = 1,63$; $p = 0,05$) vor. Die beiden Basismessungen vor der Kastration/Narkose unterschieden sich nicht signifikant. Die CPS-Werte von Gruppe A und B stiegen 4 Std. ($p \leq 0,0001$) und 8 Std. ($p < 0,002$) nach der Kastration signifikant an, wohingegen in Gruppe D und C keine signifikanten Veränderungen vorlagen (siehe Abb. 1). Die Gruppen A und B unterschieden sich in ihren CPS-Werten 4 Std. ($p < 0,002$) und 8 Std. ($p < 0,005$) nach Kastration signifikant von den Gruppen D und C, wohingegen sich Gruppe A von B, wie auch D von C nicht signifikant abgrenzte.

Die Interobserver Übereinstimmung des CPS war mit $\kappa = 0,7$ substantiell.

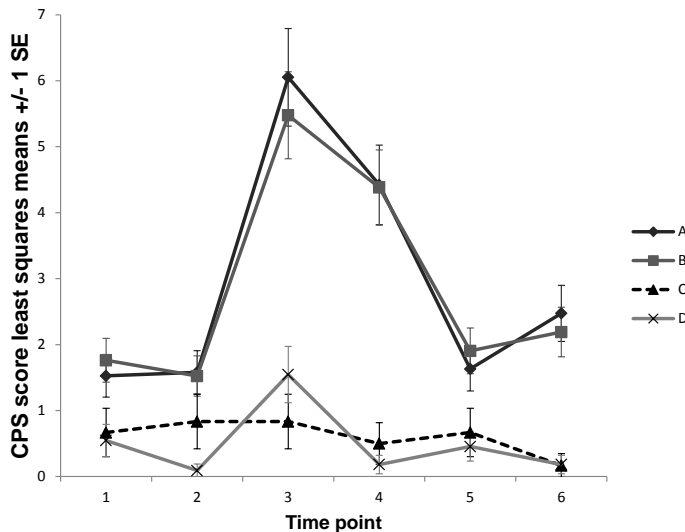


Abb. 1: Verlauf der CPS-Werte (least squares means (LSM) +/- 1 SE) der einzelnen Gruppen

Fig. 1: Developing of CPS scores (least squares means (LSM) +/- 1 SE) shown for the different groups

3.2 Herzfrequenzvariabilität

Es lagen signifikante Wechselwirkungen zwischen Gruppe und Messzeitpunkt für beide HRV-Parameter vor (HF: $F_{9,159} = 2,62$; $p = 0,008$, LF: $F_{9,159} = 2,26$; $p = 0,02$). Vier Stunden nach Kastration waren die Leistungsanstiege im HF-Bereich, sowie die Abnahmen im LF-Bereich für Gruppe A und B signifikant größer ($p \leq 0,0002$) als zu allen folgenden Messzeitpunkten (Abb. 2 und 3). Gruppe C unterschied sich zum Zeitpunkt 4 Std. nach der

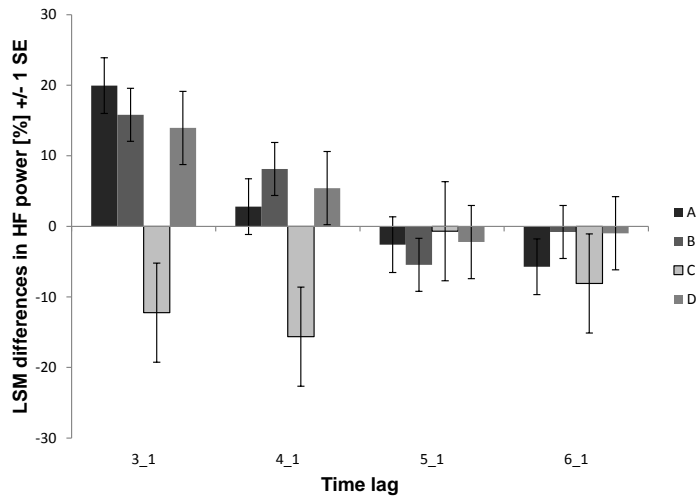


Abb. 2: Leistungsdifferenzen im HF-Bereich (LSM +/- 1 SE)

Fig. 2: Differences in HF power (LSM +/- 1 SE)

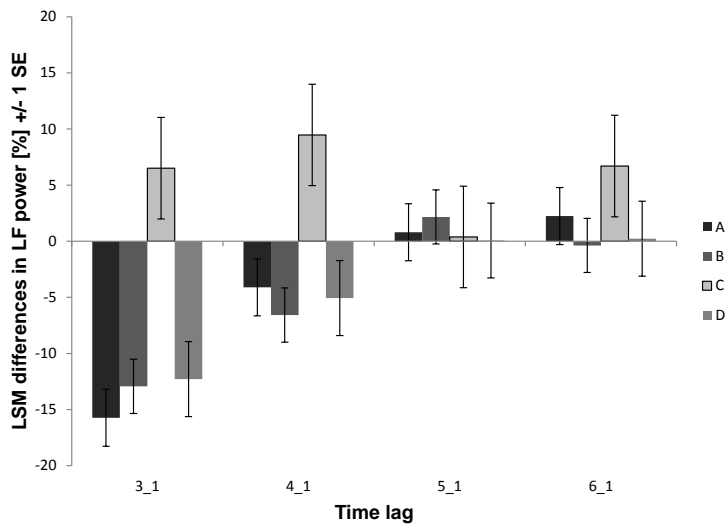


Abb. 3: Leistungsdifferenzen im LF-Bereich (LSM +/- 1 SE)

Fig. 3: Differences in LF power (LSM +/- 1 SE)

Narkose signifikant von den Gruppe A und B (LF $p \leq 0,0002$, HF $p \leq 0,0006$) sowie von Gruppe D (LF $p = 0,001$), wohingegen sich die Gruppen A, B und D zu keinem der Messzeitpunkte signifikant unterschieden.

4 Diskussion

Kastrationsschmerz konnte mittels CPS- und HRV-Parameter eindeutig festgestellt und von Narkoseeffekten differenziert werden, da Gruppe C keine signifikanten Veränderungen nach der Narkose zeigte, sich aber von den Kastrationsgruppen A und B signifikant abhob. Die Gruppen A und B zeigten 4 Std. nach Kastration trotz Behandlung mit Flunixin deutlichen Kastrationsschmerz, erkennbar im signifikanten Anstieg der CPS-Werte, wie auch im signifikant größeren Anstieg der HF-Leistung. Die Gruppen A und B unterschieden sich in keinem der Parameter signifikant voneinander, somit konnte auch eine fortgeführte Verabreichung an Flunixin den Kastrationsschmerz nicht erkennbar lindern. Inwiefern eine fortgeführte Gabe von Entzündungshemmern allerdings Einfluss auf die Wundheilung hat, wurde in dieser Studie nicht untersucht. Die Kombination einer einmaligen Flunixin Gabe mit einer Samenstranganästhesie dagegen scheint den Kastrationsschmerz effektiv zu lindern, da Gruppe D keine signifikanten Anstiege der CPS-Werte (vgl. auch Studie von VAN LOON et al. 2010) und keine signifikant größeren Anstiege der HF-Leistung mehr zeigte und statistisch auch nicht mehr von der Narkosekontrollgruppe C unterschieden werden konnte.

Die Anstiege der HF-Leistung in allen Kastrationsgruppen zeigen einen deutlichen Anstieg der vagalen Aktivität und dadurch eine Aktivierung des parasympathischen Systems an. Besonders in den Kastrationsgruppen mit unzureichender Analgesie (Gruppe A und B) waren die HF-Leistungsanstiege signifikant messbar. Eine vagale Aktivierung widerspricht anderen bisher beschriebenen schmerzbedingten Veränderungen der HRV-Parameter beim Pferd (RIETMANN et al. 2004a; OEL et al. 2010): Vor allem Anstiege der LF-Leistung wurden als Reaktion auf Schmerzreize in anderen Körperbereichen beschrieben, obwohl bereits OEL und Kollegen (2010, 2014) während der E nukleation des Augapfels vergleichbare Anstiege der HF-Leistung, ausgelöst durch den okulokardialen Reflex (trigemino-vagaler Reflexbogen) gemessen haben. Auch STEWART et al. (2010) fanden bei Kälbern nach Kastration vergleichbare Anstiege der HF-Leistung. Die Autoren dieser Studie berufen sich auf KING (1987) und diskutieren, dass eine parasympathische Aktivierung möglicherweise durch tiefen viszerale Schmerz ausgelöst wird, welcher in diesem Fall durch das Abquetschen der Samenstränge hervorgerufen wurde. Mehrere andere Studien an Kälbern, Lämmern und Ferkeln deuten ebenso darauf hin, dass es nach Kastration zu einer reflexartigen vagalen Aktivierung kommt (HAGA und RANHEIM 2005; JOHNSON et al. 2005; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al. 2005). SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al. (2005) haben zum Beispiel nur nach Kastration einen Abfall der Herzfrequenz bei Kälbern gemessen, nicht aber nach anderen schmerzhaften Eingriffen wie dem Enthornen. Auch bei Pferden liegen entsprechende Hinweise vor, welche allerdings bisher nicht auf HRV-Parametern basieren: HAGA und DOLVIK (2005) beschreiben eine signifikante Bradykardie nach Kastration von Ponies trotz präventiver Gabe von positiv chronotrop wirkendem Glykopyrrolat. Die Autoren diskutieren einen durch Kastration ausgelösten vagalen Reflex als Ursache.

Es bleibt unklar, warum im Vergleich der Gruppen die Samenstranganästhesie (Gruppe D) nicht zu einem signifikanten Unterschied der vagalen Aktivierung geführt hat, obwohl der Kastrationsschmerz laut CPS-Werte effektiv gelindert wurde. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass HRV-Parameter nicht direkt die Schmerzperzeption reflektieren, wie es für Verhaltensparameter (CPS) angenommen wird.

5 Schlussfolgerung

Der erste Tag nach der Kastration scheint hinsichtlich der Schmerzkontrolle entscheidend zu sein. Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie kann eine einmalige Gabe von Flunixin in Kombination mit einer Samenstranganästhesie als wirkungsvolles Behandlungsprotokoll zur Reduktion von Kastrationsschmerz von Hengsten empfohlen werden. Inwiefern eine wiederholte Gabe von Schmerzmitteln/Entzündungshemmern positive Effekte auf die Wundheilung hat, kann hier allerdings nicht beurteilt werden.

Der CPS ist eine zuverlässige Methode um Kastrationsschmerz bei Pferden zu messen und von Narkoseeffekten zu differenzieren.

Im Gegensatz zu einem Schmerzstimulus in anderen Körperbereichen verursacht die Kastration von Hengsten eine vagale Aktivierung. In Abhängigkeit der Lokalisation reagiert das autonome Nervensystem unterschiedlich auf Schmerzreize. HRV-Parameter reflektieren möglicherweise neurophysiologische Vorgänge, die in Zusammenhang mit der Schmerzweiterleitung stehen, aber nicht unbedingt mit der subjektiven Schmerzempfindung korreliert sind. Dies schränkt die praktische Anwendung der HRV-Analyse zur Schmerzmessung am Pferd ein, da ausschließlich die subjektive Schmerzperzeption entscheidend für das Wohlbefinden ist. Die Herzfrequenzvariabilitätsanalyse erfordert zudem spezielles technisches Equipment sowie aufwendige Analyseverfahren und liefert keine unmittelbaren Ergebnisse. Somit ist der CPS deutlich praxistauglicher hinsichtlich der Schmerzerfassung und auch in der täglichen tierärztlichen Routine anwendbar.

Literatur

- Broom, D. M. (2001): The Evolution of pain. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*. 70, pp. 17-21
- Bussi eres, G., C. Jacques, O. Lainay, G. Beauchamp, A. Leblond, J.-L. Cador e, D. L.-M., S. G. Cuvelliez and E. Troncy (2008): Development of a composite orthopaedic pain scale in horeses. *Res Vet Sci* 85, pp. 294-306
- Dalla Costa, E., M. Minero, D. Lebelt, D. Stucke, E. Canali, M. C. Leach (2014): Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a Pain Assessment Tool in Horses Undergoing Routine Castration. *PLoS ONE* 9(3), e92281. doi:10.1371/journal.pone.0092281
- Haga, H. A., N. I. Dolvik (2005): Electroencephalographic and cardiovascular variables as nociceptive indicators in isoflurane-anaesthetized horses. *Vet Anaesth and Analg*. 32, pp. 128-135
- Haga, H. A., B. Ranheim (2005): Castration of piglets: the analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection. *Vet Anaesth and Analg*. 32, pp. 1-9
- Johnson, C. B., K. J. Stafford, S. P. Sylvester, R. N. Ward, S. Mitchinson, D. J. Mellor (2005): Effects of age on the electroencephalographic response to castration in lambs anaesthetised using halothane in oxygen. *N Z Vet J*. 53, pp. 433-437

- King, A. S. (1987): *Physiological and Clinical Anatomy of the Domestic Mammals*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Kuwahara, M., S. Hashimoto, K. Ishii, Y. Yagi, T. Hada, A. Hiraga, M. Kai, K. Kubo, H. Oki, H. Tsu-bone, S. Sugano (1996): Assessment of autonomic nervous function by power spectral analysis of heart rate variability in the horse. *J Auton Nerv Syst.* 60, pp. 43-48
- Lebelt, D., E. Dalla Costa, M. Minero, D. Stucke, A. De Paula Vieira, M. Leach (2014): „Horse Grimace Scale“ - Eine praktikable Methode zur Schmerzbestimmung bei Pferden. In: 19. Internationale Fachtagung zum Thema Tierschutz „Theorie und Praxis zum Vollzug des Tierschutzgesetzes“, Ed: A.-C. Wöhr, DVG Service GmbH Verlag, Gießen. S. 275-286
- Malik, M., Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology (1996): Heart Rate Variability - Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. *Circulation.* 93, pp. 1043-1065
- Oel, C., H. Gerhards, H. Gehlen (2010): Einfluss von Schmerzstimuli auf die Herzfrequenzvariabilität bei Pferden in Allgemeinanästhesie. Influence of nociceptive stimuli on heart rate variability in equine general anesthesia. *Pferdeheilkunde.* 26, S. 232-238
- Oel, C., H. Gerhards and H. Gehlen (2014): Effect of retrobulbar nerve block on heart rate variability during enucleation in horses under general anesthesia. *Vet Ophthalmol* 17, pp. 170-174
- Rietmann, T. R., M. Stauffacher, P. Bernasconi, J. A. Auer, M. A. Weishaupt (2004a): The Association between Heart Rate, Heart Rate Variability, Endocrine and Behavioural Pain Measures in Horses Suffering from Laminitis. *J Vet Med A.* 51, pp. 218-225
- Rietmann, T. R., A. E. A. Stuart, P. Bernasconi, M. Stauffacher, J. A. Auer (2004b): Assessment of mental stress in warmblood horses: heart rate variability in comparison to heart rate and selected behavioural parameters. *Appl Anim Behav Sci.* 88, pp. 121-136
- Schwartzkopf-Genswein, K. S., M. E. Booth-McLean, T. A. McAllister, G. J. Mears (2005): Physiological and behavioural changes in Holstein calves during and after dehorning or castration. *Canadian J Anim Sci.* 85, pp. 131-138
- Søndergaard, E., U. Halekoh (2003): Young horses' reactions to humans in relation to handling and social environment. *Appl Anim Behav Sci.* 84, pp. 265-280
- Stewart, M., G. A. Verkerk, J. Stafford, A. L. Schaefer, J. R. Webster (2010): Noninvasive assessment of autonomic activity for evaluation of pain in calves, using surgical castration as a model. *J Dairy Sci.* 93, pp. 3602-3609
- Stucke, D., S. Hall, M. Große Ruse, D. Lebelt (2013): Untersuchung zur Quantifizierung von Schmerzen bei Pferden. Investigation to quantify pain in horses. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2013. KTBL-Schrift 503, KTBL, Darmstadt, S. 116-125
- Stucke, D., D. Lebelt (2014): Individuelle Schmerzwahrnehmung - objektive Schmerzmessung: Möglichkeiten und Grenzen der Schmerzdiagnostik beim Pferd. Objective measurement of individual pain perception: Potentials and limitations of pain assessment in horses. *Tierärztl Umsch.* 69, S. 229-234
- van Loon, J. P. A. M., W. Back, L. J. Hellebrekers, P. R. van Weeren (2010): Application of a Composite Pain Scale to Objectively Monitor Horses with Somatic and Visceral Pain under Hospital Conditions. *J Equine Vet Sci.* 30, pp. 641-649
- van Loon, J. P. A. M., V. S. M. Jonckheer-Sheehy, W. Back, P. R. van Weeren, L. J. Hellebrekers (2014): Monitoring equine visceral pain with a composite pain scale score and correlation with survival after emergency gastrointestinal surgery. *Vet J.* 200, pp. 109-115
- Viera, A. J., J. M. Garrett (2005): Understanding Interobserver Agreement: The Kappa Statistic. *Fam Med.* 37, pp. 360-363
- von Borell, E., J. Langbein, G. Després, S. Hansen, C. Leterrier, J. Marchant-Forde, R. Marchant-Forde, M. Minero, E. Mohr, A. Prunier, D. Valance, I. Veissier (2007): Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals - A review. *Physiol Behav.* 92, pp. 293-316

Danksagung

Die Autoren bedanken sich bei allen Kollegen und Tierärzthelferinnen der Pferdeklinik Haveland, die bei der Datenaufnahme geholfen haben, sowie bei allen Pferdebesitzern, die eingewilligt haben, ihre Pferde für diese Studie über eine Woche in der Klinik zu lassen. Die Autoren bedanken sich außerdem bei Gerd Nürnberg (Leibniz Institut für Nutztierbiologie, Dummerstorf) für die Hilfe bei der statistischen Datenanalyse.

Übereinstimmung zwischen Herzfrequenzvariabilität, Cortisolmetaboliten-Konzentration und Verhalten bei der Eingliederung einzelner Ziegen in Kleingruppen

Correspondence between heart rate variability, cortisol metabolites concentration and behaviour in goats introduced into small groups

ANTONIA PATT, LORENZ GYGAX, BEAT WECHSLER, EDNA HILLMANN, JAN LANGBEIN, NINA M. KEIL

Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden im Verlauf einer Eingliederung von Ziegen in eine neue Gruppe die Herzfrequenzvariabilität als Maß der sympatho-vagalen Aktivität, die Cortisolmetaboliten-Konzentration als Maß für die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achsen-Aktivität sowie das Liege- und Fressverhalten erfasst. Die Veränderungen dieser Indikatorvariablen über den Verlauf der Eingliederung wurden miteinander verglichen. Acht behornete und acht hornlose Ziegen wurden jeweils einzeln für fünf Tage in bestehende Gruppen mit je sechs Ziegen (Versuchsgruppen) eingegliedert ($n = 16$ Eingliederungen insgesamt). Dabei waren zwei der vier Versuchsgruppen behornt und zwei waren hornlos. Die einzugliedernden Ziegen hatten denselben Behornungsstatus wie die Gruppe. In der Nacht von Tag 0, 2 und 4 wurde die Herzfrequenzvariabilität der eingegliederten Ziegen im Liegen registriert und die Herzfrequenz, RMSSD, SDNN sowie der Quotient aus RMSSD und SDNN berechnet. Zusätzlich wurden die Liege- und Fressdauern der eingegliederten Ziegen kontinuierlich erfasst und täglich rektal Kotproben zur Analyse der Cortisolmetaboliten-Konzentration entnommen. Zur Analyse der Daten wurden lineare gemischte Effekte Modelle verwendet. Die Herzfrequenz der eingegliederten Ziegen nahm kontinuierlich von im Mittel 78 Schlägen/min während der Referenzmessung auf 68 Schläge/min an Tag 4 der Eingliederungsphase ab. Die RMSSD stieg im gleichen Zeitraum kontinuierlich von im Mittel 41 ms auf 62 ms an. Dies könnte als zunehmende Gewöhnung an die Eingliederung interpretiert werden, was aber im Widerspruch zu den weiteren Resultaten steht: Die Konzentration der Cortisolmetaboliten war an Tag 2 um ca. das 1,5-fache höher als die Referenzwerte und blieb im weiteren Verlauf der Eingliederungsphase auf einem ähnlich hohen Niveau. Auch die Liegedauer der eingegliederten Ziegen war im Vergleich zu den Referenzwerten (ca. 10 Stunden/Tag) während der gesamten Eingliederungsphase stark erhöht (insbesondere bei behorneten Ziegen mit ca. 20 Stunden/Tag). Die Fressdauer reduzierte sich von ca. 5,5 Stunden/Tag während der Referenzaufnahmen auf ca. 3,5 Stunden während der Eingliederungsphase. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung machen deutlich, dass es notwendig ist mehrere verschiedene Indikatorvariablen zu berücksichtigen, um beurteilen zu können, wie ein Tier eine Situation wahrnimmt.

Summary

In the present study heart rate variability as indicator of sympatho-vagal activity, cortisol metabolites concentration as indicator of hypothalamic-pituitary-adrenal activity, as well as lying and feeding behaviour were assessed in goats while being introduced into unfamiliar, established groups. The observed patterns of the different variables were compared over the course of the introduction period. Eight horned and eight hornless goats were introduced one at a time into established groups of six goats (experimental groups) over a five day period ($n = 16$ introductions in total). Two of the four experimental groups consisted of horned goats, the other two of hornless goats. Individual goats were always introduced into groups with the same (i.e. their own) horn status. In the nights of day 0, 2 and 4, heart rate variability of the introduced goats was measured while animals were lying and heart rate, RMSSD, SDNN, and their ratio RMSSD/SDNN were subsequently calculated. Additionally, introduced goats' lying and feeding durations were recorded continuously and faecal samples were taken daily to measure the introduced goats' cortisol metabolites concentration. Data were analysed using linear mixed-effects models. Throughout the experimental period, heart rate of introduced goats decreased continuously from an average of 78 beats/minute to 68 beats/minute before the introduction to the last day of the introduction period, respectively. Inversely, RMSSD increased continuously from 41 ms to 62 ms. These results would indicate an adaptation to the situation, but were not supported by the results of the other variables: On day 2, cortisol metabolites concentration was 1,5 times higher than reference values and remained elevated throughout the remaining introduction period. Compared to reference values (approx. 10 hours/day), lying duration of introduced goats' (especially horned goats) was considerably increased throughout the entire introduction period (approx. 20 hours/day). Feeding duration was reduced from about 5,5 hours/day during the reference period to about 3,5 hours/day during the introduction period. In conclusion, results of the present study underline the need to rely on a variety of variables to assess how animals perceive a specific situation.

1 Einleitung

Veränderungen in Verhalten und in physiologischen Variablen helfen dabei festzustellen, wie ein Tier eine Situation wahrnimmt (VEISSIER und BOISSY 2007). Auf Grundlage dieser Variablen können somit Rückschlüsse auf das Wohlbefinden von Tieren gemacht werden. Variablen, die häufig zur Beurteilung des Wohlbefindens herangezogen werden, gehören zur sogenannten physiologischen Stressreaktion. Die beiden wichtigsten Regulationssysteme der physiologischen Stressreaktion sind die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse (HPA-Achse) und das autonome Nervensystem (ANS). Während die Aktivierung der HPA-Achse mit der Ausschüttung von Cortisol verbunden ist, geben Messungen von Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität Aufschluss über eine Aktivierung des ANS (Sympathikus und Parasympathikus). Die Regulationszentren der HPA-Achse und des ANS sind miteinander verbunden und insbesondere der paraventriculäre Nucleus hat eine wichtige Rolle als Integrationszentrum der beiden Systeme (SWANSON und SAWCHENKO 1980; AGE-LINK et al. 2004; ULRICH-LAI und HERMAN 2009).

In Studien, die die Stressbelastung von Tieren messen, werden häufig (vermutlich aus Kostengründen oder aufgrund des geringeren Aufwandes) nur die Variablen eines der beiden Regulationssysteme zur Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren herangezogen. Dies kann jedoch zu unzureichenden Interpretationen führen: Während die Ergebnisse beider Systeme in manchen Studien zu übereinstimmenden Schlussfolgerungen führten (BOISSY und LE NEINDRE 1997; NORDMANN et al. 2011), wiesen in anderen Studien z. B. nur die Indikatoren der HPA-Achse auf eine Belastung hin, die Indikatoren des ANS jedoch nicht (BACHMANN et al. 2003; RIETMANN et al. 2004; CHRISTENSEN et al. 2014). Wie eine Untersuchung bei Menschen vermuten lässt, könnte die Widersprüchlichkeit dieser Ergebnisse damit zusammenhängen, dass das Ausmaß der Aktivierung der beiden Systeme nur bei sehr großer Belastung eng korreliert, nicht jedoch bei geringer oder mäßiger Belastung (LOOSER et al. 2010). Neben der Reizstärke der Stimuli gibt es Hinweise darauf, dass die Aktivierung sowohl der HPA-Achse wie auch des ANS zudem sehr spezifisch von bestimmten Eigenschaften eines Stimulus abhängt. Dabei dürften die Stimuli, die zu einer Aktivität führen, für die beiden Regulationssysteme unterschiedlich sein. Eine Metaanalyse von Humanstudien kommt zu dem Schluss, dass die HPA-Achse insbesondere bei unkontrollierbaren Stimuli aktiviert wird (DICKERSON und KEMENEY 2004). Das ANS reagiert bei Schafen unterschiedlich, je nachdem wie plötzlich oder neu ein Stimulus ist (DÉSIRÉ et al. 2004). Und auch bei Ziegen riefen Isolation und erzwungene Nähe beim Fressen verschiedenartige Reaktionen in der Herzfrequenzvariabilität hervor (ASCHWANDEN et al. 2008).

In der vorliegenden Studie sollte überprüft werden, inwiefern die beiden physiologischen Regulationssysteme infolge einer Eingliederung in eine unbekannte Gruppe bei Ziegen unterschiedlich aktiviert werden. Unter Berücksichtigung von Verhaltensindikatoren und der HPA-Achsenaktivität wurde die Eingliederung von Ziegen in bestehende Gruppen als stark belastend für die eingegliederten Ziegen eingeschätzt (PATT et al. 2012). Dabei spiegelte sich die Belastung in einer stark erhöhten Liegedauer, einer deutlich verringerten Fressdauer sowie einer erhöhten Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot wider. In der vorliegenden Untersuchung wurden nun die Veränderungen dieser Indikatorvariablen mit den Veränderungen der ANS-Aktivität (Herzfrequenz und Variabilität) verglichen.

1.1 Tiere und Haltung

Der Versuch fand von November 2009 bis Januar 2010 an Agroscope in Tänikon statt. Insgesamt 48 adulte, nicht laktierende weibliche Ziegen verschiedener Schweizer Milchziegenrassen waren in acht Gruppen (vier behornete, vier hornlose) mit jeweils sechs Tieren aufgeteilt. In vier (je zwei behornt bzw. hornlos) der acht Gruppen (= Versuchsgruppen) wurde eingegliedert, die anderen vier Gruppen stellten die einzugliedernden Ziegen. Alle Gruppen wurden in Zweiflächenbuchten gehalten, die je ca. 15,3 m² groß waren. Die Buchten bestanden aus einem Tiefstreubereich (11,7 m²) und einem erhöhten, befestigten Fressbereich (3,6 m²), der durch eine Holzwand in zwei gleich große Bereiche geteilt war. Im Tiefstreubereich befanden sich mit einem Raumteiler und einem Liegepodest zwei zusätzliche Strukturelemente. Wasser und ein Mineralleckstein standen ad libitum zur Verfügung. Heu wurde zweimal täglich ad libitum gefüttert, das Tier-Fressplatz-Verhältnis betrug 1:1.

Vor Versuchsbeginn wurde in den acht Gruppen die Rangordnung gemäß dem von ASCHWANDEN et al. (2008) beschriebenen Vorgehen bestimmt und die Tiere wurden

entsprechend ihrem Dominanzindex in die Rangklassen hoch (0,8 + 1,0), mittel (0,4 + 0,6) und tief (0,0 + 0,2) eingeteilt. Bei der Analyse wurden die Rangklassen der eingegliederten Ziegen berücksichtigt, weil zu erwarten war, dass sich die Ziegen in Abhängigkeit von ihrem Rangstatus in der Herkunftsgruppe bei der Eingliederung in eine unbekannte Gruppe unterschiedlich verhalten.

1.2 Eingliederungen

In vier Durchgängen wurde jeweils eine Einzelziege in eine der vier Versuchsgruppen eingegliedert ($n = 16$). Die einzugliedernden Ziegen hatten denselben Behornungsstatus wie die Versuchsgruppen. Die Einzeltiere verblieben für fünf Tage (Tag 0–4) in den Versuchsgruppen, anschließend wurden sie zurück in ihre Herkunftsgruppen verbracht. Zwischen den Durchgängen war jeweils eine Pause von neun Tagen. In diesen Tagen vor jedem Durchgang wurden für die verschiedenen Parameter Referenzwerte bestimmt.

1.3 Datenerhebung

In der Nacht von Tag 0, 2 und 4 wurde die Herzfrequenzvariabilität der eingegliederten Ziegen mit Hilfe des Polar®-Systems registriert. Für die Auswertung wurde für jede 30-minütige Periode ununterbrochenen Liegens ein fünfminütiger Abschnitt ausgewählt, der eine maximale Fehlerrate von 5 % aufwies. Für diese fünfminütigen Abschnitte wurden Herzfrequenz (Schläge/min), RMSSD (ms), SDNN (ms) sowie der Quotient aus RMSSD und SDNN berechnet. Zusätzlich wurden täglich rektal Kotproben zur Analyse der Cortisolmetaboliten-Konzentration entnommen. Mit Hilfe eines am Hinterbein befestigten Beschleunigungssensors und eines am Halfter befestigten Drucksensors wurden die Liege- und Fressdauern der eingegliederten Ziegen kontinuierlich erfasst. Für alle erhobenen Parameter wurden vor jeder Eingliederung Referenzwerte aufgenommen: Tag -3 vor der Eingliederung für Herzfrequenzparameter, Tag -7 und -6 für Liegedauer, Tag -6 und -5 für Fressdauer und Tag -4 und -3 für Cortisolmetaboliten-Konzentration. Die Proben zur Analyse der Konzentration von Cortisolmetaboliten wurden nach der Entnahme tiefgefroren. Die Bestimmung erfolgte mittels 11-Oxoätiocolanolon Enzymimmunoassay (EIA, MÖSTL et al. 2002; KLEINSASSER et al. 2010).

2 Statistische Auswertung

Die Ergebnisse von Liege- und Fressdauer sowie der Cortisolmetaboliten-Konzentrationen sind bereits an anderer Stelle veröffentlicht worden (PATT et al. 2012). Da sich die Modellwahl in jener Veröffentlichung jedoch von der Modellwahl für die Herzfrequenzparameter aufgrund der Fokussierung auf einen Nachweis eines Effekts der Eingliederung unterschied, haben wir die Modellwahl der Verhaltensparameter und Cortisolmetaboliten-Konzentration analog der Vorgehensweise für die Herzfrequenzparameter wiederholt. Dies ermöglicht den direkten Vergleich zwischen den Veränderungen der verschiedenen Indikatorvariablen. Dabei waren die neu gewählten Modelle für die Liege- und Fressdauer sowie die Cortisolmetaboliten-Konzentration den zuvor gewählten Modellen sehr ähnlich, was auf robuste Effekte hinweist.

Die folgenden Zielvariablen wurden analysiert:

- Herzfrequenz (Schläge/min, log-transformiert),
- RMSSD (= root mean square of successive differences of interbeat intervals, ms, log-transformiert),
- SDNN (= standard deviation of all interbeat intervals, ms, log-transformiert),
- RMSSD/SDNN (log-transformiert)
- Liegedauer (h/Tag),
- Fressdauer (h/Tag),
- Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot (ng/g, log-transformiert).

Als fixe Effekte wurden in allen Modellen der Tag (Referenztag(e), Tag 0, 2, 4 für Herzfrequenzparameter und 0–4 für Verhalten und Cortisolmetaboliten-Konzentration), die Rangklasse der konfrontierten Ziege (hoch, mittel, tief) und der Behornungsstatus (behornt, hornlos) sowie deren Zweifachinteraktionen verwendet. Als zufällige Effekte wurde für die Auswertung der Herzfrequenzparameter das Datum geschachtelt in Tier und Gruppe berücksichtigt und für Liege und Fressdauer der Tiere sowie Cortisolmetaboliten-Konzentration das Tier geschachtelt in der Gruppe. Die Wahl des am besten geeigneten Modells erfolgte mittels des Akaike weight (= Modellwahrscheinlichkeit) basierend auf dem AIC (BURNHAM und ANDERSON 2003).

3 Ergebnisse

3.1 Herzfrequenzparameter

Die gewählten Modelle für die Zielvariablen Herzfrequenz, RMSSD und SDNN enthielten ausschließlich den fixen Effekt „Tag“ als Haupteffekt. Der Quotient aus RMSSD und SDNN (RMSSD/SDNN) wurde von keinem der drei berücksichtigten fixen Effekte beeinflusst. Die Herzfrequenz der eingegliederten Ziegen nahm demnach von der Referenzmessung bis zum letzten Tag der Eingliederungsphase kontinuierlich ab. RMSSD und SDNN stiegen im gleichen Zeitraum kontinuierlich an (Tab. 1).

3.2 Verhalten

Das gewählte Modell für die Liegedauer enthielt die Interaktion zwischen den fixen Effekten „Tag“ und „Behornungsstatus“. Sowohl bei den behornten eingegliederten Ziegen als auch bei den hornlosen, stieg mit dem Tag der Eingliederung die Liegedauer an. Bezogen auf die Referenzwerte war dieser Anstieg bei den behornten eingegliederten Ziegen sprunghaft, während er bei den hornlosen eingegliederten Ziegen kontinuierlich und weniger stark war (Tab. 1).

Das Modell der Zielvariable Fressdauer enthielt die fixen Effekte „Tag“ und „Behornungsstatus“ als Haupteffekte. Die Fressdauer der eingegliederten Ziegen reduzierte sich mit dem ersten Eingliederungstag und blieb über die gesamte Eingliederungsphase verringert (Tab. 1).

Tab. 1: Schätzwerte und 95%-Konfidenzintervalle aller Zielvariablen für den fixen Effekt „Tag“ (Haupteffektmodelle sowie in Interaktion mit „Behornungsstatus“ für die Liegedauer und inklusive des Haupteffekts „Behornungsstatus“ für die Fressdauer)

Tab. 1: Estimates and 95 % confidence intervals for all outcome variables of the fixed effect "day" (main effects models as well as model including the interaction with "horn status" for lying durations and model including the main effect "horn status" for feeding duration)

Zielvariable Outcome variable	Tag -7 Day -7	Tag -6 Day -6	Tag -5 Day -5	Tag -4 Day -4	Tag -3 Day -3	Tag -2 Day -2	Tag -1 Day -1	Tag 0 Day 0	Tag 1 Day 1	Tag 2 Day 2	Tag 3 Day 3	Tag 4 Day 4
Herzfrequenz (Schläge/min) Heart rate (beats/min)	-	-	-	-	78 [71; 86]	-	-	74 [68; 82]	-	72 [65; 79]	-	68 [62; 75]
RMSSD (ms) RMSSD (ms)	-	-	-	-	41 [29; 57]	-	-	49 [35; 69]	-	54 [38; 76]	-	62 [44; 87]
SDNN (ms) SDNN (ms)	-	-	-	-	43 [33; 54]	-	-	51 [39; 65]	-	55 [42; 70]	-	63 [49; 81]
Liegedauer (h/Tag)/ Lying duration (hrs/day)												
Behornt Horned	11.0 [8.8; 13.1]	9.2 [7.1; 11.4]	-	-	-	-	-	21.6 [19.4; 23.7]	22.3 [20.2; 24.0]	22.0 [19.8; 24.0]	21.9 [19.7; 24.0]	21.1 [19.0; 23.2]
Hornlos Hornless	8.9 [4.2; 3.6]	10.6 [6.0; 15.3]	-	-	-	-	-	10.3 [5.6; 15.0]	13.8 [9.1; 18.5]	14.1 [9.4; 18.8]	14.5 [9.8; 19.2]	12.6 [7.9; 17.3]
Fressdauer (h/Tag) Feeding duration (hrs/day)												
Behornt Horned	-	4.7 [3.9; 5.5]	4.8 [4.0; 5.6]	-	-	-	-	2.8 [2.0; 3.7]	2.5 [1.6; 3.3]	2.6 [1.7; 3.4]	2.8 [2.0; 3.6]	2.9 [2.1; 3.7]
Hornlos Hornless	-	6.5 [4.7; 8.3]	6.6 [4.8; 8.5]	-	-	-	-	4.7 [2.9; 6.4]	4.3 [2.5; 6.1]	4.4 [2.7; 6.2]	4.7 [2.9; 6.5]	4.7 [2.9; 6.5]
Cortisol- metaboliten- Konzentration (ng/g) Cortisol metabolites concentration (ng/g)	-	-	-	691 [480; 993]	527 [366; 757]	-	-	586 [408; 843]	789 [549; 1134]	1125 [783; 1617]	1020 [709; 1466]	1010 [703; 1452]

3.3 Cortisolmetaboliten-Konzentration

Das gewählte Modell für die Cortisolmetaboliten-Konzentration enthielt „Tag“ als Haupteffekt neben der Interaktion von „Behornungsstatus“ und „Rang“. Die Cortisolmetaboliten-Konzentration der eingegliederten Ziegen war ab Tag 1 erhöht und blieb im weiteren Verlauf der Eingliederungsphase erhöht (Tab. 1). Die höchsten Werte wurden dabei bei behorneten ranghohen eingegliederten Ziegen gemessen (Tag 2: behornt ranghoch: 2121 ng/g [1491; 3017], behornt mittelrangig: 517 ng/g [351; 763], behornt rangtief: 1139 ng/g [801; 1621], hornlos ranghoch: 1225 ng/g [527; 2848], hornlos mittelrangig: 1341 ng/g [651; 2762], hornlos rangtief: 602 ng/g [259; 1401]).

4 Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung wurden die Auswirkungen einer Eingliederung auf die Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität der eingegliederten Ziegen gemessen. Dabei sollte überprüft werden, ob die Muster dieser Variablen, die die ANS-Aktivität reflektiert, mit dem Muster der Verhaltensparameter und der Cortisolmetaboliten-Konzentration (= HPA-Achsenaktivität) übereinstimmen.

Die kontinuierlich abnehmende Herzfrequenz bei gleichzeitig zunehmender RMSSD weist auf eine zunehmende Aktivierung des Parasympathikus hin. Während eine Deaktivierung des Parasympathikus auf eine Stressreaktion hinweist (VON BORELL et al. 2007), lässt ein erhöhter Parasympathikuston auf Entspannung schließen (PORGES 1995). Die Ergebnisse der Herzfrequenzparameter könnten – ohne Berücksichtigung weiterer Indikatoren – so interpretiert werden, dass sich die eingegliederten Ziegen im Verlauf der Eingliederungsperiode mehr und mehr an die Situation anpassten. Dies steht jedoch im Widerspruch zu den Ergebnissen der Indikatorvariablen des Verhaltens und der HPA-Achse, die auf eine anhaltende Belastung während der gesamten Eingliederung hinweisen: Die Fressdauer war während der gesamten Eingliederungsphase erniedrigt und die Liegedauer war insbesondere bei den behorneten eingegliederten Ziegen stark erhöht. Die Cortisolmetaboliten-Konzentration war ebenfalls bis zum Ende der Eingliederungsphase erhöht.

Es bestehen jedoch zwei Interpretationsmöglichkeiten, die das Muster aller Indikatoren konsistent erklären können: Die kontinuierlich abnehmende Herzfrequenz könnte zum einen eine zunehmende Frustration der eingegliederten Ziegen widerspiegeln. So wurde bereits im Zusammenhang mit Extinktionslernen bei Ratten (EHRlich und MALMO 1967; PAPINI 2003) sowie visuellem Diskriminierungslernen bei Ziegen (LANGBEIN et al. 2004) die Hypothese aufgestellt, dass eine abnehmende Herzfrequenz eine zunehmende Frustration der Tiere abbilden kann. Wie in der vorliegenden Untersuchung war die abnehmende Herzfrequenz in der Studie von LANGBEIN et al. (2004) ebenfalls durch eine Aktivierung des Parasympathikus vermittelt, d. h., parallel zur abnehmenden Herzfrequenz war auch eine zunehmende RMSSD zu beobachten. Wenn man insbesondere die langen Liegedauern der eingegliederten Ziegen berücksichtigt, könnte das Muster der ANS- und HPA-Achsenaktivität des Weiteren auch auf eine „Freezing“-Reaktion der Tiere hinweisen. Ein solches „freezing“ wurde bereits für viele kleine Beutetiere (EILAM 2005), aber auch für Menschen (ROELOFS et al. 2010) beschrieben und kann von einer Bewegungsinhibition bis hin zur nahezu vollständigen Bewegungslosigkeit reichen. Es wird angenommen, dass ein solches

Verhalten insbesondere dann auftritt, wenn die Tiere keine Informationen darüber haben, wie sie reagieren sollen (BLANCHARD und BLANCHARD 1989) bzw. in Situationen, aus denen sie nicht entkommen können (EILAM 2005). Die in unserer Studie beobachteten Muster der Herzfrequenzparameter stimmen mit denjenigen einer sog. „fear bradycardia“ überein, von der berichtet wird, dass sie bei Menschen während des „freezing“ auftritt (ROELOFS et al. 2010; HERMANS et al. 2013) und parasympathisch vermittelt ist (HERMANS et al. 2013). Ebenfalls in Untersuchungen mit Menschen konnte gezeigt werden, dass „fear bradycardia“ infolge einer sozialen Bedrohung auftreten kann, die mithilfe einer Exposition mit Bildern wütender Gesichter erzeugt werden konnte (ROELOFS et al. 2010). „Fear bradycardia“ könnte bei den eingegliederten Ziegen in der vorliegenden Untersuchung durchaus ausgelöst worden sein, da die Ziegen während der Eingliederung agonistischen Interaktionen ausgesetzt waren und diese Auseinandersetzungen zum Großteil verloren (PATT et al. 2012). Einschränkend ist in diesem Zusammenhang zu sagen, dass die meisten Studien zu Frustration und „fear bradycardia“ akute Effekte untersuchten, wohingegen die vorliegende Untersuchung die längerfristigen Auswirkungen einer Eingliederung untersucht hat.

Die Untersuchung zeigt somit, dass die Auswahl der untersuchten Variablen die Interpretation der Auswirkungen einer Eingliederung auf das Wohlbefinden der eingegliederten Ziege beeinflusst. Die alleinige Berücksichtigung der Herzfrequenzparameter würde auf eine zunehmende Anpassungsreaktion der Ziegen infolge der Eingliederung hinweisen, die Liege- und Fressdauer und die Cortisolmetaboliten-Konzentration zeichnen aber ein gegenteilige Bild. Wird das Muster aller Variablen jedoch gemeinsam interpretiert, ergeben sich wertvolle Hinweise auf die Art der Belastung bzw. wie die Ziegen die Eingliederung wahrgenommen haben. Frustration und die sog. „fear bradycardia“ könnten alternative Hypothesen für die Reduktion in der Herzfrequenz und den Anstieg der RMSSD sein. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden und einen genaueren Einblick zu bekommen, empfiehlt es sich somit, sich bei der Beurteilung von Belastungen auf eine möglichst große Anzahl von Indikatoren zu stützen.

Literatur

- Agelink M.W., Klimke, A., Cordes, J., Sanner, D., Kavuk, I., Malessa, R., Klieser, E., Baumann, B. (2004): A functional-structural model to understand cardiac autonomic nervous system (ANS) dysregulation in affective illness and to elucidate the ANS effects of antidepressive treatment. *European Journal of Medical Research* 9, pp. 37–50
- Aschwanden, J., Gygax, L., Wechsler, B., Keil, N.M. (2008): Social distances of goats at the feeding rack: influence of the quality of social bonds, rank differences, grouping age and presence of horns. *Applied Animal Behaviour Science* 114, pp. 116–131
- Bachmann I., Bernasconi, P., Herrmann, R., Weishaupt, M.A., Stauffacher, M. (2003): Behavioural and physiological responses to an acute stressor in crib-biting and control horses. *Applied Animal Behaviour Science* 82, pp. 297–311
- Blanchard, R.J., Blanchard, D.C. (1989): Antipredator defensive behaviors in a visible burrow system. *Journal of Comparative Psychology* 103, pp. 70–82
- Boissy, A., Le Neindre, P. (1997): Behavioral, cardiac and cortisol responses to brief peer separation and reunion in cattle. *Physiology & Behavior* 61, pp. 693–699.

- Burnham, K., Anderson, D. (2003): Model selection and multi-model inference. Springer-Verlag, New York
- Christensen J.W., Beekmans, M., van Dalum, M., VanDierendonck, M. (2014): Effects of hyperflexion on acute stress responses in ridden dressage horses. *Physiology & Behavior* 128, pp. 39–45
- Désiré, L., Veissier, I., Després, G., Boissy, A. (2004): On the way to assess emotions in animals: Do lambs (*Ovis aries*) evaluate an event through its suddenness, novelty, or unpredictability? *Journal of Comparative Psychology* 118, pp. 363–374
- Dickerson, S.S., Kemeny, M.E. (2004): Acute stressors and cortisol responses: a theoretical integration and synthesis of laboratory research. *Psychological Bulletin* 130, pp. 355–391
- Ehrlich, D.J., Malmo, R.B. (1967): Electrophysiological concomitants of simple operant conditioning in the rat. *Neuropsychologia* 5, pp. 219–235
- Eilam D. (2005): Die hard: a blend of freezing and fleeing as a dynamic defense-implications for the control of defensive behavior. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 29, pp. 1181–1191
- Hermanns, E.J., Henckens, M.J.A.G., Roelofs, K., Fernández, G. (2013): Fear bradycardia, and activation of the human periaqueductal grey. *NeuroImage* 66, pp. 278–287
- Kleinsasser, C., Graml, C., Klobetz-Rassam, E., Barth, K., Waiblinger, S., Palme, R. (2010): Physiological validation of a non-invasive method for measuring adrenocortical activity in goats. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift – Vet. Med. Austria* 97, pp. 259–262
- Langbein, J., Nürnberg, G., Manteuffel, G. (2004): Visual discrimination learning in dwarf goats and associated changes in heart rate and heart rate variability. *Physiology & Behavior* 82, pp. 601–609
- Looser, R.R., Metzenthin, P., Helfricht, S., Kudielka, B.M., Loerbroks, A., Thayer, J.F., Fischer, J.E. (2010): Cortisol is significantly correlated with cardiovascular response during high levels of stress in critical care personnel. *Psychosomatic Medicine* 72, pp. 281–289
- Möstl, E., Maggs, J.L., Schrötter, G., Besenfelder, U., Palme, R. (2002): Measurement of cortisol metabolites in faeces of ruminants. *Veterinary Research Communications* 26, pp. 127–139
- Nordmann, E., Keil, N.M., Schmied-Wagner, C., Graml, C., Langbein, J., Aschwanden, J., von Hof, J., Maschat, K., Palme, R., Waiblinger, S. (2011): Feed barrier design affects behaviour and physiology in goats. *Applied Animal Behaviour Science* 133, pp. 40–53
- Papini, M.R. (2003): Comparative psychology of surprising nonreward. *Brain, Behavior and Evolution* 62, pp. 83–95
- Patt, A., Gygax, L., Wechsler, B., Hillmann, E., Palme, R., Keil, N.M. (2012): The introduction of individual goats into small established groups has serious negative effects on the introduced goat but not on resident goats. *Applied Animal Behaviour Science* 138, pp. 47–59
- Porges, S.W. (1995): Cardiac vagal tone: a physiological index of stress. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 19, pp. 225–233
- Rietmann, T.R., Stauffacher, M., Bernasconi, P., Auer, J.A., Weishaupt, M.A. (2004): The association between heart rate, heart rate variability, endocrine and biobehavioural pain measures in horses suffering from laminitis. *Journal of Veterinary Medicine* 51, pp. 218–225
- Roelofs, K., Hagens, M.A., Stins, J. (2010): Facing freeze: social threat induces bodily freeze in humans. *Psychological Science* 21, pp. 1575–1581
- Swanson, L.W., Sawchenko, P.E. (1980): Paraventricular nucleus: a site for the integration of neuroendocrine and autonomic mechanisms. *Neuroendocrinology* 31, 410417.
- Ulrich-Lai, Y.M., Herman, J.P. (2009): Neural regulation of endocrine and autonomic stress responses. *Natural Reviews Neuroscience* 10, pp. 397–409
- Veissier, I., Boissy, A. (2007): Stress and welfare: two complementary concepts that are intrinsically related to the animal's point of view. *Physiology & Behavior* 92, pp. 429–433

Von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Leterrier, C., Marchant-Forde, J., Marchant-Forde, R., Minero, M., Mohr, E., Prunier, A., Valance, D., Veissier, I. (2007): Heart rate variability as a measure of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals—a review. *Physiology & Behavior* 92, pp. 293–316

Danksagung

Wir danken M. Wymann, G. Jöhl und V. Vidovic für die Betreuung der Ziegen, Urs Marolf, Markus Keller und Beat Kürsteiner für technischen Support und Edith Klobetz-Rassam für die Analyse der Proben. Das Forschungsprojekt wurde durch das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen finanziert (Projekt Nr. 2.09.04).

Auswirkungen der Aufzuchtmethode auf die Stressreaktion bei der Eingliederung tragender Färsen in die Milchviehherde

Effects of calf-rearing systems on the stress response of heifers when introduced to the milking herd

TASJA KÄLBER, TOLKE HECHMANN, ANGELIKA HÄUSSERMANN, SUSANNE WAIBLINGER, KERSTIN BARTH

Zusammenfassung

Die muttergebundene Kälberaufzucht, bei der die Kälber an ihrer Mutter saugen dürfen, hat positive Auswirkungen auf das Kalb, sowohl im Hinblick auf die Entwicklung als auch auf die Sozialkompetenz der Tiere. In modernen Milchviehställen wird die Herdenstruktur durch Managementstrategien oft verändert (Färsengruppen, Gruppierung nach Laktationsstadium). Diese Umgruppierung ist für die Tiere immer wieder mit Stress verbunden. Auch das Eingruppieren von tragenden Färsen zum Ende der Trächtigkeit in die Milchviehherde stellt eine erhöhte Belastung dar. In dieser Studie sollte untersucht werden, ob tragende Färsen, die in den ersten Lebensmonaten Kontakt zur eigenen Mutter und anderen adulten Tieren hatten, in der Phase der Eingliederung in den Herdenverband anders reagieren als am Tränkeautomaten aufgezogene Tiere. Die Färsen wurden nach dem Morgenmelken einzeln in die Herde integriert. Unmittelbar vor der Eingliederung und an den Tagen 1, 3 und 7 nach der Eingliederung sowie an drei aufeinanderfolgenden Tagen nach der Abkalbung wurden rektal Kotproben entnommen, um die Stressreaktion anhand der Kortisolmetaboliten abzuschätzen. Zusätzlich wurde das Aktivitätsverhalten in den ersten zehn Tagen nach der Eingliederung mit Beschleunigungssensoren aufgezeichnet. Die Aufzuchtmethode zeigte keinen Effekt auf die Stressreaktion bei der Eingliederung. Allerdings konnte ein Effekt der Rasse beobachtet werden. Tendenziell zeigten die Deutsch Holstein höhere Kortisolwerte an Tag 0 und 1 der Eingliederung. An den Tagen 3 und 7 bestanden dann signifikante Unterschiede zwischen den Rassen. Die Auswertung der Aktivitätsdaten zeigte weder einen Effekt der Aufzucht noch der Rasse. Deutlich wurden jedoch die geringeren Liegezeiten der Färsen an den ersten Tagen der Eingliederung. Erst ab dem fünften Versuchstag pendelten sich die Liegezeiten auf ein gleichbleibendes Niveau ein. In dieser Studie konnten somit keine langfristigen Auswirkungen der muttergebundenen Aufzucht auf die geprüften Indikatoren für die Stressreaktion bei der Eingliederung in die Milchviehherde nachgewiesen werden.

Summary

In modern dairy farming systems it is common to immediately separate cow and calf after parturition. Calves are reared artificially either with buckets or an automatic milk feeder. However, this practice is increasingly criticized nowadays. Dam rearing, where calves are able to suck on their own mother until weaning, could be an alternative rearing system. Benefits could arise in regard to calf growth and the development of social skills. In modern dairy farming, cows don't live in a stable herd, but are regrouped quite often due to management purposes (e. g. form homogeneous groups in regard to age, milk performance or feeding level). Regrouping is stressful for the gregarious animals and especially the integration of heifers into the milking herd shortly before parturition puts an extra load on them. In this study we wanted to investigate if dam reared heifers had a different stress level during the integration into the milking herd compared to artificially reared heifers. Experimental animals were individually integrated into the milking herd after the morning milking. Shortly before the integration and on day 1, 3 and 7, as well as on day 1, 2 and 3 postpartum, feces were rectally drawn for analyzing cortisol metabolites. Additionally, heifers were equipped with acceleration sensors to observe their activity behavior within the first 10 days after integration. Rearing method does not seem to have significant influences on the stress level during integration. We could find an effect of the breed with higher cortisol metabolites for Holstein heifers on day 0 and 1 by tendency and on day 3 and 7 significantly. Also the data from the sensors showed no difference, but heifers needed five days to adjust to the new situation, which was shown by the short lying duration during the first four days. From day five on, lying duration was stable until the end of the measurement. In conclusion, long-term effects of dam rearing on the stress response during integration could not be verified in this study.

1 Einleitung

Die Anforderungen an eine artgerechte Tierhaltung, in welcher das Wohlbefinden immer mehr in den Vordergrund rückt, werden in der heutigen Nutztierhaltung immer mehr betont. Jedoch ist es in der Milchkuhhaltung immer noch gängige Praxis, Kuh und Kalb direkt nach der Geburt zu trennen und das Kalb künstlich mit der Eimertränke oder am Tränkeautomaten aufzuziehen. Diese Methode wird jedoch zunehmend kritisch hinterfragt. Eine alternative Aufzuchtmethode stellt die muttergebundene Kälberaufzucht dar. Die Kälber verbleiben länger bei ihrer Mutter und können somit ihr natürliches Saugbedürfnis befriedigen. In mehreren Studien wurde gezeigt, dass Kälber aus muttergebundener Aufzucht ein höheres Absetzgewicht haben (DE PASSILLÉ 2001; ROTH et al. 2009) und weniger gegenseitiges Besaugen zeigen (ROTH et al. 2008). Zudem scheinen die muttergebunden aufgezogenen Kälber eine höhere Sozialkompetenz zu besitzen und in Stresssituationen gelassener zu reagieren (WAGNER et al. 2013). Für die managementbedingt häufiger erfolgenden Umgruppierungen in der Milchviehhaltung könnte dies einen Vorteil darstellen. Sei es die Eingliederung der tragenden Färsen in die Milchviehherde, in welcher sie sich nicht nur mit unbekanntem Artgenossen, sondern auch mit einer unbekanntem Umgebung und neuen Erfahrungen (z. B. Melken) auseinandersetzen muss oder die spätere Zuordnung und Umgruppierung in Leistungsgruppen (Frischmelker, Altmelker, Trockensteher). Tiere mit geringer Belastbarkeit reagieren auf solche Situationen mit verminderter Futteraufnahme und einem Leistungseinbruch (PHILLIPS und RIND 2001). HASEGAWA et al. (1997) stellten fest, dass erstlaktierende Kühe nach einer Umgruppierung erst 15 Tage danach in ihrer Bewegungsaktivität auf das Niveau vor der Eingliederung zurückfanden. Auch anhand der Kortisolwerte lässt sich die Stressreaktion der Tiere beschreiben. WAGNER et al. (2012) konnten keinen signifikanten Unterschied in Bezug auf die Kortisolmetaboliten im Kot in der Woche nach der Eingliederung im Vergleich muttergebundener und künstlich aufzogener Färsen nachweisen. Allerdings zeigten drei muttergebunden aufgezogene Tiere eine geringere Konzentration als vor der Eingliederung, während die künstlich aufgezogenen Tiere alle einen Anstieg zeigten. Die Autoren interpretieren dies so, dass bei muttergebunden aufgezogenen Tieren die Stressbelastung bei der Eingliederung niedriger sein kann, möglicherweise auch durch die Anwesenheit der Mutter.

Ziel dieser Studie war es zu untersuchen, ob sich mutterlos und muttergebunden aufgezogene Färsen hinsichtlich ihrer Stressreaktion und ihrem Liegeverhalten in den ersten Tagen nach der Eingliederung in die Milchviehherde voneinander unterscheiden.

2 Tiere, Material und Methoden

Die Studie wurde am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau (TI) in Trenthorst durchgeführt.

2.1 Tiere und Haltung

Für die Untersuchung standen 20 tragende Färsen der Rassen Deutsch Holstein-Schwarz-bunt (DH; n = 10) und Deutsch Rotbunt im Doppelnutzungstyp (DRB; n = 10) zur Verfügung. Die Rassen werden in zwei Milchviehherden räumlich getrennt in spiegelbildlich

angeordneten Liegeboxenlaufställen mit einer Maximalbelegung von bis zu 50 Tieren je Herde gehalten. Angrenzend an den Milchviehstall befindet sich der Kälberbereich, in dem allen Tieren Heu, Silage und Frischwasser ad libitum zur Verfügung stand. Dieser ist über ein transpondergesteuertes Kälberselektionstor mit dem Milchviehstall verbunden, sodass den Kälbern Zugang zur Milchviehherde ermöglicht werden kann. Die Versuchstiere wurden bis zum Absetzen in einem Alter von 90 Tagen unterschiedlich aufgezogen (WAGNER et al. 2013):

- Mutterlose Aufzucht am Tränkeautomaten (T; n = 8): die Kälber wurden innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Geburt vom Muttertier getrennt und in die Kälbergruppenhaltung eingestallt. Die Fütterung erfolgte über einen Tränkeautomaten, an dem die Kälber über den Tag verteilt Milch bis zu einer Höchstmenge von 16 l pro Tier erhalten konnten. Der Zugang zum Milchkuhbereich wurde ihnen nicht gestattet, allerdings bestand Sichtkontakt zur Milchviehherde.
- Muttergebundene Aufzucht (M; n = 12): nach der Geburt verblieben Kuh und Kalb fünf Tage zusammen in der Abkalbebox, wobei die Kuh zweimal täglich gemolken wurde. Am sechsten Tag erfolgte die Umstallung des Kalbes in die Kälbergruppe und die Kuh wurde zurück in die Milchviehherde gebracht. Die Kälber hatten über das Selektionstor freien Zugang zum Milchviehstall.

Nach dem Absetzen erfolgte die Umstallung in den Jungviehstall und die Aufzucht in rasengemischten Gruppen unter gleichen Bedingungen.

2.2 Eingliederung und Datenaufnahme

Der Versuchsablauf orientierte sich an der vorangegangenen Studie von WAGNER et al. (2012). Die Eingliederung in die Milchviehherde erfolgte tierindividuell anhand des berechneten Abkalbedatums (27 ± 3 Tage ante partum), sodass sich die Tiere nicht erst nach der Abkalbung mit der neuen Haltungsumwelt und den unbekanntem Herdenmitgliedern auseinandersetzen mussten. Nach dem Morgenmelken – die Herde war noch im Fressgitter fixiert – erhielten die Färsen über 30 min die Gelegenheit, sich mit der Umgebung vertraut zu machen. Dann wurden die Kühe aus dem Fressgitter gelöst. Die Stressbelastung der eingegliederten Färsen wurde anhand von Kortisolmetaboliten im Kot untersucht. Hierfür wurden unmittelbar vor der Eingliederung (Tag 0), an den Tagen 1, 3 und 7 nach der Eingliederung (Tag 1, Tag 3, Tag 7) sowie eine Woche nach der Abkalbung Kotproben rektal entnommen und sofort bei -20 °C eingefroren. Die Entnahme der Kotproben p.p. erfolgte an drei aufeinanderfolgenden Tagen (p.p. 1–3). Die Untersuchung der Kortisolmetaboliten (11,17-Dioxoandrosterone) erfolgte durch 11-Oxoätiocolanolone EIA nach der Methode von PALME und MÖSTL 1997 an der Veterinärmedizinischen Universität zu Wien.

Um die Aktivität der Tiere zu erfassen, wurde kurz vor der Eingliederung ein Beschleunigungssensor (IceTag3D® Sensor, IceRobotics Ltd., Edinburgh, UK) am rechten Hinterbein der Färsen angebracht.

2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programm R 2.15.2 (R Development Core Team, 2012). Hierbei wurde der Wilcoxon Test als nicht parametrisches Verfahren gewählt, da die abhängigen Variablen nicht normalverteilt waren. Als unabhängige

Variablen galten die Aufzuchtmethode und die Rasse. Die Daten von drei Tieren (alle M und DRB) mussten aufgrund von fehlerhaften Aufzeichnungen der Beschleunigungssensoren bzw. Sensorverlust von der Analyse des Aktivitätsverhaltens ausgeschlossen werden.

3 Ergebnisse

3.1 Kortisolmetaboliten

Für die Konzentration der Kortisolmetaboliten (in ng/g) im Kot am Eingliederungstag (Tag 0; Median, Min, Max: T: 104, 37, 166; M: 109, 61, 162; $p = 0,571$) und den darauffolgenden Tagen (Tag 1: T: 184, 90, 528; M: 219, 86, 328, $p = 0,970$; Tag 3: T: 164, 80, 619; M: 240, 102, 351; $p = 0,970$; Tag 7: T: 181, 80, 572; M: 194, 105, 368; $p = 0,792$) konnten keine Unterschiede zwischen den beiden Aufzuchtverfahren festgestellt werden (Abb. 1a). Allerdings zeigte sich ein Effekt der Rasse (Abb. 1b): DH tendierten zu höheren Kortisolwerten als DRB am Tag 0 (DH: 126, 90, 166; DRB: 93, 37, 160; $p = 0,075$) und Tag 1 (DH: 226, 147, 528; DRB: 179, 86, 229; $p = 0,075$). Am Tag 3 (DH: 277, 127, 619; DRB: 148, 80, 283; $p = 0,023$) und Tag 7 (DH: 243, 134, 572; DRB: 158, 80, 327; $p = 0,043$) bestanden dann signifikante Rassenunterschiede.

Nach der Abkalbung bestand kein Unterschied mehr in der Kortisolkonzentration zwischen den Aufzuchtverfahren oder den Rassen.

3.2 Aktivitätssensoren

Weder das Aufzuchtverfahren noch die Rasse hatte einen signifikanten Einfluss auf das Aktivitätsprofil während der ersten Woche nach der Eingliederung. Allerdings waren die Liegeperioden mit durchschnittlich 2,8 pro Tier am Eingliederungstag sehr gering. Am

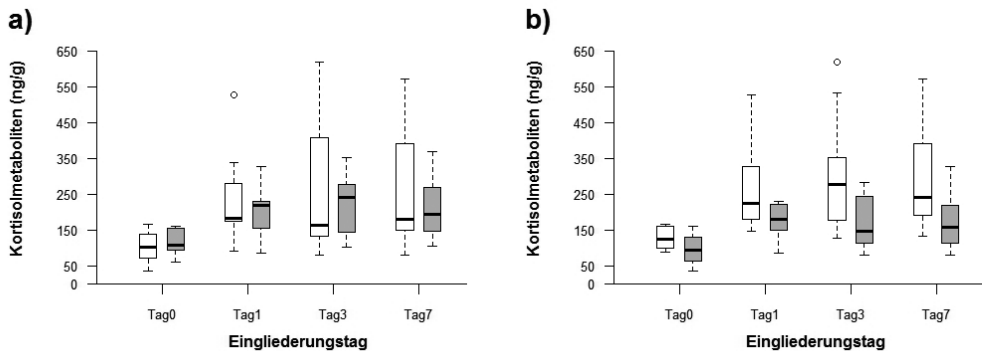


Abb. 1: Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot. Tag 0 = Tag der Eingliederung: a) Vergleich nach Aufzuchtverfahren; weiß = Tränkeautomat, grau = muttergebunden; b) Vergleich nach Rasse; weiß = Deutsche Holstein (DH), grau = Deutsche Rotbunte im Doppelnutzungstyp (DRB)

Fig. 1: Concentration of fecal cortisol metabolites. Tag 0 = Day of introduction: a) Comparison of treatment; white = automat feeder, grey = dam reared; b) comparison of breed; white = German Holstein, grey = German Red Pied

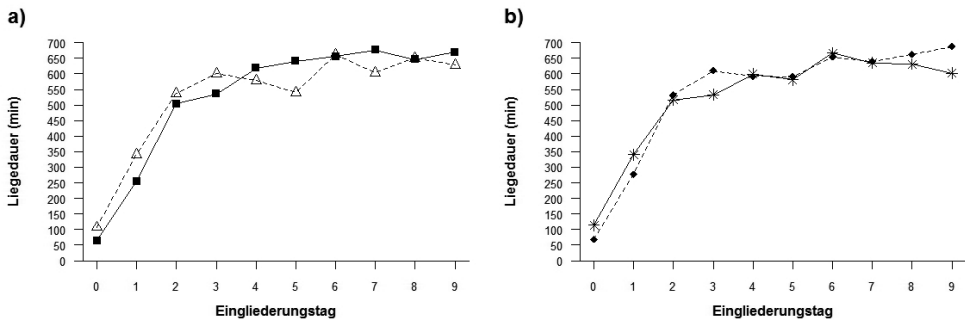


Abb. 2: Liegedauer in den ersten Tagen der Eingliederung (0 = Tag der Eingliederung) nach a) Aufzuchtmethode: ■ = Tränkeautomat, Δ = muttergebunden, b) Rasse: ◆ = Deutsche Holstein (DH), * = Deutsche Rotbunte im Doppelnutzungstyp (DRB)

Fig. 2: Lying duration during ten days following introduction as a) comparison of treatment:

■ = automate feeder, Δ = dam reared, b) comparison of breed: ◆ = German Holstein, * = German Red Pied

dritten Tag wurden durchschnittlich 12,1 Liegeperioden pro Tier registriert. Bis zum siebten Tag stieg der Wert dann auf 14,1 Liegeperioden pro Tier und Tag an. In Abbildung 2 ist die Dauer der Liegeperioden in den ersten sieben Tagen nach der Eingliederung dargestellt. Deutlich zu erkennen ist der Anstieg der Liegedauer, die sich ab dem fünften Tag auf ein gleichbleibendes Niveau einpendelte.

4 Diskussion

Die Eingliederung tragender Färsen in die Milchviehherde bedeutet eine Belastung für die Tiere, die sich nicht nur an eine neue Umgebung, sondern auch an neue Sozialpartner gewöhnen müssen. KONDO und HURNIK (1990) beschrieben, dass Tiere mit sozialer Erfahrung schneller eine stabile Herdenstruktur ausbilden als Tiere ohne soziale Erfahrung. In der Untersuchung von WAGNER et al. (2012) wurde festgestellt, dass muttergebunden aufgezogene Färsen am Tage der Eingliederung tendenziell mehr Unterlegenheitsgesten zeigten als künstlich aufgezogene Färsen. Dies könnte darauf hindeuten, dass muttergebunden aufgezogene Tiere sich besser in die Herde integrieren können. Allerdings zeigten sich auch bei WAGNER et al. (2012) keine signifikanten Gruppenunterschiede im Hinblick auf die Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot, nur eine Tendenz in Bezug auf den Anstieg am Tag 2. Die Konzentration der Kortisolmetaboliten im Kot reflektiert die Nebennierenrindenaktivität im Zeitraum von 10–12 Std. vor der Probenahme (PALME und MÖSTL 1997). Somit können die Werte vom Tag der Eingliederung (Tag 0) als Referenz angesehen werden. Bei allen Tieren stieg die Konzentration mit der Eingliederung an. Lediglich ein am Tränkeautomaten aufgezogenes Tier zeigte einen Abfall der Kortisolkonzentration nach der Eingliederung. Es handelte sich hierbei um ein Tier der Rasse DRB, die im Vergleich zur DH generell eine geringere Kortisolkonzentration im Kot aufwies. Deshalb kann nicht davon ausgegangen werden, dass es sich um einen Effekt der Aufzucht handelt. Der Einfluss der

Herdengröße zum Zeitpunkt der Eingliederung wurde in dieser Studie nicht untersucht. Jedoch konnten WAGNER et al. (2012) keinen Effekt der Herdengröße auf die Kortisolmetaboliten im Kot nachweisen. Die Plasmakortisolkonzentration steigt erst kurz vor der Kalbung (PATEL et al. 1996; HYDBRING et al. 1999) und fällt aber innerhalb von 1–3 Tagen auf das Niveau vor der Kalbung ab (HYDBRING et al. 1999). In der vorliegenden Untersuchung wurden die Kortisolmetaboliten leider nicht direkt und kontinuierlich nach der Kalbung bestimmt. Eventuell wären dann Aussagen über die Reaktion der beiden Versuchsgruppen auf den Stressor „Kalbung“ möglich gewesen. Im Gegensatz zu den geringeren Konzentrationen an Kortisolmetaboliten, die muttergebunden aufgezogene Kälber gegenüber künstlich aufgezogenen in einer Stresssituation zeigten (WAGNER et al. 2013), konnte dies bei den erwachsenen Färsen nicht mehr nachgewiesen werden.

Üblicherweise verbringen Milchkühe über sieben Stunden des Tages liegend (KNIERIM 1999). Eine mittlere Liegedauer von über sieben Stunden wurde erst am dritten Eingliederungstag erreicht und zeigt die starke Belastung der Tiere an den ersten beiden Tagen. Ab dem fünften Tag blieb die Liegedauer pro Tag annähernd konstant, was darauf hindeutet, dass der Anpassungsprozess in dieser Hinsicht abgeschlossen war. Allerdings spiegeln die Kortisolmetaboliten im Kot diese Entwicklung nicht wider und so ist zu hinterfragen, ob trotz des scheinbar angepassten Verhaltens die Belastung für die Tiere wesentlich abgenommen hat. Auch hierbei konnte kein Unterschied in der Aufzuchtmethode festgestellt werden und somit widersprechen die Ergebnisse der Annahme, dass muttergebunden aufgezogene Färsen als adulte Tiere einen generellen Vorteil von der Aufzuchtmethode in der extrem belastenden Situation der Eingliederung haben. Allerdings ist deutlich zu machen, dass der Datensatz relativ klein war und hohe tierindividuelle Unterschiede die Effekte überdeckt haben könnten.

5 Schlussfolgerung

Es war kein Effekt der Aufzuchtmethode auf die Indikatoren Kortisolmetaboliten im Kot und Liegeverhalten während der Eingliederung tragender Färsen in die Milchviehherde nachweisbar. Rasseneffekte waren jedoch vorhanden und die andauernden Auswirkungen der Stresssituation auf die Färsen wurden deutlich. Somit scheinen keine langfristigen und deutlichen Auswirkungen der dreimonatigen Aufzuchtphase auf die untersuchten Indikatoren vorzuliegen, auch wenn der limitierte Stichprobenumfang die Aussagefähigkeit einschränkt.

Literatur

- De Passillé, A.M. (2001): Sucking motivation and related problems in calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 72, pp. 175–187
- Hasegawa, N.; Nishiwaki, A.; Sugawara, K.; Ito, I. (1997): The effects of social exchange between two groups of lactating primiparous heifers on milk production, dominance order, behavior and adrenocortical response. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 51, pp. 15–27
- Hydbring, E., Madej, A., MacDonald, E., Drugge-Boholm, G., Berglund, B., Olsson, K. (1999): Hormonal changes during parturition in heifers and goats are related to the phases and severity of labour. *J. Endocrinol.* 160, pp. 75–85
- Knierim, U. (1999): The behaviour of heifers after single or group introduction to the dairy herd. In: *Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft Schrift 382*: S. 115–120
- Kondo, S.; Hurnik, J.F. (1990): Stabilization of social hierarchy in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 27, pp. 287–297
- Palme, R., Möstl, E. (1997): Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in blood. *Z. Säugetierkd.* 62, pp. 192–197
- Patel, O.V.; Takahashi, T.; Takenouchi, N.; Hirako, M.; Sasaki, N.; Domeki, I. (1996): Peripheral cortisol levels throughout gestation in the cow: effect of stage of gestation and foetal number. *Br. vet. J.* 152, pp. 425–432
- Phillips, C.J.C.; Rind, M.I. (2001): The effects on production and behavior of mixing uniparous and multiparous cows. *J. Dairy Sci.* 84, pp. 2424–2429
- Roth, B.A.; Keil, N.M.; Gygax, L.; Hillmann, E. (2009): Influence of weaning method on health status and rumen development in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 92, pp. 645–656
- Roth, B.A.; Hillmann, E.; Stauffacher, M.; Keil, N.M. (2008): Improved weaning reduces cross-sucking and may improve weight gain in dairy calves. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 111, pp. 251–261
- Wagner, K.; Barth, K.; Hillmann, E.; Futschik, A.; Palme, R.; Waiblinger, S. (2013): Mother rearing of dairy calves: reactions to isolation and to confrontation with an unfamiliar conspecific in a new environment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 147, pp. 43–54
- Wagner, K.; Barth, K.; Palme, R.; Futschik, A.; Waiblinger, S. (2012): Integration into the dairy cow herd: long-term effects of mother contact during the first twelve weeks of life. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 141, pp. 117–129

Agonistische Interaktionen und Futteraufnahmeverhalten bei rein- und gemischtgeschlechtlichen Gruppen von Ebern und weiblichen Tieren während der Mast

Agonistic interactions and feeding behaviour of entire boars and female pigs kept in single or mixed sex groups during fattening

BEATE BÜNGER, BERNHARD ZACHARIAS, HANSJÖRG SCHRÄDE

Zusammenfassung

Während drei Mastdurchgängen wurden insgesamt 194 intakte Eber (E) und 194 weibliche Tiere (W) hinsichtlich der Häufigkeit von agonistischen Interaktionen (Verdrängen, Beißen, Stoßen, Aufreiten und Kämpfen) und deren dyadischer Struktur, dem Futteraufnahmeverhalten (Dauer einer Futteraufnahme, Fressdauer/Tier und -häufigkeit/Tier und Tag sowie Gesamtfresszeit/Bucht), der Körpermasseentwicklung sowie dem Auftreten von Hautverletzungen in fünf Körperregionen (Hals/Nacken, Schulter, Flanke, Rücken und Schinken) unmittelbar vor dem ersten Rausschlachten untersucht. Die Tiere wurden in rein- oder gemischtgeschlechtlichen Gruppen unter zwei unterschiedlichen Haltungs- (konventionell mit Vollspalten-Standardbuchten vs. alternative Haltung mit 3-Flächen-Buchten) und Fütterungsbedingungen (Sensor-Langtrog vs. Breifutterautomat) gehalten. Die Auswertung ergab, dass unter beiden untersuchten Haltungs- und Fütterungsbedingungen eine Mast von E bis zu einer Schlachtkörpermasse von 95 kg aus ethologischer Sicht ohne tierschutzrelevante Probleme möglich ist, wenn eine Ad-libitum-Futteraufnahme gewährleistet wird. Vergleiche der rein- und gemischtgeschlechtlichen Gruppen zeigten, dass die gemischtgeschlechtliche Haltung sowohl bei E als auch bei W zu einer deutlichen Verminderung der agonistischen Interaktionen führt. Bei E war in gemischtgeschlechtlicher Haltung das Auftreten von Aufreiten reduziert, während bei W die gemischtgeschlechtliche Haltung die Häufigkeit von Verdrängen, Beißen und Stoßen verminderte.

Summary

During 3 fattening periods a total of 194 intact boars (B) and 194 females pigs (F) were studied with regard to the frequency of agonistic interactions (displacing, biting, knocking, mounting, fighting) and their dyadic structure, feed intake behavior (duration of feeding bouts, total duration of feed intake per animal/d, frequency of feed intake per animal/d, total duration of feed intake per pen), body weight gain, and skin lesions at five body areas (neck, shoulder, flank, back, and ham) at the time before split marketing. Animals were housed in single or mixed sex groups under two different housing conditions (conventional with fully-slatted floor vs. alternative housing with structured pens and a littered lying area) and feeding conditions (sensor-controlled liquid feeding vs. automatic mash dispenser). Results suggest that under the housing and feeding conditions tested in this study B can be fattened from ethological viewpoint without serious welfare problems up

to a carcass weight of 95 kg, if an effective ad libitum feeding is provided. Comparisons of single vs. mixed sex groups showed, that mixing of sexes reduced agonistic interactions in both B and F. B in mixed groups showed less mounting when compared to single sex groups, and F showed less displacing, biting and knocking in mixed groups.

1 Hintergrund und Fragestellung

Obwohl die betäubungslose chirurgische Kastration von Saugferkeln mit Stress, Schmerzen und Leiden für das Tier verbunden ist (WALDMANN et al. 1994; HORN et al. 1999; TAYLOR und WEARY 2000; TAYLOR et al. 2001, PRUNIER et al. 2006; FREDRIKSEN et al. 2008; VON BORELL et al. 2009; RAULT et al. 2011), wird sie noch in vielen Ländern praktiziert. Ab 2019 ist in Deutschland gemäß der Änderung des Tierschutzgesetzes die betäubungslose Kastration nicht mehr erlaubt. Die Mast von nicht kastrierten männlichen Ferkeln stellt eine Alternative zur chirurgischen Kastration und auch zur sogenannten Immunokastration dar. Sie ist zudem nicht invasiv und ermöglicht den Ebern, ihr natürliches Verhalten auszuführen. Nach der „Brüsseler Erklärung zu Alternativen für die chirurgische Kastration von Schweinen“ von 2010 ist vorgesehen, ab 2018 die Kastration von Ferkeln in allen Staaten der Europäischen Union bis auf regionale Ausnahmen nicht mehr anzuwenden. Zu den vereinbarten Voraussetzungen dafür gehört u. a. jedoch, dass möglicherweise auftretende Verhaltensprobleme bei der Ebermast auf ein Mindestmaß reduziert werden können.

Deshalb wurden im Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg (LSZ) seit 2009 verschiedene Versuchsserien zur Ebermast durchgeführt (SCHRADER 2010; BÜNGER et al. 2011, 2012, 2014a, 2014b), um unter anderem zu klären,

- ob und wie sich Eber bei agonistischen Interaktionen (AI) und im Futteraufnahmeverhalten von weiblichen Masttieren unterscheiden,
- ob die Mast in gemischtgeschlechtlichen Gruppen Auswirkungen auf das Verhalten der Eber hat und
- ob weiblichen Tieren bei gemischtgeschlechtlicher Einstallung Nachteile hinsichtlich der Lebendmasseentwicklung oder durch Hautverletzungen entstehen.

Die Schwerpunkte der vorliegenden Untersuchung lagen dabei in den Vergleichen von rein- und gemischtgeschlechtlichen Gruppen unter zwei unterschiedlichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen im Zeitraum direkt vor dem Rausschlachten der ersten Tiere bei Erreichen der angestrebten Schlachtmasse. Anhand der zusätzlich durchgeführten Bonituren des Integuments wurde auch der Effekt des Rausschlachtens bewertet, da dieser Zeitpunkt als besonders kritisch angesehen wird (RHYDMER et al. 2006; FREDRIKSEN und HEXEBERG 2009).

2 Tiere, Haltung, Material, Methoden

2.1 Versuchsserien und Haltungsbedingungen

Die männlichen und weiblichen Versuchstiere stammten jeweils aus Würfen eines Abferkeldurchganges der Boxberger Sauenherde (GG Pietrain x GG Hybrid). Die Vergleichstiere zu den gemischtgeschlechtlich eingestellten Gruppen waren die aus reinen Ebergruppen (E) bzw. reinen Gruppen weiblicher Tiere (W), wobei jede getrenntgeschlechtliche Gruppe in den Nachbarbuchten Tiere des anderen Geschlechtes bzw. eine gemischtgeschlechtliche Gruppe hatte. Für statistische Vergleiche zwischen den Geschlechtern wurden die gemischtgeschlechtlichen Gruppen (G) in E-G und W-G aufgetrennt.

2.1.1 Konventionelle Haltung (KH)

Während eines Mastdurchgangs im konventionellen Stall wurden insgesamt 50 E und 50 W untersucht. Die Haltung erfolgte in einem Abteil mit zehn Buchten für jeweils zehn Tiere auf Vollspaltenboden mit einer Fläche von 1,1 m²/Tier. Von diesen Buchten waren drei mit E, drei mit W und vier mit G belegt. Da sich die Tiere in einem Abteil befanden, konnten E und W sich hören und riechen. Visuelle und taktile Kontakte waren zwischen ihnen jedoch nicht möglich.

Die Spotmix-Flüssigfütterung erfolgte bedarfsgerecht für E und G mit der LSZ-Eberration (in Anlehnung an DLG-Empfehlung zur Fütterung von Jungebern, 2010) sowie für W mit LSZ-Standardfutter am Sensor-Langtrog mit einem Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1. Die Futterzuteilung in Form einer Blockfütterung mit bis zu neun Zeitpunkten am Tag ist als Ad-libitum-Fütterung einzustufen.

Die Tiere wurden mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 34,8 kg eingestellt. Je Bucht erfolgte ein gestaffeltes Rausschlachten (einmal jede Woche) entsprechend der angestrebten Schlachtkörpermasse von 95 kg.

2.1.2 Alternative Haltung (AH)

Unter alternativen Haltungsbedingungen im Außenklimastall wurden zwei Mastdurchgänge mit insgesamt 144 E und 144 W untersucht, jeweils 12 Buchten von E, W und G.

Die Tiere wurden in Achter-Gruppen in vier aneinandergrenzenden Abteilen mit je fünf Buchten gehalten. Diese Buchten waren Drei-Flächen-Buchten und bestanden aus einer eingestreuten Liegekiste (Perforationsanteil 0 %) mit Deckel und Lamellenvorhang, einem Kotbereich mit Spaltenboden sowie dem abgesenkten planbefestigten Futterbereich, der die beiden anderen Flächen räumlich voneinander trennte (1,3 m²/Tier). Zu den E oder W in den Nachbarbuchten bestanden akustische und olfaktorische sowie durch einen Gitterbereich zwischen den Buchten auch visuelle und taktile Kontaktmöglichkeiten.

Die Fütterung erfolgte bedarfsgerecht mit LSZ-Eberration für E und G sowie für W mit LSZ-Standardfutter, jeweils an Breifutterautomaten ad libitum bei einem Tier-Fressplatz-Verhältnis von 8:1.

Die Lebendmasse beim Einstellen lag im Mittel bei 36,2 kg. Das Rausschlachten erfolgte beim ersten Durchgang gestaffelt (einmal je Woche) entsprechend der angestrebten Schlachtkörpermasse von 95 kg, im zweiten hingegen zu einem einheitlichen Zeitpunkt, an dem je Bucht die vier schwersten Tiere unter Berücksichtigung des Geschlechtes herausgeschlachtet wurden. Auch hier lag die angestrebte Schlachtkörpermasse bei 95 kg.

2.2 Datenerhebung

Die Videoanalyse erfolgte durch „continuous sampling“ jeweils über 24 h von allen Tieren einer Bucht und von allen Buchten sämtlicher Versuchsdurchgänge vor dem Rauschlachten (Zeitpunkt 4 = 12. Woche). Dabei wurden tierindividuell sowohl für den aktiven als auch für den passiven Partner die Verhaltensweisen „Verdrängen“ am Futtertrog, „Beißen“, „Stoßen“, „Aufreiten“ und „Kämpfen“ erfasst. Weiterhin wurde die Häufigkeit und Dauer jeder Futteraufnahme vom Video ermittelt. Die Videoauswertung erfolgte bei allen Versuchen durch dieselbe trainierte Person.

Bonituren des Integumentes wurden beidseitig an fünf Körperregionen (Hals/Nacken, Schulter, Flanke, Rücken, Schinken) durchgeführt. Die Zeitpunkte dafür waren, bezogen auf das Einstellen der Tiere: 4. d, 4. Wo, 8. Wo, 12. Wo und 3 d nach dem ersten Rauschlachten. Die Bewertung der Verletzungen erfolgte an jeder Körperregion in vier Kategorien von 0 bis 3 (BÜNGER et al. 2011).

2.3 Statistische Analysen

Die Verhaltensdaten wurden mit einem linearen gemischten Modell ausgewertet. Bei der Aufstellung des Modells wurden die Angaben von PIEPHO et al. (2003) zur Formulierung gemischter linearer Modelle berücksichtigt. Als fester Effekt ging das Geschlecht in zwei (E, E-G bzw. W, W-G), drei (E, W, G) bzw. vier Stufen (E, E-G, W, W-G) in das Modell ein. Als zufälliger Effekt wurde der Durchgang berücksichtigt. Die Adjustierung der Irrtumswahrscheinlichkeit für multiple Mittelwertvergleiche erfolgte nach der Methode von Bonferroni. Die Berechnungen wurden mit der SPSS-Prozedur „mixed“ durchgeführt (SPSS Vers.19).

Die Boniturdaten wurden über ein generalisiertes lineares Modell auf Basis einer multinomialen Verteilung ausgewertet. Als Linkfunktion wurde Logit (kumulativ) eingesetzt. Bei den Versuchen mit gemischtgeschlechtlicher Einstallung wurden E vs. E-G und W vs. W-G getestet.

Für die statistische Analyse hinsichtlich des Zeiteinflusses wurden die Boniturnoten der 12. Mastwoche (ZP 4) als Referenzwert festgelegt. Im Text angegebene Prozentzahlen beziehen sich immer auf den Boniturwert Null („0“ = keine oder < 3 kleine Hautverletzungen). Die Berechnungen wurden mit der SAS-Prozedur „Glimmix“ durchgeführt (SAS Ver. 9.2).

3 Ergebnisse

3.1 Agonistische Interaktionen

Bereits die erste Auswertung der Gesamtanzahl von AI zeigte für beide Haltungsbedingungen deutliche Unterschiede zwischen den drei rein- bzw. gemischtgeschlechtlich eingestellten Gruppen (Tab. 1). Bei E waren die agonistischen Interaktionen sowohl in AH als auch in KH signifikant häufiger als bei W und auch bei G.

Tab. 1: Einfluss der rein- (E, W) oder gemischtgeschlechtlichen Einstallung (G) von Mastschweinen auf die Gesamtzahl agonistischer Interaktionen je Tier und Tag bei alternativer (AH) und konventioneller (KH) Haltung

Tab. 1: Effect of single (B, F) or mixed sex groups (B and F) of fattening pigs on total number of agonistic interaction per animal and day in alternative (AH) and conventional housing (CH)

Haltungsbedingungen Housing conditions	E B Means [%]	W F Means [%]	G B and F mixed Means [%]	p
AH/AH	9,5 a	4,1 b	3,6 b	0,0001
KH/CH	9,5 a	2,9 b	3,2 b	0,015

LS-Means mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb einer Zeile unterscheiden sich signifikant

LS-Means with different characters within a row are significantly different

Ein deutlicher Effekt der rein- oder gemischtgeschlechtlichen Einstallung ließ sich auch bei der Auswertung der Dyaden erkennen, die aus sämtlichen AI berechnet wurden (Tab. 2). E zeigten nicht nur häufiger agonistische Interaktionen als W oder G (Tab. 1), sondern es beteiligten sich auch mehr Tiere an den Auseinandersetzungen als bei W und G, was an dem signifikant höheren Wert für die realen Dyaden deutlich wurde (Tab. 2). Während sich der Anteil der einseitigen Dyaden zwischen den drei Gruppen nicht unterschied, traten bei E zweiseitige Dyaden doppelt so häufig und unbekannte Paarbeziehungen wesentlich seltener auf als bei W und G (Tab. 2).

Tab. 2: Einfluss der rein- (E, W) oder gemischtgeschlechtlichen Einstallung (G) auf Dyaden (% der möglichen Dyaden) bei agonistischen Interaktionen

Tab. 2: Effect of single (B, F) or mixed sex (B and F) groups on dyadic encounters (% of possible dyads)

Dyaden Dyadic encounters	E B Means [%]	W F Means [%]	G B and F mixed Means [%]	p
Reale Dyaden/real dyads	63,5 a	42,8 b	41,6 b	0,001
Einseitige Dyaden/one way dyads	37,5	31,0	29,1	0,116
Zweiseitige Dyaden/two way dyads	25,8 a	11,7 b	12,8 b	0,013
Unbekannte Dyaden/unknown dyads	36,5 a	57,2 b	58,3 b	0,001

LS-Means mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb einer Zeile unterscheiden sich signifikant

LS-Means with different characters within a row are significantly different

Diese ersten Befunde führten zu den Folgefragen: In welchen der fünf AI manifestierten sich Geschlechtsunterschiede und welche AI differierten bei rein- und gemischtgeschlechtlicher Einstallung? Die Ergebnisse dieser Vergleiche sind in Tabelle 3 dargestellt. In beiden Haltungssystemen wurde von E nur die Verhaltensweise „Aufreiten“ signifikant häufiger ausgeführt als von den drei anderen Gruppen (Tab. 3). Für den Vergleich innerhalb der Geschlechter heißt das, dass E in reingeschlechtlichen Gruppen signifikant häufiger aufritten als E in gemischtgeschlechtlichen (E-G), während sich W aber nicht von W-G unterschieden. Das heißt, dass bei E durch die gemischt- gegenüber der reingeschlechtlichen Einstallung das Aufreiten und damit die gesamten AI deutlich reduziert wurden (Tab. 3).

Bei den Vergleichen zwischen beiden Haltungsformen (Tab. 3, oben vs. unten) innerhalb jeder der vier Geschlechtergruppen konnten weder bei den fünf einzelnen Verhaltensweisen noch bei der Summe der AI/Tier und Tag ein Unterschied festgestellt werden ($p > 0,05$). Dadurch war es möglich, die drei Mastdurchgänge zusammenzufassen sowie die Stichprobengrößen und damit die Aussagesicherheit zu erhöhen, sodass die aus verhaltensbiologischer Sicht interessante Frage nach einem geschlechtsspezifischen Vergleich der AI bei rein- und gemischtgeschlechtlicher Einstallung sowohl für E als auch für W beantwortet werden konnte. Dazu wurden getrennt E vs. E-G sowie W vs. W-G getestet (Tab. 4).

Tab. 3: Einfluss der rein- oder gemischtgeschlechtlichen Einstallung auf AI/Tier und Tag bei alternativer und konventioneller Haltung

Tab. 3: Effect of single or mixed sex groups on AI/animal · d under alternative and conventional housing conditions

AH/AH	E B LS-Means	E-G B-mixed LS-Means	W F LS-Means	W-G F-mixed LS-Means	p
Verdrängen/displacing	1,4	1,7	1,2	0,5	0,09
Beißen/biting	1,6	0,7	1,8	0,7	0,053
Stoßen/pushing	0,8	0,6	1,0	0,4	0,158
Aufreiten/mounting	5,6 a	2,2 b	0,1 b	0,2 b	0,0001
Kämpfen/fighting	0,3	0,0	0,1	0,0	0,141
AI gesamt/AI total	9,6 a	5,4 b	4,2 b	1,6 b	0,0001
KH/CH					
Verdrängen/displacing	0,6	0,8	1,2	0,6	0,806
Beißen/biting	0,8	1,0	0,7	0,8	0,953
Stoßen/pushing	0,8	0,6	1,0	0,4	0,158
Aufreiten/mounting	7,2 a	2,4 b	0,1 b	0,0 b	0,0001
Kämpfen/fighting	0,0	0,2	0,0	0,0	0,058
AI gesamt/AI total	9,5 a	5,0 a	2,9 a	1,5 b	0,012

LS-Means mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb einer Zeile unterscheiden sich signifikant
 LS-Means with different characters within a row are significantly different

Beim Vergleich der AI unterschieden sich E von E-G nur in der Häufigkeit von „Aufreiten“ signifikant und der Einfluss dieser einzelnen Verhaltensweise war so groß, dass auch bei AI gesamt gesicherte Unterschiede zwischen E und E-G nachgewiesen werden konnten (Tab. 4). Demgegenüber wurden von W im Vergleich zu W-G signifikant häufiger die

Verhaltensweisen „Verdrängen“, „Beißen“ und „Stoßen“ ausgeführt, also Interaktionen, die eng mit der Futteraufnahme in Verbindung stehen. Insgesamt zeigten auch die weiblichen Tiere in reinen Gruppen mehr agonistische Interaktionen als in gemischtgeschlechtlichen (Tab. 4).

Tab. 4: Einfluss der rein- oder gemischtgeschlechtlichen Einstallung auf AI/Tier und Tag von männlichen und weiblichen Masttieren

Tab. 4: Effect of single or mixed sex groups on AI/animal and day of male and female fattening animals

AI/Tier und Tag AI/animal and day	E B		E-G B-mixed		p	W F		W-G F-mixed		p
	LS-Means		LS-Means			LS-Means		LS-Means		
Verdrängen/displacing	1,2		1,4		0,671	1,2	a	0,5	b	0,024
Beißen/biting	1,4		0,8		0,154	1,5	a	0,7	b	0,011
Stoßen/pushing	0,8		0,6		0,479	0,9	a	0,3	b	0,013
Aufreiten/mounting	5,9	a	2,3	b	0,001	0,1		0,2		0,619
Kämpfen/fighting	0,3		0,1		0,304	0,1		0,0		0,112
AI gesamt/AI total	9,6	a	5,3	b	0,006	3,9	a	1,6	b	0,002

LS-Means mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb einer Zeile unterscheiden sich signifikant

LS-Means with different characters within a row are significantly different

3.2 Bonitur des Integumentes

Bei den Bonituren zum ZP 4 (vor dem Rausschlachten) unterschieden sich in AH E nicht von E-G, während zwischen W und W-G in der Region „Schinken“ ein geringer, aber signifikanter Unterschied (Boniturnote „0“) nachzuweisen war (98 % vs. 94 %, $p = 0,0069$), der anhand der Videoanalysen auf versuchte Kopulationen bei insgesamt zwei offensichtlich frühreifen Weibchen (1 W/Bucht) zurückzuführen war.

In KH konnten bei Vergleichen zwischen E vs. E-G und W vs. W-G zu allen fünf Zeitpunkten an keiner der fünf Körperregionen Unterschiede in der Verletzungshäufigkeit und -stärke festgestellt werden.

Wenn ein Einfluss der Zeitpunkte auf die Verletzungshäufigkeit und Stärke nachgewiesen werden konnte, dann dass zum ZP 1 (4. Tag) schlechtere Boniturnoten vergeben wurden als zum ZP 4. Das weist deutlich darauf hin, dass unter den gegebenen Haltungsbedingungen der Zeitpunkt mit erhöhtem Verletzungsrisiko nach dem Einstellen liegt, wenn unter den noch unbekannteren Tieren eine Rangordnung ausgebildet wird. Eine Verschlechterung der Boniturnote vom ZP 4 zum ZP 5 trat aber niemals auf.

Beim Vergleich zwischen den Haltungssystemen erhielten die Eber (E und E-G) in AH zum ZP 4 zu 98 % die Boniturnote „0“, während es in KH nur 90 % ($p < 0,05$) waren.

3.3 Futteraufnahmeverhalten

Beim Fressverhalten traten bei den Parametern Dauer je Futteraufnahme, Fressdauer/Tier und Tag und Häufigkeit/Tier und Tag weder in AH noch in KH Unterschiede zwischen den vier Geschlechtergruppen auf (Tab. 5).

Tab. 5: Einfluss der Haltungsbedingungen und der Geschlechtergruppen auf das Fressverhalten
 Tab. 5: Effect of housing conditions and single or mixed sex groups on feed intake behaviour

Parameter des Fressverhaltens Parameters of Feeding Behaviour	Haltung Housing	E	W	E-G	W-G
		B	F	B-mixed	F-mixed
		LS-Ms	LS-Ms	LS-Ms	LS-Ms
Dauer/Futteraufnahme [min] Duration/food intake [min]	AH/AH	3,7	4,1	3,5	3,8 x
	KH/CH	2,9	3,8	3,6	2,9 y
Fresshäufigkeit/Tier und Tag Frequency of food intake/animal and day	AH/AH	12	11	12	12 x
	KH/CH	15	13	14	20 y
Fressdauer/Tier und Tag [min] Total duration of feeding/animal and day [min]	AH/AH	42,0	43,7	39,9 x	43,2
	KH/CH	45,1	47,1	49,1 y	60,1
Gesamtfresszeit/Bucht (hh:mm) Total time to food intake/pen (hh:mm)	AH/AH	5:51	6:17 x	6:30 ¹⁾ x	
	KH/CH	7:12	7:51 y	8:49 ¹⁾ y	

¹⁾ Gesamtfresszeit in Buchten mit gemischtgeschlechtlichen Gruppen

¹⁾ Total duration of feed intake behaviour per pen with mixed sex groups

LS-Means mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb einer Spalte unterscheiden sich signifikant zwischen den Haltungssystemen

LS-Means with different types within a column are significantly different between housing conditions

Beim Vergleich zwischen den beiden Haltungsbedingungen konnten jedoch drei Unterschiede abgesichert werden. E-G hatten in AH eine kürzere Fressdauer/Tier und Tag als in KH (40 min vs. 49 min, $p = 0,027$). Die Dauer jeder Futteraufnahme war bei W-G in AH größer als in KH (3,8 min vs. 2,9 min, $p = 0,049$), während die Häufigkeit in AH deutlich geringer war als in KH (12-mal/Tier und Tag vs. 20-mal/Tier und Tag, $p = 0,004$).

Die Gesamtfresszeiten/Bucht und Tag innerhalb eines Haltungssystems für die drei Geschlechtergruppen E, W und G waren ebenfalls nicht unterschiedlich. In AH betragen sie 5:51, 6:17 und 6:30, in KH hingegen 7:12, 7,51 und 8:49 Stunden (Tab. 5).

E zeigten trotz der unterschiedlichen Fütterungssysteme in AH und KH bei der Gesamtfressdauer keine Unterschiede ($p = 0,132$). Demgegenüber war in KH (Sensor-Langtrog, Tier-Fressplatz-Verhältnis von 1:1, zehn Tiere/Bucht) die Gesamtdauer der Futteraufnahme bei W ($p < 0,0001$) und der gemischtgeschlechtlichen Haltung ($p < 0,003$) signifikant länger als in AH (Breiautomat, Tier-Fressplatz-Verhältnis 8:1, acht Tiere/Bucht). Bei W betrug diese Differenz 1,5 Stunden/d und bei G sogar über 2 Stunden/d (Tab. 5).

Beim Vergleich der Lebendmasseentwicklung von W und W-G innerhalb einzelnen Mastabschnitten sowie über den gesamten Zeitraum konnten keine gesicherter Unterschiede festgestellt werden ($p > 0,05$). So betrug die Masttagszunahme in AH bei W 768 g und bei W-G 753 g bzw. in KH bei W 811 g und bei W-G 797 g. Die gemeinsame Haltung von W und E in einer Bucht ist damit sowohl aus Sicht der AI (Tab. 3 und 4) und des Fressverhaltens (Tab. 5) als auch bei Betrachtung der Lebendmassenentwicklung ohne nachteiligen Effekt auf W möglich.

4 Diskussion

AI sind integrale Bestandteile des Soziallebens innerhalb einer Wildschweinrotte. Die Beobachtung des Auftretens von AI bei in Gruppen gehaltenen Hausschweinen kann daher nicht generell als ein Indiz für ein gestörtes Wohlbefinden gelten. Es kommt vielmehr darauf an, mit welcher Häufigkeit, Dauer und Intensität welche AI unter bestimmten Haltungs- und Fütterungsbedingungen auftreten und welche Auswirkungen sie haben. Von besonderem Interesse sind in diesem Zusammenhang Auseinandersetzungen am Futtertrog, die zu Wachstumsbeeinträchtigungen führen, sowie die Häufigkeiten und der Schweregrad von Verletzungen durch die AI.

E gelten allgemein während der Mast als unruhiger, ungeduldiger, bewegungsaktiver und aggressiver als W oder Kastraten (VAN HEUKELOM et al. 2012; TALLET et al. 2013). Dafür sprechen auch die Auswertungen der gesamten AI (Tab. 1) bzw. der Dyaden (Tab. 2). Allerdings traten sowohl unter konventionellen als auch unter alternativen Haltungsbedingungen im Außenklimastall zwischen E und W keine Unterschiede bei den reingeschlechtlichen Gruppen beim Verdrängen, Beißen, Stoßen und Kämpfen auf (Tab. 3). Das spricht dafür, dass durch die Fütterungssysteme in AH und KH tatsächlich ein Ad-libitum-Angebot gewährleistet war. Die Parameter des Fressverhaltens differierten zwar zwischen den beiden Fütterungsarten in AH und KH, aber nicht zwischen E und W (Tab. 5). Die Gesamtfresszeiten pro Bucht und Tag waren so (ca. 6–9 h), dass noch weitere 15–18 h Futterzugang hätten genutzt werden können (Tab. 5). Die AI traten bei E zwar häufiger auf als bei W, waren jedoch ohne ernsthafte Konsequenzen für Verletzungen. Schwere Verletzungen (Boniturnote 3) traten gar nicht auf und die Boniturnote 0 (keine oder nur wenige kleine Kratzer) wurde zum Zeitpunkt 4 für alle fünf Regionen (vor dem Rausschlachten zum Mastende) bei 98 % (AH) bzw. 90 % (KH) aller E vergeben. Daher ist festzustellen, dass unter beiden untersuchten Haltungs- und Fütterungsbedingungen eine Mast von E bis zu einer Schlachtkörpermasse von 95 kg aus ethologischer Sicht ohne tierschutzrelevante Probleme möglich ist.

Überläuferkeiler, die vergleichbar mit Jungebern während der Mast sind, werden im Alter von 12–18 Monaten aus der Rotte verdrängt, bis dahin leben sie mit den Alt- und Überläuferbachen zusammen (MEYNHARDT 1982). Es erschien daher keineswegs abwegig, auch bei Hausschweinen die gemischtgeschlechtliche Haltung von E und W zu untersuchen, zumal es in der Literatur Hinweise gibt, dass bereits die Kontaktmöglichkeiten zwischen E und W bei getrenntgeschlechtlicher Haltung die AI (Aufreiten und Beißen) tendenziell vermindern können (SALMON und EDWARDS 2006; VAN HEUKELOM et al. 2012). In der AH waren Kontaktmöglichkeiten zwischen den reingeschlechtlich gehaltenen E und W durch die Buchtengitter möglich. Es war daher die Frage, ob durch die völlig uneingeschränkten Kontaktmöglichkeiten zwischen E und W bei einer gemischtgeschlechtlichen Haltung die AI noch deutlicher beeinflusst werden. Das war offensichtlich und sehr deutlich bei beiden Geschlechtern der Fall (Tab. 4). Durch die gemischtgeschlechtliche Haltung wurden bei E die Häufigkeiten des Aufreitens signifikant vermindert und bei W die des Verdrängens, Stoßens und Beißens (Tab. 4). Verminderungen des Aufreitens und anderer agonistischer Interaktionen bei E in gemischtgeschlechtlicher Haltung waren bereits früher beobachtet worden (BJÖRKLUND und BOYLE 2006; RHYDMER et al. 2006). Dieser Effekt der gemischtgeschlechtlichen Einstallung auf E soll noch ausgeprägter sein, wenn E und W als

Geschwistergruppen bis zum Ende der Mast gehalten werden (FREDRIKSEN et al. 2008). Bei der vorliegenden Untersuchung konnte ein „beruhigender“ Effekt der gemischtgeschlechtlichen Einstallung nicht nur bei E, sondern auch bei W nachgewiesen werden (Tab. 4).

Während des gemeinsamen Aufenthalts von Überläuferkeilern und -bachen in einer Wildschweinrotte kann es auftreten, dass die Überläuferbachen von ersteren belegt und daher tragend werden (MEYNHARDT 1982). Dieses ethische Risiko besteht natürlich auch bei der gemischtgeschlechtlichen Haltung von Hausschweinen während der Mast. Bei den vorgestellten Versuchen, bei denen eine Schlachtkörpermasse von 95 kg angestrebt worden war, ergaben die veterinärmedizinischen Untersuchungen der Uteri und Ovarien im betriebseigenen Schlachthaus, dass sämtliche 68 W aus der gemischtgeschlechtlichen Haltung Gelbkörper aufwiesen, sie sich daher bereits alle in einer zyklischen Phase befanden. Bei zwei der 68 W (3 %) wurde eine frühe Trächtigkeit (im präembryonalen Entwicklungsstadium) festgestellt.

Vor Beginn der vorliegenden Untersuchungen war befürchtet worden, dass bei der gemischtgeschlechtlichen Einstallung E die W vom Futtertrog verdrängen könnten, sodass letztere in ihrer Lebendmasseentwicklung beeinträchtigt würden. Diese Befürchtung erwies sich aber sowohl aus Sicht der Verhaltensbeobachtungen (Tab. 3–5), als auch nach den Bonituren der Hautverletzungen und dem Vergleich der Masttagszunahmen als grundlos.

Literatur

- Björklund, L.; Boyle, L. A. (2006): Effects of finishing boars in mixed and single sex groups and split marketing on pig welfare. *Acta Vet. Scand.* 48 (Suppl. 1), P2
- Bünger, B.; Zacharias, B.; Grün, P.; Tholen, E.; Schrade, H. (2011): Agonistisches Verhalten von nichtkastrierten männlichen, weiblichen und kastrierten männlichen Mastschweinen unter LPA-Standard. *KTBL-Schrift* 489, S. 117–127
- Bünger, B.; Zacharias, B.; Grün, P.; Tholen, E.; Schrade, H. (2012): Futteraufnahmeverhalten und Bewegungsaktivität von Ebern, Kastraten und weiblichen Mastschweinen unter LPA-Bedingungen. 17. Internationale Fachtagung Nürtingen, DVG Verlag Gießen, S. 112–135
- Bünger, B.; Zacharias, B.; Schrade, H. (2014a): Agonistische Interaktionen und Futteraufnahmeverhalten – Vergleich von Ebern mit Kastraten, weiblichen Tieren und gemischtgeschlechtlichen Gruppen. *KTBL-Schrift* 504, Ebermast – Stand und Perspektiven, S. 71–81
- Bünger, B.; Zacharias, B.; Schrade, H. (2014b): Verhaltensunterschiede bei der Mast von Ebern im Vergleich zu Kastraten und weiblichen Tieren sowie gemischtgeschlechtlichen Gruppen bei unterschiedlichen Haltungs- und Fütterungsbedingungen. *Züchtungskunde* 86 (Heft 5/6), 358–373
- Fredriksen, B.; Hexeberg, C. (2009). The effect of removing animals for slaughter on the behaviour of the remaining male and female pigs in the pen. *Res. Vet. Sc.* 86, S. 368–370
- Fredriksen, B.; Lium, B.M.; Marka, C.H.; Mosveen, B.; Nafstad, O. (2008): Entire male pigs in farrow-to-finish pens – Effects on animal welfare. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 110, pp. 258–268.
- Horn, T.; Marx, G.; von Borell, E. (1999): Verhalten von Ferkeln während der Kastration mit und ohne Lokalanästhesie. *Deut Tierärztl. Wschrift* 106, S. 271–274
- Meynhardt, H. (1982): *Schwarzwild-Report. Mein Leben unter Wildschweinen.* Neumann Verlag, Leipzig, Radebeul
- Piepho, H.P.; Büchse, A.; Emrich, K. (2003): A hitchhiker's guide to mixed models for randomized experiments. *Journal of Agronomy and Crop Science* 189, pp. 310–322

- Prunier, A.; Bonneau, M.; von Borell, E. H.; Cinotti, S.; Gunn, M.; Fredriksen, B.; Giersing, M.; Morton, D. B.; Tuytens, F. A. M.; Velarde, A. (2006): A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and evaluation of non-surgical methods. *Anim. Welfare* 15, pp. 277–289
- Rault, J. L.; Lay, D. C. jr.; Marchant-Forde, J. N. (2011): Castration induced pain in pigs and other livestock. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 135, 214–225
- Rhydmer, L.; Zamaratskaia, G.; Anderson, H. K.; Algers, B.; Guillemet, R.; Lundström, K. (2006): Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agricult. Scand Section A*, 56, 109–119
- Rhydmer, I.; Lundström, K.; Andersson, K. (2010): Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal* 4(6), 965–972
- Schrade, H. (2010): Von der Kastration zur Ebermast. *Bildung & Beratung Agrar* 3, S. 37–39
- Salmon, E.L.R.; Edwards, S.A. (2006): Effects of gender contact on the behavior and performance of entire boars and gilts from 60 to 130 kg. *Proc. Brit. Soc. Anim. Sci.*, p. 72
- Tallet, C.; Brilloüet, A.; Meunier-Salaün, M.-C.; Paulmier, V.; Guerin, C.; Prunier, A. (2013): Effect of neonatal castration on social behavior, human-animal relationship and feeding activity in finishing pigs reared in a conventional or enriched housing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 145, pp. 70–83
- Taylor, A. A.; Weary, D. M. (2000): Vocal responses of piglets to castration: identifying procedural sources of pain. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70, pp. 17–26
- Taylor, A. A.; Weary, D.M.; Lessard, M.; Braitwaite, L. (2001): Behavioural responses of piglets to castration: the effect of piglet age. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 73, pp. 35–43
- von Borell, E.; Bünger, B.; Schmidt, T.; Horn, T. (2009): Vocal-type classification as a tool to identify stress in piglets under onfarm conditions. *Anim. Welfare* 18, pp. 407–416
- Van Heukelom, V.; van Beirendonck, S.; van Thielen, J.; Driessen, B. (2012): Behavior, production results and meat quality of intact boars and gilts housed in unmixed groups: A comparative study. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 142, pp. 154–159
- Waldmann, K.-H.; Otto, K.; Bollwahn, W. (1994): Ferkelkastration – Schmerzempfindung und Schmerzausschaltung. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 101, S. 105–109

Tierverteilung und Verhaltenssynchronisation bei Schafen – welchen Einfluss hat die Weidegröße?

Spacing and behavioural synchronization in sheep: Impacts of pasture size

VERENA HAUSCHILDT, MARTINA GERKEN

Zusammenfassung

Bei sozial organisierten Tierarten wird die Synchronisation des Verhaltens als Grundlage für den Gruppenzusammenhalt angesehen. Es ist jedoch noch wenig bekannt, wie soziale und umweltbedingte Faktoren bei der Entstehung einer Verhaltenssynchronisation zusammenwirken. In der vorliegenden Studie wird untersucht, inwieweit sich verschiedene Flächengrößen auf die Tierverteilung und Verhaltenssynchronisation einer Schafherde auswirken. Vierzehn Mutterschafe wurden auf drei Weidegrößen gehalten: S (126 m²; 9 m²/Tier), M (1.100 m²; 79 m²/Tier) und L (11.200 m²; 800 m²/Tier). In Direktbeobachtungen zwischen 07:00 und 17:00 Uhr wurden das Verhalten sowie der nächste Nachbar tierindividuell erfasst. Weiterhin wurden auf den Flächen S und M Luftbildaufnahmen der Herde gemacht, um interindividuelle Distanzen zwischen den Tieren zu bestimmen. In über 60 % der Beobachtungen war der nächste Nachbar < 1 m entfernt, wobei diese Distanz häufiger auf Weidegröße L beobachtet wurde als auf Weidegröße S ($Z = 3,3$; $p < 0,01$) und M ($Z = 3,2$; $p < 0,01$). Interindividuelle Distanzen waren größer auf Flächengröße M als auf Flächengröße S ($5,99 \pm 3,06$ m vs. $4,89 \pm 2,62$ m; $t = 7,3$; $p < 0,01$). Das Ausmaß der Verhaltenssynchronisation erhöhte sich nur tendenziell mit der Flächengröße ($\kappa_{(S)} = 0,42$; $\kappa_{(M)} = 0,52$; $\kappa_{(L)} = 0,66$; $F = 5,4$; $p = 0,1$). Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen, dass Verhaltenssynchronisation ein wesentlicher Bestandteil des Verhaltensrepertoires von Schafen ist. Die Verhaltenssynchronisation erwies sich als wenig beeinflusst von der untersuchten Flächengröße, sodass eine Synchronisation vor allem die Folge eines Bedürfnisses nach räumlicher Nähe zu anderen Herdenmitgliedern zu sein scheint. Für weitere Erkenntnisse über das Zusammenwirken von sozialen und Umweltfaktoren auf die Verhaltenssynchronisation sollten Untersuchungen unter intensiven Haltungsbedingungen erfolgen.

Summary

In group-living animals, behavioural synchronization is often considered essential for group cohesion. However, how environmental and social cues interact to elicit the phenomenon of synchronization is not well understood. This study aims to assess plot size related variations in spacing and behavioural synchronization in a herd of 14 German Blackface ewes. The sheep were kept on three different pasture sizes: S (126 m²; 9 m²/animal), M (1.100 m²; 79 m²/animal), and L (11.200 m²; 800 m²/animal). During direct field observations between 07:00 and 17:00 h, behaviour and nearest neighbour distances were recorded individually. Furthermore, interindividual distances were derived from aerial

photographs of the herd taken on plot sizes S and M. Nearest neighbour distances < 1 m accounted for more than 60 % of observations, and were more frequent on plot size L than on M ($Z = 3.2$; $p < 0.01$) and S ($Z = 3.3$; $p < 0.01$). Interindividual distances were significantly larger on plot size M than S (5.99 ± 3.06 m vs. 4.89 ± 2.62 m; $t = 7.3$; $p < 0.01$). Synchronization tended to increase with plot size ($\kappa_{[S]} = 0.42$; $\kappa_{[M]} = 0.52$; $\kappa_{[L]} = 0.66$; $F = 5.4$; $p = 0.1$). Behavioural synchronization was a prominent part of the behavioural repertoire of the sheep but proved to be hardly affected by plot size. Thus, the high degree of synchronization was possibly motivated by the preference for close proximity to any conspecific. For a deeper insight into the interplay between social and environmental cues on behavioural synchronisation future studies should include observations under intensive housing conditions.

1 Einleitung

Das Gruppenleben sozial organisierter Tierarten wird wesentlich durch den Gruppenzusammenhalt ermöglicht (GAUTRAIS et al. 2007), wobei die Synchronisation des Verhaltens als wichtiger Einflussfaktor betrachtet wird (CLAYTON 1978; CONRADT und ROPER 2000). Damit eine Gruppe zusammen bleibt, müssen die sozial organisierten Tiere ihre Aktivitäten zeitlich und räumlich miteinander koordinieren.

Als Verhaltenssynchronisation wird bezeichnet, wenn mehrere Mitglieder einer Gruppe das gleiche Verhalten zeigen. Eine solche Verhaltenssynchronisation kann durch externe Ereignisse wie die morgendliche Fütterung oder den Zeitpunkt des Sonnenaufgangs ausgelöst werden. Räumlich ähnliche Umweltverhältnisse führen ebenfalls zu synchronem Verhalten (ENGEL und LAMPRECHT 1997). Nach CLAYTON (1978) wird die Verhaltenssynchronisation hauptsächlich durch Umweltfaktoren bedingt, während soziale Faktoren, wie Reaktionen auf Signale von Artgenossen, verstärkend oder anpassend wirksam werden (CLAYTON 1978; DAVIDSON und MENAKER 2003).

Synchronisation bei Nutztieren entsteht überwiegend durch Umweltfaktoren des Haltungsmanagement, wie z. B. durch vorbestimmte Fütterungszeitpunkte. Durch den Wettbewerb um ungleichmäßig verteilte Nahrungsressourcen kann es jedoch zu einer Desynchronisation kommen (HOPPITT und LALAND 2008; BLANC und THÉRIEZ 1998). Gerade in intensiven Haltungssystemen würde eine geringere Verhaltenssynchronisation den Wettbewerb um Futter- oder Ruheplätze reduzieren. So zeigte sich in einer Studie von BROUNS und EDWARDS (1994), dass intensiv gehaltene Sauen, die *ad libitum* gefüttert wurden, am liebsten allein fraßen.

Die Wirksamkeit sozialer Einflussfaktoren ist unter anderem abhängig von der Orientierung zu Artgenossen und deren räumlicher Nähe (FLIERL et al. 1999). So wirkte sich Sichtkontakt auf die Synchronisation des Liegenverhaltens von Schafen aus (JØRGENSEN et al. 2009). Verhaltensanpassungen zwischen Gruppenmitgliedern (allelomimetische Reaktionen), durch die synchrone Schwarmbewegungen bei Fischen erzeugt werden (PARRISH und EDELSTEIN-KESHET 1999), konnten auch bei Schafen nachgewiesen werden (GAUTRAIS et al. 2007). Inzwischen gibt es einige Studien, die sich mit dem Zusammenspiel zwischen interindividuellen Distanzen und Verhaltensmustern bei Schafen befasst haben (z. B. RUCK-STUHL 1998; COUZIN et al. 2002; PÉREZ-BARBERÍA et al. 2007). Die räumliche Verteilung von

Schafen wird durch Assoziationen mit bekannten Artgenossen (JØRGENSEN et al. 2011), Futtermittelverteilung (ARNOLD und DUDZINSKI 1978) oder Flächenverfügbarkeit (SIBBALD et al. 2000) beeinflusst. Distanzen zwischen Schafen wurden auch mittels Luftbilddaufnahmen ermittelt (DUDZINSKI und ARNOLD 1967; DUDZINSKI et al. 1969; WINFIELD 1981; HUTSON 1984; MICHELENA et al. 2008). Interindividuelle Distanzen bei extensiver Weidehaltung wurden jedoch bisher nur von CROFTON (1958) anhand von Luftbilddaufnahmen untersucht. Keine der genannten Studien hat bei der Luftbilddauswertung tierindividuelle Daten analysiert.

Die vorliegende Studie befasst sich mit dem Zusammenhang zwischen Verhaltenssynchronisation und Tierverteilung bei Schafen (*Ovis aries*). In einer Herde von Mutterschafen (Deutsches schwarzköpfiges Fleischschaf) wurde hierzu untersucht, wie sich unterschiedliche Weidegrößen auf Distanzen zwischen den Tieren und das Ausmaß einer Verhaltenssynchronisation auswirken. Die Distanzen zwischen den Tieren wurden u. a. mittels Luftbilddaufnahmen bestimmt. Die Ergebnisse der Untersuchung sollen untersuchen, ob sich eine Verhaltenssynchronisation aufgrund von sozialen Faktoren aus räumlicher Nähe ergibt oder die Folge umweltbedingter Einschränkungen (wie z. B. die Weidegröße) ist.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Tiere und Haltung

Die Studie wurde von Mai bis September 2012 durchgeführt. Eine Herde von 14 nicht tragenden, nicht laktierenden Mutterschafen (Deutsches schwarzköpfiges Fleischschaf) wurde auf Weideflächen der Universität Göttingen gehalten. Das Alter der Tiere betrug im Mittel $5,3 \pm 1,6$ Jahre, bei einem mittleren Gewicht von $82,5 \pm 11,9$ kg. Alle Tiere entstammten dem Versuchsgut der Universität in Relliehausen und waren aneinander gewöhnt. Nach einer Eingewöhnungszeit von zwei Wochen wurden die Tiere nacheinander auf Weiden mit drei verschiedenen Flächengrößen gehalten: S (126 m^2 bzw. $9 \text{ m}^2/\text{Tier}$; 10 Weiden), M ($1\,100 \text{ m}^2$ bzw. $79 \text{ m}^2/\text{Tier}$; zwei Weiden) und L ($11\,200 \text{ m}^2$ bzw. $800 \text{ m}^2/\text{Tier}$; eine Weide). Auf M-Weiden stand den Tieren eine Weidehütte ($3,6 \times 4,0 \text{ m}$) zur Verfügung, auf der L-Weide schützten Bäume vor Witterung. Auf S-Weiden wurden die Tiere nur stundenweise tagsüber gehalten und über Nacht auf Weiden mit Witterungsschutz gebracht.

Die Schafe hatten ständigen Zugang zu Wasser und einem Mineralleckstein. Um eine individuelle Unterscheidung zu ermöglichen, wurden die Tiere auf dem Rücken mittels Tiermarkierungsspray (Raidex®) mit verschiedenfarbigen Symbolen gekennzeichnet.

2.2 Datenerhebung

Auf jeder Weidegröße wurden ca. 36 Stunden Direktbeobachtungen von derselben Person durchgeführt. Die jeweils 2-stündigen Beobachtungsblocke waren gleichmäßig zwischen 7:00 und 17:00 Uhr verteilt. Alle 15 min wurden mittels Time-Sampling (MARTIN und BATESON 2007) individuell die Verhaltensparameter (Fressen, Stehen, Liegen, Lokomotion) und die Distanz zum nächsten Nachbarn erfasst. Die Distanz zum nächsten Nachbarn wurde in vier Klassen geschätzt: $< 1 \text{ m}$, $1\text{--}3 \text{ m}$, $3\text{--}10 \text{ m}$ und $> 10 \text{ m}$.

Weiterhin wurden von einem angrenzenden Gebäude (Höhe ca. 12 m) aus an zwei bzw. drei aufeinanderfolgenden Tagen Luftbilddaufnahmen der Flächengröße S und M gemacht

(Digitalkamera, Olympus® VG-160) anhand derer die interindividuellen Distanzen zwischen allen Schafdyaden ermittelt wurden.

Es wurden nur jene Aufnahmen ausgewertet, bei denen ein guter Überblick über alle 14 Tiere gewährleistet war. Dies war bei 33 Bildern auf Fläche S, und bei 34 Bildern auf Fläche M gegeben. Da die Luftbilder nicht im rechten Winkel zur Weidefläche aufgenommen werden konnten, wurden sie für die Auswertung der Distanzen zunächst transformiert (Adobe Photoshop CS5). Dabei wurde das Bild transformiert bis mindestens zwei Referenzpunkte, von denen die Distanz zuvor bekannt war (einer im vorderen, einer im hinteren Teil des Bildes), annähernd mit der gleichen metrischen Skala übereinstimmten. Das Messen der Distanz erfolgte mit der Software ImageJ 1.46r®. Jedes Tier wurde hierfür im Körperzentrum markiert und die Distanzen zwischen allen so erstellten Koordinaten gemessen (Abb. 1). Das Körperzentrum wurde als der Punkt definiert, bei dem sich zwei gedachte diagonale Linien zwischen den Vorder- und Hinterbeinen des Tieres treffen würden. So wurde für jedes Foto eine Dreiecksmatrix der interindividuellen Distanzen zwischen allen 91 möglichen Schafdyaden erstellt. Anhand dieser Daten wurde für jedes Schaf die mittlere interindividuelle Distanz zu den anderen Herdenmitgliedern bestimmt.

Die Umgebungstemperatur wurde alle 20 min mittels Miniatur Datenloggern erfasst (Tiny view TV 1500, West Sussex, UK). Die mittleren Temperaturen lagen an den Beobachtungstagen bei $17,0 \pm 2,9$ °C (S), $14,1 \pm 2,8$ °C (M) und $17,1 \pm 2,7$ °C (L).

2.3 Statistische Auswertung

Die Daten wurden mittels Microsoft Excel (Microsoft Office 2010) verarbeitet. Weitere statistische Tests wurden mit der Statistiksoftware SPSS 16.0 (SPSS Inc. 2007) durchgeführt. Der Anteil einer Verhaltenssynchronisation wurde als Kappa-Koeffizient (K) bestimmt. Dieser korrigiert für zufällig entstehende Synchronisation (ROOK und PENNING 1991). Der Koeffizient liegt zwischen 0 und 1, wobei höhere Werte auf einen höheren Synchronisationsgrad hinweisen. Ob die Verhaltenssynchronisation signifikant nicht zufällig war, wurde mittels Berechnung eines Z-Wertes (ROOK und PENNING 1991) geprüft. Synchronisationsgrade wurden mittels ANOVA für wiederholte Messungen verglichen. Der Effekt der Weidegröße auf die Distanz wurde mittels Friedman-Test und Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test geprüft. Die intraindividuelle Wiederholbarkeit der interindividuellen Distanzen wurde mittels Kendalls-Konkordankoeffizienten (W) getestet. Beziehungen zwischen zwei Parametern wurden anhand von Korrelationskoeffizienten (Kendall τ_b) ermittelt.



a



b

Abb. 1: Beispiele einer Luftbildaufnahme von 14 individuell markierten Schwarzkopfschafen – originale (a) und transformierte (b) Version. Flächengröße M ($1\,100\text{ m}^2$, $79\text{ m}^2/\text{Tier}$), aufgenommen von einem angrenzenden Gebäude aus (Höhe 12 m). Die roten Linien zeigen Distanzen zwischen Referenzpunkten (Foto: Hauschildt)

Fig. 1: Examples of an aerial shot of 14 individually marked German Blackface ewes, shown as original (a) and transformed (b) version. Plot size M ($1,100\text{ m}^2$, $79\text{ m}^2/\text{animal}$), taken from an adjacent building at a height of 12 m. Red lines indicate distances between reference points (Photo: Hauschildt)

3 Ergebnisse

3.1 Tierverteilung

Insgesamt waren nächste Nachbarn selten < 3 m voneinander entfernt (< 10 %). In über 60 % der Beobachtungen hielten die Schafe sogar < 1 m Distanz zu ihrem nächsten Nachbarn. Diese Distanzklasse wurde auf Fläche L mit 76 % häufiger beobachtet als auf Fläche S (60 %; $Z = 3,3$; $p = 0,001$) und M (63 %; $Z = 3,2$; $p = 0,001$).

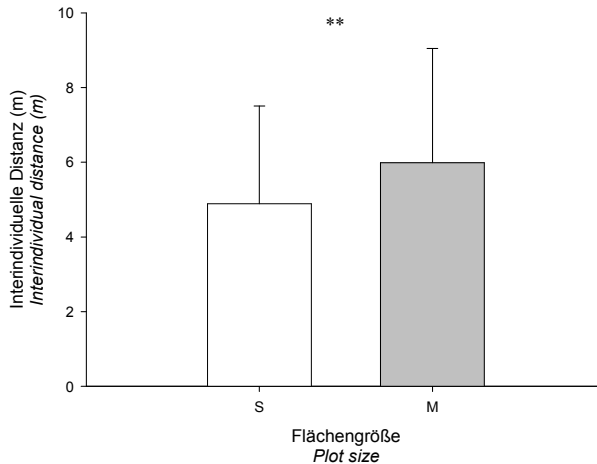


Abb. 2: Interindividuelle Distanzen (Mittelwert \pm Standardabweichung) zwischen 14 Schwarzkopfschafen für die Flächengrößen S (126 m², 9 m²/Tier) und M (1 100 m², 79 m²/Tier) anhand von Luftbildaufnahmen (34 bzw. 33 Bilder je Fläche S bzw. M). Die Unterschiede zwischen den Flächengrößen waren signifikant ($p < 0,01$)

Fig. 2: Interindividual distances (mean \pm standard deviation) between 14 German Blackface ewes on plot sizes S (126 m², 9 m²/animal) and M (1,100 m², 79 m²/animal) based on aerial photographs (34 and 33 pictures for S and M plots). The difference between plot sizes was highly significant ($p < 0.01$)

Die anhand der Luftbildaufnahmen ermittelten interindividuellen Distanzen (Abb. 2) waren auf Flächengröße M größer als auf Weide S ($t = 7,3$; $p < 0,01$), wobei z. T. große individuelle Unterschiede zwischen den Tieren auftraten. Die Korrelationen zwischen den Nachbardistanzen und den interindividuellen Distanzen waren signifikant sowohl auf Flächengröße S ($\tau_b = 0,63$; $p < 0,01$) als auch auf Weide M ($\tau_b = 0,56$; $p < 0,01$).

3.2 Verhaltenssynchronisation

Für alle in den direkten Beobachtungen erfassten Verhaltensparameter zeigten die Schafe eine signifikant nicht zufällige Synchronisation (Tab. 1). Tendenziell erhöhte sich die Synchronisation mit zunehmender Flächenverfügbarkeit. Signifikante Unterschiede zwischen den Flächengrößen ergaben sich jedoch nicht ($F = 4,5$; $p = 0,1$).

Tab. 1: Verhaltenssynchronisation je Flächengröße (S 126 m²; M 1 100 m²; L 11 200 m²) in einer Herde Schwarzkopfschafe (n = 14). Mittlere Zeitbudgets (%) und Kappa-Koeffizienten der Synchronisation (K)

Tab. 1: Behavioural synchronization per plot size (S 126 m²; M 1,100 m²; L 11,200 m²) in a herd of German Blackface ewes (n = 14). Mean time budgets (%) and Kappa coefficient of synchronization (K)

Verhalten Behaviour	Flächengröße Plot size	Mittleres Zeitbudget (%) Mean time budget (%)	K
Fressen Feeding	S	55,31	0,16*
	M	38,11	0,19*
	L	41,40	0,23*
Stehen Standing	S	18,93	0,06*
	M	17,24	0,05*
	L	16,53	0,06*
Liegen Lying	S	25,10	0,07*
	M	42,17	0,14*
	L	40,35	0,19*
Lokomotion Locomotion	S	0,36	0,00*
	M	2,48	0,01*
	L	1,51	0,01*
Total	S	100	0,42*
	M	100	0,52*
	L	100	0,66*

* K ist signifikant nicht zufällig (p < 0,05).

4 Diskussion

Insgesamt beeinflusste die Flächengröße die Verteilung der Schafe zwar signifikant, aber nicht systematisch. Trotz der 9- bis 90-fachen Vergrößerungen der Weidefläche zeigten die Tiere relativ konstante Distanzen zueinander. Die Distanzen zum nächsten Nachbarn betragen zumeist etwa 1 m, während Nachbardistanzen > 10 m auf allen Flächen selten beobachtet wurden. Ähnlich enge Nachbardistanzen wurden von MICHELENA et al. (2008) in Herden von 4–6 Mutterschafen in Weidehaltung beobachtet. Größere Nachbardistanzen berichten z. B. SIBBALD et al. 2000 (zehn Scottish Blackface Schafe in Weidehaltung; 3–6 m). Auf Fläche L wurden am häufigsten Nachbardistanzen < 1 m beobachtet. Hier traten während der Beobachtungszeiten relativ häufig hohe Temperaturen über 25 °C auf, wobei die Schafe gegenseitig den Körperschatten suchten (SCOTT und SUTHERLAND 1981), statt vorhandenen Baumschatten zu nutzen.

Die interindividuellen Distanzen waren auf Flächengröße M zwar signifikant, jedoch nur wenig größer als auf Flächengröße S. Die intraindividuelle Wiederholbarkeit der Distanzwerte auf den Luftbildaufnahmen war hochsignifikant (Kendalls W zwischen 0,32 und 0,58; p < 0.01). Die Luftbildaufnahmen erwiesen sich somit als sehr geeignete Methode zur Analyse der Tierverteilungen.

Insgesamt zeigte sich, dass die Verhaltenssynchronisation ein wesentlicher Bestandteil des Verhaltensrepertoires von Schafen ist. Kurze Distanzen zwischen Nachbarn können eine Verhaltenssynchronisation bei Schafen erhöhen (LE PENDU et al. 1996; MICHELENA et al. 2008). Entsprechend war tendenziell die Synchronisation auf Flächengröße L am höchsten, wo die Schafe die engsten Distanzen zeigten. Allerdings betrug die Distanzen zwischen den Tieren auf allen Flächen meist < 1 m. Dies könnte erklären, warum sich das Ausmaß der Synchronisation nicht signifikant zwischen den Flächengrößen unterschied. Die beobachtete Synchronisation des Verhaltens scheint vor allem auf sozialen Faktoren wie dem Bedürfnis nach räumlicher Nähe zu anderen Herdenmitgliedern zu beruhen und wurde weniger durch das Flächenangebot beeinflusst.

In natürlichen Haltungsumgebungen mit Grünfütter als gleichmäßig verteilter Nahrungsressource ist räumliche Nähe wahrscheinlich untrennbar mit Verhaltenssynchronisation verbunden. Für weitere Erkenntnisse über das Zusammenwirken von sozialen und Umweltfaktoren auf die Verhaltenssynchronisation sollten Untersuchungen unter intensiven Haltungsbedingungen erfolgen.

Literatur

- Arnold, G.W.; Dudzinski, M.L. (1978): *Ethology of Free Ranging Domestic Animals*. Elsevier, Amsterdam
- Blanc, F.; Thériez, M. (1998): Effects of stocking density on the behaviour and growth of farmed red deer hinds. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 56, pp. 297-307
- 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, pp. 225-235.
- Clayton, D.A. (1978): Socially facilitated behavior. *Quart. Rev. Biol.* 53, pp. 373-392
- Conradt, L.; Roper, T.J. (2000): Activity synchrony and social cohesion: a fission-fusion model. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 267, pp. 2213-2218
- Couzin, I.D.; Krause, J.; James, R.; Ruxton, G.D.; Franks, N. (2002): Collective memory and spatial sorting in animals groups. *J. theor. Biol.* 218, pp. 1-11
- Crofton, H.D. (1958): Nematode parasite populations in sheep on lowland farms. VI. Sheep behaviour and nematode infections. *Parasitology* 48, pp. 251-260
- Davidson, A.J.; Menaker, M. (2003): Birds of a feather clock together – sometimes: social synchronization of circadian rhythms. *Curr. Opin. Neurobiol.* 13, pp. 765-769
- Dudzinski, M.L.; Arnold, G.W. (1967): Aerial photography and statistical analysis for studying behaviour patterns of grazing animals. *J. Range Manage.* 20, pp. 77-83
- Dudzinski, M.L.; Pahl, P.J.; Arnold, G.W. (1969): Quantitative assessment of grazing behaviour of sheep in arid areas. *J. Range Manage.* 22, pp. 230-235
- Engel, J.; Lamprecht, J. (1997): Doing what everybody does? A procedure for investigating behavioural synchronization. *J. theor. Biol.* 185, pp. 255-262
- Flierl, G.; Grünbaum, D.; Levins, S.; Olson, D. (1999): From individuals to aggregations: the interplay between behavior and physics. *J. Theor. Biol.* 196, pp. 397-454
- Gautrais, J.; Michelena, P.; Sibbald, A.; Bon, R.; Deneubourg, J.-L. (2007): Allelomimetic synchronization in Merino sheep. *Anim. Behav.* 74, pp. 1443-1454
- Hoppitt W.; Laland, K.N. (2008): Social processes affecting feeding and drinking in the domestic fowl. *Anim. Behav.* 76, pp. 1529-1543

- Hutson, G.D. (1984): Spacing behaviour of sheep in pens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12, pp. 111-119
- Jørgensen, G.H.M.; Andersen, I.L.; Bøe, K.E. (2009): The effect of different pen partition configurations on the behaviour of sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 119, pp. 66-70
- Jørgensen, G.H.M.; Andersen, I.L.; Øystein, H.; Bøe, K.E. (2011): Differences in the spacing behaviour of two breeds of domestic sheep (*ovis aries*) – Influence of artificial selection? *Ethology* 117, pp. 597-605
- Le Pendu, Y.; Maublanc, M.L.; Briedermann, L.; Dubois, M. (1996): Spatial structure and activity in groups of Mediterranean mouflon (*Ovis gmelini*): a comparative study. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 46, pp. 201-216
- Martin, P.; Bateson, P. (2007): *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*, 3rd edn. Cambridge University Press, Cambridge, UK
- Michelena, P.; Gautrais, J.; Gérard, J.-F.; Bon, R.; Deneubourg, J.-L. (2008): Social cohesion in groups of sheep: Effect of activity level, sex composition and group size. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 112, pp. 81-93
- Parrish, J.K., Edelstein-Keshet, L. (1999): Complexity, pattern, and evolutionary trade-offs in animal aggregation. *Science* 284, pp. 99-101
- Pérez-Barbería, F.J.; Robertson, E.; Soriguer, R.; Aldezabal, A.; Mendizabal, M.; Pérez-Fernández, E. (2007): Why do polygynous ungulates segregate in space? Testing the activity-budget hypothesis in Soay sheep. *Ecol. Monogr.* 77, pp. 631-647
- Rook, A.J.; Penning, P.D. (1991): Synchronisation of eating, ruminating and idling activity by grazing sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 32, pp. 157-166
- Ruckstuhl, K.E. (1998): Foraging behaviour and sexual segregation in bighorn sheep. *Anim Behav.* 56, pp. 99-106
- Scott, D., Sutherland, B.L. (1981): Grazing behaviour of merinos on an undeveloped semi-arid tussock grassland block. *N.Z. J. exp. Agric.* 9, pp. 1-9.
- Sibbald, A.M.; Shellard, L.J.F.; Smart, T.S. (2000): Effects of space allowance on the grazing behaviour and spacing of sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 70, pp. 49-62
- SPSS Inc., 2007. *SPSS for Windows*, Version 16.0. Chicago, SPSS Inc.
- Winfield, C.G.; Syme, G.J.; Pearson, A.J. (1981): Effect of familiarity with each other and breed on the spatial behaviour of sheep in an open field. *Appl. Anim. Ethol.* 7, pp. 67-75

Danksagung

Die Autorinnen danken der H. WILHELM SCHAUMANN STIFTUNG, Hamburg, für die finanzielle Unterstützung dieses Projekts.

Warum die Statistik vom Versuchsdesign wissen muss

Why statistics need to know about the experimental design

LORENZ GYGAX

Zusammenfassung

Die Interpretationswürdigkeit eines beobachteten Musters wird nach wie vor in weiten Teilen der Naturwissenschaften von einem signifikanten p-Wert abhängig gemacht. Um einen korrekten p-Wert berechnen zu können, müssen die statistischen Annahmen des verwendeten Modells erfüllt sein. In den meisten Anwendungen, in denen eine Zielvariable durch mehrere erklärende Variablen beschrieben werden soll, kommen lineare Modelle zum Einsatz. Deren Annahme ist es, dass die Fehler normal, unabhängig und gleichverteilt sind. Die Normalität und die Gleichheit in der Verteilung lassen sich grafisch beurteilen und teilweise auch testen. Die Unabhängigkeit jedoch kann in der Regel nicht aus dem Datensatz heraus beurteilt werden, sondern nur aufgrund des Wissens über das Versuchsdesign. Dieser dritte Punkt ist möglicherweise der kritischste in einer solchen Analyse, weil die einem Effekt zugrunde liegende Stichprobengröße von der korrekten Berücksichtigung der Abhängigkeiten in einem Datensatz bestimmt wird. Darum muss das Versuchsdesign im linearen Modell durch zufällige Effekte korrekt und vollständig abgebildet werden. Wird das unterlassen, kann dies einerseits zu Pseudoreplikation führen, andererseits eine vertane Möglichkeit zum Nachweis eines Effektes darstellen.

Summary

Whether an observed pattern should be interpreted is still based largely on a significant p-value throughout many fields in the natural sciences. To calculate a correct p-value, the statistical assumptions of the chosen modelling approach need to be satisfied. In most applications in which one outcome variable is to be explained by several predictor variables, linear models are used. Their assumption is that errors follow a normal distribution, are independent and identically distributed. Normality and identity of the distribution can be checked visually and can also be tested in parts. Independence can often not be assessed from within a data set but only based on information in respect to the experimental design. This third issue is possibly the most critical in such an analysis because the sample size of a given effect is determined by the correct implementation of dependencies in a data set. Therefore the experimental design should be correctly and completely reflected by the random effects in a linear model. If not done properly, the evaluation will either suffer from pseudoreplication or from a missed opportunity to support an effect of interest.

1 Warum sollte uns beim Entwickeln des statistischen Ansatzes das Versuchsdesign kümmern?

In einer Vielzahl (angewandter ethologischer) Studien sollen mehrere erklärende Variablen („predictors“, unabhängige Variablen) gemeinsam eine Zielvariable („outcome“, abhängige Variable) erklären (siehe Beispiel in Kapitel 2). Solche in den erklärenden Variablen multivariaten Ansätze sind am einfachsten anhand der Varianzanalyse und der Regression umzusetzen, die gemeinsam die Klasse der linearen Modelle bilden.

Ein lineares Modell lässt sich z.B. schreiben als $Y_i = a + b \cdot X_i + E_i + \varepsilon_i$, wobei Y für die Zielvariable steht, a für den Achsenabschnitt, X für eine kontinuierliche erklärende Variable mit dem Steigungskoeffizienten b und E für den Effekt einer nominalen erklärenden Variable (eines Faktors; siehe Beispiel unter Kapitel 2). ε steht für die Fehler, d.h. die Abweichungen des Modells von den tatsächlichen Beobachtungen. Das Modell untersucht, inwiefern die Variabilität in Y systematisch mit den erklärenden Variablen zusammenhängt (b, E) und welcher Anteil als zufällig betrachtet werden muss (ε).

Im (mathematisch) einfachsten und am weitesten verbreiteten Fall wird angenommen, dass die Fehler einer Normalverteilung mit Mittelwert 0 folgen sowie unabhängig und gleichverteilt sind (i. i. d. = independent and identically distributed). Man schreibt: $\varepsilon \sim \mathcal{N}(0, \sigma^2)$, i. i. d. Dies bedeutet, dass alle Fehler aus derselben Verteilung stammen müssen, z.B. in Bezug auf deren Streuung, und dass die zugehörigen Datenpunkte voneinander unabhängig erfasst wurden.

Wird auch nur eine dieser Annahmen verletzt, d.h. sind die Fehler (1) nicht normalverteilt, (2) stammen sie nicht alle aus derselben Verteilung (z.B. bei Varianzheterogenität, sogenannter Heteroskedasdität) oder (3) wurden die Beobachtungseinheiten nicht voneinander unabhängig erfasst, führt dies dazu, dass die Annahmen zur Verteilung der errechneten Teststatistik nicht erfüllt sind. Dies wiederum bedeutet, dass die Teststatistik nicht der angenommenen Verteilung folgt und somit die daraus errechneten p-Werte beliebig werden.

Die Annahmen der Normalverteilung und der Varianzhomogenität lassen sich anhand grafischer Analyse der Residuen (der geschätzten Fehler eines Modells) beurteilen und teilweise auch statistisch testen. Wenn man feststellt, dass eine dieser beiden Annahmen verletzt wurde, können Transformationen der Daten oder die Nutzung anderer Verteilungsannahmen für die Fehler (im Rahmen von generalisierten linearen Modellen) helfen, diesen Problemen zu begegnen.

Hier soll jedoch der dritte Aspekt, d.h. die häufig vorhandene Abhängigkeit zwischen einzelnen Beobachtungen in einem Datensatz im Fokus stehen. Diese haben weitreichende Auswirkungen, weil die effektiv vorhandene Stichprobengröße, und damit die Stärke des berechneten p-Werts, von solchen Abhängigkeiten beeinflusst wird.

Eine der Schwierigkeiten im Umgang mit Abhängigkeiten ist jedoch, dass diese im Gegensatz zu den Verteilungsannahmen aus den Daten meist nicht direkt ersichtlich sind, sondern sich aus dem Versuchsdesign ergeben (GYGAX 2004). In vielen Versuchsdesigns werden Tiere wiederholt beobachtet, und/oder die Tiere leben in Gruppen. Wir können grundsätzlich davon ausgehen, dass ein Tier sich in seiner Individualität bei wiederholten Messungen ähnlicher verhält als ein anderes Tier bei den gleichen Messungen, und dass Tiere in einer Gruppe sich ähnlicher verhalten als Tiere in unterschiedlichen Gruppen, weil

sie z. B. denselben Umwelteinflüssen ausgesetzt sind. Dies führt zu den genannten „Abhängigkeiten“ im Datensatz, die in der statistischen Analyse nicht unberücksichtigt bleiben dürfen (siehe Kapitel 4).

2 Ein (fiktives) Beispiel

Unbeachtet von der Öffentlichkeit brachte Holger Stümpke, Abenteurer, Großwildjäger und jüngerer Bruder des Wissenschaftlers Harald Stümpke (STÜMPKE 1961) einige Exemplare der wenig bekannten Spezies „Kleines Morgenstern Nasobem“ (*Stella matutina*), auch Viernäsling genannt, in einer Hutschachtel vom Hi-Lay Archipel nach Europa, kurz bevor das Archipel 1957 zerstört wurde. Nach anfänglich erfolgreicher Eigenzucht wurde ein befreundeter Pharmakologe auf die Tiere aufmerksam, weil er feststellte – er hatte einen Schnupfen und roch an einem der Tiere –, dass die Tiere in ihren Hinterohrdrüsen ein Sekret mit stark antiviraler Wirkung produzieren.

Die Viernäslinge wurden domestiziert und werden heute in großer Zahl und unter intensivsten Bedingungen von Zulieferern der Pharmaindustrie gehalten. Wegen ihrer Kleinheit (die größten Viernäslinge werden nur 50 mm groß) blieben diese Haltungen bis heute mehrheitlich unbeachtet. Die klassische Haltung in der Hutschachtel wurde inzwischen von der effizienteren Haltung in rechteckigen Käfigen abgelöst. Diese Käfige werden in Trockenschränken gestapelt, da die Produktion des Sekretes bei hohen Umgebungstemperaturen erhöht ist. Die sozial lebenden Viernäslinge werden in Gruppen von bis zu 20 Tieren pro Käfig gehalten, zweimal täglich mit proteinangereicherter Nahrung gefüttert und haben Wasser ad libitum zur Verfügung. Das Sekret wird zweimal täglich aus den Drüsen abgesaugt.

Wir vom Zentrum für tiergerechte Haltung von Kleinstsäugetieren hatten über die letzten Jahre die Möglichkeit das Verhalten der Viernäslinge in ihrer Haltungsumgebung zu studieren und erste Experimente zur Verbesserung ihres Wohlergehens durchzuführen. Dabei hat sich unser Fokus auf die Ausgestaltung des Käfigbodens und die Raumtemperatur gerichtet. Denn es zeigte sich, dass das abnorme Einnasenstehen in Ruhephasen bei inadäquatem Boden und bei hohen Temperaturen stark zunimmt (Abb. 1).

Um den unterschiedlichen rechtlichen Rahmenbedingungen der deutschsprachigen Länder Europas gerecht zu werden, konnten in Deutschland, Österreich und der Schweiz je zwei Zulieferer gewonnen werden, auf deren Betrieben Untersuchungen durchgeführt wurden. Insbesondere unterscheiden sich die nationalen Haltungsvorschriften durch das minimale Platzangebot, das den Viernäslingen zur Verfügung gestellt werden muss. Auf jedem der sechs Betriebe wurden Beobachtungen in jeweils drei Käfigen in drei Trockenschränken durchgeführt. Weil sich eine Veränderung des Bodens als sehr arbeitsintensiv erwies, wurde je Trockenschrank nur ein Bodentyp getestet. Der Standardkäfig mit Kartonbodeneinlage wurde mit eingestreuten Strohkümmeln und einem naturnahen Erduntergrund verglichen. Der Versuch verlief in drei Phasen, in denen in ausbalancierter Reihenfolge drei verschiedene Temperaturen getestet wurden. In jedem Käfig wurden drei Tiere individuell markiert und die Dauer des Einnasenstehehens anhand von Videoaufzeichnungen in jeder Versuchsphase einmal für drei Stunden während der bekannten mittäglichen Inaktivitätsphase kontinuierlich aufgezeichnet.

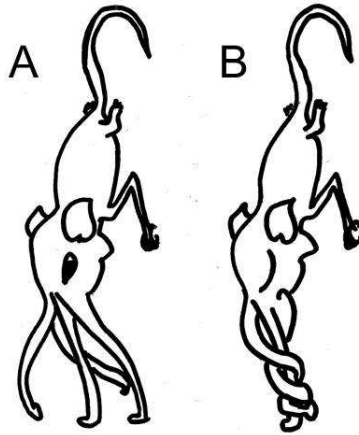


Abb. 1: Normales Stehen (A) und Einnasenstehen (B) der Viernäslinge (nach STÜMPKE 1961)

Fig. 1: Normal standing and one-nosed standing in the small four-snouter (after STÜMPKE 1961)

3 Zufällige Effekte: Das Versuchsdesign in die Statistik integrieren

Das gewählte Versuchsdesign führt zu Abhängigkeiten in den Daten, indem z. B. Tiere wiederholt beobachtet und in Gruppen gehalten wurden. Für die Variabilität, d. h. systematische Unterschiede zwischen Tieren, Gruppen und Zulieferern, muss kontrolliert werden, sie steht jedoch meist nicht im zentralen Interesse der Studie. Die Abhängigkeiten lassen sich in sogenannten zufälligen Effekten eines linearen gemischte-Effekte Modells berücksichtigen. Basierend auf dem gewählten Versuchsdesign lassen sich Abhängigkeiten meist in einem hierarchischen „Abhängigkeitsbaum“ visualisieren. Diejenigen Elemente, die sich durch zeitliche oder räumliche Nähe oder durch eine untrennbare Einheit (wie wiederholte Beobachtungen an einem Individuum) am nächsten stehen, werden an der Basis eines solchen Baumes zusammengefügt (Abb. 2).

Im konkreten Beispiel gehören die drei Datenpunkte eines Tieres aus je einer Versuchsphase mit bestimmter Temperatur auf der untersten Stufe zusammen, weil sie am gleichen Tier gemessen wurden und darum die größte Abhängigkeit der einzelnen Beobachtungen zu erwarten ist. Da die Tiere in den Käfigen in Gruppen gehalten werden, gehören bestimmte Tiere zur selben Gruppe bzw. zu einem Käfig, mehrere Käfige sind im selben Trockenschrank und mehrere Trockenschränke gehören zum selben Zulieferer. Demnach sind die Beobachtungen der Phasen im Tier, dieses im Käfig, dieser im Schrank und schließlich dieser im Zulieferer hierarchisch geschachtelt (Abb. 2). Die Anzahl der Beobachtungseinheiten und damit der Stichprobengrößen auf den jeweiligen Stufen ergeben sich durch die Summierung aller Einheiten der Stufe („Anzahl Faktorstufen“ in Abb. 2). Weil die Stichprobengröße von Stufe zu Stufe unterschiedlich ist, kann für einen solchen geschachtelten Datensatz keine

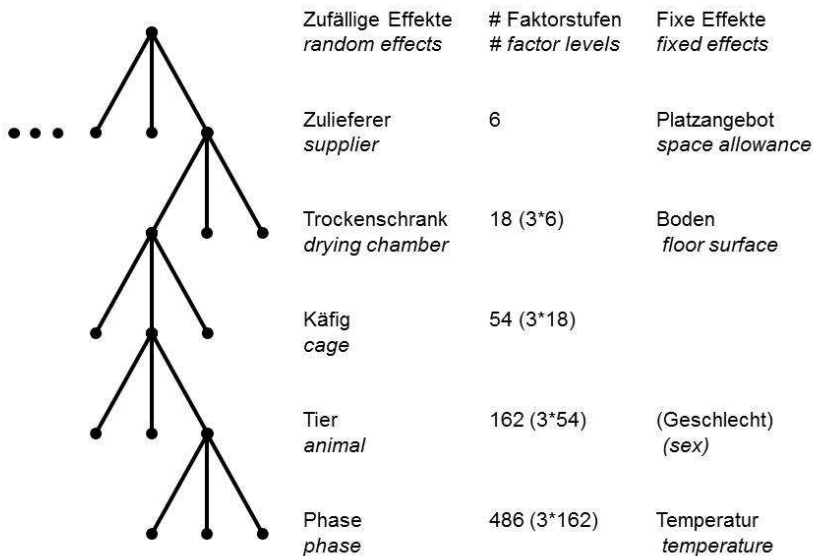


Abb. 2: Hierarchisch geschachtelte Struktur des Beispieldatensatzes: Zufällige Effekte, anhand derer diese Struktur in der statistischen Analyse abgebildet werden kann sowie die hierarchischen Stufen, auf denen die fixen Effekte angesiedelt werden müssen. Die Anzahl Faktorstufen auf den verschiedenen Stufen entspricht der jeweiligen Stichprobengröße, d. h. den auf der jeweiligen Stufe vorhandenen Freiheitsgraden

Fig. 2: Hierarchically nested structure of the example: random effects that reflect this structure in the statistical analysis as well as the hierarchical level on which the fixed effects need to be assigned. The number of factor levels also reflect the sample size, that is, the number of available degrees of freedom for the given level

allgemeine Aussage über die Stichprobengröße gemacht werden. Wird ein solches Modell z. B. in R (R CORE TEAM 2013) anhand der Funktion `lme` berechnet (PINHEIRO und BATES 2000; PINHEIRO et al. 2013), finden sich genau diese Zahlen in der Programmausgabe einer Zusammenfassung des Modelles wieder (Abb. 3B, D), anhand dessen die korrekte Berücksichtigung der hierarchischen Struktur im Modell überprüft werden kann.

Diejenigen erklärenden Variablen, die von zentralem Interesse sind, d. h. mit deren Hilfe man die Zielvariable erklären möchte, fließen als sogenannte fixe Effekte in das lineare gemischte-Effekte Modell ein (Abb. 3B). Das Modell ordnet sie derjenigen Stufe des hierarchisch geschachtelten zufälligen Effektes zu, unterhalb derer die entsprechende Variable nicht mehr variiert. Wenn z. B. alle Käfige in einem Schrank die gleiche Bedingung bezüglich des Bodens aufweisen, wird die Variable „Boden“ der Stufe Schrank zugeordnet. Die Temperatur wird von Phase zu Phase variiert und wird dementsprechend der Phase innerhalb der Tiere zugeordnet („within-subject variable“). Das Platzangebot ist bereits für jeden der Zulieferer konstant (Abb. 2).

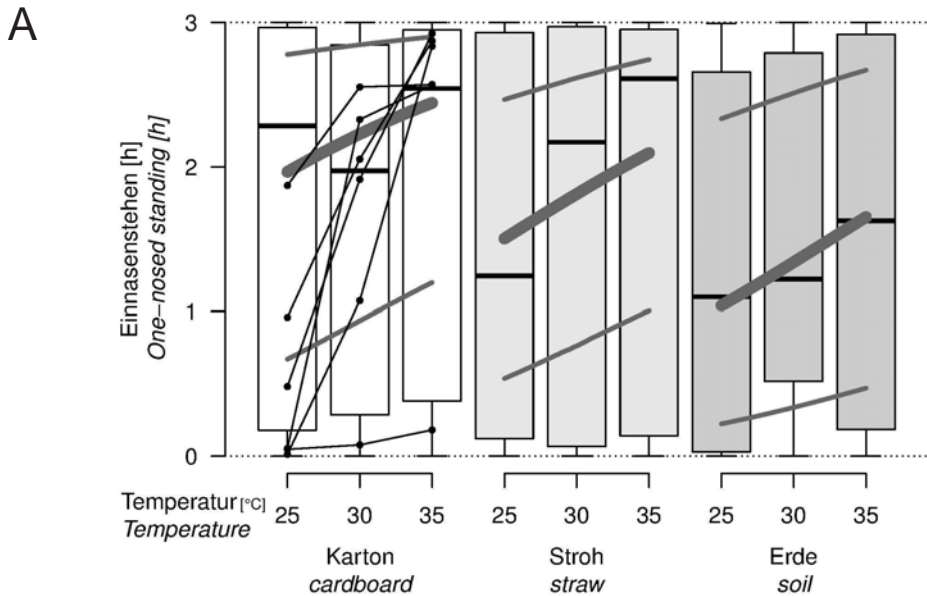
Die Schätzung der fixen und zufälligen Effekte „verbraucht“ eine gewisse Zahl der vorhandenen Freiheitsgrade (df: „degrees of freedom“). Auf jeder Stufe wird generell ein Freiheitsgrad für das allgemeine Niveau („Intercept“, Y-Achsenabschnitt) verbraucht. Kontinuierliche erklärende Variablen (z.B. Temperatur, Gewicht) verbrauchen je einen Freiheitsgrad und nominale Variablen (z.B. Geschlecht) einen Freiheitsgrad weniger als die Anzahl der verschiedenen Ausprägungen dieser Variablen. Interaktionen schlagen mit dem Produkt der Freiheitsgrade der beteiligten Haupteffekte zu Buche. Auch die zufälligen Effekte benötigen Freiheitsgrade, analog zu einem Faktor. Diese werden jedoch auf der nächst tieferen Stufe der hierarchischen Struktur verrechnet.

Als Daumenregel gilt, dass für eine sinnvolle, d. h. stabile Abschätzung der Fehlervariabilität und damit der Teststatistik und des p-Wertes, die Zahl der unverbrauchten Freiheitsgrade (die Residuenfreiheitsgrade) mindestens dreimal aber besser fünfmal so groß sein sollte wie die der von den fixen Effekten verbrauchten Freiheitsgrade. Beispielsweise ausgehend vom kleinstmöglichen Modell mit nur einem zu schätzenden kontinuierlichen bzw. nur einem zweistufigen fixen Effekt benötigen wir einen Freiheitsgrad für den Intercept und einen weiteren für den zu schätzenden Effekt. Wir kommen also auf zwei verbrauchte Freiheitsgrade und sollten demnach für die Fehlerfreiheitsgrade $5 \times 2 = 10$ Freiheitsgrade übrig haben. Dieses einfache Rechenbeispiel hilft auch, die für unser geplantes Experiment notwendige minimale Stichprobengröße zu bestimmen (12: Fehlerfreiheitsgrade plus verbrauchte Freiheitsgrade).

Zurück zum Viernasling. Gehen wir von einem Modell nur mit Haupteffekten aus (d. h. ohne statistische Interaktionen) und betrachten wir unsere wichtigen erklärenden Variablen als kontinuierlich, da sie alle zumindest in eine Reihenfolge gebracht werden können (Platzangebot, Qualität des Bodens, Temperatur), ergibt sich folgendes Bild in Bezug auf die Freiheitsgrade. Es zeigt sich, dass jeder fixe Effekt einer anderen Stufe zugeordnet wird (Abb. 2). Auf dem Niveau der Zulieferer werden zwei Freiheitsgrade für das Intercept und den Effekt des Platzangebotes verbraucht, d. h. es bleiben $6 - 2 = 4$ Freiheitsgrade für den Fehler übrig. Den Effekt des Platzangebotes auf das Vorkommen des Einnasenstehens können wir also im gewählten Versuchsdesign nicht verlässlich testen, da $4 \ll 10$ (siehe oben und Kapitel 6). Auf der Ebene des Trockenschrankes gehen neben den Freiheitsgraden für Intercept und Boden noch fünf Freiheitsgrade für den zufälligen Effekt der Zulieferer ($6 - 1$) weg. Wir erhalten demnach $18 - 2 - 5 = 11$ Freiheitsgrade. Es ist also gerade noch zulässig, dass wir den Effekt der Bodenqualität testen. Für den Einfluss der Temperatur sieht die Situation deutlich besser aus, weil wir $486 - 2$ (Intercept und fixer Effekt Temperatur) $- 161$ (zufälliger Effekt Tier) $= 323$ Restfreiheitsgrade erhalten. In der Programmausgabe für das entsprechende Modell (Abb. 3B, C) finden sich sowohl die aufgeführten Freiheitsgrade der fixen Effekte (pDF: predictor dfs) und die verbleibenden Freiheitsgrade für den Fehler wieder (rDF: residual dfs). Diese Freiheitsgrade sind im Ergebnisteil unseres Versuchsberichtes anzugeben, um die statistische Analyse nachvollziehbar zu machen.

In dem in Abbildung 2 dargestellten hierarchischen Baum wird davon ausgegangen, dass die einzelnen Beobachtungen der verschiedenen Tiere unabhängig voneinander sind. Diese Annahme ist dann gerechtfertigt, wenn entweder bekannt ist, dass das Einnasenstehen der Viernäslinge in einer sozialen Gruppe unabhängig voneinander auftritt oder wenn für die Fokustiere einer jeweiligen Gruppe unterschiedliche Beobachtungsfenster gewählt werden. Bei sozialen Interaktionen oder bei starker sozialer Erleichterung ist davon auszugehen, dass das Verhalten eines Tieres der Gruppe eine starke Auswirkung auf das Verhalten seiner Käfiggenossen hat. Im statistischen Modell muss also zusätzlich definiert werden, welche der Beobachtungen genau gleichzeitig durchgeführt wurden. Dies könnte anhand einer zusätzlichen Variable erfolgen, die je einen eigenen Wert (eine eigenen Faktorstufe) für jede der ausgewerteten dreistündigen Videosequenzen aufweist. Diese Variable lässt sich nicht in die hierarchische Struktur einbauen, weil die drei Fokustiere ja immer im selben Videoabschnitt beobachtet wurden. Dieser Effekt würde im Modell als zusätzlicher, unabhängiger zufälliger Effekt berücksichtigt, ein sogenannter gekreuzter zufälliger Effekt.

In Abbildung 3 ist ein simulierter Datensatz mit der beschriebenen Struktur dargestellt. Wie für ein solches Versuchsdesign typisch, sehen die Unterschiede für den „within-subject“ Effekt „Temperatur“ nicht sehr groß aus, wenn es eine große Variabilität zwischen den Tieren gibt. Dennoch ist der Einfluss der Temperatur signifikant (Abb. 3C), weil das Muster genügende Konsistenz über die Tiere hinweg zeigt. Ganz praktisch heißt das, dass die Mehrzahl von Tieren ihr Verhalten auf ähnliche Weise mit der Temperatur ändert, wie aufgrund der Beispiele für Einzeltierwerte in Abbildung 3A dargestellt wird. Im Beispiel ist ebenfalls zu sehen (Abb. 3D), dass die Variabilität zwischen den Zulieferern, den Tieren und zwischen den Phasen (unabhängig von den Versuchsbedingungen) relativ groß ist, während die Schränke und Käfige keine große Variabilität aufweisen.



B

```
lme (logit (Einnasensteher/3) ~ Boden + Temperatur,
    random= ~ 1 | Zulieferer/Schrank/Kaefig/Tier)
```

C

	with random effects				without random effects		
	pDF	rDF	F-value	p-value	rDF	F-value	p-value
Boden	1	11	3.07	0.11	483	5.88	0.02
Temperatur	1	323	6.61	0.01	483	2.54	0.11

D

							sigma		
Number of Observations:							486		
Number of Groups:									
				Zulieferer	6	1.71			
				Schrank %in%	Zulieferer	18	<0.01		
				Kaefig %in%	Schrank %in%	Zulieferer	54	<0.01	
				Tier %in%	Kaefig %in%	Schrank %in%	Zulieferer	162	3.37

Abb. 3: Einnasensteher in Abhängigkeit von Bodentyp und Temperatur (A): Rohdaten in Form von Boxplots und Modellschätzungen (dicke graue Linien; dünne graue Linien: 95 % Konfidenzintervall). Exemplarisch einzelne Individuen als dünne Linien mit Punkten in der Bedingung „Karton“. Modellformel im Statistikprogramm R (B), Varianzanalysetabelle mit und ohne Berücksichtigung der zufälligen Effekte (C) sowie ein Teil der Programmausgabe einer Zusammenfassung des Modells (D). Siehe Text für weitere Erklärungen

Fig. 3: One-nosed standing in relation to floor type and temperature (A): raw data reflected by boxplots and model estimates (thick grey line; thin grey line: 95 % confidence interval). Some individuals depicted as thin lines with dots in the cardboard condition. Model formula in the software R (B), analysis of variance table with and without considering the random effect structure (C), and a part of the output of a model summary (D). See text for further explanations

4 Was passiert, wenn die Information über das Versuchsdesign nicht in die Statistik einfließt?

Was passiert, wenn diese ganze hierarchische Struktur in der Auswertung vernachlässigt wird? Je nach hierarchischer Stufe, der ein fixer Effekt zugeordnet ist, gibt es zwei wichtige mögliche Auswirkungen: Pseudoreplikation und vertane Chance.

Wird die Abhängigkeitsstruktur in der Auswertung nicht berücksichtigt, bedeutet dies, dass alle fixen Effekte auf der untersten Stufe angesiedelt werden (in unserem Beispiel bei der Phase, Abb. 2). Dies führt dazu, dass die vermeintliche Stichprobe vom Statistikprogramm als um ein Vielfaches größer betrachtet wird. Diese Form der Pseudoreplikation wird extremer je weiter oben in der hierarchischen Struktur der fixe Effekt angesiedelt ist: Im Beispiel vergrößert sich die angebliche Stichprobe beim Platzangebot um einen Faktor von etwa 80 und beim Boden um 30. Diese „Vergrößerung“ der Stichprobe erhöht die Wahrscheinlichkeit, bereits bei kleinen Effekten einen Unterschied statistisch nachweisen zu können. Dieser Effekt wird noch dadurch verstärkt, dass die Daten zumindest teilweise abhängig sind und darum davon ausgegangen werden kann, dass sie entlang den Armen des Abhängigkeitsbaumes ähnlicher ausfallen, d.h. die Werte einer bestimmten Versuchsbedingung einander ähnlicher sind, was das Muster noch verstärkt. Diese fälschliche Erhöhung der Freiheitsgrade (rDF ohne und mit Berücksichtigung der zufälligen Effekte, Abb. 3C) bewirkt, dass der Einfluss des Bodens signifikant wird, wenn man die zufälligen Effekte unberücksichtigt lässt. Wenn die zufälligen Effekte korrekt berücksichtigt werden, geht die Signifikanz (korrekterweise) verloren.

Unterschiede insbesondere von fixen Effekten, die auf tiefen Stufen angesiedelt sind, können weniger deutlich nachgewiesen werden, wenn sich Beobachtungseinheiten auf den höheren Stufen stark unterscheiden. So ist es vorstellbar, dass sich die Individuen stärker unterscheiden als die unterschiedlichen Temperaturbedingungen. Das heißt der Einfluss der Temperatur kann nur nachgewiesen werden, wenn die Temperaturen innerhalb der Tiere verglichen werden und bei diesem Vergleich ein konsistentes Muster ersichtlich wird, auch wenn die absoluten Verhaltensreaktionen sich zwischen den Tieren stark unterscheiden. Genau dieser Effekt ist im Beispiel ersichtlich (Abb. 3A, C): Der Einfluss der Temperatur wird nur erkannt, wenn die zufälligen Effekte berücksichtigt werden.

Als die gemischten Effekte Modelle noch nicht so verbreitet und in den statistischen Programmen noch nicht standardmäßig implementiert waren, gab es die Empfehlung, abhängige Datenpunkte zu mitteln. So könnte man sich z.B. vorstellen, dass die Werte der Tiere eines Käfigs für eine bestimmte Temperatur gemittelt würden, d.h. es würden $54 \text{ Käfige} \times 3 \text{ Temperaturen} = 162 \text{ Datenpunkte}$ für eine Auswertung zur Verfügung stehen. Zwei Gründe sprechen gegen dieses Vorgehen. In der spezifischen hierarchischen Struktur des Beispiels wird ersichtlich, dass wir bei diesem Vorgehen auf einen Teil der Stichprobengröße für den Effekt der Temperatur verzichten würden (162 statt 486, Abb. 2). Zudem führt eine Mittelung dazu, dass ein Teil der Variabilität der Daten (hier zwischen Tieren, Phasen und Beobachtungen) nicht mehr sichtbar ist. Diese Tatsache bewirkt übrigens auch, dass der Standardfehler eines Mittelwertes kleiner ist als die Standardabweichung der Originaldaten. Dieser Effekt führt zu vermeintlich kleinerer Variabilität, kann dadurch Gruppenunterschiede überhöhen und führt demnach potenziell zu fälschlich signifikanten p -Werten (sogenannt anti-konservativ).

Aus Gründen der Pseudoreplikation, vertanen Möglichkeiten und anti-konservativer Mittelung sollte in einem hierarchisch strukturierten Datensatz möglichst mit den Originaldaten gearbeitet und die Abhängigkeit in einem entsprechenden zufälligen Effekt berücksichtigt werden. In unserem Beispiel würde ohne Berücksichtigung der zufälligen Effekte fälschlicherweise dem Boden eine größere Bedeutung nachgewiesen als der Temperatur; eine Interpretation, die sich bei korrekter Berücksichtigung des zufälligen Effektes ins Gegenteil dreht und am Ende gravierende Auswirkungen auf das Tierwohl haben kann, weil im Management falsche Maßnahmen ergriffen werden.

5 Sollen zufällige Effekte getestet und reduziert werden?

Man kann zufällige Effekte darauf testen, ob deren Variabilität sich statistisch nachweisbar von Null unterscheiden lässt. In einem Versuch, in dem die Stärke der geschätzten Variabilität der zufälligen Effekte zentral ist (z. B. Heritabilitäts-Schätzungen), sollte dies natürlich geschehen. Bei einem Experiment, in dem die zufälligen Effekte primär das Versuchsdesign abbilden und dafür sorgen, dass die fixen Effekte auf der korrekten hierarchischen Stufe ausgewertet werden, ist das nicht so klar. Da das Weglassen von hierarchischen Stufen fast immer Auswirkungen auf die auf den verschiedenen Stufen vorhandenen Freiheitsgrade hat, ist grundsätzlich von einer Reduktion der zufälligen Effekte abzuraten.

6 Optimierung des Versuchsdesigns

Aus den Überlegungen in Kapitel 3 zu den Freiheitsgraden folgt, dass man jegliche Einflussgrößen von Interesse im hierarchischen Baum soweit wie möglich nach unten verlagern sollte. Könnte z. B. jeder Käfig neun Versuchsbedingungen durchlaufen, könnte sowohl die Temperatur als auch der Boden innerhalb eines Käfigs variiert werden, sodass beide Effekte auf der Ebene der Phase angesiedelt werden könnten.

Dies ist manchmal nicht möglich. So ist es vorstellbar, dass z. B. Hautveränderungen und Verletzungen an den vier Nasen der Viernäslinge als weitere Zielvariable untersucht werden soll. Dies würde dann eine Beobachtung auf einem bestimmten Boden über die ganze produktive Phase eines Näslings bedingen, weil eine einmal entstandene Hautveränderung nicht schnell genug wieder verheilt und dadurch die Ergebnisse der darauffolgenden Bodenvariante verfälscht. Auch könnte das Management des Bodens es nötig machen, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt in einem bestimmten Schrank nur ein bestimmter Boden unterhalten werden kann. Auch bei solchen Einschränkungen sollte jedoch dafür kontrolliert werden, dass die Positionierung des Schrankes (in einem Raum) wie auch der Ort des Käfigs in einem Schrank eine Auswirkung auf die Zielvariable haben könnte. Damit es zu keiner Vermengung dieser unbeabsichtigten Einflüssen mit den eigentlichen interessierenden fixen Effekte kommt („confounding“), muss ein gesamter Versuch für solche Aspekte ausbalanciert werden, d. h. man müsste allenfalls in mehreren Umtrieben den Boden in den vorhandenen Schränken wechseln und auch verschiedene Positionen der Käfige im Schrank berücksichtigen.

Wäre das Platzangebot von zentralerem Interesse, müsste ein anderes Versuchsdesign gewählt werden. Aufgrund der im Beispiel vorhandenen gesetzlichen Vorgaben ist es denkbar, dass die verschiedenen Zulieferer aufgrund der landestypischen Normen nicht dafür eingerichtet sind und eine Veränderung im Platzangebot nicht anbieten können oder wollen. Für eine systematische Untersuchung des Platzangebotes gäbe es dann nur eine Möglichkeit: Es müssen mehr Zulieferer in die Studie mit eingeschlossen werden (anhand obiger Überlegungen zu den Freiheitsgraden mindestens etwa 12). Alternativ könnte man die Auswahl der Zulieferer beibehalten, untersucht das Platzangebot jedoch nicht systematisch, d. h., es wird nicht als fixer Effekt in der Auswertung berücksichtigt. Dies führt dazu, dass die Variabilität der Zulieferer hoch bleibt und somit die Aussage, die gemacht werden kann, eine höhere generelle Aussagekraft hat. Es wäre auch möglich, sich auf ein Platzangebot zu beschränken und nur noch Zulieferer aus einem Land zu berücksichtigen. Dies würde zu stärker kontrollierten, d. h. konstant gehaltenen Versuchsbedingungen führen, würde aber auch die Aussagekraft der Studie auf diese Bedingungen beschränken.

7 Abhängigkeiten und externe Validität

Wir könnten uns bemühen, durch die Wahl des Versuchsdesigns gar keine Abhängigkeiten entstehen zu lassen. Im konkreten Beispiel könnte das bedeuten, dass man die Untersuchung auf einen Zulieferer konzentriert und jeweils nur ein Tier aus einem Käfig zu einer Versuchsbedingung (Platzangebot und Temperatur) untersucht wird. Dies führt jedoch zu einer ineffizienten Nutzung der Versuchstiere, weil jedes Tier nur einmal beobachtet wird und weil bei einer beträchtlichen Variabilität zwischen Tieren eine höhere Stichprobe gebraucht wird, um einen Unterschied nachweisen zu können. Andererseits wird die Validität der Daten stark eingeschränkt. Getroffene Aussagen gelten grundsätzlich dann nur für diesen Zulieferer mit exakt seinen Haltungsbedingungen. Mit anderen Worten, ein hierarchisch geschachteltes Versuchsdesign führt oft zu einer höheren externen Validität, was insbesondere bei möglicherweise kostenintensiven Maßnahmen zur Verbesserung des Tierwohls eine große Bedeutung hat.

8 Fazit und Empfehlung

Gute Versuchsdesigns, die Unterschiede zwischen Tieren und/oder Gruppen kontrollieren und zu hoher externer Validität führen, weisen oft Abhängigkeiten in den Daten auf, weil Tiere mehrfach beobachtet, in Gruppen gehalten und/oder an mehreren Orten untersucht werden. Dieses Versuchsdesign muss in der statistischen Auswertung umgesetzt werden, damit die jeweiligen Effekte basierend auf der korrekten Stichprobengröße ausgewertet werden.

Weiterführende Literatur ist zu finden in PINHEIRO und BATES (2000) mit Kapiteln zur konkreten Umsetzung der Modelle in R, sowie in GELMAN und HILL (2007) und ZUUR et al. (2009, 2012 und 2013). Auf der R-Liste „special interest group mixed models“ (www.r-project.org) werden Themen zu gemischten Effekte Modellen anhand praktischer Beispiele und Probleme diskutiert.

Literatur

Gelman, A.; Hill, J. (2007): Data Analysis Using Regression and Multilevel/Hierarchical Models. New York, Cambridge University Press

Gygax, L. (2004): Statistische Modelle für ethologische Daten und Versuchsdesigns. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2003, Hg. KTBL, Darmstadt, S.43-61

Pinheiro, J. C.; Bates, D. M. (2000): Mixed-Effects Models in S and S-PLUS. New York, Springer Verlag

Pinheiro, J.; Bates, D.; DebRoy, S.; Sarkar, D.; R Core Team (2013). nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models. R package version 3; S.1-109

R Core Team (2013): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>

Stümpke, H. (1961): Bau und Leben der Rhinogradentia. Heidelberg, Spektrum Akademischer Verlag

Zuur, A. F.; Hilbe, J.; Ieno, E. N. (2013): A Beginner's Guide to GLM and GLMM with R - A Frequentist and Bayesian Perspective for Ecologists. Newburgh UK, Highland Statistics Ltd.

Zuur, A.; Ieno, E. N.; Walker, N.; Saveliev, A. A.; Smith, G. M. (2009): Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R

Zuur, A. F.; Saveliev, A. A.; Ieno, E. N. (2012): Zero Inflated Models and Generalized Linear Mixed Models with R. Newburgh UK, Highland Statistics Ltd.

Verhaltenscharakteristika von Legelinien mit unterschiedlicher Leistung

Characteristics of behavior in hens with different laying performance

ANJA HÖHNE, STEFANIE PETOW, STEFFEN WEIGEND, RUDOLF PREISINGER, LARS SCHRADER

Zusammenfassung

In dieser Studie wurde untersucht, inwieweit sich auf hohe Leistungseffizienz selektierte Legehühner in ihrem Aktivitätsverhalten und ihrer Nahrungsaufnahmestrategie von nicht auf Leistungseffizienz selektierten Hühnern unterscheiden.

Die Untersuchung erfolgte mit Hennen von vier Legelinien. Hierbei handelte es sich um zwei phylogenetisch divergente Vergleichsgruppen (Weißleger, Braunleger), mit jeweils einer auf hohe Legeleistung selektierten Linie (Weißes Leghorn, WLA, ca. 325 Eier/Legeperiode; Rhodeländer, BLA, ca. 300 Eier/Legeperiode) aus dem Zuchtprogramm der Lohmann Tierzucht GmbH und einer entsprechenden Minderleistungslinie (Weißes Leghorn, R11, ca. 200 Eier/Legeperiode; New Hampshire, L68, ca. 200 Eier/Legeperiode) aus der genetischen Ressource des Friedrich-Loeffler-Instituts. Pro Linie wurden die Hennen in sechs Abteilen mit jeweils 12 Hennen gehalten. Für die Aktivitätsmessung wurden die Abteile mit einem Antennen-Transponder-System ausgestattet. Der Test zur Nahrungsaufnahmestrategie wurde in einem Wahlversuch durchgeführt. Hier wurden den Hennen parallel ein Trog mit Legehennen-Alleinfutter und ein weiterer Trog mit durch Sägespäne verdünntes Legehennen-Alleinfutter angeboten. Sowohl die Erfassung der Aktivität der Hennen als auch der Test zur Nahrungsaufnahmestrategie wurden zu drei verschiedenen Zeiträumen über eine Legeperiode hinweg erfasst. Die Präferenz der Tiere für die beiden Futterarten sowie das Futtersuchverhalten der Tiere wurde mit Videoaufzeichnungen erfasst. Die Auswertung der Daten erfolgte mit gemischten Modellen (SAS® 9.2).

Vor allem bei den Weißlegern wurde ein unterschiedliches Nahrungsaufnahme- und Aktivitätsverhalten zwischen der Hoch- und der Minderleistungslinie beobachtet. Hier verwendeten Hennen der Hochleistungslinie weniger Zeit für die Nahrungsaufnahme und für die Nahrungssuche in der Einstreu. Weiterhin zeigten sie weniger Aktivität im Vergleich zu den Hennen der entsprechenden Minderleistungslinie. Die Auswertung des Tests zur Untersuchung der Nahrungsaufnahmestrategie ergab, dass beide Minderleistungslinien im Vergleich zu den entsprechenden Hochleistungslinien während des Legemaximums häufiger den Mixfuttertrog aufsuchten.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Selektion auf hohe Leistung vor allem bei den Weißlegern zu einem Verhalten führt, dass die Legehennen befähigt, ihren erhöhten Energiebedarf möglichst effizient zu decken.

Summary

The aim of this study was to test whether selection for high egg production efficiency results in different foraging strategies and activity levels in high performing compared to low performing layers.

The study included four different lines of laying hens, two phylogenetically close related brown layer lines and two phylogenetically close related white layer lines. From each phylogenetic group one line had been selected for high egg production. These were White Leghorn (WLA, about 325 eggs per laying period) and Rhode Island Red (BLA, about 300 eggs per laying period), both pure bred layer lines from Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven, Germany. The other two line were White Leghorn (R11, about 200 eggs per laying period) and New Hampshire (L68, about 200 eggs per laying period) maintained as non-selected conservation flocks in the Friedrich-Loeffler-Institut. Hens from each line were kept in six compartments with 12 hens per compartment. Compartments were equipped with an antenna-transponder system to record the activity level of individual hens. The foraging strategy was tested by a preference test in which the hens were offered commercial standard diet in one trough and a mixture of wood shavings and commercial standard diet in another trough. Both, recoding of activity and foraging strategy test were done for three times during one laying period. The preference of hens for the two types of food and the foraging behaviour in the litter area were video recorded. For analysis mixed models were used (SAS® 9.2)

In particular in the white layer lines the high and low performance hens differed in their activity level and their foraging strategy. High performing white layers (WLA) used less time for food intake and foraging in the litter compared to the low performing white layers (R11). In addition, white high performing hens were less active compared to white low performing hens. With respect to the foraging strategy test hens of the two low performing lines (R11 and L68) showed a higher preference for the trough with mixed food during laying peak compared to high performance hens (WLA and BLA).

Results suggest that in particular in the white layers selection for high egg production led to behaviours enabling the hens to satisfy their higher energy demand more efficiently.

1 Einleitung

In den letzten Jahrzehnten ist es bei landwirtschaftlichen Nutztieren zu einer massiven Steigerung der Produktionseffizienz gekommen. Die Veränderung des genetisch bedingten Leistungsvermögens durch Selektion hat daran einen wesentlichen Anteil genommen (HAVENSTEIN et al. 2003). Neben der genetischen Veränderung wird die hohe Leistungseffizienz der Tiere auch durch für die Leistung optimale Haltungsbedingungen, Fütterung und Management unterstützt. Die Selektion erfolgt daher unter vergleichsweise konstanten Umweltbedingungen. Eine einseitige Selektion auf produktionsrelevante Merkmale kann jedoch auch zu weiteren, evtl. unerwünschten Effekten führen (RAUW et al. 1998). Assoziiert mit genetischen und umweltbedingten Faktoren können schnellwachsende Broiler beispielsweise eine geringere Laufaktivität und damit verbundene vermehrte Beinschäden im Vergleich zu langsam wachsenden Broilern zeigen (REITER und BESSEI 1998). Derartige

Veränderungen, die sich auf das Verhalten, anatomische, physiologische und immunologische Reaktionsmechanismen auswirken können, können eine geringere Anpassungsfähigkeit der Hochleistungstiere an alternative Haltungsverfahren oder sich ändernde Haltungsumwelten mit sich bringen.

Bereits SCHÜTZ und JENSEN (2001) konnten zeigen, dass Hennen, die sich im Grad ihrer Domestikation unterscheiden (Legehybrid, Bantam und Dschungelhuhn), auch in ihrer Aktivität und ihrem Nahrungssuchverhalten Unterschiede aufweisen. Die stärker domestizierten Tiere mit höherer Leistung zeigten seltener Nahrungsaufnahmeverhalten, bevorzugten aber stärker konzentriertes Futter und zeigten eine geringere Aktivität im Vergleich zu weniger domestizierten Hennen mit geringerer Leistung.

In dieser Studie wurde daher überprüft, inwieweit sich auf hohe Leistungseffizienz selektierte Legehühner in ihrem Aktivitätsverhalten und der Nahrungsaufnahmestrategie von nicht auf Leistungseffizienz selektierten Hühnern unterscheiden. Anders als bei SCHÜTZ und JENSEN (2001) wurden in der vorliegenden Untersuchung insgesamt vier Linien untersucht: Zwei phylogenetisch eng verwandte Linien von Weißlegern und zwei phylogenetisch eng verwandte Linien von Braunlegern. Innerhalb der Weiß- und Braunleger divergierten die Linien hinsichtlich ihrer Leistung.

Getestet wurden die folgenden Hypothesen:

Hennen von Hochleistungslinien,

- a) sind weniger aktiv (z. B. weniger Lokomotion),
- b) zeigen weniger Nahrungsaufnahmeverhalten,
- c) bevorzugen – im Vergleich zu Hennen von Minderleistungslinien – stärker konzentriertes Futter gegenüber weniger konzentriertem Futter.

2 Material und Methoden

2.1 Tiere und Haltung

Die Untersuchung erfolgte mit vier Legelinien. Hierbei handelte es sich um zwei phylogenetisch divergente Vergleichsgruppen (Weißleger, Braunleger) mit jeweils einer auf hohe Legeleistung selektierten Linie (Weißes Leghorn, WLA, ca. 325 Eier/Legeperiode; Rhodeländer, BLA, ca. 300 Eier/Legeperiode) aus dem Zuchtprogramm der Lohmann Tierzucht GmbH und einer entsprechenden Minderleistungslinie (Weißes Leghorn, R11, ca. 200 Eier/Legeperiode; New Hampshire, L68, ca. 200 Eier/Legeperiode) aus der genetischen Ressource des Friedrich-Loeffler-Instituts für Nutztiergenetik.

Alle Tiere hatten das gleiche Schlupfdatum. Bis zum Versuchsbeginn im Alter von 16 Lebenswochen (LW) wurden die Tiere getrennt nach Linien in vier Bodenabteilen gehalten und ad libitum mit Wasser und Futter versorgt. Im Alter von 16 LW wurden die Tiere getrennt nach Linien in jeweils sechs Abteile (1 x 2 m) à 12 Tiere aufgestellt. Die Abteile waren mit Holzspänen eingestreut sowie mit einem Nest, Sitzstangen, einem Rundfuttertrog und einer Nippeltränke ausgestattet. Auch hier hatten die Hennen Ad-libitum-Zugang zu Futter und Wasser.

2.2 Versuchsdurchführung

Die Datenerhebung erfolgte zu drei verschiedenen Beobachtungsphasen:

1. 17.–19. LW, vor Beginn der Legeperiode
2. 33.–35. LW, während der Hochlegephase
3. 49.–51. LW, gegen Ende der Legeperiode

Sowohl die Aktivitätsmessung als auch der Test zur Nahrungsaufnahmestrategie wurden innerhalb dieser Zeiträume, zeitversetzt für jeweils eine Woche durchgeführt.

Aktivitätsmessung

Für die Aktivitätsmessung wurden alle 24 Abteile mit einer Antenne (ca. 80 x 50 cm) ausgestattet, mit der ein am Bein der Hennen befestigter Transponder registriert wurde, sobald sich dieser in unmittelbarer Nähe der Antenne befand. Die Antenne wurde unterhalb des Futtertroges in der Einstreu verlegt. Die Aktivität wurde wie folgt definiert: Häufigkeit der durch die Antenne am Trog erfassten Wechsel der Hennen. Als Wechsel galt, wenn der Transponder einer Henne von der Antenne erfasst wurde und die nächste Erfassung frühestens 2,5 sek später erfolgte. Mithilfe des Antennen-Transponder-Systems wurde weiterhin die Aufenthaltsdauer auf der Antenne (am Trog) erfasst. Diese beschreibt die Gesamtdauer der Tiere auf der Antenne bzw. am Trog zwischen 6:00 und 15:00 Uhr in Minuten pro Stunde. In die Datenanalyse gingen insgesamt sieben Aufzeichnungstage ein.

Nahrungsaufnahmestrategie

Für den Test zur Nahrungsaufnahmestrategie wurde in jedem Abteil parallel ein Trog mit Legehennen-Alleinfutter (konzentriertes Futter) und ein weiterer Trog mit Hobelspänen vermischem Legehennen-Alleinfutter (Mixfutter; 1 : 3) angeboten.

Das Verhalten der Hennen wurde über eine Woche in jedem der drei Versuchszeiträume mit Video aufgezeichnet und zwei Tage jeweils (6:00 bis 15:00 Uhr) in 30-min-Intervallen im „instantaneous sampling“ ausgewertet. Aus diesen Aufzeichnungen wurden der durchschnittliche Anteil an Hennen pro Linie am konzentrierten Futtertrog und am Mixfuttertrog sowie der durchschnittliche Anteil an Hennen pro Linie, die im Einstreubereich die Verhaltensweisen Picken und Scharren zeigten, ausgewertet.

2.3 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mit gemischten Modellen mit SAS 9.2.

3 Ergebnisse

3.1 Aktivitätsmessungen

Anzahl der Wechsel pro Stunde

Die Messung der Aktivität mit Hilfe des Transponder-Antennen-Systems ergab für die Anzahl der Wechsel pro Stunde eine signifikante Interaktion zwischen Beobachtungsphase und Linie ($p = 0.0047$).

Hennen der weißen Hochleistungslinie (WLA) zeigten in allen Beobachtungsphasen deutlich weniger Wechsel pro Stunde als Hennen der anderen Linien (Abb. 1), wobei dieser Unterschied zu den Hennen der weißen Minderleistungslinie (R11) am größten war ($p \leq 0.0002$). Bei den Braunlegern ist eine vergleichbare Tendenz zu sehen, allerdings waren hier die Unterschiede zwischen der Minderleistungslinie L68 und der Hochleistungslinie BLA nur in der dritten Phase signifikant ($p = 0.0208$). In dieser Beobachtungsphase gegen Ende der Legeperiode waren insgesamt die Unterschiede zwischen den Linien am stärksten ausgeprägt. Bei allen Linien wurde mit zunehmendem Alter eine zunehmende Aktivität gemessen ($p \leq 0.0035$).

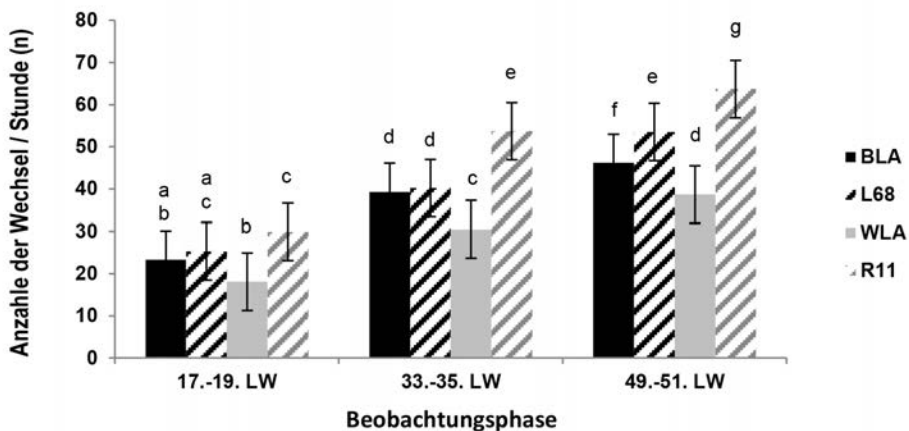


Abb. 1: LS-Means \pm SEM der Aktivität (Antennenwechsel pro Stunde) von Hennen zweier Hochleistungslinien (BLA: braune Hochleistungslinie und WLA: weiße Hochleistungslinie) und zweier Minderleistungslinien (L68: braune Minderleistungslinie und R11: weiße Minderleistungslinie) während drei verschiedener Beobachtungsphasen (LW: Lebenswochen). Verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Fig. 1: LS-Means \pm SEM of activity (changes across an antenna per hour) of laying hens from two high performing lines (BLA: high performing brown layers and WLA: high performing white layers) and two low performing lines (L68: low performing brown layers and R11: low performing white layers) during three sampling periods (LW: weeks of life). Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$)

Aufenthaltsdauer auf der Antenne

Die Aufenthaltsdauer auf der Antenne wurde nicht signifikant durch die Interaktion zwischen Beobachtungsphase und Linie beeinflusst. Beide Minderleistungslinien zeigten höhere mittlere Aufenthaltsdauern pro Stunde auf der Antenne am Trog als die entsprechenden Hochleistungslinien (Abb. 2). Die Unterschiede waren jedoch nur bei den Weißlegern signifikant. Hennen der Hochleistungslinie WLA zeigten die geringsten mittleren Aufenthaltsdauern auf der Antenne am Trog ($p < 0.0001$).

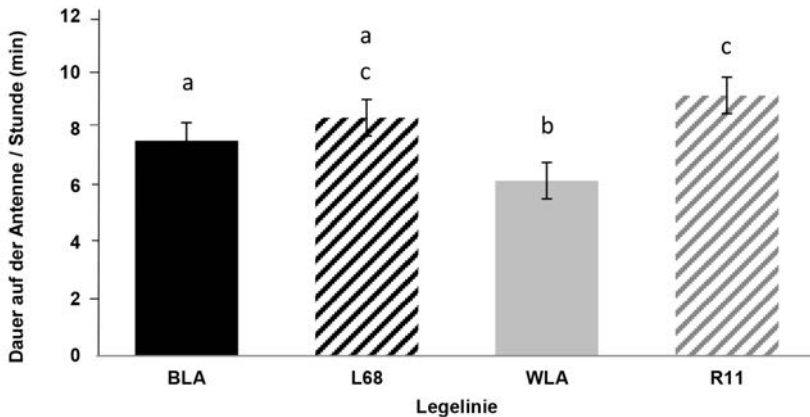


Abb. 2: LS-Means \pm SEM der Aufenthaltsdauer auf der Antenne (Minuten/Stunde) von Hennen zweier Hochleistungslinien (BLA: braune Hochleistungslinie und WLA: weiße Hochleistungslinie) und zweier Minderleistungslinien (L68: braune Minderleistungslinie und R11: weiße Minderleistungslinie). Verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede ($p < 0.05$)

Fig. 2: LS-Means \pm SEM of the duration of stay on the antenna (minutes per hour) of laying hens from two high performing lines (BLA: high performing brown layers and WLA: high performing white layers) and two low performing lines (L68: low performing brown layers and R11: low performing white layers). Different letters indicate significant differences ($p < 0.05$)

3.2 Nahrungsaufnahmestrategie

Anteil Tiere am Mixfuttertrog

Der Anteil Hennen am Trog mit dem Mixfutter war signifikant durch die Interaktion zwischen Linie und Beobachtungsphase beeinflusst ($p < 0.0001$). In der Beobachtungsphase während der 33. - 35. Lebenswoche hielten sich signifikant mehr Hennen beider Minderleistungstiere am Trog mit dem Mixfutter auf als Hennen der Hochleistungslinien ($p \leq 0.0011$) (Abb. 3). In den beiden Beobachtungsphasen vor Beginn der Legeperiode (17.-19. LW) und gegen Ende der Legeperiode (49.-51. LW) unterschieden sich die Linien hinsichtlich des Aufenthalts am Trog mit dem Mixfutter nicht.

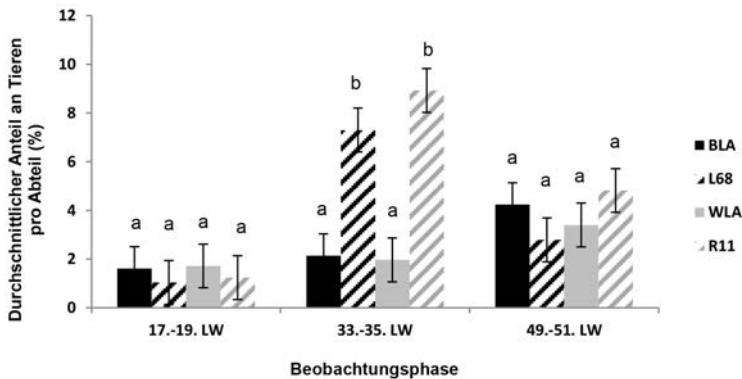


Abb. 3: LS-Means \pm SEM der Legehennen unterschiedlicher Linien am Mixfuttertrog von Hennen zweier Hochleistungslinien (BLA: braune Hochleistungslinie und WLA: weiße Hochleistungslinie) und zweier Minderleistungslinien (L68: braune Minderleistungslinie und R11: weiße Minderleistungslinie) während drei verschiedener Beobachtungsphasen (LW: Lebenswochen). Verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede innerhalb der Beobachtungsphasen ($p < 0.05$)

Fig. 3: LS-Means \pm SEM of laying hens from different breeding lines at mixed food of laying hens from two high performing lines (BLA: high performing brown layers and WLA: high performing white layers) and two low performing lines (L68: low performing brown layers and R11: low performing white layers) during three sampling periods (LW: weeks of life). Different letters indicate significant differences within the sampling periods ($p < 0.05$)

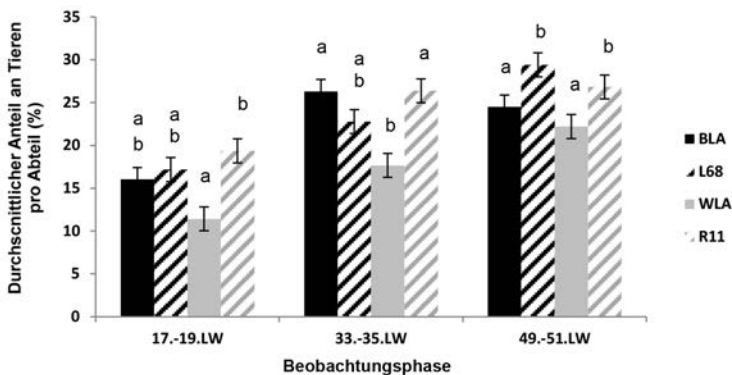


Abb. 4: LS-Means \pm SEM der Legehennen unterschiedlicher Linien am Trog mit konzentriertem Futter von Hennen zweier Hochleistungslinien (BLA: braune Hochleistungslinie und WLA: weiße Hochleistungslinie) und zweier Minderleistungslinien (L68: braune Minderleistungslinie und R11: weiße Minderleistungslinie) während drei verschiedener Beobachtungsphasen (LW: Lebenswochen). Verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede innerhalb der Beobachtungsphasen ($p < 0.05$)

Fig. 4: LS-Means \pm SEM of laying hens from different breeding lines at concentrated food of laying hens from two high performing lines (BLA: high performing brown layers and WLA: high performing white layers) and two low performing lines (L68: low performing brown layers and R11: low performing white layers) during three sampling periods (LW: weeks of life). Different letters indicate significant differences within the sampling periods ($p < 0.05$)

Anteil Tiere am Trog mit konzentriertem Futter

Der Anteil an Tieren am Trog mit konzentriertem Futter war bei den weißen Minderleistungstieren (R11) zu allen Beobachtungsphasen höher als bei den weißen Hochleistungstieren (WLA) ($p \leq 0.0199$). Bei den Braunlegern zeigten sich diesbezüglich nur im Alter von 49.–51. LW ein Unterschied zwischen den Linien mit unterschiedlicher Legeleistung ($p = 0.0147$) (Abb. 4).

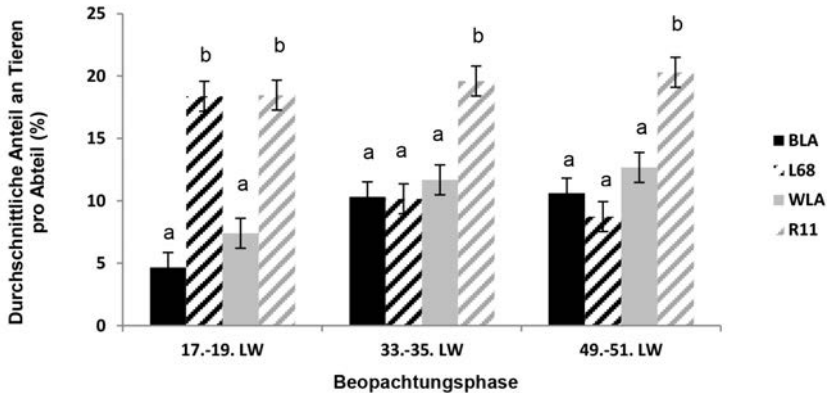


Abb. 5: LS-Means \pm SEM der Legehennen unterschiedlicher Linien beim Picken oder Scharren von Hennen zweier Hochleistungslinien (BLA: braune Hochleistungslinie und WLA: weiße Hochleistungslinie) und zweier Minderleistungslinien (L68: braune Minderleistungslinie und R11: weiße Minderleistungslinie) während drei verschiedener Beobachtungsphasen (LW: Lebenswochen). Verschiedene Buchstaben stehen für signifikante Unterschiede innerhalb der Beobachtungsphasen ($p < 0.05$)

Fig. 5: LS-Means \pm SEM of laying hens from different breeding lines showing pecking or scratching of laying hens from two high performing lines (BLA: high performing brown layers and WLA: high performing white layers) and two low performing lines (L68: low performing brown layers and R11: low performing white layers) during three sampling periods (LW: weeks of life). Different letters indicate significant differences within the sampling periods ($p < 0.05$)

Anteil Tiere beim Picken/Scharren

In allen Beobachtungsphasen zeigten mehr Tiere der weißen Minderleistungslinie (R11) Picken und Scharren im Einstreubereich verglichen mit der weißen Hochleistungslinie (WLA) ($p < 0.0001$). Bei den Braunlegern (BLA/L68) zeigte sich dieser Unterschied nur in der ersten Beobachtungsphase ($p < 0.0001$) (Abb. 5).

4 Diskussion

Hennen der weißen Hochleistungslinie (WLA) waren in allen Beobachtungsphasen weniger aktiv als Hennen der weißen Minderleistungslinie (R11). Zudem weist der höhere Anteil an Hennen der weißen Minderleistungstiere (R11), die beim Picken und Scharren im Einstreubereich beobachtet wurden, ebenfalls auf eine höhere Aktivität der nicht selektierten Linie R11 gegenüber der selektierten Linie WLA hin. Bei den Braunlegern zeigten sich diese Unterschiede nur zu bestimmten Beobachtungsphasen, wiesen aber in die gleiche Richtung. Daher kann vermutet werden, dass insbesondere bei den untersuchten Weißlegern die Selektion auf hohe Leistung zu einem möglichst energiesparenden Verhalten geführt hat und somit zu einer verminderten Lokomotion, um den hohen Energiebedarf für die Leistung decken zu können.

Legehennen mit einer höheren Leistung zeigten auch in Untersuchungen von SCHÜTZ und JENSEN (2001) seltener Nahrungsaufnahmeverhalten, bevorzugten stärker konzentriertes Futter und zeigten eine geringere Aktivität gegenüber Hennen mit geringerer Leistung. Hierbei war die genetische Verwandtschaft der Legelinien (Legehybrid, Bantam, Dschungelhuhn) jedoch unbekannt. Es handelte sich um Legelinien mit sehr unterschiedlichem Gewicht und vermutlich einem unterschiedlichen Erhaltungsbedarf. Bei den Legelinien der gegenwärtigen Studie hingegen, dürfte ein unterschiedlicher Energiebedarf deutlicher auf die Legeleistung der Hennen zurückzuführen sein.

Mit zunehmendem Alter zeigten die Hennen eine Steigerung ihrer Aktivität, die als Wechsel über die Antenne am Trog erfasst wurde. Obwohl dieses Ergebnis sehr deutlich ist und für alle der vier untersuchten Linien gilt, ist es schwer zu interpretieren. Eine Erklärungsmöglichkeit könnte der steigende Energiebedarf der Hennen mit zunehmender Legeleistung sein, der sich in häufigeren Besuchen des Troges und damit Wechsel über die Antenne widerspiegeln könnte. Dagegen spricht jedoch, dass die Wechsel über die Antenne gegen Ende der Legeperiode, zu dem die Legeleistung bereits wieder abnimmt, am höchsten waren. Auf die Aufenthaltsdauern auf der Antenne am Trog, die mit der Dauer der Nahrungsaufnahme zusammenhängen könnten, hatten die Beobachtungsphasen ebenfalls keinen Einfluss. Hier hätte bei einem zunehmenden Energiebedarf während der Legeperiode dann ebenfalls eine Zunahme erwartet werden können. Eine weitere Erklärungsmöglichkeit könnte eine über die Legeperiode hinweg zunehmende, durch Stress induzierte Steigerung der Aktivität sein (OHGUSHI et al. 2001). Da sich die Haltungsbedingungen während des Versuchs nicht änderten, könnte die Zunahme der Legeleistung zu einer Belastungsreaktion der Tiere und damit zu einer stressinduzierten Aktivitätssteigerung geführt haben. Dagegen spricht jedoch wiederum, dass die Aktivität gegen Ende der Legeperiode noch weiter stieg, wohingegen die Legeleistung gegen Ende der Legeperiode bereits wieder abnimmt. Außerdem zeigte sich die Steigerung der Aktivität unabhängig von der Leistung bei allen vier Linien.

Das Nahrungsaufnahmeverhalten kann unter anderem unterteilt werden in „Nahrungssuche“ und aufgewendete Zeit für „Nahrungsaufnahme“ (SCHÜTZ und JENSEN 2001). In unseren Untersuchungen wurde das Picken und Scharren der Tiere im Einstreubereich als Parameter für die Suche nach Nahrung erfasst. Es wurde nicht nur als ein Aktivitätsverhalten, sondern auch als ein Nahrungsaufnahmeverhalten interpretiert. Der Anteil der weißen Minderleistungshennen (R11), die beim Picken und Scharren im Einstreubereich

beobachtet wurden, war in allen Beobachtungszeiträumen höher als der Anteil der weißen Hochleistungstiere (WLA). Die Ergebnisse der von uns untersuchten Weißleger bestätigten damit den von SCHÜTZ und JENSEN (2001) beschriebenen Zusammenhang zwischen höherer Legeleistung und geringerem Zeitaufwand für Nahrungssuche.

Interessanterweise scheinen die Minderleistungshennen auch mehr Zeit für die Nahrungsaufnahme aufgewendet zu haben. Dies deutet die Messung der Aufenthaltsdauer auf der Antenne im Bereich des Troges an. Allerdings geht aus diesen Aufzeichnungen nicht hervor, ob die Tiere in dieser Zeit auch Futter aufgenommen haben. Durch den Test zur Nahrungsaufnahmestrategie konnte diese Vermutung allerdings bestärkt werden. Hier war der Anteil der weißen Minderleistungstiere (R11), die sich am Futtertrog mit dem konzentrierten Futter aufhielten, in allen Beobachtungsphasen höher als der Anteil der weißen Hochleistungslinie (WLA). Bei den Braunlegern zeigte sich dies ebenfalls zum Ende der Legephase. Auch der Anteil der Tiere, die am Futtertrog des weniger konzentrierten Futters erfasst wurden, war während der Hochlegephase bei beiden Minderleistungslinien (R11/L68) signifikant höher. Ob die Minderleistungshennen jedoch auch mehr Futter verzehrt haben als die Hochleistungshennen, konnte in dieser Untersuchung jedoch nicht erfasst werden. Dagegen spricht, dass die Minderleistungshennen aufgrund ihrer geringeren Legeleistung vermutlich einen geringeren Energiebedarf haben. Allerdings wurden die Hochleistungshennen nicht nur auf eine hohe Legeleistung, sondern ebenfalls auf eine höhere Futtereffizienz hin selektiert. Über den Nährstoffbedarf der untersuchten Linien liegen zurzeit noch keine belastbaren Daten vor.

Sowohl die auf hohe Leistung selektierten Linien (WLA und BLA) als auch die Hennen der Minderleistungslinien (R11/L68) bevorzugten im Test zur Nahrungsaufnahmestrategie das konzentrierte Futter gegenüber dem Mixfutter. Dies entsprach nicht den Ergebnissen eines vergleichbaren Tests zur Nahrungsaufnahmestrategie von SCHÜTZ und JENSEN (2001), bei dem Hennen einer Hochleistungslinie ein stärker konzentriertes Futter bevorzugten, wohingegen Hennen mit sehr geringer Leistung (Bantam) und Dschungelhühner das Mixfutter bevorzugten. Allerdings lagen im Versuch von SCHÜTZ und JENSEN (2010) die Legeleistungen auch deutlich stärker auseinander als in unserem Versuch (Bantam: 36 g Eigewicht, Dschungelhühner: 35 g Eigewicht (SAEKI und INOUE 1979); Hochleistungslinie: 60 g Eigewicht).

5 Fazit

Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung lässt sich folgern, dass die Selektion auf hohe Legeleistung und hohe Futtereffizienz bei Legehennen einen Einfluss auf ihr Aktivitätsverhalten und ihre Nahrungsaufnahmestrategie hat. Durch diese Veränderungen können die Hennen vermutlich ihren erhöhten Energiebedarf effizienter decken. Diese Verhaltensanpassungen sind bei den Weißlegern stärker ausgeprägt als bei den phylogenetisch divergenten Braunlegern. Die Ausprägung des durch die Leistungsselektion hervorgerufenen Effekts auf das Aktivitäts- und Nahrungsaufnahmeverhalten scheint somit auch phylogenetisch beeinflusst zu sein.

Literatur

- Havenstein, G.B.; Ferket, P.R.; Qureshi, M.A. (2003): Carcass composition and yield of 1957 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. *Poult. Sci* 82(10), pp. 1509–1518
- Ohgushi, A.; Bungo, T.; Shimojo, M.; Masuda, Y.; Denbow, D.A.; Furuse, M. (2001): Relationships between feeding and locomotion behaviours after central administration of CRF in chicks. *Physiology and Behavior* 72, pp. 287–289
- Rauw, W.M.; Kanis, E.; Noordhuizen-Stassen E.N., Grommers F.J. (1998): Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Production Science* 56, pp. 15–33
- Reiter, K.; Bessei, W. (1998): Einfluss der Laufaktivität auf die Knochenentwicklung und Bein-schäden bei Broilern. *Arch. Geflügelk.* 62, S. 247–253
- Saeki, Y.; Inoue, Y. (1979): Body growth, egg production, broodiness, age at first egg and egg size in red jungle fowls, and an attempt at their genetic analyses by the reciprocal crossing with White Leghorns. *Jpn. Poult. Sci.* 16, pp. 315–318
- Schütz, K.E.; Jensen, P. (2001): Effects of Resource Allocation on Behaviour Strategies: A Comparison of Red Junglefowls (*Gallus gallus*) and Two Domesticated Breeds of Poultry. *Ethology* 107, pp. 753–765

Danksagung

An dieser Stelle danken wir Herrn Oliver Sanders für die technische Unterstützung bei der Versuchsdurchführung sowie Frau Kerstin Krössmann für die Hilfe bei der Datenauswertung. Ein weiteres Dankeschön geht an Sabine Dippel für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Die Benutzung von erhöhten Sitzstangen und Volierenetagen bei Masteltern

The use of aerial perches and aviary tiers by broiler breeders

SABINE G. GEBHARDT-HENRICH, ERNST K. F. FRÖHLICH, MICHAEL J. TOSCANO, HANNO WÜRBEL

Zusammenfassung

Im Gegensatz zu Legehennen werden Mastelterniere in der Praxis gewöhnlich ohne Sitzstangen gehalten. Ziel der Studie war zu testen, ob Masteltern erhöhte Sitzstangen oder Volierenetagen nützen und welche Auswirkungen das auf die Gesundheit und die Produktion von Bruteiern haben würde. Schnell und langsamer wachsende Masteltern wurden praxisnah in drei Haltungsformen (Volieren, erhöhte Sitzstangen, Kontrollabteile) während der Aufzucht und der Produktionsphase gehalten. Die Tiere wurden regelmäßig gefilmt und der Aufenthaltsort auf den verschiedenen Strukturen wurde registriert. Beide Hybriden verbrachten die Dunkelperiode mit fortschreitendem Alter zunehmend auf erhöhten Strukturen, wobei die Tiere in den entsprechenden Abteilen mehrheitlich Volierenetagen und Sitzstangen nutzten. Gesundheitsparameter und die Produktion unterschieden sich kaum zwischen den Haltungsformen, aber in den Volierenabteilen wurden signifikant mehr Eier in die Einstreu gelegt als in den Kontroll- und Sitzstangenabteilen. Diese Studie zeigt, dass Mastelterniere ähnlich wie Legehennen in der Dunkelheit erhöhte Sitzstangen und Volierenetagen aufsuchen, wenn solche angeboten werden.

Summary

Unlike laying hens broiler breeders are commonly kept without perches. The aim of this study was to test whether broiler breeders would use aerial perches or aviary tiers and how this affected their health and egg production. Fast and more slowly growing broiler breeders were kept in three systems (aviaries, aerial perches, control pens) during rearing and production. The animals were filmed regularly and their location on the different structures assessed. With increasing age, both hybrids spent the dark period increasingly on elevated structures. Animals in pens with aviaries and perches mainly used these structures. Health and production hardly varied among systems but there were more floor eggs in pens with aviaries than in control pens and pens with perches. This study demonstrates that similarly to laying hens broiler breeders use aerial perches and aviary tiers during the dark period if such structures are available.

1 Einleitung

Alle kommerziellen Hühnergenotypen einschließlich Lege- und Mastlinien stammen vom Bankivahuhn ab. Zahlreiche Studien zeigen, dass die Stammform sowie die Legehennen tagsüber und vor allem nachts auf Sitzstangen ruhen (BLOKHUIS 1984; COLLIAS und COLLIAS 1967; ODÉN et al. 2002). Sitzstangen stellten sich als wichtige Ressource für Legehennen heraus, für deren Zugang Arbeit verrichtet wird (OLSSON und KEELING 2002). Hennen mit Sitzstangen zeigen ein besseres Ruheverhalten in der Nacht (OLSSON und KEELING 2000). Daher sind sowohl in der Schweiz wie auch in der EU Sitzstangen für Hühner in allen Haltungssystemen vorgeschrieben (SCHWEIZ. TSCHV, EU 1999). Allerdings werden in der Schweiz und in weiten Teilen Europas Masteltern entgegen den gesetzlichen Vorschriften ohne Sitzstangen gehalten. Als Gründe für die fehlenden Sitzstangen werden angeführt, dass Masteltern wegen ihres hohen Gewichts keine Sitzstangen benützen oder bei Benützung abstürzen würden und dass die Hennen sich auf die Stangen zurückziehen könnten, um den Tretakt der Hähne zu verhindern (mündl. Kommunikation). Eine Pilotstudie in Zusammenarbeit mit den Schweizer Firmen Bell AG und Micarna SA zeigte, dass Ross 308 Masteltern Sitzstangen auf dem Kotrost nicht nutzten und generell mit zunehmenden Alter vermehrt auch nachts auf der Einstreu ruhten, anstatt erhöhte Strukturen wie den Kotrost oder die Abdeckung des Futtertrogs aufzusuchen (GEBHARDT-HENRICH und OESTER 2014). Der Grund für die fehlende Akzeptanz der Sitzstangen könnte sein, dass die angebotenen Sitzstangen direkt auf der Einstreu und somit zu tief angebracht waren (SCHRADER und MÜLLER 2009). Ein alternativer oder zusätzlicher Grund für die fehlende Nutzung im Legealter könnte sein, dass die Tiere ohne Sitzstangen aufgezogen wurden. Die verhältnismäßig dünnen Strukturen des Kotrosts und die Abdeckung der Futtertröge waren vermutlich für die älteren, schweren Masteltern nicht geeignet. Das Ziel der vorliegenden Studie war daher zu untersuchen, ob und in welchem Maße Masteltern erhöhte Sitzstangen oder erhöhte Ebenen in einem Voliersystem mit integrierten Sitzstangen tagsüber und nachts nutzen und welche Auswirkungen dies auf die Gesundheit und die Produktion von Bruteiern haben würde. Da in der Schweiz und der EU biologische Haltungen mit langsam wachsenden Mastlinien an Bedeutung gewinnen, wurde sowohl der schnell wachsende Hybrid Ross 308 (Aviagen™), als auch der langsam wachsende Hybrid Sasso 31A/T44 eingesetzt. Die Haltungsbedingungen waren während der Aufzucht und der Produktionsphase identisch.

2 Methoden

2.1 Tiere und Haltung

Die Linien Ross 308 und Sasso wurden in zwei aneinanderggebauten Geflügelställen mit je neun Abteilen (4,5 x 3,5 m) gehalten. Alle Abteile hatten einen Einstreubereich, einen 50 cm hohen Kotrost, Gruppennester mit einer Eiersammlung davor, zwei Futterlinien und eine Tränkelinie (Abb. 1). Bevor die Küken in der Lage waren, auf den Rost zu gelangen, war die Tränkelinie über der Einstreu positioniert. Diese Tränkelinie wurde nach der Alterswoche (AW) 7 außer Betrieb genommen und hochgezogen und die funktionielle Tränkelinie befand sich vor den Nestern. Die Tränkelinien bestanden aus einem Stahlrohr (\varnothing 3,4 cm) mit Nippeltränken. Drei Abteile dienten als Kontrolle, drei Abteile enthielten zusätzlich

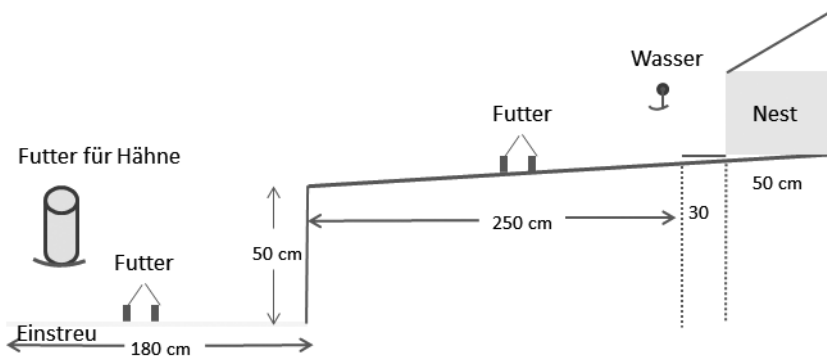


Abb. 1: Seitenansicht eines Kontrollabteils
 Fig. 1: Side view of a control pen

acht gehobelte Holzstangen (6 x 5 cm) und drei Abteile wurden mit einem Volierenelement mit vier versetzt angeordneten Ebenen mit Holzrosten ausgestattet. Die Sitzstangen wurden in den Höhen 25, 50, 75 und 100 cm in Form eines umgekehrten V angeboten. Die Ebenen der Volieren befanden sich 55, 68, 115 und 138 cm über dem Kotrost. Je 1200 weibliche und 160 männliche Eintagsküken der Linien Ross 308 und Sasso wurden in die Abteile aufgeteilt und nach den Managementrichtlinien von Aviagen™ und Sasso gehalten und restriktiv gefüttert. Bis zur 3. AW wurden die Tiere in Gruppen und danach während der gesamten Studie individuell wöchentlich gewogen (5–10 Tiere je Abteil). Tiere die zufällig zum Wiegen ausgewählt wurden, wurden mit Flügelmarken individuell markiert. Beim nächsten Wiegen wurden wieder zufällig Tiere ausgewählt und ggf. markiert. In der 18. AW wurden je 119 Hennen und 12 Hähne in die Abteile verteilt, wobei darauf geachtet wurde, dass die Tiere in der gleichen Haltungsform (Kontrolle, Sitzstangen, Voliere) aufgezogen worden waren. Kranke Tiere wurden in ein Krankenabteil gesetzt und ggf. in ihr Ursprungsabteil zurückgesetzt. Ansonsten wurden Abgänge nicht ersetzt, außer im Falle von Hähnen. Daher unterschieden sich die Anzahl der Tiere pro Abteil je nach Mortalität geringfügig.

2.2 Datenaufnahme

Angefangen im Alter von fünf Wochen wurden die Tiere alle fünf Wochen während 24 Std. gefilmt und um 0:00, 3:00, 6:00, 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, 18:00, 21:00 und 23:59 Uhr wurde die Anzahl Tiere in der Einstreu, auf dem Kotrost, vor dem Nest, auf den Futtertrögen und auf den Tränkelinien (eine funktionelle und eine stillgelegte, nach oben gezogene) abteilweise erfasst. Bei den Abteilen mit Sitzstangen und Volieren wurden die Tiere getrennt nach Sitzstange und Volierebene gezählt. Verwendet wurden Samsung IP Kameras und ein Multieye Aufnahmegerät (artec technologies AG, Diepholz, Deutschland). Zusätzlich wurden im Alter von 17, 19 und 25 Wochen nach Eindunkeln die Tiere pro Abteil an den vorher beschriebenen Orten im Abteil live gezählt. Dies diente der Überprüfung der Videoaufnahmen, da bestimmte Bereiche des Abteils in Volierenabteilen schlecht sichtbar waren. Analysiert wurden der Anteil Tiere, die die Dunkelperiode oberhalb der Einstreu verbrachten, der Anteil Tiere, die auf den Sitzstangen und auf den Volierenetagen

waren und der Anteil Tiere, die die Dunkelheit auf den Strukturen verbrachten, die in den Kontrollabteilen vorhanden waren (Futterabdeckungen, Tränkelinien, Rost).

Im Alter von 31 Wochen wurden 45 Rosshennen auf ihren Gefieder-, Brustbein- und Fusszustand untersucht. Dazu wurden Hennen zufällig aus den Abteilen herausgefangen und außerhalb des Abteils untersucht. Dabei war die Haltungsform der Hennen dem Beurteiler unbekannt. Gefieder und Füße wurden nach TAUSON et al. (2005) und das Brustbein nach SCHOLZ et al. (2008) beurteilt. Zu Legebeginn wurde der Abstand der Legeknochen getastet.

Nach Legebeginn wurde die Anzahl Eier abteilweise erfasst und der Ort des Eierlegens notiert (Nesteier, verlegte Eier). Wöchentlich wurde die Schlupfrate für die Hybriden getrennt ermittelt und in der 39. AW wurde die Schlupfrate abteilweise für Eier, die ins Nest gelegt wurden, erhoben.

2.3 Datenauswertung

Da die Anzahl Tiere je Abteil geringfügig variierte, wurden für die Auswertung Prozentzahlen der Tiere je Abteil verwendet. Da die Daten zum Aufenthaltsort nicht normalverteilt waren, wurden drei Kategorien gebildet: (1) bis zu 1/3 der Tiere im Abteil, (2) mehr als 1/3 aber nicht mehr als 2/3 der Tiere oder (3) mehr als 2/3 Tiere. Bei der Nutzung von den Strukturen „Abdeckung über dem Futtertrog“ und „Stangen der Tränkelinien“ erstreckten sich die Kategorien bis 1/10 der Tiere im Abteil, mehr als ein 1/10 aber weniger als ein Drittel und mehr als ein Drittel, da nicht viele Tiere diese Strukturen nutzten. Die Geschlechter wurden in den statistischen Analysen nicht berücksichtigt. Die Kategorie wurde als multivariate Variable mit einem generalisierten linearen Model mit der cumulative logit Link Funktion (Proc Genmod, SAS 9.4) ausgewertet. Fixe Effekte waren Haltungsform, Hybrid und Alter (kontinuierliche Variable). Der Wiederholungsfaktor war das Abteil geschachtelt in der Haltungsform und im Hybrid.

Gefiederzustand wurde in drei Kategorien zusammengefasst: unter 19 als „schlecht“, 19 als „mittelmässig“ und über 19 als „gut“. Wenn der Fussballen einen Wert unter 3 aufwies wurde er als „gut“, 3 und 4 als „mittelmässig“ und über 4 als „schlecht“ beurteilt. Beim Abstand der Legeknochen wurde zwischen 3,5 Finger breit oder weniger und mehr als 3,5 Finger breit unterschieden. Der Einfluss der Haltungsform auf die Anzahl Hennen in den einzelnen Kategorien wurde mit einem Fishers-Exact-Test ermittelt. Die Schlupfrate wurde mit dem Kruskal-Wallis-Test ausgewertet.

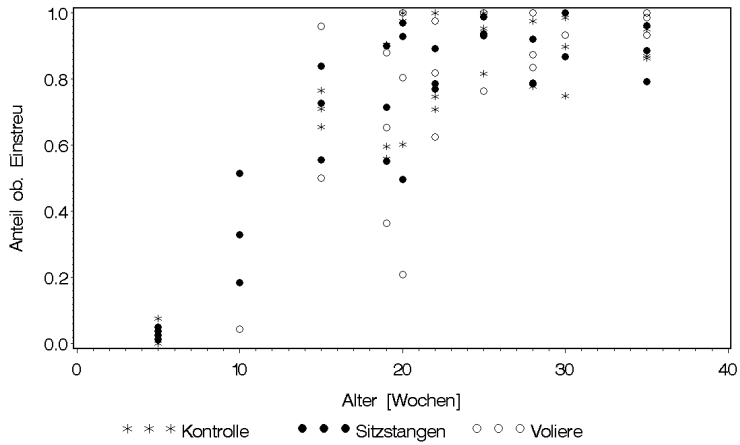
3 Resultate

3.1 Nutzung erhöhter Strukturen

Die Ergebnisse der Analysen änderten sich nicht, wenn die Daten aus den Live-Beobachtungen dazugenommen wurden. Daher wurden die Daten der Live-Beobachtungen mit den Videodaten gepoolt. Die Tiere beider Hybriden verbrachten die Dunkelperiode mit fortschreitendem Alter zunehmend auf erhöhten Strukturen (Rost, Futtertrog, Tränken, Sitzstangen, Volieren) anstatt auf der Einstreu (Alter: $\chi^2_1 = 16.22$, $P < 0.0001$, $N = 18$ Abteile, Abb. 2). Dieser Alterseffekt wurde durch die Haltungsform beeinflusst (Interaktion Haltungsform · Alter: $\chi^2_2 = 6.52$, $P < 0.04$). Die Anzahl Tiere oberhalb der Einstreu wurde

außerdem signifikant vom Hybrid und der Haltungsform beeinflusst (Hybrid: $\chi^2_1 = 3.86$, $P < 0.5$, Haltungsform: $\chi^2_2 = 6.6$, $P < 0.04$). Unter 20 AW wurden Sitzstangen mehr benutzt als Volieren. Ab 25 AW gab es aber keine Unterschiede mehr in der Anzahl Tiere oberhalb der Einstreu zwischen Hybriden und Haltungsform.

a. Ross



b. Sasso

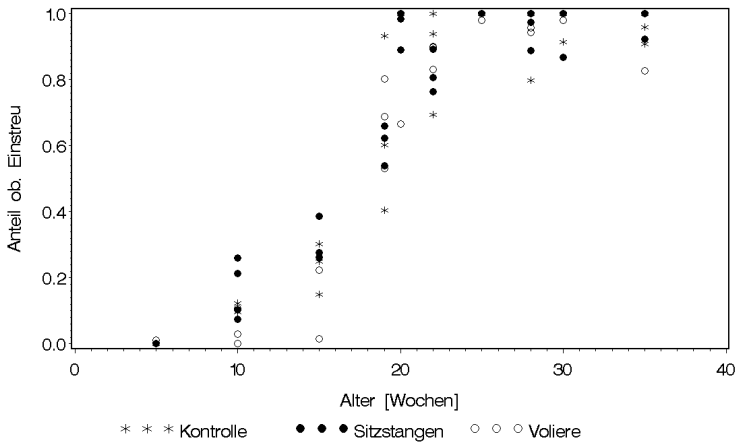
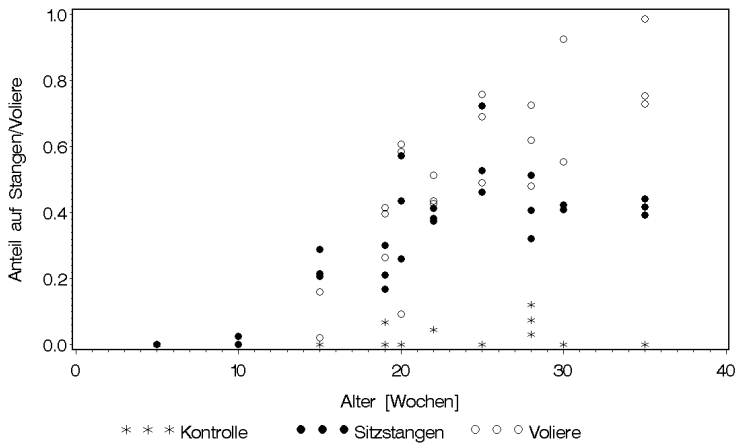


Abb. 2: Anteil der Tiere, die sich während der Dunkelheit oberhalb der Einstreu (auf dem Kotrost, auf den Futtertrögen, über den Tränken und ggf. auf den Sitzstangen oder Volieren) aufhielten; a. Ross, b. Sasso

Fig. 2: Ratio of the animals staying above the litter (on the slats, on the feed troughs, above the drinking lines or on the perches or aviaries resp.) during darkness; a. Ross, b. Sasso

Allerdings verteilten sich die Tiere je nach Haltungform unterschiedlich auf den erhöhten Strukturen. Nur wenige Tiere in den Kontrollabteilen verbrachten die Dunkelheit auf den Rohren über den Tränkelinien; die einzigen Stangen, die sie zur Verfügung hatten (Abb. 3). In Abteilen mit Volieren waren während der Dunkelheit mehr Tiere auf Volierenetagen zu finden als in Abteilen mit Sitzstangen Tiere auf Sitzstangen zu finden waren (Sitzstangen/Volieren: $\chi^2_1 = 4.94$, $P < 0.03$). Dieser Unterschied war beim Sasso-Hybrid früher zu sehen als bei den Rosshennen (Interaktion Alter · Hybrid · Haltungform $\chi^2_1 = 4.05$, $P < 0.04$).

a. Ross



b. Sasso

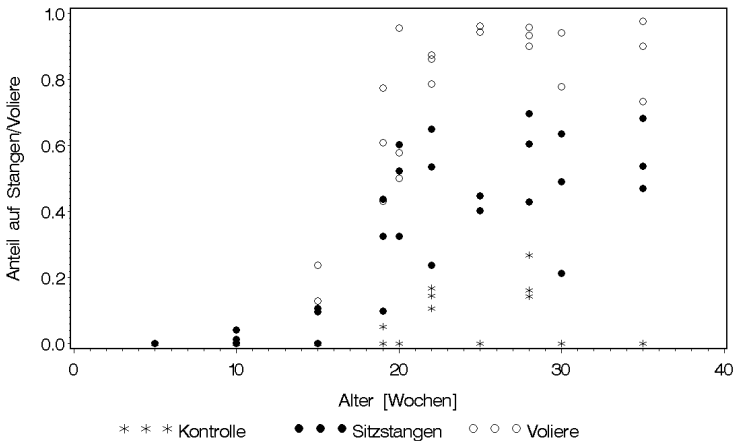
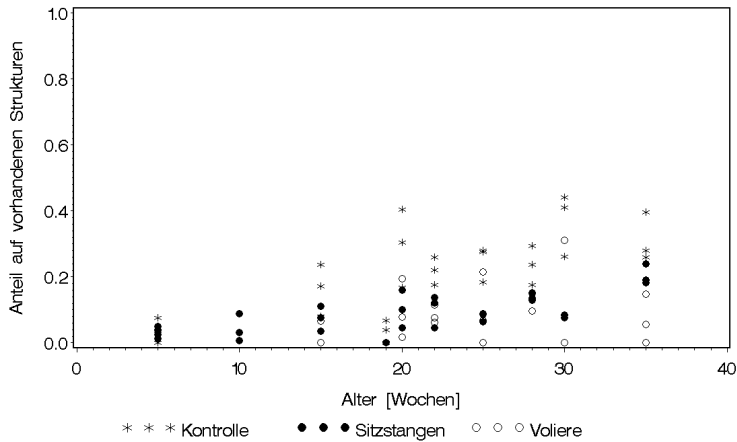


Abb. 3: Anteil der Tiere, die sich während der Dunkelheit auf Stangen oder Volierenetagen aufhielten; a. Ross, b. Sasso

Fig. 3: Ratio of the animals staying on perches or aviary tiers during darkness; a. Ross, b. Sasso

Die Nutzung der erhöhten Strukturen, die auch in Kontrollabteilen vorhanden waren (Rost, Abdeckungen über den Futtertrögen und die Stangen der Tränkelinien), ist in Abbildung 4 dargestellt. Diese Strukturen wurden hauptsächlich von Tieren in Kontrollabteilen genutzt (Kontrast zwischen Kontrolle vs. Sitzstangen- und Volierenabteilen: $\chi^2_1 = 6.45$, $P < 0.01$), aber auch von mehr Tieren in Abteilen mit Sitzstangen als von Tieren mit Zugang zu Volieren (Kontrast Sitzstangen- vs. Volierenabteilen: $\chi^2_1 = 5.13$, $P < 0.02$). Es gab dabei einen Alterseffekt und die Hybriden unterschieden sich, wobei die Effekte für Hybrid und Haltungsform interagierten (Abb. 4, Hybrid: $\chi^2_1 = 8.87$, $P < 0.003$, Alter: $\chi^2_1 = 13.79$, $P < 0.0002$, Haltungsform: $\chi^2_3 = 7.05$, $P < 0.03$, Hybrid · Alter · Haltungsform: $\chi^2_2 = 9.7$, $P < 0.008$).

a. Ross



b. Sasso

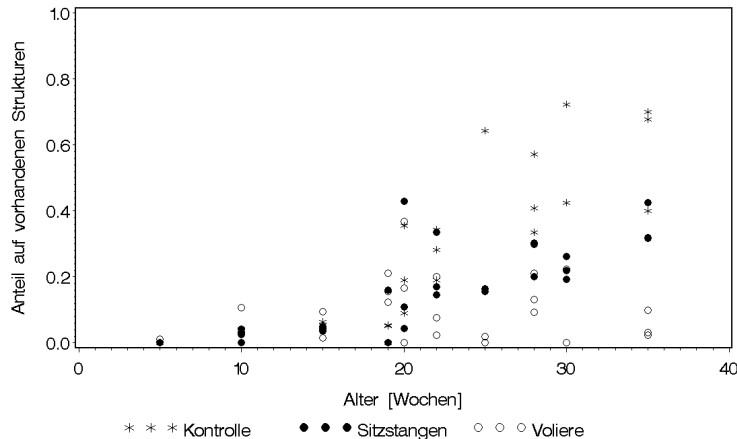


Abb. 4: Anteil der Tiere, die sich während der Dunkelheit auf Strukturen aufhielten, die in allen Abteilen vorhanden waren (Rost, Abdeckungen über den Futtertrögen und die Stangen der Tränkelinien); a. Ross, b. Sasso

Fig. 4: Ratio of the animals staying on structures during darkness that were present in all pens (slats, cover of feed troughs, perches above drinkers); a. Ross, b. Sasso

3.2 Gesundheit

Rosshennen mit Sitzstangen hatten schmutzigeres Gefieder als Rosshennen in Abteilen ohne Sitzstangen und Abteilen mit Volieren ($P < 0.0001$, $N = 48$). Befiederung nach TAUSON ET AL. (2005); Fussballen und Zustand des Brustbeins unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen.

3.3 Produktion

Beide Hybriden verlegten in den Volierenabteilen während der Legespitze mehr Eier als in den Kontrollabteilen (Tab. 1, Haltungsform: $F_{2,12} = 534.25$, $P < 0.0001$, Hybrid: $F_{1,12} = 6.25$, $P < 0.03$). Dabei verlegten die Rosshennen am wenigsten Eier in den Abteilen mit Sitzstangen, die Sasso dagegen in den Kontrollabteilen (Tab. 1, Interaktion zwischen Hybrid und Haltungsform: $F_{2,12} = 184.41$, $P < 0.0001$). Die Schlupfrate der Eier, die ins Nest gelegt worden waren, unterschied sich nicht zwischen den Behandlungsgruppen.

Tab. 1: Prozent der Eier, die ins Nest gelegt wurden

Tab. 1: Percent of eggs that were laid in the nest

Hybrid	Kontrollabteile Control pens	Sitzstangen Perches	Volieren Aviary
Ross	0,80 ¹⁾	0,83	0,75
Sasso	0,89	0,87	0,64

¹⁾ Standardfehler = 0,0054 für alle Werte.

4 Diskussion

Ähnlich wie Legehennen nutzten auch adulte Mastelertiere während der Dunkelheit erhöhte Strukturen im Stall. Im Alter von 35 AW waren die Rosshähne schwerer als 5 kg und die Rosshennen durchschnittlich 3,7 kg schwer. Trotzdem übernachteten sogar in diesem Alter deutlich mehr als die Hälfte der Tiere in Volierenabteilen auf den Volierelementen und ca. die Hälfte der Tiere in Abteilen mit Sitzstangen auf den Sitzstangen. Sowohl Ross als auch Sasso-Masteltern zogen die Holzstangen und die Volierenetagen den Metallstangen über den Tränken und den Abdeckungen über dem Futter sowie dem Rost vor.

Die Bedeutung von erhöhten Sitzstangen für Hühner ist unumstritten und daher sind sie in der Legehennenhaltung obligatorisch. Die vorliegende Untersuchung gibt keinen Hinweis, dass sich Masteltern in diesem Punkt von Legehennen unterscheiden könnten. Im Gegenteil: Masteltern beider Hybride zogen die experimentellen Sitzstangen und Volierenetagen den vorhandenen Strukturen in Kontrollabteilen vor. In einigen Haltungen in der Praxis wird sogar mit Abwehrmechanismen verhindert, dass die Tiere auf den Tränkelinien sitzen (pers. Beob.).

Die meisten Masteltern wurden auf Volierenetagen gezählt. Volieren als Haltungssystem für Masteltern wurden in den 90er-Jahren mit positiven Ergebnissen getestet (DAMME 1996; KEULEN 1995). Diese Haltungsart setzte sich jedoch nicht durch. Ein Problem in der vorliegenden Studie war die erhöhte Anzahl verlegter Eier. Luxmessungen über der Einstreu ergaben etwas tiefere Werte für Volierenabteile als für Kontroll- und Sitzstangenabteile (8,7 vs. 11,6 Lux). Bei der Haltung in Volierenabteilen müsste auf eine gute Ausleuchtung des

Einstreubereichs geachtet werden, um die Verlegerate zu verringern. Die Befürchtung, dass Hennen sich auf die Sitzstangen flüchten würden, um den Hähnen auszuweichen und daher unbefruchtete Eier legten, bestätigte sich dagegen nicht.

Die geringere Anzahl Tiere auf Sitzstangen als auf Volierenetagen und der höhere Verschmutzungsgrad der Tiere in Abteilen mit Sitzstangen deutet darauf hin, dass das Angebot und die Anordnung der Sitzstangen nicht optimal waren. Die Rückseite des Sitzstangenbocks und die unteren Sitzstangen wurden kaum genutzt (Daten nicht gezeigt). Das könnte der Grund gewesen sein, für die geringere Nutzung im Vergleich zu Volierenetagen, auf denen viele Tiere Platz hatten.

Zusammenfassend zeigte die Untersuchung, dass Masteltern ähnlich wie Legehennen in der Nacht erhöhte Strukturen wie Sitzstangen oder Volierenetagen nutzen. Allerdings muss noch näher untersucht werden, warum die Hennen in Volierenabteilen ihre Eier seltener in die Nester legten und wie die Verschmutzung des Gefieders bei Anwesenheit von Sitzstangen verhindert werden kann.

Literatur

- Blokhuys, H. J. (1984): Rest in poultry. *Applied Animal Behaviour Science* 12, pp. 289–303
- Collias, N. E.; Collias, E. C. (1967): A Field Study of the Red Jungle Fowl in North-Central India. *The Condor* 69, pp. 360–386
- Damme, K. (1996): Voliersystem für Mastelterniere. *DGS Magazin* 96, S. 10–17
- Gebhardt-Henrich, S. G.; Oester, H. (2014): Do broiler breeders prefer elevated sleeping sites? p. 289 in *Proceedings of the 48th Congress of the ISAE*
- Keulen, A. (1995): Mastelternierhaltung. *DGS Magazin* 95, S. 28–29
- Odén, K.; Keeling, L. J.; Algers, B. (2002): Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. *British Poultry Science* 43, pp. 169–181
- Olsson, I. A.; Keeling, L. J. (2000): Night-time roosting in laying hens and the effect of thwarting access to perches. *Applied Animal Behaviour Science* 68, pp. 243–256
- Olsson, I. A.; Keeling, L. J. (2002): The push-door for measuring motivation in hens. *Animal Welfare* 11, pp. 11–19
- Scholz, B.; Rönchen, S.; Harmann, H.; Hewicker-Trautwein, M.; Distl, O. (2008): Keel bone condition in laying hens. *Berliner Münchner Tierärztliche Wochenschrift* 121, S. 89–94.
- Schrader, L.; Müller, B. (2009): Night-time roosting in the domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 121, pp. 179–183
- Tauson, R.; Kjaer, J.; Maria G.A.; Cepero R.; Holm, K-E. (2005): Applied scoring of integument and health in laying hens. *Laywell EU-project* 502315

Danksagung

Diese Studie wurde vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV), Bell AG, Micarna SA und Brüterei Wüthrich finanziert. Wir danken den Familien Fritz und Jakob Schwab für die Bereitstellung ihrer Ställe, die umsichtige, verantwortungsvolle Tierbetreuung und sonstige Arbeiten. Großen Dank auch an unseren Techniker Markus Schwab für die Einrichtung der Videoanlage. Viele Helfer trugen zum Gelingen der Studie bei.

Auswirkungen einer Wahlfütterung auf Auslaufnutzung und Futteraufnahme von Legehennen in mobiler Haltung

Effects of choice feeding on feed intake and outdoor use of laying hens in mobile houses

BERNHARD HÖRNING, GERRIET TREI, MARCEL SCHWICHTENBERG, SANDRA BARTH, KATHRIN RUST

Zusammenfassung

Eine Wahlfütterung mit separatem Angebot von Getreide und Eiweißergänzungsfuttermittel könnte das schwankende Nährstoffangebot aus dem Grünauslauf sowie individuelle Unterschiede zwischen Legehennen kompensieren. Die Untersuchungen erfolgten an insgesamt acht Gruppen à 50 Legehennen (Lohmann Brown plus) in zwei Mobilställen. Vier Gruppen erhielten ein handelsübliches Bio-Alleinfutter und vier Gruppen eine Wahlfütterung aus Weizen und Eiweißergänzer. An acht Tagen erfolgten Direktbeobachtungen des Verhaltens (Intervall- und Fokustierbeobachtungen), zusätzlich kam in einem Hühnermobil ein elektronisches Erkennungssystem zum Einsatz. Zu jeder zweiwöchigen Versetzungsperiode wurden das pflanzliche Nahrungsangebot bonitiert (Braun-Blanquet-Methode) und der Biomasseverbrauch durch Probewiegungen ermittelt. Bei der Wahlfütterung hielten sich etwas mehr Hennen im Auslauf auf (25,4 vs. 22,3), die Verhaltensweisen im Auslauf unterschieden sich aber nicht signifikant. Die Legeleistung war bei der Wahlfütterung etwas höher (77,6 vs. 71,3 %), aber auch der Futterverbrauch (136 vs. 115 g je Huhn und Tag). Der Futterverbrauch je Ei unterschied sich hingegen nicht, ebenso wenig wie der Vegetationszustand und der Biomasseverbrauch. Insgesamt waren die Unterschiede zwischen den beiden Fütterungsvarianten relativ gering.

Summary

A choice feeding with separate supply of cereals and protein concentrate may be well suited for laying hens to compensate for fluctuating nutrient supply from the pasture. Eight groups of 50 laying hens (Lohmann brown plus) housed in two mobile houses were used for the study. Four groups were fed a commercial organic feed and four groups received a choice feeding with wheat and a protein concentrate. Direct observations of behaviour were carried out each at eight days (scan sampling and focal animal sampling). The mobile houses were moved every two weeks and vegetation cover was recorded before and after moving (Braun-Blanquet method). Forage consumption was estimated via cutting and weighing of grass samples when houses were moved. With choice feeding, more hens were recorded in the outdoor run (25.4 vs. 22.3 %), but behaviours within the run did not differ. Egg production was higher in choice-fed hens (77.6 vs. 71.3 %), but also feed intake per day (136 vs. 115 g per hen), however, feed conversion did not differ. Furthermore, no differences in vegetation cover and forage consumption were observed. Altogether, feeding methods resulted only in few differences.

1 Einleitung

Die Haltung von Legehennen mit Zugang zu Grünausläufen nimmt in Deutschland zu. Im Dezember 2013 gab es 6 971 885 Haltungsplätze in Freilandhaltung und 3 729 217 in ökologischer Haltung (DESTATIS 2014), zusammen waren es 20,4 % aller Haltungsplätze. Die EU-Vermarktungsnormen für Eier schreiben bei Freilandhaltung „täglichen uneingeschränkten Zugang zu einem Auslauf im Freien“ vor („zum größten Teil bewachsen“). Laut EU-Bio-Verordnung ist für Geflügel „Zugang zu Freigelände für mind. ein Drittel des Lebens“ notwendig („überwiegend bestehend aus Vegetationsdecke“). Die meisten deutschen Bioverbände fordern sogar täglichen Zugang zum Grünauslauf (mit Ausnahmen, z. B. bei widrigen Witterungsbedingungen).

Die freiwillige Futteraufnahme und die Futterwahl von Tieren sind interessante Aspekte in der Nutztierethologie (z. B. FORBES 2007). Unter Choice Feeding oder Free Choice Feeding wird i. d. R. verstanden, dass die Hennen zwischen einer Energie- und einer Eiweißfutterkomponente wählen können. Im Deutschen wird dies auch als kombinierte Fütterung bzw. Wahlfütterung bezeichnet, gelegentlich wird auch der Begriff Cafeteria-Fütterung verwendet. Der Grundgedanke dabei ist, dass sich die Hennen ihre Rationen individuell nach ihrem aktuellen Nährstoffbedarf zusammenstellen können (FORBES und COVASA 1995; HENUK und DINGLE 2002; POUSGA et al. 2005). Dieses System wird zum Teil auch für kleine Hühnerhalter in den Ländern des Südens zur Kosteneinsparung propagiert. Hiesige Betriebe können eigene Getreidekomponenten einsetzen (z. B. Weizen oder Mais) und damit ggf. Kosten gegenüber dem Alleinfutter einsparen. Diese Fütterungsmethode war bis in die 1960er verbreitet. Auch heute noch sind im Handel getrennte Getreide- und Eiweißfutterkomponenten („Legemehl“) erhältlich.

Wird eine Wahlfütterung mit Zugang zu Grünausläufen verbunden, könnten die Hennen auf das Nahrungsangebot im Auslauf reagieren. Die dort vorhandenen pflanzlichen oder tierischen Nahrungskomponenten sind oft proteinreich, sodass die Aufnahme der teuren Eiweißkomponenten im Stall reduziert werden könnte. Eine Kosteneinsparung ist besonders wichtig für Biobetriebe. ZAPF und DAMME (2012) verglichen 2010 und 2011 je sechs konventionelle und Biobetriebe in Bayern (alle mit Alleinfutter). Die Futterkosten waren auf den Biobetrieben fast doppelt so hoch wie bei den konventionellen (8,04 vs. 4,49 Cent/Ei). Darüber hinaus sind die Kraftfutterkosten in den letzten Jahren angestiegen. Bei den von ZERGER et al. (2010) ausgewerteten 33 Biobetrieben betragen sie 2007/08 noch 7,64 Cent je Ei. Die Futterkosten nehmen auch einen hohen Anteil der Gesamtkosten der Hühnerhaltung ein. In den konventionellen Betrieben machten die Futterkosten 46,4 % und in den Biobetrieben 47,6 % der Kosten (ohne Festkosten) aus (ZAPF und DAMME 2012), bei ZERGER et al. (2010) betragen sie ca. 40 % der Vollkosten. Bislang wird die kombinierte Fütterung aber nur selten im Ökolandbau praktiziert. 88 % der von ZERGER et al. (2010) ausgewerteten Betriebe wiesen eine Alleinfütterung auf, nur vier Betriebe führen eine kombinierte Fütterung durch (Körnergabe plus Zukauf von Eiweißfutter). Ferner könnten die Hennen durch Wahlfütterung stärkere Temperaturschwankungen bei Freilandhaltung besser kompensieren (ROTH und BÖHMER 2008).

Bislang wurden einige Versuche zu Wahlfütterungen unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus durchgeführt. CISZUK et al. (1998) boten Legehennen in Auslaufhaltung verschiedene Futterkomponenten an (Weizen-, Haferkörner, Erbsenschrot, Fischmehl,

Muschelgrit). FÖLSCH et al. (2004) verglichen bei Legehennen ohne Auslauf Bio-Alleinfutter (15 % konv. Komponenten) und eine Wahlfütterung mit gekeimtem Weizen und 100 % Bio-Eiweißergänzer.

ROTH und BÖHMER (2008) führten Versuche mit einer kombinierten Fütterung bei Legehennen unter ökologischen Bedingungen durch. Im 1. Durchgang wurden die Hennen in einem Mobilstall der Firma Würdekemper gehalten und im 2. Durchgang in einem festen Stall mit stationärem Grünauslauf. Die Würdekemper-Ställe werden auch als teilmobil bezeichnet (Art Gewächshausfolientunnel auf Stahlträgerkufen) und nur wenige Male im Jahr versetzt. Hingegen werden die Hühnermobile der Firma Weiland (auf Rädern) etwa alle zwei Wochen („vollmobil“) versetzt, wie es Praxisbefragungen ergaben (TREI et al. 2015), sodass häufiger frisches Gras zur Verfügung steht.

Ziel dieser Untersuchung war ein Vergleich von einer Wahlfütterung mit einer Alleinfütterung bei Legehennen in vollmobilen Ställen unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus.

2 Methodik

In einem Vorversuch wurden im Dez. 2012/Jan. 2013 eine Wahlfütterung getestet (3 Komponenten: Weizenkörner, Erbsenschrot, Ergänzungsfutter) und verschiedene Erhebungsmethoden erprobt (STEINHAUS 2013). Die eigentlichen Untersuchungen erfolgten im darauffolgenden Legehennendurchgang zwischen Juli und November 2013. Es wurden zwei Mobilställe des Typs Hühnermobil 225 der Fa. Weiland genutzt. In der oberen Etage sind auf Rostböden, Futtertröge, Tränken, Sitzstangen und Legenester angeordnet. Vom darunter befindlichen Scharrraum erfolgen – über per Zeitschaltuhr gesteuerte Klappen – die Zugänge zu den Grünausläufen. Beide Hühnermobile waren in je vier Gruppen à 50 Hennen (inkl. 1 Hahn) unterteilt, sodass acht Gruppen zur Verfügung standen. Jede Gruppe hatte einen eigenen Auslauf (à 200 m²). Die Hühnermobile wurden alle zwei Wochen versetzt.

Es wurden Hühner der Herkunft Lohmann Brown plus eingesetzt, einer speziell für den Ökolandbau gezüchteten, etwas schwereren Linie. Durch die höhere Futtaufnahme soll der geringeren Nährstoffdichte im Biofutter begegnet werden (SCHMUTZ 2013). Die Hühner wurden unter den Bedingungen des Ökolandbaus auf dem Demeter-Betrieb Ökodorf Brodowin gehalten.

In jedem Hühnermobil erhielten je zwei Gruppen Alleinfutter bzw. das Wahlfutter. Der Futtertrog war in jedem Abteil in zwei Kompartimente à 1 m Breite unterteilt, bei der Wahlfütterung wurden je eines mit Weizen bzw. mit Eiweißergänzer befüllt. Die Tiere der Alleinfuttergruppe erhielten zusätzlich abends eine Gabe ganzer Weizenkörner in die Einstreu (ca. 20 g am Tag), da dies die Demeter-Richtlinien fordern.

Der Kraftfutterverbrauch wurde wöchentlich durch Rückwiegungen der Restmengen in den Futterbehältern ermittelt. Die Legeleistung wurde täglich erfasst und als Anteil der jeweils vorhandenen Tiere dargestellt (unter Berücksichtigung der Tierverluste). Der Kraftfutterverbrauch je Ei (Futterverwertung) errechnete sich aus den beiden vorgenannten Leistungsparametern.

Das Tierverhalten im Grünauslauf wurde durch Direktbeobachtungen erfasst. An acht Terminen erfolgten Intervallbeobachtungen im Halbstundenintervall (über jeweils vier Stunden entweder vormittags oder nachmittags). Zur Erfassung der Position der Hühner im Auslauf wurden die 12,5 x 16 m messenden Ausläufe optisch in neun gleich große Felder unterteilt, die zu drei Entfernungszonen zusammengefasst wurden (stallnaher, mittlerer, stallferner Bereich).

Zusätzlich wurde notiert, ob sich Hühner auf oder unter dem Schutzdach befanden (je eines pro Auslauf, 1 x 2 m). Aus den insgesamt 608 Intervallbeobachtungen wurden für die statistischen Analysen Tagesmittelwerte je Hühnergruppe errechnet (8 x 8). Der Anteil der Hennen im Auslauf wurde auf die jeweils aktuell je Gruppe vorhandene Tierzahl umgerechnet. Die Verhaltensweisen wurden dargestellt als Anteil der sich jeweils im Auslauf aufhaltenden Tiere.

Ferner erfolgten an weiteren acht Tagen Fokustierbeobachtungen an insgesamt 55 Tieren. Die Tiere wurden dabei in einem Abstand von etwa zwei Metern mit einer Videokamera gefilmt (Sony HDR-CX 105 HD). Die Filmlänge betrug im Median 600 sek (Mittelwert 566, Standardabweichung 71,0, 366–600). Um die z.T. unterschiedlichen Filmlängen vergleichen zu können, wurden die Dauern der Verhaltensweisen in Prozent der jeweiligen Filmlänge angegeben. Die Auswertung der Videofilme erfolgte mit dem Programm Etholog 2.25. Für die Dateneingabe wurde jede Verhaltensweise auf der Computertastatur einer bestimmten Taste zugeordnet. Die Daten wurden sowohl als „state events“ (z.B. Nahrungssuche, Stehen, Gehen, Liegen, Sandbaden), als auch als „instant events“ (kurzzeitige Verhaltensweisen innerhalb der genannten state events, wie z.B. Picken oder Scharren) eingegeben. Da ein spezielles Interesse den bepickten Objekten galt, wurden diese soweit erkennbar mit eingegeben.

Zusätzlich war ein Mobilstall mit einem elektronischen Auslauferkennungssystem ausgerüstet (Fa. Gantner Pigeon Systems, Österreich), welches die Erfassung der individuellen Auslaufnutzung ermöglichte. Die Tiere trugen an den Beinen befestigte RFID-Transponder, deren Erkennung erfolgte über Schlagantennen an den Auslaufkufen. Als mögliche Einflussfaktoren auf das Tierverhalten wurden Wetterdaten mit einer Wetterstation erfasst (Vantage Pro 2, Firma Davis).

Zur Erfassung des Nahrungsangebots wurde zu Beginn und Ende jeder zweiwöchigen Versetzungsperiode der Pflanzenbestand mittels der Braun-Blanquet-Methode analysiert (MÜHLENBERG 1993). Dabei werden in drei Vegetationsschichten deren Höhe gemessen und der Deckungsgrad der Pflanzen abgeschätzt sowie die vorkommenden Pflanzenarten angegeben, ferner Gesamtdeckungsgrad und Gesamtartenzahl. Die Vegetationsanalysen erfolgten je Auslauf auf drei Probestellen à 0,75 m² Größe. Etwaige Veränderungen in der Vegetation werden als Differenzen zwischen Anfang und Ende des Wagenversetzens dargestellt. Zusätzlich erfolgten Messungen der Vegetationshöhen zu Beginn und Ende der Versetzungen pro Entfernungszone).

Die verbrauchte Biomasse wurde durch Wiegen der abgeschnittenen Frischmasse von Probestellen ermittelt (drei Flächen je Auslauf à 0,5 m²). Von diesen Bestimmungsflächen wurde eine am Anfang der Periode bodennah geschnitten, die zweite blieb unverändert und über die dritte wurde ein Käfig aus Maschendraht zum Schutz des Aufwuchses

aufgestellt, um auch das während der zweiwöchigen Weideperiode stattfindende Wachstum der Vegetation anrechnen zu können.

Statistische Analysen: Die Normalverteilung der Daten wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test geprüft. Je nach Verteilung der Daten erfolgte dann der Vergleich der beiden Futtermittelformen mit dem t-Test für normal verteilte Daten bzw. mit dem U-Test (Mann-Whitney) für nicht normal verteilte Daten. Analog wurden Korrelationen nach Pearson bzw. nach Spearman gerechnet. Zur Überprüfung etwaiger Beziehungen zwischen einzelnen Parametern wurden diese auf Zweiwochenbasis umgerechnet (Versetzungsrythmus der Mobilställe).

3 Ergebnisse und Diskussion

Im Mittel aller 608 Intervallbeobachtungen befanden sich 24,82 Tiere im Auslauf (Summe 15.091 Tiere), d.h. etwa die Hälfte der jeweils vorhandenen Tiere (Median 25,0, Standardabweichung (SD) 10,71, Spanne 1–49). Nachmittags waren deutlich mehr Tiere draußen als vormittags (im Mittel 29,6 vs. 18,2), was evtl. mit den wärmeren Temperaturen zusammenhängen könnte. Auch gab es z.T. große Unterschiede zwischen einzelnen Beobachtungstagen, was mit unterschiedlichen Witterungsbedingungen erklärt werden kann (s. u.). Mit zunehmender Entfernungszone nahm – trotz der absolut gesehen relativ kleinen Ausläufe – die Anzahl Hennen im Auslauf ab, die Mittelwerte betragen für die stallnahe Zone 12,04 Tiere (Median 12,0, Standardabweichung 5,71, Spanne 0–31), für die mittlere Zone 7,0 (Median 7,0, SD 5,10, Spanne 0–24) und für die stallferne Zone 5,73 Tiere (Median 4,0, SD 5,80, Spanne 0–29).

Bei der Wahlfütterung nutzten mit im Mittel $25,43 \pm 8,95$ sign. mehr Hennen den Auslauf als bei der Alleinfütterung mit $22,33 \pm 7,98$ (Tagesmittelwerte). In Zone 1 (Stallnähe) hielten sich bei Wahlfütterung mehr Tiere auf als bei Alleinfütterung ($12,72 \pm 3,06$ vs. $10,86 \pm 3,27$). Die Anzahlen in Zonen 2 und 3 unterschieden sich nicht signifikant, dort hielten sich, wie gesagt, weniger Tiere auf als in Zone 1.

Nahrungssuche war die häufigste Verhaltensweise im Auslauf (65 % der 64 Tagesmittelwerte), gefolgt von Gehen bzw. Stehen (jeweils 11,6 %), Gefiederpflege/Putzen (4,5 %), Liegen (3,7 %), Sandbaden (3,4 %). Der Anteil der mit Nahrungssuche beschäftigten Hennen an den jeweils im Auslauf befindlichen Tieren unterschied sich nicht zwischen den beiden Futtermittelformen, auch nicht innerhalb der drei Entfernungszonen. Abbildung 1 zeigt die Mittelwerte über alle Gruppen an den acht Beobachtungstagen.

Zwischen einzelnen Verhaltensweisen bestanden signifikante Korrelationen: So stieg mit der Anzahl der Tiere im Auslauf auch der Anteil Nahrungssuche bei diesen an (0,593), ebenfalls Gehen (0,381). Hingegen nahmen das Stehen, Putzen und Liegen ab (-0,592, -0,341, -0,280). Ferner nahm mit der Anzahl der Tiere im Auslauf der Anteil Nahrungssuche in der stallnahen Zone ab (-0,334), stieg hingegen in der mittleren und fernen Zone an (0,511 bzw. 0,701). Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass sich die Tiere bei mehr Tieren im Auslauf sicherer fühlen (oder auf soziale Ansteckung).

Bezogen auf die Halbstundenmittelwerte hatten die Wetterbedingungen einen Einfluss auf den Anteil der Hennen im Auslauf. So wirkte sich die Temperatur positiv auf die Auslaufnutzung aus ($r_s = 0,634$), hingegen negativ die Windgeschwindigkeit (-0,316),

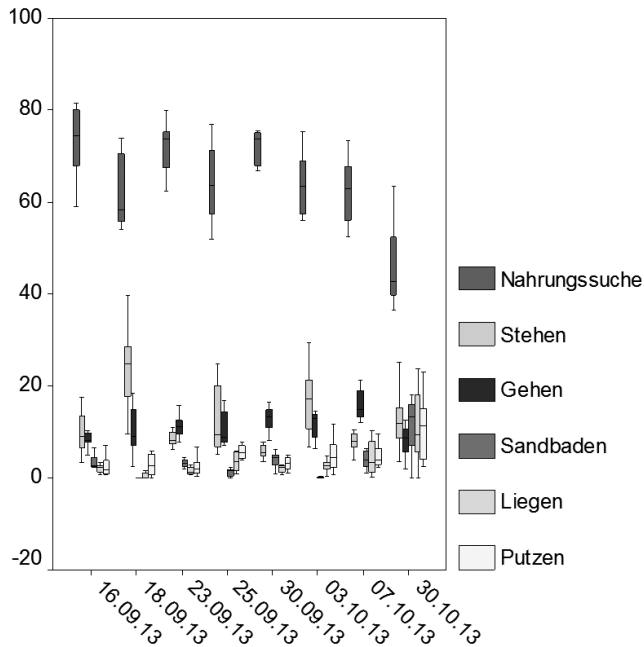


Abb. 1: Anteile der Verhaltensweisen (state events), Tagesmittelwerte der Intervallaufnahmen
 Fig. 1: Percentage of main behaviours, scan sampling

tendenziell negativ auch Luftfeuchtigkeit (-0,247) und Niederschläge (-0,240). Keine Beziehungen gab es hingegen mit Wetterparametern und dem Anteil der mit Nahrungssuche beschäftigten Tiere.

Die Fokustierbeobachtungen erbrachten ähnliche Ergebnisse wie die Intervallaufnahmen. Bei den „state events“ nahm die Nahrungssuche 79,4 % der Filmlängen ein, das Stehen 9,1 %, das Gehen 7,8 %, das Liegen 2,3 %, Gefiederpflege 1,4 %. Diese Verhaltensweisen unterschieden sich nicht signifikant zwischen den beiden Futtermitteln (Abb. 2). Bei den instant events dominierten Einzelschritte (55,5 % der Filmlängen), gefolgt von Graspicken (26,1 %), Scharren (6,7 %), Picken unbekannt (6,5 %) und Bodenpicken (2,6 %). Übrige Pickaktivitäten lagen jeweils unter 1 % (Blätter, Bärenklau, Leguminosen, Wegerich, Löwenzahn, Kot, Wasser). Bei den „instant events“ waren ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Futtermitteln feststellbar (mit Ausnahme von Bodenpicken: Wahlfutter 3,53 %, Alleinfutter 1,45 %). Pickaktivitäten gegen einzelne der vorgenannten Objekte wurden oft aber nur von wenigen Fokustieren ausgeführt. Neben der Zeitdauer wurde auch die Anzahl der Schritte ausgewertet (erfasst innerhalb der beiden state events „Nahrungssuche“ sowie „Gehen“). Im Mittel zeigten die Hennen 33,27 Schritte je Minute (Standardabweichung 9,15, Median 32,7, Spanne 16,7 - 51,2), erneut ohne Unterschiede zwischen den Futtermitteln.

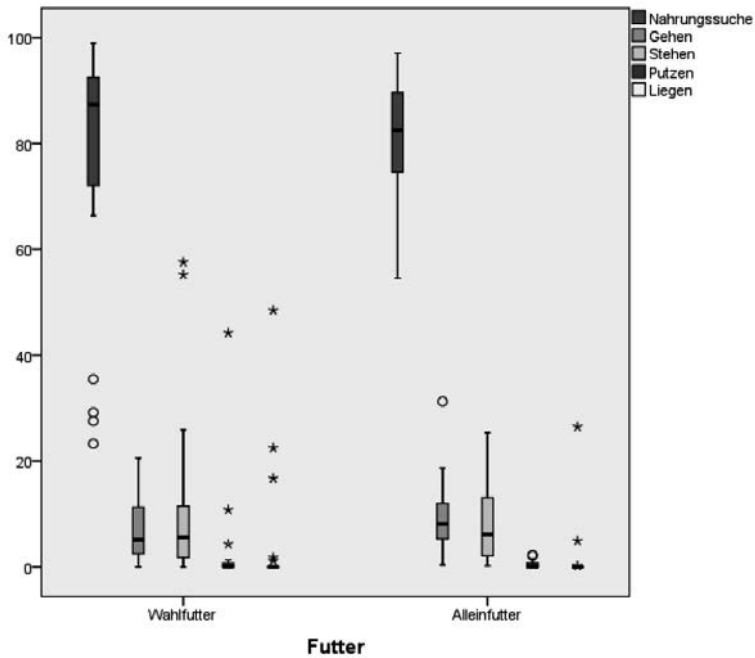


Abb. 2: Anteile der Verhaltensweisen (instant events), Mittelwerte der Fokustierbeobachtungen
 Fig. 2: Percentage of main behaviours, focal animal sampling

Der Anteil der Hennen und ihre Verteilung im Auslauf lagen im Bereich früherer Erhebungen in Sommermonaten mit dem gleichen Haltungssystem und ähnlichen Methoden bei den Intervall- bzw. Fokustierbeobachtungen (TREI ET AL. 2012, 2013). In diesen Erhebungen wurden ebenfalls als häufigste Verhaltensweisen Nahrungssuche, Gehen und Stehen festgestellt.

Es wurden insgesamt 71 Tage des elektronischen Auslauferkennungssystems ausgewertet (Zeitraum 21.8.-1.11.13, 158.167 Daten > 30 sek Aufenthalt). In diesem Zeitraum wurden 173 Individuen erkannt. Daraus ergaben sich im Mittel 914,3 Aufenthalte je Einzeltier (SD 382,4, Median 855, Spanne 23–2.251). Die Individuen waren im Auswertungszeitraum im Mittel insgesamt 311,6 Std. im Auslauf (Spanne 30,2–644,6 Std). Das Tier mit der längsten Aufenthaltsdauer war jedoch nicht das mit den meisten Aufenthalten (s.o.), sondern war überdurchschnittlich lange je Aufenthalt draußen (1.431 Aufenthalte à 27,03 min). Bei angenommen täglichem Aufenthalt (s.u.) ergeben sich je Tier und Tag 12,9 Aufenthalte mit einer Dauer von 4,39 Std. Fast alle Tiere waren auch jeden Tag draußen (mind. 165 Individuen am Tag). Die mittlere Dauer je Aufenthalt betrug 20,45 min bei starker Streuung (SD 26,24; Median 12,26, Spanne 0,5 min bis 10,97 Std); es gab viele sehr kurze Aufenthalte (25,2 % < 5 min, 43,4 % < 10 min). Je Tag wurden im Mittel 2.227,7 Aufenthalte registriert

(SD 423,7, Spanne 1.208 - 3.346) mit einer Gesamtdauer von 759,3 Std. (424–1.325 Std.). Es gab keine klaren Unterschiede zwischen den Fütterungsgruppen.

Die Ergebnisse ähnelten Daten von HÖRNING et al. (2013), welche an dem gleichen Haltungssystem ermittelt wurden (eine Gruppe über 109 Tage in 2011). Die Auslaufnutzung war höher als bei den von GEBHARDT-HENRICH et al. (2014) untersuchten 12 Betrieben in der Schweiz mit stationären Ausläufen (Mediane je Tier und Tag 10–102 min je Betrieb), was evtl. auf die kleinen Gruppen und das häufige Stallversetzen zurückgeführt werden könnte. Große Unterschiede zwischen Einzeltieren ergaben sich auch in anderen Untersuchungen mit dem gleichen Erkennungssystem mit stationären (GEBHARDT-HENRICH et al. 2014) oder mobilen Ausläufen (TREI et al. 2011, HÖRNING et al. 2013). sowie in Untersuchungen mit anderen elektronischen Erkennungssystemen (MAHBOUB et al. 2004; REITER et al. 2006; RICHARDS et al. 2011).

Die Hennen der Wahlfütterung hatten einen sign. höheren Gesamtkraftfutterverbrauch als diejenigen der Alleinfütterung ($136,4 \pm 16,0$ vs. $114,9 \pm 18,3$ g am Tag). Die Kraftfuturaufnahme in den Wahlfuttergruppen bestand etwa je zur Hälfte aus Weizen und dem Eiweißergänzer ($69,0 \pm 3,4$ bzw. $67,4 \pm 14,0$ g am Tag). Die Hennen der Wahlfütterung hatten eine sign. höhere Legeleistung je Durchschnittshenne als diejenigen der Alleinfütterung ($77,6 \pm 12,4$ vs. $71,3 \pm 11,3$ %). Der Kraftfutterverbrauch je Ei (und damit dessen Kosten) unterschied sich hingegen nicht signifikant ($175,3 \pm 125,5$ vs. $172,8 \pm 23,0$ g).

Die Aufnahme an Alleinfutter lag im Bereich früherer Untersuchungen mit diesem Haltungssystem (TREI et al. 2012, 2013). Auch im Vorversuch lag der Futterverbrauch der Wahlfütterungsgruppen höher als beim Alleinfutter (STEINHAUS 2013). Hier zeigten Fokustierbeobachtungen, dass die Hennen innerhalb der Zehn-Minuten-Aufnahmen oft von allen drei Komponenten Futter aufnahmen. ROTH und BÖHMER (2008) stellten bei Hennen mit Zugang zu Grünausläufen durch eine kombinierte Fütterung ebenfalls eine höhere Legeleistung fest (im Mobil- sowie Feststall), genauso wie einen höheren Futterverbrauch (sign. nur im Feststall; Versuchszeitraum jeweils 1. Hälfte der Legeperiode). FÖLSCH et al. (2004) fanden hingegen bei Haltung ohne Auslauf keine Unterschiede in der Legeleistung zwischen Alleinfutter und einer Wahlfütterung, ferner einen höheren Futterverbrauch bei der Wahlfütterung (dies wurde erklärt mit einer Futtervergeudung der Legehennen aufgrund einer heterogenen Struktur des Ergänzers).

HORSTED (2006) verglich Alleinfutter mit ausschließlicher Weizenfütterung bei Hennen- und Putzgruppen, welche nacheinander Zugang zu mit vier verschiedenen Pflanzenkombinationen bepflanzten Parzellen hatten. Nach einigen Wochen erreichte die Weizengruppe die gleiche Legeleistung wie diejenige mit Alleinfutter. Hingegen fanden JONDREVILLE et al. (2011) eine geringere Legeleistung bei Legehennen mit nur Weizenangebot verglichen mit Alleinfutter. Die Hennen der Weizengruppe nutzten allerdings stärker den Grünauslauf.

Die verbrauchte Biomasse je Tier und Tag unterschied sich im vorliegenden Versuch nicht signifikant zwischen den Futtervarianten Wahl- bzw. Alleinfutter (444 ± 399 vs. 433 ± 373 g FM), ebenso wenig wie das kalkulierte verbrauchte Volumen an Biomasse ($7,65 \pm 4,83$ vs. $9,11 \pm 6,38$ dm³ FM). Die verbrauchte Menge lag im Rahmen von Literaturwerten, welche z. B. von HORSTED (2006) wiedergegeben wurden (10–50 g Trockenmasse am Tag).

Die mittlere Veränderung der Vegetation (gemessen mit der Braun-Blanquet-Methode) zwischen Anfang und Ende der zweiwöchigen Wagenversetzungen unterschied sich ebenfalls nicht zwischen den beiden Fütterungsvarianten Allein- bzw. Wahlfutter (Deckungsgrad $11,7 \pm 8,8$ vs. $9,7 \pm 5,7$ %, Anzahl Pflanzenarten $1,37 \pm 1,20$ vs. $1,18 \pm 1,20$), auch nicht bei getrennter Betrachtung der drei verschiedenen Auslaufzonen. Tabelle 1 zeigt die mittleren Höhen der Vegetation in den einzelnen Auslaufzonen bei den Messungen mit der Styroporplatte. Die Differenzen in den Vegetationshöhen zwischen Anfang und Ende der Weideperiode nahmen mit zunehmender Entfernungszone etwas ab; dies galt auch bei den Erhebungen mit der Braun-Blanquet-Methode (in Zone 1 um $6,9 \pm 9,9$ cm, Zone 2 um $5,4 \pm 9,0$ cm, Zone 3 um $2,4 \pm 8,5$ cm) (vgl. die oben dargestellte Verteilung der Tiere im Auslauf). Bei den Daten zur Vegetationsveränderung ist allerdings zu beachten, dass es sowohl zwischen den verschiedenen Versetzungsperioden zwischen Juli und November, als auch zwischen verschiedenen Abteilen innerhalb einzelner Versetzungsperioden z. T. beträchtliche Differenzen in der Vegetation gab. Dies erklärt sich zum einen mit dem unterschiedlichen Vegetationsverlauf im Verlaufe des o. g. Zeitraums, aber auch mit kleinräumlichen Standortunterschieden in der Vegetation. Vorangegangene Untersuchungen mit den gleichen Methoden ergaben ebenfalls eine Abnahme der Vegetation mit zunehmender Entfernung vom Stall (TREI et al. 2012, 2013).

Zwischen den Abnahmen des Deckungsgrades bzw. der Artenzahl bestand eine Korrelation von 0,515, nicht aber zwischen diesen Parametern und den mit den beiden Methoden gemessenen Vegetationshöhen. Es gab signifikante, aber geringe Korrelationen (ca. 0,2–0,4) zwischen den Abnahmen der Vegetationshöhen in den drei Entfernungszonen (nach beiden Methoden zur Höhenbestimmung).

Tab. 1: Gemessene Vegetationshöhen in verschiedenen Auslaufzonen zu Beginn und Ende der zweiwöchigen Versetzungsperioden, Mittelwerte von neun Versetzungsperioden (in cm)

Tab. 1: Change in vegetation in different zones of the outdoor run (cm)

Auslaufzone Run zone	1		2		3		
	Wagenversetzen Moving of house	Beginn beginning	Ende end	Beginn beginning	Ende end	Beginn beginning	Ende end
Alleinfutter All-mash		8,51±4,98	6,85±4,82	9,92±6,04	7,95±5,76	10,64±5,74	8,55±3,90
Wahlfutter Choice feed		9,45±6,05	7,30±5,45	10,48±7,39	8,30±6,23	11,12±5,73	8,75±5,41
Summe Sum		8,99±5,53	7,08±5,12	10,21±6,72	8,13±5,96	10,88±5,70	8,64±4,67

Ferner bestanden signifikante Korrelationen zwischen den Abnahmen des Deckungsgrades und der Artenzahl mit dem verbrauchten Biomassenvolumen (0,564 bzw. 0,278), nicht aber der Biomassemenge. Auch wurden signifikante Korrelationen zwischen den Abnahmen des Deckungsgrades und der Artenzahl mit dem Anteil der im Auslauf befindlichen Hennen festgestellt (0,607 bzw. 0,537).

Ferner gab es eine sign. Korrelation zwischen dem Anteil der Tiere im Auslauf und dem verbrauchten Biomassenvolumen (0,687) sowie zwischen den Anteilen an Nahrungssuche im Auslauf und der verbrauchten Biomassenmenge bzw. -volumen (0,532 bzw. 0,425). Diese Beziehungen verdeutlichen, dass die Anzahl und Aktivitäten der Hühner im Auslauf einen Einfluss auf die Vegetation haben.

Leistungsdaten korrelierten nicht mit den verschiedenen Vegetationsparametern. Innerhalb der Leistungsparameter korrelierten die Legeleistung je Anfangs- und je Durchschnittshenne hoch (0,936), ferner gab es positive Beziehungen zwischen diesen Parametern und dem Kraftfutterverbrauch je Huhn (0,738 bzw. 0,731) und negative Beziehungen zwischen ihnen und dem Kraftfutterverbrauch je Ei (-0,724 bzw. -0,711).

4 Schlussfolgerungen

Die untersuchten Fütterungsvarianten hatten insgesamt einen relativ geringen Einfluss. Die Legeleistung lag höher (bei gleichem Futterverbrauch je Ei), was ein Hinweis darauf sein könnte, dass die Hennen ihren Nährstoffbedarf besser decken konnten. Die Auslaufnutzung war etwas höher bei der Wahlfütterung als bei der Alleinfütterung. Die Verhaltensweisen im Auslauf unterschieden sich hingegen kaum, ebenso wenig wie die Vegetationsparameter.

Literatur

Ciszuk, P.; Charpentier, L.; Hult, E. (1998): Free-choice of feed for ecological hens. FAKTA Jordbruk, Nr. 7, Swed. Agr. Univ., Uppsala

Destatis (2014): Geflügel. Fachserie 3 (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei), Reihe 4.2.3, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

Fölsch, D.W.; Knieriem, U.; M. Staack (2004): Einsatz von gekeimtem Getreide in der Geflügelfütterung. Univ. Kassel, Witzenhausen, Abschlussbericht z.Hd. BLE

Forbes, J.M. (2007): Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, CABI, 2. Aufl.

Forbes, J.M.; Covasa, M. (1995): Application of diet selection by poultry with particular reference to whole cereals. World's Poult. Sci. J. 51, pp. 149–165

Gebhardt-Henrich, S.G.; Toscano, M.J.; Fröhlich, E.K.F. (2014): Use of outdoor ranges by laying hens in different sized flocks. Appl. Anim. Behav. Sci. 155, pp. 74–81

Henuk, Y.L.; Dingle, J.G. (2002): Practical and economic advantages of choice feeding systems for laying poultry. World's Poult. Sci. J. 58, pp. 199–208

Hörning, B.; Trei, G.; Gebhardt-Henrich, S. (2013): Individuelle Unterschiede in der Auslaufnutzung von Legehennen bei mobiler Haltung sowie mögliche Wittereinflüsse. 44. Int. Tagung Angewandte Ethologie, KTBL-Schrift 503, S. 220–221

Horsted, K. (2006): Increased foraging in organic layers. PhD Thesis, Univ. Frederiksborg (DK)

Jondreville, C.; Travel, A.; Besnard J.; Feidt, C. (2011): Intake of herbage and soil by free-range laying hens offered a complete diet compared with a whole-wheat diet. Actes des 9ièmes Journées de la Recherche Avicole, 29.–30.3.2011, Tours, pp. 91–95

Mahboub, H.D.; Müller, J., Borell, E. von (2004): Outdoor use, tonic immobility, heterophil/lymphocyte ratio and feather condition in free-range laying hens of different genotype. Br. Poult. Sci. 45, pp. 738–744

- Mühlenberg, M. (1993): Freilandökologie. Heidelberg, Wiesbaden, UTB, 3. Aufl.
- Pousga, S.; Boly, H.; Ogle, B. (2005): Choice feeding of poultry: a review. *Livestock Research for Rural Development* 17(4), <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd17/4/pous17045.htm>
- Reiter, K.; Oestreicher, U.; Peschke, W.; Damme, K. (2006): Individual use of free range by laying hens. 12th European Poultry Conference, 10.–14.9.2006, Verona, Paper 346
- Richards, G.J.; Wilkins, L.J.; Knowles, T.G.; Booth, F.; Toscano, M.J.; Nicol, C.J.; Brown, S.N. (2011): Continuous monitoring of pop hole usage by commercially housed free-range hens throughout the production cycle. *Veterinary Record* 169, p. 338
- Roth, F.X.; Böhmer, B.M. (2008): Feeding strategies for laying hens in housing systems with open-air runs according to organic farming principles. *Arch. Geflügelk.* 72(3), S. 121–128
- Schmutz, M. (2013): Ein spezielles Huhn für die Bio-Haltung. *Schweizerische Geflügelzeitung* (2/13), S. 17–18
- Steinhaus, S. (2013): Wahlfütterung bei Legehennen in ökologischer Mobilstallhaltung. Masterarbeit, Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (FH)
- Trei, G.; Hörning, B.; Gebhardt-Henrich, S. (2011): Auslaufnutzung von Masthühnern unterschiedlicher Wachstumsintensitäten. In: 10. Int. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 27.–29.9.11, Kiel, KTBL, Darmstadt, S. 99–101
- Trei, G.; Schwichtenberg, M.; Kaiser, T.; Kallenbach, E.; Hörning, B. (2012). Nahrungsangebot und -nutzung im Grünauslauf für Legehennen. In: 17. Int. Fachtagung zum Thema neue Erkenntnisse im Tierschutz, DVG, 12.–13.03.2012, Nürtingen, DVG-Verlag, Gießen, S. 379–395.
- Trei, G.; Henning, A.; Lott, M.; Hörning, B. (2013): Auslaufnutzung von Legehennen und Nahrungsangebot im Grünauslauf bei mobiler Haltung im Sommerhalbjahr. In: Neuhoff, D. et al. (Hrsg.): Beiträge 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 5.–8.03.2013, Bonn, Köster Verl., Berlin, S. 630–633
- Trei, G.; Hörning, B.; Lampert, D.; Jahn, J. (2015): Einsatz mobiler Hühnerställe in der Praxis – ein Vergleich von zwei Systemen. In: Beiträge 13. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau, 17.–20.3.2015, Eberswalde (submitted)
- Zapf, K.; Damme, K. (2012): Datenerfassung zur Betriebszweigauswertung in der konventionellen und ökologischen Legehennenhaltung. Abschlussbericht, LfL Bayern
- Zerger, U.; Löser, R.; Rasch, H.; Deerberg, F.; Volling, O.; Ebert, U.; Puffert, M.; Kempkens, K. (2012): Arbeitskreis Geflügel. In: Dies.: Ausbau eines bundesweiten Berater-Praxis-Netzwerks zum Wissensaustausch und Methodenabgleich für die Bereiche Betriebsvergleich und Betriebszweigauswertung. Abschlussbericht z.Hd. BLE, Stiftung Ökologie & Landbau, Bad Dürkheim, S. 128–152

Danksagung

Wir danken dem Ökodorf Brodowin und der Firma Stallbau Weiland für die Kooperation und Dr. Sabine Gebhardt-Henrich, Bern, für Hilfestellung mit dem Erkennungssystem.

The effect of irregular feeding times on the behaviour of horses

Einfluss abweichender Fütterungszeiten auf das Pferdeverhalten

DUŠANKA JORDAN, IVAN ŠTUHEC, MANJA ZUPAN

Summary

The aim of the study was to investigate the influence of irregular feeding times on horse's behaviour. The study included eight individually housed horses (four trotter horses, four riding horses). Each morning they were fed with hay (ad libitum) and barley-oats mixture (the amount and composition depended on the horse's daily work load). They were fed at three different times: at 06:00 h, which was a regular feeding time, at 05:00 or at 07:00 h. At 08:00 h they were turned out to the pasture. The behaviour of horses was recorded for ten weeks, three days a week for two hours per day, starting one hour before feeding. At irregular feeding times they consumed hay less time and stood longer compared to a regular feeding time ($p \leq 0.05$). When fed earlier they spent more time lying compared to when fed at the regular time ($p \leq 0.05$), while at delayed feeding it was just the opposite ($p \leq 0.05$). When feeding was delayed, the horses were more often neighing, kicking with the front foot, pawing the ground, grooming and taking a look toward the door ($p \leq 0.05$) compared to when fed at the regular time. Our results show that irregular feeding times affected horse's hay consumption, resting and behaviours indicating anticipation or frustration.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde der Einfluss abweichender Fütterungszeiten auf das Verhalten von Pferden in Einzelhaltung untersucht. Die Untersuchung umfasste acht individuell gehaltene Pferde (vier Traberpferde, vier Reitpferde). Morgens wurden die Tiere mit Heu (ad libitum) und einer Gerste-Hafer-Mischung gefüttert (die Menge und die Zusammensetzung war von der Arbeitsbelastung abhängig). Die Tiere wurden zu drei verschiedenen Uhrzeiten gefüttert: 6:00 Uhr, was der regulären Fütterungszeit entsprach, oder 5:00 Uhr oder 7:00 Uhr. Um 8:00 Uhr wurden die Pferde auf die Weide gelassen. Das Tierverhalten wurde über zehn Wochen protokolliert, drei Tage pro Woche, zwei Stunden pro Beobachtungstag. Die Erfassung begann eine Stunde vor der Fütterung. An den Tagen mit abweichender Fütterungszeit war die Dauer des Heufressens kürzer und die Tiere standen längere Zeit als an Tagen mit regulärer Fütterungszeit ($p \leq 0.05$). Die frühe Fütterungszeit (5:00 Uhr) verursachte eine längere Liegedauer ($p \leq 0.05$). Umgekehrt wirkte die späte Fütterungszeit (7:00 Uhr): Die Tiere lagen über kürzere Zeiten als an Tagen mit regulärer Fütterungszeit ($p \leq 0.05$). Die mit einer Stunde Verspätung gefütterten Pferde zeigten häufiger Wiehern, Kicken mit den Vorderbeinen, Scharren auf dem Boden, Körperpflege und Schauen zur Stalltür als an Tagen mit regulärer Fütterungszeit ($p \leq 0.05$). Abweichende Fütterungszeiten hatten bei den Pferden Einfluss auf die Dauer des Heufressens, die Dauer des Ruhens und die Verhaltensweisen, die als Indikatoren für eine Antizipation oder Frustration gelten.

1 Introduction

If and how the predictability of feeding times influences the behaviour and welfare of animals is an often investigated topic. The majority of investigations have been done in captive wild animals, such as chimpanzees (BLOOMSMITH and LAMBETH 1995), brown capuchins (ULYAN et al. 2006), rhesus (GOTTLIEB et al. 2013) and stump-tailed macaques (WAITT and BUCHANAN-SMITH 2001), coyotes (GILBERT-NORTON et al. 2009) and fish (JONES et al. 2012). There is a great inconsistency of the results between the studies. BLOOMSMITH and LAMBETH (1995) reported that in captive chimpanzees unpredictable feeding schedule may be preferable for promoting their welfare by leading animal to reduce abnormal behaviour, like coprophagy and faeces manipulation, and inactivity. For the stump-tailed macaques, WAITT and BUCHANAN-SMITH (2001) found that feeding on an unpredictable schedule prevents stress due to delays of the upcoming event. In their opinion, unpredictable schedules are hard to realise, therefore they suggested highly predictable schedule as a second best option. On the contrary, GOTTLIEB et al. (2013) stated that the predictability of feeding times reduces stress and anxiety and is thus beneficial to captive indoor single housed rhesus macaques. The importance of predictable feeding schedule was proved also by ULYAN et al. (2006), who reported that in brown capuchins unpredictable feeding schedule caused higher concentration of cortisol. Negative influence of unpredictable feeding times was reported also by JONES et al. (2012) in fish. In other study where coyotes' behaviour was investigated (GILBERT-NORTON et al. 2009), it was concluded the animals' feeding regimes should contain both predictable and unpredictable elements, such as time or location, to increase species-specific behaviour in captivity.

Although the influence of the predictable feeding times on the behaviour and welfare of animals is frequently investigated in captive wild animals, research on this topic is scarce in domestic animals. Similar as in studies on captive wild animals, in domestic animals the results are inconsistent as well. CARLSTEAD (1986) reported that in grower pigs the aggression between feeding times was higher when pigs were receiving unreliable signals announcing the arrival of food compared to pigs with reliable feeding signals. In horses, NINOMIYA et al. (2004) suggested that delaying feeding time might cause frustration, while JOHANESSON and LADEWIG (2000) found no negative effect of unpredictable milk feeding schedule in single housed dairy calf's behaviour, growth and health. Scarcity of studies and inconsistency of results justify further investigation. The aim of our study was therefore to find out whether the irregular feeding times influence the behaviour of individually housed horses. We hypothesized that a) when fed earlier horses will prolong the time spent consuming hay, while delayed feeding will have the opposite effect, b) delay in feeding will increase the frequency of behaviours indicating anticipation or frustration.

2 Materials and Methods

2.1 Animals and housing

The study, which lasted ten weeks, involved eight horses ranging from one to 12 years of age. Four of them were trotter horses (Slovenian trotter) and four riding horses (three of them were Slovenian blood horse, one was Arabian thoroughbred). All horses were housed

in individual straw-bedded boxes (3.5 m x 3.5 m) in the same stable and turned out to the pasture after feeding, at around 08:00 h. Each day trotter horses had also an individual training for one hour, while riding horses were periodically used for field riding. Horses were fed in the stable once a day, normally at 06:00 h, always by the same caretaker and in the same turn. At the time of feeding, which took a few minutes, horses first received barley-oats mixture, which amount and composition depended on the horse's daily work load (in average 1,6 kg per horse) and immediately afterwards hay ad libitum. Hay was placed on the ground in the corner of a box under the barley-oats mixture feeder. Water was available ad libitum in boxes as well as on the pasture.

For the purpose of the study, animals were fed at three different times: at 06:00 h, which was the usual time of feeding and served as a control, one hour earlier (at 05:00 h) and one hour later (at 07:00 h). The control feeding time was considered as regular, while times at 05:00 h and 07:00 h were considered as irregular feeding times. All the investigated horses were fed at 05:00 h on Thursdays, at 07:00 h on Saturdays and at 06:00 h on other days within the week.

2.2 Behavioural observations

The behaviour of horses was recorded by direct observations by one observer three days a week, on Tuesday, Thursday and Saturday. The observations lasted two hours each observation day, starting one hour before feeding and ending one hour after feed delivery. In order to prevent the observer's influence on horses' behaviour, the observer watched the animals through the window standing outside the stable. This position of the observer enabled simultaneous recording of behaviour of all eight horses. Long term behaviours, i.e. hay consumption, barley-oats mixture consumption, standing (normal standing, standing alert, standing at rest), lying, manipulation with a drinking bowl or a feeder (oral activities with a drinking bowl or a feeder without drinking or consumption), were recorded every five minutes, which accounted to 24 intervals per observation period. These behaviours were expressed as a percentage of observations spent for a particular behaviour per day and animal. Short term behaviours, i.e. drinking, neighing, kicking with the front or rear foot, circling, scraping the teeth on the bars, pawing the ground, stretching, grooming and taking a look toward the door, were recorded continuously and expressed as a frequency per observation day and animal.

2.3 Statistical analysis

Statistical data analysis was conducted using R software (R DEVELOPMENT CORE TEAM 2008). The following statistical models were chosen:

- Poisson regression model (CAMERON and TRIVEDI 1998) for the analysis of the following short term behaviours: drinking, kicking with the rear foot, circling, scraping the teeth on the bar, stretching and taking a look toward the door. Due to insufficient data variability we were not able to perform the analysis of kicking with the rear foot, circling and scraping the teeth on the bars.
- Binomial regression model (CAMERON and TRIVEDI 1998) for the analysis of the following long term behaviours: barley-oats mixture consumption, hay consumption, standing and manipulation with a drinking bowl.

- ZIP (zero-inflated Poisson) model (LAMBERT 1992) to analyse the neighing, kicking with the front foot, pawing the ground and grooming.
- ZIB (zero-inflated binomial) model (HALL 2000) to analyse lying and manipulation with a feeder.

All the models included the factor of feeding hour.

3 Results

Earlier or delayed feeding of horses had no significant influence ($p > 0.05$) on duration of manipulation with a drinking bowl or a feeder (data not shown). There was also no significant difference in time horses spent consuming barley-oats mixture (data not shown), but it was in the time the horses spent consuming hay, standing and lying (Fig. 1). At irregular feeding times they spent less time consuming hay and stood longer compared to when fed at the regular time, i. e. 06:00 h. Horses were observed to spend the greatest percentage of observation period lying when fed earlier and the smallest when feeding was delayed.

Feeding time significantly influenced ($p \leq 0.05$) the frequency of all the observed short term behaviours (Fig. 2), except of drinking and stretching (data not shown). When feeding was delayed, horses significantly more often neighed, kicked with the front foot, pawed the ground, groomed and took a look toward the door compared to when fed at the regular or earlier time.

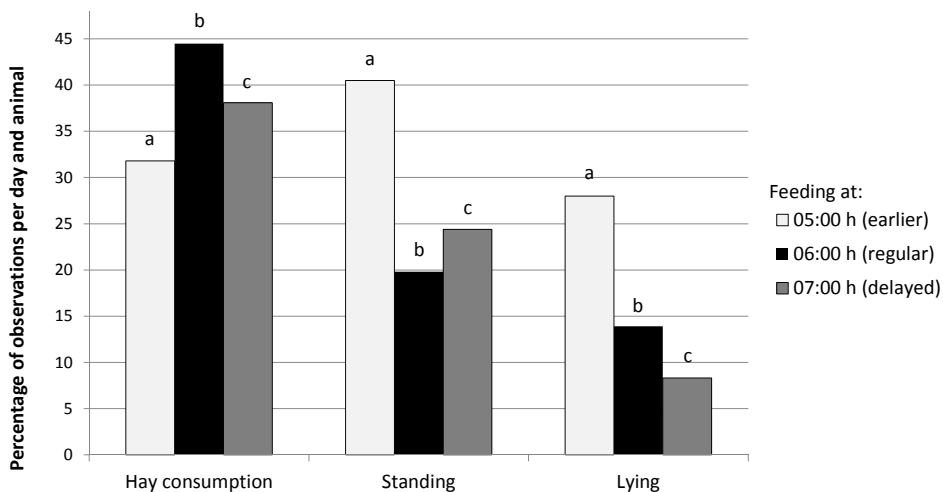


Fig. 1: The influence of feeding times on the duration of long term behaviours. Significant differences within individual behaviour are indicated by different letters (a, b, c)

Abb. 1: Der Einfluss der Fütterungszeiten auf die Dauer von Langzeit-Verhaltensmerkmalen (Heu-fressen, Stehen, Liegen). Signifikante Unterschiede innerhalb der Verhaltensmerkmale sind mit unterschiedlichen Buchstaben gezeichnet (a, b, c)

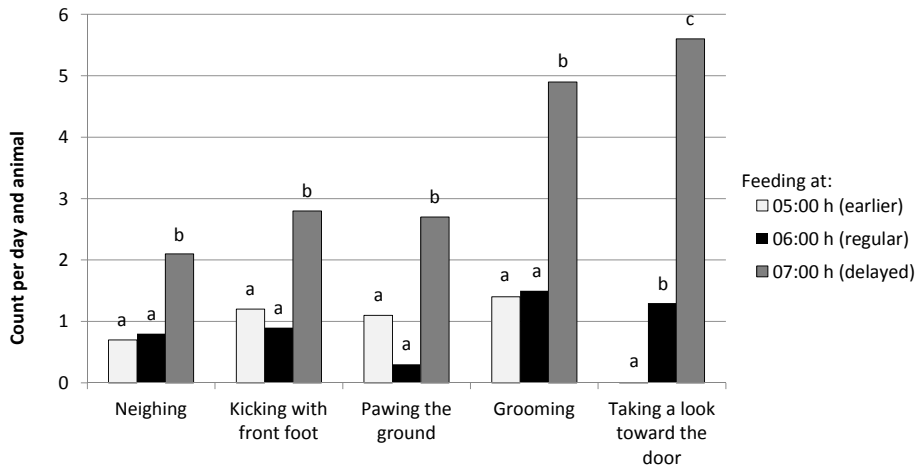


Fig. 2: The influence of feeding schedule on the frequency of short term behaviours. Significant differences within individual behaviour are indicated by different letters (a, b, c).

Abb. 2: Der Einfluss der Fütterungszeiten auf die Häufigkeit von Kurzzeit-Verhaltensmerkmalen (Wiehern, Kicken mit den Vorderbeinen, Scharren auf dem Boden, Körperpflege, Schauen zur Stalltür). Signifikante Unterschiede innerhalb der Verhaltensmerkmale sind mit unterschiedlichen Buchstaben gezeichnet (a, b, c)

4 Discussion

Feeding time in individually housed horses significantly influenced consumption of hay, standing and lying. Irregular feeding times, earlier and delayed, reduced time horses spent consuming hay. Surprisingly, the duration of hay consumption was the shortest when the horses were fed one hour earlier, although they had more time at their disposal. By that our first hypothesis was rejected. Knowing that horses are known as the trickle feeders (DAVIDSON and HARRIS 2007), we would expect the opposite result. A possible reason for a decrease in duration of hay consumption may be that the horse's body was not yet prepared for consumption. It is known that animals need great amount of saliva to consume hay. In the review paper of BASSET and BUCHANAN-SMITH (2007) it was explained that in captive animals the possibility to predict feed delivery might allow animal to salivate and consequently perhaps even better digest the feed. A decrement in hay consumption was observed also in delayed feeding, which contradicts the findings of NINOMIYA et al. (2004). JOHANESSON and LADEWIG (2000) suggested that in a very predictable environment, animals may become locked into cycles of anticipating the regularly occurring events, while in less predictable environments they may experience higher motivation for exploring and foraging. A reasonable explanation for our unexpected results in irregular feeding times could be the loss of control and consequently the lack of motivation. As it is known that consummatory activity is a good measure of motivation (JOHANESSON and LADEWIG 2000), we predicted that

feeding at irregular times decreased motivation for hay consumption in our study. According to GÖTTLIEB et al. (2013), animals can learn to react to reliable signals. Our results in hay consumption showed that the feeding routine, which most likely included reliable positive signals that predicted the onset of feeding, did not have an important impact on the behavioural response of horses. We suspect that temporal predictability signals had greater influence on hay consumption compared to signal predictability.

Shorter time spent consuming hay at irregular feeding times coincided with significantly longer time spent standing. When fed earlier, it seems that animals were still at rest and not motivated for hay consumption. At delayed feeding we assume animals to wait for the feed delivery during the first hour of observation and afterwards anticipated to be turned out to the pasture. This was further proved by the significant increase in frequency of taking a look toward the door. Our explanation can be supported by the report of PETERS et al. (2012) showing that an increase in standing may be an indicator of an increased alertness while anticipating forthcoming rewards, i.e. in our case feed and turning out to the pasture.

Although expecting similar result as for standing, lying was solely increased at earlier feeding. Shorter time spent lying at delayed feeding may be related to an increase in the appetitive motivational state (anticipatory behaviour) or frustration. When animals are customised to predictable feeding times, irregular feeding may cause frustration because their expectations are not fulfilled (JOHANESSON and LADEWIG 2000). This is proved also by our results. Delayed feeding significantly increased the frequency of vocalisation (neighing), kicking with the front foot, pawing the ground, self-directed behaviour (grooming) and taking a look toward the door. These behaviours are in good agreement with the other literature (BASSET et al. 2007) indicating food anticipatory activity, which is strongly linked to anticipation. We can assume that horses were in stress since according to WAITT and BUCHANAN-SMITH (2001) anticipation of inaccurate feeding events can cause stress in captive animals.

Including irregular feeding times in the feeding management caused horses to lose their temporal predictability, which led to the change in consumption, resting and anticipatory behaviour. According to BASSET et al. (2007), the loss of temporal predictability could lead to impaired animal welfare. Therefore, based on our results we can suggest caretakers to maintain daily management routine as stable as possible.

5 Conclusions

Behaviour of horses was found to be affected by irregular feeding times. If fed earlier or later as expected they spent less time consuming hay and more time resting. When feeding was delayed they seem to show some degree of anticipation or frustration indicated as neighing, kicking with the front foot, pawing the ground and taking a look toward the door. Our results indicate that the loss of temporal predictability may have a negative impact on horse welfare.

References

- Bassett, L.; Buchanan-Smith, H.M. (2007): Effects of predictability on the welfare of captive animals. *Applied Animal Behaviour Science* 102, pp. 223-245
- Bloomsmith, M.A.; Lambeth, S.P. (1995): Effects of predictable versus unpredictable feeding schedules on chimpanzee behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 44, pp. 65-74
- Cameron, A.C.; Trivedi, P.K. (1998): *Regression analysis of count data*. Cambridge, Cambridge University Press
- Carlstead, K. (1986): Predictability of feeding: its effect on agonistic behaviour and growth in grower pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 16, pp. 25-38
- Davidson, N.; Harris, P. (2007): Nutrition and Welfare. In: *The Welfare of Horses*, Ed. Waran, N., Dordrecht, Springer, pp. 45-76
- Gilbert-Norton, L.B.; Leaver, L.A.; Shivik, J.B. (2009): The effect of randomly altering the time and location of feeding on the behaviour of captive coyotes (*Canis latrans*). *Applied Animal Behaviour Science* 120, pp. 179-185
- Gottlieb, D.H.; Coleman, K.; McCowan, B. (2013): The effects of predictability in daily husbandry routines on captive rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *Applied Animal Behaviour Science* 143, pp. 117-127
- Hall, D.B. (2000): Zero-inflated Poisson and binomial regression with random effects: a case study. *Biometrics* 56, pp. 1030-1039
- Johannesson, T.; Ladewig, J. (2000): The effect of irregular feeding times on the behaviour and growth of dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science* 69, pp. 103-111
- Jones, H.A.C.; Noble, C.; Damsgård, B.; Pearce, G.P. (2012): Investigating the influence of predictable and unpredictable feed delivery schedules upon the behaviour and welfare of Atlantic salmon parr (*Salmo salar*) using social network analysis and fin damage. *Applied Animal Behaviour Science* 138, pp. 132-140
- Lambert, D. (1992): Zero-inflated Poisson regression with an application to defects in manufacturing. *Technometrics* 34, pp. 1-14
- Ninomiya, S.; Kusunose, R.; Sato, S.; Terada, M.; Sugawara, K. (2004): Effects of feeding methods on eating frustration in stabled horses. *Animal Science Journal* 75, pp. 465-469
- Peters, S.M.; Bleijenberg, E.H.; van Dierendonck, M.C.; van der Harst, J.E.; Spruijt, B.M. (2012): Characterisation of anticipatory behaviour in domestic horses (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science* 138, pp. 60-69
- R Development Core Team (2008): *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Ulyan, M.J.; Burrows, A.E.; Buzzell, C.A.; Raghanti, M.A.; Marcinkiewicz, J.L.; Phillips, K.A. (2006): The effects of predictable and unpredictable feeding schedules on the behaviour and physiology of captive brown capuchins (*Cebus apella*). *Applied Animal Behaviour Science* 101, pp. 154-160
- Waite, C.; Buchanan-Smith, H.M. (2001): What time is feeding? How delays and anticipation of feeding schedules affect stump-tailed macaque behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 75, pp. 75-85

Acknowledgement

We are thankful to Zorec Tanja for the observation of horses and Assist. Prof. Dr. Gorjanc Gregor for the statistical analysis.

Einfluss des Fütterungsmanagements auf das agonistische Verhalten von adulten Pferden in Gruppenhaltung

Effect of feeding management on agonistic behaviour of adult horses in group housing systems

JOAN-BRYCE BURLA, ANIC OSTERTAG, ANTONIA PATT, IRIS BACHMANN, EDNA HILLMANN

Zusammenfassung

Unter natürlichen Bedingungen verbringen Pferde täglich 12 bis 18 Stunden mit synchronem Fressen, wohingegen aufgestallten Pferden Raufutter für gewöhnlich nur rationiert zur Verfügung steht. In Gruppenhaltungen ist die Fütterung deshalb eine Situation, in der agonistisches Verhalten aufgrund der limitierten Ressourcenverfügbarkeit oftmals vermehrt auftritt. Die vorliegende Studie untersuchte daher, wie die Organisation und die Dauer der Raufutterverfügbarkeit sowie die Gruppenzusammensetzung das agonistische Verhalten von adulten Pferden in Gruppenhaltung beeinflussen. Die Studie wurde in 50 Gruppenhaltungen auf Schweizer Praxisbetrieben durchgeführt. Die 50 Gruppen bestanden aus 4–21 adulten Pferden ($n = 390$). Jede Gruppe wurde an zwei Zeitpunkten direkt beobachtet; in den 30 Minuten vor einer Fütterung und während der ersten 30 Minuten einer Fütterung. Jedes Vorkommen von agonistischem Verhalten wurde tierindividuell kontinuierlich erfasst.

Das Fütterungsmanagement variierte zwischen den Betrieben; die Fütterungssysteme waren „Boden“, „Raufe“, „Fressgitter“, „Netz“, „Fressstand mit Kontakt“, „Fressstand ohne Kontakt“ oder eine „Kombination“ mehrerer Fütterungssysteme. Heu (oder Heulage) wurde meist 2- bis 3-mal täglich gefüttert, die Dauer der Verfügbarkeit von Heu variierte jedoch von 1,5–24 Stunden pro Tag. Hingegen wurde Stroh meist ad libitum angeboten. Die Wahrscheinlichkeit für Drohverhalten sank bei allen Fütterungssystemen von „vor Fütterung“ zu „während Fütterung“, mit der stärksten Absenkung bei „Fressstand“. Die Wahrscheinlichkeit für aggressives Verhalten war am höchsten bei den Fütterungssystemen „Boden“ und „Kombination“ und am tiefsten beim Fütterungssystem „Netz“. Unter Einbeziehung von Drohverhalten war die Wahrscheinlichkeit für agonistisches Verhalten in den Fütterungssystemen „Fressstand“ und „Netz“ am geringsten. Außerdem sank die Wahrscheinlichkeit für aggressives Verhalten während der Fütterung bei erhöhter Dauer der täglichen Verfügbarkeit von Heu erheblich.

Zur Reduktion von agonistischem Verhalten sollten Fütterungssysteme folglich entweder weit verteilte und auseinanderliegende Fressplätze bereitstellen oder Fressplätze anbieten, die aufgrund von Trennwänden keinen oder nur limitierten Kontakt zwischen den Individuen erlauben. Des Weiteren empfiehlt es sich, Pferde nicht nur mit Stroh, sondern auch mit Heu nahezu ad libitum zu versorgen.

Summary

Under natural conditions, horses spend 12–18 hours a day with synchronous feeding, whereas forage is usually rationed in stabled horses. In group housing systems, therefore, feeding is a situation in which agonistic behaviour is often increased due to the limited availability of the resource. The aim of this study was to evaluate how organisation and duration of the roughage provision as well as group composition influence agonistic behaviour of group housed horses. The study was conducted in 50 group housing systems in Switzerland. Groups consisted of 4–21 adult horses ($n = 390$). Each group was observed directly during two observation periods; 30 minutes directly before a feeding and during the first 30 minutes of a feeding time. All occurrences of agonistic behaviour were recorded continuously. The feeding management differed greatly between group housing systems; feeding systems were „floor“, „fodder rack“, „feed fence“, „net“, „feed stand with contact“, „feed stand without contact“ or a „combination“ of several feeding systems. Hay (or haylage) was mostly provided 2–3 times daily, but the duration of hay availability varied from 1.5–24 hours a day, while straw was mostly available *ad libitum*. The probability of threatening behaviour was decreased during feeding times compared to the period before feeding in all feeding systems with the steepest decrease in „feed stand“. The probability of aggressive behaviour was highest in the feeding systems „floor“ and „combination“ and lowest in the feeding system „net“. Considering both aggressive and threatening behaviour, the lowest probability for agonistic behaviour was found in the feeding systems „feed stand“ and „net“. In addition, with an increasing duration of daily hay availability, the probability of aggressive behaviour decreased substantially during feeding times. Consequently, to reduce agonistic behaviour, feeding systems for group housed horses should either offer widely distributed feeding places or feeding places separated through partitions that permit no or only limited contact between individuals. Furthermore, it is highly recommended to provide horses nearly *ad libitum* not only with straw but also with hay.

1 Einleitung

Das potentielle Verletzungsrisiko bei Gruppenhaltung von Pferden ist für die Besitzer die Hauptsorge, auch wenn Studien an freilebenden Pferden gezeigt haben, dass agonistisches Verhalten in freier Wildbahn grundsätzlich selten vorkommt (FUREIX et al. 2012). Unter natürlichen Bedingungen sind Pferde sozial lebende Steppenbewohner mit einem höchst synchronen Fressverhalten (RIFÁ 1990). Als Grasfresser ist ihre natürliche Ration grundsätzlich tief im Energie- und hoch im Fasergehalt, weshalb Pferde 12–18 Std. täglich futtersuchend und fressend verbringen (MAYES und DUNCAN 1986). Da der Verdauungstrakt an kontinuierliche Futteraufnahme angepasst ist, vermeiden Pferde Fresspausen von mehr als 3–5 Std. (RALSTON 1984; ZEITLER-FEICHT 2008a). Im Gegensatz zu den meisten Säugetieren wird das Sättigungsgefühl bei Pferden nicht durch Stimulation der Dehnungsrezeptoren bei gefülltem Magen, sondern durch die Ermüdung der Kaumuskulatur ausgelöst (ZEITLER-FEICHT 2008a).

Obwohl domestizierte Pferde ähnliche verhaltensphysiologische Ansprüche haben (ZEITLER-FEICHT 2008a), weicht das praxisüblich angewandte Fütterungsmanagement deutlich vom natürlichen Fressverhalten von Wildpferden in der freien Natur ab. In Stallhaltungssystemen ist das Raufutter meist energiereicher und wird, um Übergewicht zu vermeiden, oft rationiert, weshalb auch die Dauer der Futteraufnahme eingeschränkt wird. Es drängt sich daher auf, dass dieser Umstand, gegebenenfalls auch in Verbindung mit einem beschränkten Platzangebot, mit großer Wahrscheinlichkeit höhere Frequenzen und Intensitäten von agonistischem Verhalten verursacht (JØRGENSEN et al. 2009; HARTMANN et al. 2012). Vorangegangene Studien konnten beispielsweise zeigen, dass Pferde die Möglichkeit zur Futteraufnahme hatten, weniger agonistisches und mehr sozio-positives Verhalten zeigten (BENHAJALIA et al. 2009; JØRGENSEN et al. 2011). Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass auch die Planung und Gestaltung des Fressbereiches einen Einfluss auf das agonistische Verhalten hat. Beispielsweise kann es vorkommen, dass ranghohe Pferde das Futter verteidigen und dadurch den rangtiefen Pferden einen adäquaten Zugang verwehren (INGÓLFSDÓTTIR und SIGURJÓNSDÓTTIR 2008).

Unseres Wissens gibt es bisher keine Studien, welche die Vielfalt der verschiedenen Fütterungssysteme parallel verglich und den Einfluss des Fütterungsmanagements und der Gruppenzusammensetzung auf das agonistische Verhalten in Gruppen adulter Pferde untersuchte. Das Ziel dieser Studie war es deshalb, sowohl die Organisation und die Dauer der Raufutterverfügbarkeit als auch die Gruppenzusammensetzung zu untersuchen und einzuschätzen, wie diese das agonistische Verhalten von einer großen Stichprobe adulter Pferde in Gruppenhaltung beeinflusst. Grundsätzlich kann erwartet werden, dass die Frequenzen von agonistischem Verhalten in Gruppen, in denen Raufutter weit verteilt und über eine lange Zeitdauer hinweg verfügbar ist, tiefer sind.

2 Material und Methoden

2.1 Gruppenhaltungen

Die Studie wurde von April bis Oktober 2013 in 50 Gruppenhaltungen auf Praxisbetrieben in der deutschsprachigen Schweiz durchgeführt. Insgesamt wurden 390 Pferde (188 Stuten, 202 Wallache) im Alter von 2–32 ($\bar{\Delta}$ Alter: $13,3 \pm 6,5$ Jahre) in Gruppen von 4–21 Tieren ($\bar{\Delta}$ Gruppengröße: $7,8 \pm 4,0$) beobachtet. Das Geschlechterverhältnis innerhalb der Gruppen variierte von gleichgeschlechtlichen Gruppen zu gleichmäßig gemischten Gruppen.

Die Gruppenhaltungen verfügten über mindestens zwei räumlich getrennte Bereiche, einen Auslauf und eine eingestreute Liegefläche. Der Fressbereich war entweder räumlich getrennt oder befand sich im Auslauf. Heu (oder Heulage) wurde in verschiedenen Fütterungssystemen gefüttert:

- Boden: Heu wird lose und direkt auf dem Boden angeboten.
- Raufe: Heu wird in einer großen Krippe angeboten (lose oder mit Netz). Fressplätze sind oftmals durch Palisaden abgetrennt, die für seitliche Bewegungen ein Anheben des Kopfes erfordern.
- Fressgitter: Heu wird in einer großen Krippe oder auf einem Futtertisch angeboten (lose oder mit Netz). Fressplätze sind durch vertikale Stangen getrennt, die für seitliche Bewegungen eine Rückwärtsbewegung des ganzen Tieres erfordern.

- Netz: Heu wird im aufgehängten Netzen angeboten.
- Fressstand: Heu wird in individuellen Fressständen angeboten, die durch Panels oder Holzwände (mit oder ohne Sehschlitze) abgetrennt sind:
 - Mit Kontakt: limitierter physischer Kontakt zu den direkten Nachbarn im Kopfbereich möglich.
 - Ohne Kontakt: Abtrennungen verhindern physischen Kontakt vollständig.

2.2 Datenaufnahme

Jede Gruppe wurde an einem Tag tierindividuell direkt beobachtet. Stall- und Managementarbeiten wurden normal ausgeführt, allerdings hatten die Pferde am Beobachtungstag und in der Nacht zuvor keinen Zugang zur Weide. Während der Beobachtungen waren alle Pferde der Gruppe anwesend. Es wurde zu zwei Zeitpunkten beobachtet; in den 30 min unmittelbar vor einer Fütterung und in den ersten 30 min während einer Fütterung. Jedes Vorkommen agonistischen Verhaltens wurde kontinuierlich erfasst. Neun agonistische Verhaltensweisen wurden unterschieden und teilweise als Drohverhalten (alle agonistischen Verhalten mit Drohen) oder aggressives Verhalten (alle agonistischen Verhalten mit Körperkontakt oder versuchtem Körperkontakt) zusammengefasst (Tab. 1).

Zusätzlich wurden Daten zur Gruppenzusammensetzung (Gruppengröße, Alter, Jahre in der Gruppe, Geschlechterverhältnis), Platzangebot und Fütterungsmanagement aufgenommen. Parameter betreffend Fütterungsmanagement umfassten das Fütterungssystem, die Dauer der täglichen Verfügbarkeit von Heu und Stroh, die Anzahl Fressplätze pro Tier und die Fütterungszeiten. Zusätzlich wurde von der nächstgelegenen meteorologischen Station die Außentemperatur bezogen.

2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit R 2.15.2 durchgeführt. Es wurden zwei verschiedene Zielvariablen – Drohverhalten und aggressives Verhalten – mittels generalisierter gemischter Effekte Modelle (glmer Methode; Paket ‚lme4‘) analysiert. Die statistischen Annahmen wurden durch eine grafische Analyse der Residuen (Normalverteilung, Homoskedastizität) überprüft, die eine Notwendigkeit einer Dichotomisierung der Zielvariablen aufzeigte. Das endgültige Modell wurde durch eine Rückwärtsreduktion, mit einem p-Wert von 0.05 als Ausschlusskriterium, erreicht. Um die Stärke der Effekte der erklärenden Variablen auf die Zielvariablen zu ermitteln, wurde zudem die Odds Ratio (OR) berechnet.

Tab. 1: Ethogramm der beobachteten agonistischen Verhaltensweisen

Tab. 1: Ethogram of observed agonistic behaviour

Agonistisches Verhalten	Beschreibung
Annähern	Annäherung mit vorwärts oder seitwärts gerichteten Ohren, gefolgt vom Ausweichen des anderen Individuums ¹⁾
Drücken	Pressen von Kopf, Nacken, Schulter, Körper oder Rumpf gegen ein anderes Individuum ²⁾
Drohverhalten	
Drohen	Strecken von Kopf und Genick in Richtung eines anderen Individuums, wobei die Ohren am Kopf angelegt sind ³⁾
Beißdrohen	Schnelles Öffnen und Schließen des Kiefers mit angelegten Ohren und gestrecktem Genick in Richtung eines anderen Individuums, aber ohne direkten Kontakt ⁵⁾
Schlagdrohen	Gezielte schnelle Bewegung, ausgeführt mit drehendem Rumpf oder Rückwärtsrichten und schwingendem oder stampfendem Hinterbein in Richtung eines anderen Individuums, aber ohne direkten Kontakt ⁵⁾
Aggressives Verhalten	
Beißen	Schnelles Öffnen und Schließen des Kiefers mit direktem Kontakt zum Körper eines anderen Individuums, die Ohren sind angelegt und die Lippen zurückgezogen ⁵⁾
Schlagen	Eines oder beide Hinterbeine werden vom Boden abgehoben und rasch gegen ein anderes Individuum gestreckt ⁵⁾
Angreifen	Mit angelegten Ohren, erhobenem Kopf und geöffnetem Maul wird ein anderes Individuum für mehr als drei Pferdelängen verfolgt ¹⁾
Jagen	Verfolgen eines anderen Individuums im Trab oder Galopp und mit angelegten Ohren ⁵⁾

¹⁾ HEITOR et al. 2006.

²⁾ McDONNELL und HAVILAND 1995.

³⁾ WEEKS et al. 2000.

⁴⁾ JØRGENSEN et al. 2011.

3 Ergebnisse

3.1 Fütterungsmanagement (deskriptiv)

Heu (oder Heulage) wurde meist 2- bis 3-mal täglich gefüttert. 56 % der Gruppen (237 Pferde in 28 Gruppen) hatten zeitlich festgelegte Fütterungszeiten. Die Anzahl Fressplätze pro Tier variierte zwischen 0,8 und 3,6 (\bar{x} 1.4 \pm 0.6). In 6 % der Gruppen (13 Pferde in drei Gruppen) gab es weniger, in 50 % der Gruppen (192 Pferde in 25 Gruppen) mehr als einen Fressplatz pro Tier. Die Dauer der Verfügbarkeit von Heu variierte zwischen 1,5–24 Std. pro Tag (\bar{x} 9.3 \pm 7.8). Nur 26 % der Gruppen (84 Pferde in 13 Gruppen) hatten während 12 oder mehr Stunden Heu zur Verfügung. Stroh wurde für 78 % der Gruppen (328 Pferde in 39 Gruppen) ad libitum angeboten. Hingegen hatten 14 % der Gruppen (42 Pferde in sieben Gruppen) weniger als 2 Std. oder gar keinen Zugang zu Stroh. Wasser stand für alle Gruppen ad libitum zur Verfügung.

3.2 Agonistisches Verhalten

Während den Beobachtungen wurden 0–24 agonistische Interaktionen pro Pferd aufgenommen. Drohverhalten machte 63,5 % des beobachteten agonistischen Verhaltens aus und kam in jeder Gruppe vor. Vor der Fütterung war der Anteil an Drohverhalten zeigenden Pferde am höchsten in Gruppen mit den Fütterungssystemen „Boden“, „Raufe“ und „Kombination“ und am geringsten bei „Netz“. Während der Fütterung war der Anteil an Drohverhalten zeigenden Pferden hoch bei „Boden“, „Raufe“, „Fressgitter“ und „Kombination“ und gering bei „Netz“, „Fressstand mit Kontakt“ und „Fressstand ohne Kontakt“ (Abb. 1; Fütterungssystem \times Zeitpunkt: $\chi^2_6 = 25.4$, $p < 0.001$). Außerdem zeigten mehr Pferde Drohverhalten, je höher der Anteil an Stuten in der Gruppe war (Geschlechterverhältnis: $\chi^2_1 = 5.0$, $p = 0.025$, OR = 2.7). Drohverhalten war umso wahrscheinlicher, je länger sich ein Pferd bereits in der Gruppe befand (Jahre in der Gruppe: $\chi^2_1 = 4.4$, $p = 0.036$, OR = 1.05). Drohverhalten wurde weder von der Gruppengröße, dem Alter, dem Platzangebot pro Tier, der Anzahl Fressplätze pro Tier, der Dauer der Verfügbarkeit von Heu und Stroh sowie der zeitlich festgelegten Fütterungszeit noch von der Umgebungstemperatur beeinflusst.

Aggressives Verhalten machte 7 % des beobachteten agonistischen Verhaltens aus und kam in 76 % der Gruppen vor. Der Anteil an Pferden, die aggressives Verhalten zeigten, war in Gruppen mit den Fütterungssystemen „Boden“ (OR = 1.00) und „Kombination“ (OR = 0.99) am höchsten, reduziert bei „Raufe“ (OR = 0.58), „Fressstand mit Kontakt“ (OR = 0.52) und „Fressstand ohne Kontakt“ (OR = 0.48) und am geringsten bei „Fressgitter“ (OR = 0.23) und „Netz“ (OR = 0.18) (Abb. 2; Fütterungssystem: $\chi^2_6 = 13.0$, $p = 0.043$). Des Weiteren hatte eine verlängerte Dauer der Verfügbarkeit von Heu eine verminderte Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von aggressivem Verhalten während der Fütterung zur Folge (OR = 0.20), wohingegen diese vor der Fütterung minimal erhöht war (OR = 1.08; Verfügbarkeit Heu \times Zeitpunkt: $\chi^2_1 = 7.1$, $p = 0.008$). Aggressives Verhalten wurde weder von der Gruppengröße, dem Alter, der Jahre in der Gruppe, dem Geschlechterverhältnis, dem Platzangebot pro Tier, der Anzahl Fressplätze pro Tier, der Dauer der Verfügbarkeit von Stroh sowie zeitlich festgelegten Fütterungszeiten noch von der Umgebungstemperatur beeinflusst.

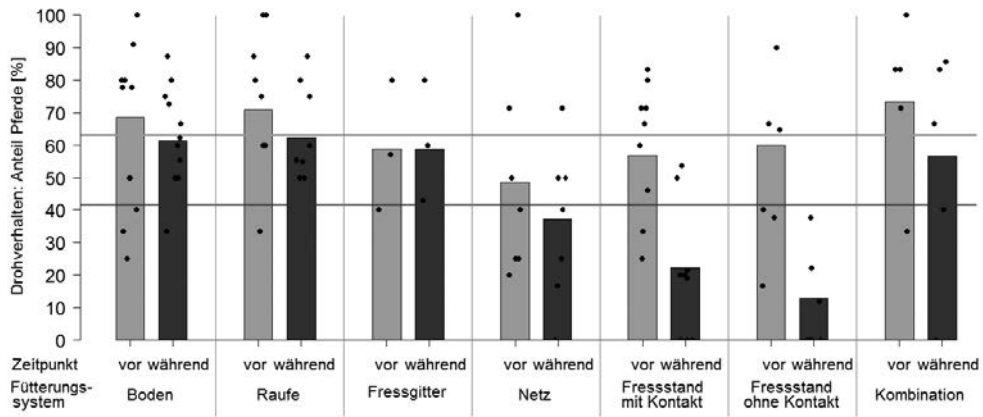


Abb. 1: Anteile der Drohverhalten zeigenden Pferde in Abhängigkeit vom Fütterungssystem und dem Zeitpunkt der Beobachtung (vor Fütterung, während Fütterung). Die gemittelten Anteile jeder Gruppe werden durch Punkte abgebildet, die horizontalen Linien entsprechen dem Mittelwert aller Pferde für den jeweiligen Zeitpunkt

Fig. 1: Proportions of horses showing threatening behaviour in relation to feeding system and observation period (before feeding, during feeding). The mean proportions of each group are displayed with dots, the horizontal lines represent the mean of all horses for the corresponding period

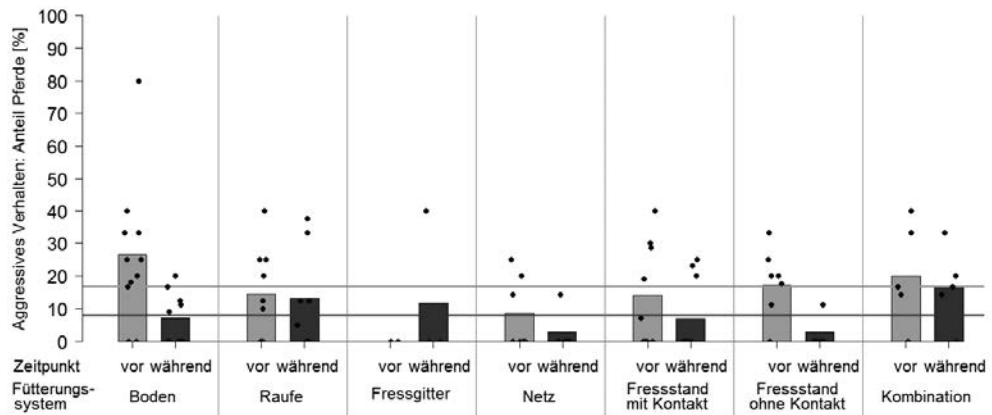


Abb. 2: Anteile der aggressives Verhalten zeigenden Pferde in Abhängigkeit vom Fütterungssystem und dem Zeitpunkt der Beobachtung (vor Fütterung, während Fütterung). Die gemittelten Anteile jeder Gruppe werden durch Punkte abgebildet, die horizontalen Linien entsprechen dem Mittelwert aller Pferde für den jeweiligen Zeitpunkt

Fig. 2: Proportions of horses showing aggressive behaviour in relation to feeding system and observation period (before feeding, during feeding). The mean proportions of each group are displayed with dots, the horizontal lines represent the mean of all horses for the corresponding period

4 Diskussion

4.1 Einfluss der Gruppenzusammensetzung

Der Anteil an Drohverhalten zeigenden Pferden war mit steigendem Stutenanteil in der Gruppe erhöht. Dieses Ergebnis stimmt mit einer Studie überein, in der Stutfohlen bei der Fütterung mit Kraftfutter mehr als dreimal so viel agonistisches Verhalten zeigten wie Wallache (MOTCH et al. 2007). Dies widerspricht den Resultaten von JØRGENSEN et al. (2009), die keine Geschlechterunterschiede bezüglich der Frequenz von agonistischem Verhalten fanden. Des Weiteren war die Wahrscheinlichkeit, dass ein Pferd Drohverhalten zeigte, leicht erhöht, je länger es bereits Mitglied seiner Gruppe war. Folglich ist es besonders für Gruppen mit häufigen und/oder kürzlich vorangegangenen Wechseln in der Gruppenzusammensetzung wichtig, dass das Fütterungssystem entweder das Bewahren der Individualdistanz ermöglicht oder dass einzeln abtrennbare Fressplätze angeboten werden, die kürzlich integrierte Tiere schützen. Bezüglich der Gruppengröße konnte in der vorliegenden Studie kein Einfluss festgestellt werden, obwohl einige Studien in großen Gruppen höhere Frequenzen von agonistischem Verhalten fanden (ROSE-MEIERHÖFER et al. 2010).

4.2 Einfluss von Fütterungssystem und Fütterungsmanagement

Der Anteil der agonistisches Verhalten zeigenden Pferde war generell relativ hoch, variierte jedoch zwischen den verschiedenen Fütterungssystemen deutlich. Entgegen den Erwartungen trat agonistisches Verhalten im Fütterungssystem „Boden“ sehr häufig auf, obwohl dieses Fütterungssystem am ehesten dem natürlichen Fressverhalten des Pferdes entspricht und das Heu meist in einer größeren Anzahl räumlich voneinander getrennten Haufen angeboten wurde. Auch bei „Raufe“ und „Fressgitter“ zeigte ein hoher Anteil Pferde agonistisches Verhalten, da diese Fütterungssysteme die Pferde zwingen, beim Fressen nahe beieinander zu stehen, wodurch Individualdistanzen unterschritten werden können. Vergleichbare Ergebnissen fanden auch CLUTTON-BROCK et al. (1976), die bei Highland-Ponys beobachteten, dass es in Fütterungssituationen, die ein enges Zusammenstehen verlangen, vermehrt zu agonistischem Verhalten oder sogar zum Vermeiden der Fütterungssituation kommen kann. ZEITLER-FEICHT (2008b) gibt ebenfalls an, dass Pferde während der Fütterung eine Individualdistanz von 1–1,5 m bevorzugen. Zwingen die Bedingungen die Pferde während der Fütterung zu geringeren Abständen, sollten den Pferden daher einzeln abgetrennte Fressplätze zur Verfügung stehen, die Körperkontakt limitieren oder verhindern. Entsprechend zeigten in der vorliegenden Studie Pferde in „Fressständen ohne/mit Kontakt“ während der Fütterung am wenigsten agonistisches Verhalten. Auch HOUPT und WOLSKI (1980) konnten zeigen, dass dominante Ponys weniger aggressiv waren, sobald sie während der Fütterung mit einem Zaun abgetrennt wurden. Allerdings beobachtete KOLTER (1984), dass feste Abtrennungen das Aggressionslevel von ranghohen auch steigern können, während sich rangtiefe Tiere wegen fehlender Information über ihre Umgebung unsicher fühlen und deshalb die Futtersaufnahme verweigern könnten. Aus diesem Grund empfiehlt ZEITLER-FEICHT (2008a) weiter, dass feste Abtrennungen im oberen Teil mit Sichtschlitzen versehen sind. Die vorliegende Studie unterschied zudem zwischen „Fressstand mit Kontakt“ und „Fressstand ohne Kontakt“ im Kopfbereich, wobei jedoch keine merklichen Unterschiede bezüglich agonistischem Verhalten gefunden wurden.

„Netz“ war indes das Fütterungssystem, das den geringsten Anteil aggressiven Verhaltens und einen sehr niedrigen Anteil Drohverhalten zeigender Pferde aufwies. Vergleichbare Ergebnisse machten BENHAJALIA et al. (2009) bei aus Heunetzen gefütterten Araber-Zuchtstuten. Diesbezüglich muss bedacht werden, dass bei der Fütterung aus Heunetzen die Dauer der Verfügbarkeit von Heu automatisch verlängert wird. So maßen ZEITLER-FEICHT et al. (2004), dass die Dauer zur Aufnahme von 1 kg Heu beim Füttern aus engmaschigen Netzen im Vergleich zu loser Bodenfütterung von 40 min auf 86 min verlängert wurde. Da Pferde an eine kontinuierliche Futteraufnahme angepasst sind und das Sättigungsgefühl durch eine Ermüdung der Kaumuskeln erreicht wird (ZEITLER-FEICHT 2008a), decken sich die in dieser Studie erzielten Ergebnisse mit der Hypothese, dass eine verlängerte Futteraufnahmezeit das agonistische Verhalten reduziert. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die Dauer der Verfügbarkeit von Stroh keinen Einfluss auf Drohverhalten oder aggressives Verhalten hatte.

5 Schlussfolgerungen

Abschließend kann gesagt werden, dass die Fütterungssysteme „Fressstand mit Kontakt“, „Fressstand ohne Kontakt“ und „Netz“ die geringsten Anteile agonistisches Verhalten zeigende Pferde aufwies. „Netz“ war das Fütterungssystem, das am wenigsten aggressives Verhalten zur Folge hatte und demnach das Fütterungssystem mit dem geringsten Risiko für Verletzungen durch andere Pferde war. Dies steht im Zusammenhang mit dem positiven Effekt einer verlängerten Fressdauer, die durch die Verwendung von engmaschigen Netzen automatisch erreicht wird. Somit ist es höchst empfehlenswert, Pferden nebst Stroh auch Heu nahezu ad libitum anzubieten. Außerdem wurde das Vorkommen von agonistischem Verhalten auch durch die Verteilung oder Abtrennung der Fressplätze reduziert. Weit auseinanderliegende oder abgetrennte Fressplätze sind folglich empfehlenswert, um den Pferden die Wahrung ihrer Individualdistanz auch auf engem Raum zu ermöglichen. Diese Aspekte sollten bei der Wahl des Fütterungsmanagements für Pferde in Gruppenhaltung unbedingt berücksichtigt werden.

Literatur

- Benhajalia, H.; Richard-Yris, M.-A.; Ezzaouia, M.; Charfi, F.; Hausberger, M. (2009): Foraging opportunity: a crucial criterion for horse welfare?. *Animal* (3) pp. 1308–1312
- Clutton-Brock, T.H.; Greenwood, P.J.; Powell, R.P. (1976): Ranks and relationships in Highland Ponies and Cows. *Zeitschrift für Tierpsychologie* (41), pp. 202–216
- Fureix, C.; Bourjade, M.; Henry, S.; Sankey, C.; Hausberger, M. (2012): Exploring aggression regulation in managed groups of horses *Equus caballus*. *Applied Animal Behaviour Science* (138), pp. 216–228
- Hartmann, E.; Søndergaard, E.; Keeling, L.J. (2012): Keeping horses in groups: A review. *Applied Animal Behaviour Science* (136), pp. 77–87
- Heitor, F.; Oom, M.; Vicente, L. (2006): Social relationships in a herd of Sorraia horses, Part I. Correlates of social dominance and contexts of aggression. *Behavioural Processes* (73), pp. 170–177

- Houpt, K.A.; Wolski, T.R. (1980): Stability of equine hierarchies and the prevention of dominance related aggression. *Equine Veterinary Journal* (12), pp. 15–18
- Ingólfssdóttir, H.B.; Sigurjónsdóttir, H. (2008): The benefits of high rank in the wintertime - A study of the Icelandic horse. *Applied Animal Behaviour Science* (114), pp. 485–491
- Jørgensen, G.H.M.; Borsheim, L.; Mejdell, C.M.; Søndergaard, E.; Bøe, K.E. (2009): Grouping horses according to gender - Effects on aggression, spacing and injuries. *Applied Animal Behaviour Science* (120), pp. 94–99
- Jørgensen, G.H.M.; Liestøl, S.H.-O.; Bøe, K.E. (2011): Effects of enrichment items on activity and social interactions in domestic horses (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science* (129), pp. 100–110
- Kolter, L. (1984): Soziale Beziehungen zwischen Pferden und deren Auswirkungen auf die Aktivität bei Gruppenhaltungen. Doktorarbeit; Mathematisch-naturwissenschaftliche Fakultät, Universität Köln
- Mayes, E.; Duncan, P. (1986): Temporal Patterns of Feeding Behaviour in Free-Ranging Horses. *Behaviour* (96), pp. 105–129
- McDonnell, S.M.; Haviland, J.C.S. (1995): Agonistic ethogram of the equid bachelor band. *Applied Animal Behaviour Science* (43), pp. 147–188
- Motch, S.; Harpster, H.; Ralston, S.; Ostiguy, N.; Diehl, N. (2007): A note on yearling horse ingestive and agonistic behaviours in three concentrate feeding systems. *Applied Animal Behaviour Science* (106), pp. 167–172
- Ralston, S.L. (1984): Controls of feeding in horses. *Journal of Animal Science* (59), pp. 1354–1361
- Rifá, H. (1990): Social facilitation in the horse (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science* (25), pp. 167–176
- Rose-Meierhöfer, S.; Standke, K.; Hoffmann, G. (2010): Auswirkungen verschiedener Gruppengrößen auf Bewegungsaktivität, Body condition Score, Liege- und Sozialverhalten bei Jungpferden. *Züchtungskunde* (82), S. 282–291
- Weeks, J.W.; Crowell-Davis, S.L.; Caudle, A.B.; Heusner, G.L. (2000): Aggression and social spacing in light horse (*Equus caballus*) mares and foals. *Applied Animal Behaviour Science* (68), pp. 319–337
- Zeitler-Feicht, M.H. (2008a): Fütterung von Pferden unter ethologischen Aspekten. Unpubliziert
- Zeitler-Feicht, M.H. (Hg.) (2008b): *Handbuch Pferdeverhalten: Ursachen, Therapie und Prophylaxe von Problemverhalten*. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer GmbH und Co., 2. Auflage
- Zeitler-Feicht, M.H.; Walker, S.; Buxadé, C.; Reiter, K. (2004): Untersuchungen verschiedener Formen der Heuvorlage bei Pferden unter ethologischen Aspekten. *KTBL-Schrift 437*, S. 209–215

Danksagung

Unser Dank geht an PD Dr. Lorenz Gygax für seine Beratung bei der statistischen Analyse und an alle Stall- und Pferdebesitzer für ihre Teilnahme an der Studie.

Biometrische Untersuchungen zur Flächenabdeckung bei Mastkaninchen

Biometric studies on space coverage of fattening rabbits

MICHAELA FELS, MONA GIERSBERG, NICOLE KEMPER

Zusammenfassung

Ziel der Untersuchungen war die Erhebung biometrischer Daten zu den von Kaninchen in unterschiedlichen Körperhaltungen abgedeckten Bodenflächen zu verschiedenen Zeitpunkten in der Mast und in der Zucht. Hierfür wurde das Verfahren der Kontrastbasierten Planimetrie (KobaPlan) eingesetzt. Zunächst wurden von den Kaninchen Aufsichtsbilder in einer speziellen Planimetriebox angefertigt. Insgesamt wurden 344 Aufsichtsbilder von Kaninchen in sitzender Körperhaltung erstellt. 160, 122 und 78 Bilder entfielen jeweils auf liegende Körperhaltungen (Brustlage, Brustseitenlage, Brustlage mit ausgestreckten Hintergliedmaßen). Mit steigendem Lebendgewicht stiegen die vom Tierkörper eingenommenen Bodenflächen in allen Körperpositionen nahezu linear an ($R^2 = 0,9$). Sitzende Kaninchen beanspruchten signifikant weniger Fläche als Tiere in den drei Liegepositionen. Beim Vergleich der Ergebnisse mit den Angaben in der geänderten Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (TierSchNutzV) in Deutschland wird deutlich, dass sitzende Tiere mit einem Gewicht von 1 kg 16,4 % der ihnen zugeteilten Fläche von 1500 cm² alleine durch ihren Körper abdecken. Bei einer Gruppengröße von sechs Tieren muss nach TierSchNutzV eine Gesamtfläche von 8000 cm² zur Verfügung stehen. Sitzend beanspruchen Kaninchen (1 kg) davon insgesamt 18,4 %. In 12er-Gruppen decken Kaninchen (1 kg) insgesamt 21,5 % der für diese Gruppengröße vorgegebenen 13700 cm² durch ihre Körpermaße ab. Bei einem Gewicht von 3 kg nehmen sitzende Tiere 38,2 % (6er-Gruppe) bzw. 44,5 % (12er-Gruppe) der Mindestgesamtfläche durch ihren Körper ein. In der derzeit üblichen Kaninchenmast stehen den Tieren bis etwa 1,2 kg 400 cm²/Tier nutzbare Bodenfläche zur Verfügung. Ein 1 kg schweres sitzendes Kaninchen deckt hier bereits 61,4 % durch seinen Körper ab. Eine Fläche von 400 cm² lässt das gleichzeitige, ausgestreckte Liegen schon von Kaninchen ab einem Körpergewicht von 1,5 kg (Tierfläche 450,3 cm²), unabhängig von der Gruppengröße, nicht mehr zu. Bezogen auf die Mindestbodenfläche nach TierSchNutzV nehmen Kaninchen (1 kg) in Brustlage in 6er-Gruppen 22,1 % der vorgegebenen Fläche ein. In 12er-Gruppen beträgt dieser Wert 25,7 %. Bei 3 kg Körpergewicht steigen diese Werte auf 52,3 % bzw. 61,1 %. Die Ergebnisse zeigen, dass Kaninchen in allen Gewichtsklassen und definierten Positionen in Haltungseinrichtungen nach Maßen der TierSchNutzV zusätzlichen Platz zu der Fläche haben, die sie allein durch ihre physikalischen Körpermaße einnehmen. Die hier ermittelten biometrischen Daten könnten als Basis für die Planung von Strukturelementen (z.B. Rückzugsmöglichkeiten, erhöhte Ebenen) in der Kaninchenhaltung genutzt werden.

Summary

The aim of this study was to collect biometric data of the floor space covered by rabbits in different body postures at different times during fattening and breeding. For this purpose, the method of contrast-based planimetry (KobaPlan) was used. First, photos of the rabbits were taken from top view in a special planimetry box. A total of 344 photos of rabbits were taken in sitting position. 160, 122 and 78 images were taken in different lying positions (sternal, sternal side position, sternal position with outstretched hind limbs). With increasing live weights the covered floor areas increased in all body positions almost linearly ($R^2 = 0.9$). Sitting rabbits covered significantly less floor space than animals in the three lying positions. When comparing the results to the data of the modified animal welfare regulations (TierSchNutzTV) in Germany, it becomes evident that sitting animals of 1 kg cover 16.4 % of the area of 1500 cm² assigned to them, just by their bodies. For six animals, a total floor space of 8000 cm² must be available according to TierSchNutzTV. Sitting rabbits (1 kg) cover 18.4 % of this space. In groups of 12, rabbits (1 kg) cover a total of 21.5 % of the given floor space of 13700 cm² for this group size. Weighing 3 kg, sitting animals cover 38.2 % (group of six) and 44.5 % (group of 12) of the minimum floor area by their bodies. In current standard rabbit fattening, the usable floor space for rabbits up to 1.2 kg is 400 cm² / animal. In this system a sitting rabbit of 1 kg covers already 61.4 % of space by its own body. An area of 400 cm² does not allow a simultaneous outstretched lying of rabbits of a body weight of 1.5 kg (animal area 450.3 cm²), regardless of group size. Regarding the minimum floor area given by TierSchNutzTV, rabbits (1 kg) in groups of six cover 22.1 % of the space requirement in sternal lying position. In groups of 12, this value is 25.7 %. At 3 kg body weight, the covered space increases to 52.3 % and 61.1 %. It can be concluded that rabbits in all weight classes and defined body positions kept in cage systems according to the TierSchNutzTV have extra space in addition to the area which they cover by their physical body dimensions. The biometric data determined in this study could be used as a basis for planning new structural elements (e.g., retreat and hiding opportunities, second floors) in rabbit production.

1 Einleitung

In Deutschland sind laut einer Abfrage des früheren Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) 58 Mastkaninchen haltende Betriebe mit einer Bestandsgröße von über 50 Masttieren bzw. 25 Zuchttieren erfasst (BMELV 2010). Das derzeit übliche Haltungssystem in der kommerziellen Kaninchenmast ist die Haltung in Drahtgitterkäfigen, welche auf einer oder mehreren Etagen in geschlossenen Stallgebäuden angeordnet sind. Es handelt sich hierbei um eine einstreulose Haltung auf perforierten Böden, welche ebenfalls aus Drahtgitter bestehen. Masttiere werden in Gruppen von zwei bis zwölf Tieren gehalten, Zuchttiere befinden sich in Einzelkäfigen. Die Besatzdichten liegen derzeit bei etwa 12 bis 20 Tieren pro m². Bereits seit einigen Jahren wird diese Haltungsform unter Tierschutzgesichtspunkten intensiv diskutiert. Lange Zeit fehlten konkrete gesetzliche Vorgaben zu den Haltungsbedingungen für Mastkaninchen. Ab August 2014 gibt die geänderte Tierschutz-Nutztierhaltungs-Verordnung (TierSchNutzTV)

den rechtlichen Rahmen bezüglich der Haltungsanforderungen in der erwerbsmäßigen Kaninchenhaltung in Deutschland vor. Insbesondere die dort gemachten Vorgaben zum Mindestplatzbedarf von Kaninchen in der Käfighaltung gehen deutlich über das derzeit übliche Platzangebot in Käfigen hinaus. Inwiefern dieses Flächenangebot aber ausreicht, um den Tieren, zusätzlich zu der von den Tierkörpern ohnehin eingenommenen Fläche, noch genügend Freiraum für arteigene Verhaltensweisen und Bewegung zu bieten, ist wissenschaftlich noch unzureichend belegt.

Bisher existieren nur wenige wissenschaftliche Informationen über die Fläche, die Kaninchen in modernen Produktionssystemen tatsächlich benötigen (PETHERICK 2007). Der Flächenbedarf in der Tierhaltung setzt sich nach PETHERICK (1983) aus drei verschiedenen Komponenten zusammen: Zum einen aus der Fläche, die ein Tier alleine durch seine Körpergröße und -form beansprucht (body space), des Weiteren aus dem Platz, der für die Ausübung arteigener Verhaltensweisen benötigt wird (behavioural space) und schließlich aus dem Raum, der für soziale Interaktionen zwischen den Tieren in Gruppenhaltungen erforderlich ist (social-interaction space). Die Berechnung des „body space“ kann mithilfe planimetrischer Verfahren erfolgen. Für den Bereich der Geflügelhaltung wurden in den vergangenen Jahren verschiedene planimetrische Verfahren angewendet und weiterentwickelt. Das Verfahren der Kontrastbasierten Planimetrie (KobaPlan) wurde in einer Vorläuferversion von BRIESE und KNIERIM (2006) zur Vermessung von Pekingenten und von BRIESE und HARTUNG (2009) zur Ermittlung der Flächenabdeckung von Legehennen verwendet. Dieses Verfahren beruht auf dem Prinzip, dass Digitalbilder aus Pixeln als kleinste Einheit aufgebaut sind und jedes dieser Pixel eine konstante Fläche besitzt. Die Anzahl tierassoziierteter Pixel auf einer Fotografie wurde erfasst, anschließend wurde anhand der bekannten Pixelzahl eines ebenfalls fotografierten Standards (DIN A4 Blatt) die Fläche des Tieres in cm^2 errechnet. Durch die Entwicklung der KobaPlan-Software konnte die Tierflächenermittlung in Anlehnung an die beschriebene Methode weitgehend automatisch erfolgen, sodass die Untersuchung großer Stichproben möglich wurde.

Ziel dieser Untersuchung war die Vermessung der von den Körpern der Kaninchen abgedeckten Bodenflächen zu verschiedenen Zeitpunkten in der Mast und in der Zucht mithilfe der KobaPlan-Methode. Dabei wurde zwischen vier unterschiedlichen Körperhaltungen der Tiere differenziert. Parallel zu den Messungen wurden die individuellen Gewichte der Kaninchen erfasst. Die ermittelten Tierflächen wurden mit den neuen deutschen gesetzlichen Mindestplatzvorgaben für die kommerzielle Kaninchenhaltung und dem gegenwärtig üblichen Platzangebot für Mastkaninchen und Zuchthäsinnen verglichen und beurteilt.

2 Tiere, Material und Methoden

Die Erhebungen erfolgten in einem kommerziellen Kaninchenmast- und zuchtbetrieb in Norddeutschland. Hier werden ca. 1 100 Zuchthäsinnen und ca. 2 400 Mastkaninchen verschiedener Altersstufen gehalten. Es handelt sich um Masthybriden der Genetik Grimaud Frères. Die Zuchthäsinnen sind während ihrer Nutzungsdauer von einem Jahr in konventionellen Drahtgitterkäfigen mit verschließbarer Nestbox untergebracht. Die Mastkaninchen werden bis zum 75. Lebensstag und einem Endgewicht von durchschnittlich 2,8 kg je nach Alter in Vierer- bis Neunergruppen in Drahtgitterkäfigen gehalten. Zur Ermittlung

der von einem Kaninchen abgedeckten Fußbodenfläche wurden Messungen an Mast- und Zuchttieren unterschiedlichen Gewichts und Alters durchgeführt. Dabei wurde das Verfahren der Kontrastbasierten Planimetrie (KobaPlan; BRIESE und HARTUNG 2009) angewandt. Hierzu wurden die Tiere einzeln aus ihren Käfigen entnommen und zunächst gewogen. Im Anschluss wurden in einer speziellen Planimetriebox digitale Aufsichtsfotografien von den Kaninchen angefertigt. Die Digitalkamera wurde dafür über der Box in einem festen Abstand von 1,40 m Höhe an einem Metallgestell fixiert. Zusätzlich zu den Aufsichtsbildern wurden mit gleicher Kameraeinstellung Referenzflächen (= Standards, in der jeweiligen Rückenhöhe der Tiere) mit bekannter Fläche (DIN A 4 Blatt = 623,70 cm²) fotografiert. Die so entstandenen Aufnahmen wurden anschließend mit der Software KobaPlan ausgewertet. Für diese Auswertung musste zwischen den fotografierten Tierflächen und der Bodenfarbe der Kiste ein möglichst hoher optischer Kontrast bestehen. Daher wurde der Untergrund mit fluoreszierender Folie beschichtet. Zusätzlich wurden seitlich vier Schwarzlichtlampen (45 W, 0,45 m Länge) auf 8 cm bzw. 18 cm Höhe über der Bodenplatte eingebaut. Das Programm kobaplan.py (eine Untereinheit der Software KobaPlan v.01.teta © 2007-2013 Briese) erfasste in einem automatisch erstellten negativen Abzug die Anzahl weißer Pixel, die innerhalb der Fotografie eine zusammenhängende Fläche ergab (= Fläche des fotografierten Kaninchens). Über die bekannte Fläche und Pixelzahl des ebenfalls ausgewerteten Standards errechnete die Software die Anzahl der Pixel des fotografierten Tieres und somit die Fläche, die das Kaninchen mit seinem Körper abdeckte.

Tab. 1: Definitionen der Körperhaltungen der fotografierten Kaninchen

Tab. 1: Definition of body positions of photographed rabbits

Position/Position	Beschreibung/description
Position 1 (sitzend)	Arttypisches Hocken; Brust und Bauch berühren den Boden nicht; Vorder- und Hinterbeine sind mehr oder weniger angewinkelt unter den Körper gestellt.
Position 2 (liegend)	Brust und Bauch berühren den Boden; Vorder- und Hinterbeine sind mehr oder weniger seitlich an den Körper angewinkelt.
Position 3 (liegend)	Brust und Bauch berühren den Boden; Hinterläufe sind maximal nach hinten ausgestreckt; Vorderbeine sind mehr oder weniger gestreckt bzw. angewinkelt.
Position 4 (liegend)	Brust und Bauch berühren den Boden; beide Hinterläufe sind nach links bzw. rechts ausgestreckt; Vorderbeine sind mehr oder weniger gestreckt bzw. angewinkelt.

Um präzise Ergebnisse bezüglich der Tierflächen zu erhalten, war es notwendig, die jeweiligen Körperhaltungen der Tiere in der Planimetriebox zu unterscheiden. Die Definitionen der untersuchten Körperhaltungen der Kaninchen zeigt Tabelle 1. Die erstellten digitalen Fotos wurden folgendermaßen weiterbearbeitet:

1. Sortieren der Abbildungen nach den Körperhaltungen der Tiere; Zuordnung der jeweiligen Standardaufnahmen (anhand der Aufnahme Nummerierung).

2. Automatische Erstellung eines negativen Abzugs mit optischer Umrissverstärkung durch das Programm IMG_inverter.py.
3. Erfassung und Berechnung der von den Kaninchen abgedeckten Bodenfläche mithilfe des Programms kobaplan.py.
4. Zuordnung der Einzeltierflächen (in cm²) zu Gewichtsklassen (in 0,5 kg Schritten, ± 0,25 kg).
5. Übertragung der Daten in das Statistikprogramm SPSS, Berechnung von Mittelwerten, Standardabweichungen, Minimum- und Maximum-Werten; Prüfung der Daten auf Normalverteilung, Durchführung von Mittelwertvergleichen und Prüfung auf signifikante Unterschiede im Post-Hoc-Test nach Student-Newman-Keuls.

3 Ergebnisse

Insgesamt wurden 704 Aufsichtsbilder von Kaninchen im Alter von wenigen Wochen bis zu etwa einem Jahr (Zuchttiere) und in einem Gewichtsbereich von 0,75 kg bis 5,5 kg ausgewertet. Davon zeigten 344 Fotografien Kaninchen in sitzender Körperhaltung (Position 1). 160, 122 und 78 Bilder entfielen jeweils auf die liegenden Körperhaltungen (Position 2, Position 3 und Position 4).

3.1 Flächenabdeckung von Kaninchen unterschiedlicher Gewichtsklassen und Körperpositionen

Mit steigendem Lebendgewicht stieg die Flächenabdeckung in den Positionen 1, 2, 3 und 4 nahezu linear an ($R^2 = 0,99$, $R^2 = 0,97$, $R^2 = 0,95$ und $R^2 = 0,98$). In Tabelle 2 sind die ermittelten biometrischen Daten zusammengefasst.

Tab. 2: Flächenabdeckung von Kaninchen verschiedener Gewichtsklassen in unterschiedlichen Körperpositionen¹⁾

Tab. 2: Space coverage of rabbits of different weight classes in various body positions

Gewichtsklasse Weight class	Position 1		Position 2		Position 3		Position 4	
	n	Flächenabdeckung / Space coverage (cm ²)	n	Flächenabdeckung / Space coverage (cm ²)	n	Flächenabdeckung / Space coverage (cm ²)	n	Flächenabdeckung / Space coverage (cm ²)
1,00	35	245,67a	11	294,29b	16	359,51c	11	337,55c
1,50	102	325,93a	50	403,60b	34	450,32c	17	425,56d
2,00	26	410,43a	9	518,02b	21	604,20c	12	558,12d
2,50	69	457,46a	42	593,83b	24	667,63c	20	620,88d
3,00	51	508,52a	32	697,06b	13	723,88b	2	719,22b
3,50	26	554,59a	4	749,22b	8	774,06b	7	747,49b
4,00	21	605,22a	6	793,69b	1	844,46	5	817,70b
4,50	6	657,49a	2	827,50b	4	873,94c	4	882,20c
5,00	7	699,47	2	884,03	1	905,70		
5,50	1	739,37	2	1025,70				

¹⁾ Signifikante Unterschiede innerhalb derselben Zeile sind durch unterschiedliche Buchstaben dargestellt ($p < 0,05$).

Für jede Gewichtsklasse wurde der Einfluss der Körperhaltung der Kaninchen auf die ermittelte Tierfläche untersucht. In der niedrigsten Gewichtsklasse (1 kg) unterschieden sich beispielsweise die durchschnittlichen Tierflächen (cm²) zwischen den Positionen 1, 2 und 3 signifikant. Bezogen auf sämtliche Gewichtsklassen konnte gezeigt werden, dass die Kaninchen in der Position 1 (sitzende Körperhaltung) signifikant weniger Fußbodenfläche abdeckten als in liegender Körperhaltung (Positionen 2, 3 und 4).

3.2 Flächenabdeckung in Käfighaltungssystemen

Tabelle 3 zeigt die durchschnittlich durch die Kaninchen abgedeckten Flächen in derzeit in Deutschland üblichen Haltungssystemen sowie in Käfigen, die den Vorgaben der geänderten TierSchNutzV entsprechen. Zum Vergleich werden die Empfehlungen der EFSA (2005) zum Flächenangebot für Mastkaninchen herangezogen. Beim Vergleich der Ergebnisse mit den Angaben zum Mindestplatzbedarf in der geänderten TierSchNutzV wird deutlich, dass sitzende Tiere mit einem Gewicht von 1 kg 16,4 % der ihnen zugeteilten Fläche von 1 500 cm² alleine durch ihren Körper abdecken. Bei einer Gruppengröße von sechs Tieren muss nach TierSchNutzV eine Gesamtfläche von 8 000 cm² zur Verfügung stehen. Sitzend beanspruchen Kaninchen (1 kg) davon insgesamt 18,4 %. In 12er-Gruppen decken Kaninchen (1 kg) insgesamt 21,5 % der für diese Gruppengröße vorgegebenen 13 700 cm² durch ihre Körpermaße ab. Bei einem Gewicht von 3 kg decken sitzende Tiere 38,2 % (Sechsergruppe) bzw. 44,5 % (12er-Gruppe) der Mindestgesamtfläche durch ihren Körper ab. In der derzeit üblichen Kaninchenmast stehen den Tieren bis etwa 1,2 kg 400 cm²/Tier nutzbare Bodenfläche zur Verfügung. Ein 1 kg schweres sitzendes Kaninchen deckt hier bereits 61,4 % durch seinen Körper ab. Eine Fläche von 400 cm² lässt das gleichzeitige, ausgestreckte Liegen von Kaninchen ab einem Körpergewicht von 1,5 kg (Tierfläche 450,3 cm²), unabhängig von der Gruppengröße, nicht mehr zu. Bezogen auf die Mindestbodenfläche nach TierSchNutzV decken Kaninchen (1 kg) in Brustlage in Sechsergruppen 22,1 % der vorgegebenen Fläche ab. In 12er-Gruppen beträgt dieser Wert 25,7 %. Bei 3 kg Körpergewicht steigen diese Werte auf 52,3 % bzw. 61,1 %. Bei ausgestreckten Hintergliedmaßen beträgt die Flächenabdeckung bei 1 kg insgesamt 26,9 % bzw. 31,4 % der Mindestbodenfläche bezogen auf 6er- und 12er-Gruppen. Kaninchen mit 3 kg Lebendgewicht beanspruchen ausgestreckt liegend 54,3 % bzw. 63,4 % des vorgegebenen Platzbedarfs.

Die TierSchNutzV sieht für Zuchthäsinnen weiterhin die Einzelhaltung vor. Leichten Tieren (< 5,50 kg) müssen 6 000 cm²/Tier nutzbare Bodenfläche zur Verfügung gestellt werden. Häsinnen mit einem Gewicht von über 5,50 kg benötigen 7 400 cm². In der vorliegenden Studie beanspruchten sitzende Häsinnen mit einem Körpergewicht von 5,00 kg eine durchschnittliche Fläche von 699,47 cm². Das bedeutet, dass die Zuchttiere 11,66 % der ihnen zustehenden Fläche allein durch ihre physikalischen Körpermaße abdecken. Demnach bleiben ihnen 88,34 % der Fläche für raumgreifende Verhaltensweisen. Liegende Zuchthäsinnen (5 kg) in Position 2 beanspruchen 14,73 % der ihnen zugemessenen Fläche. Das ausgestreckte Liegen nimmt 15,1 % der Gesamtfläche ein. In Seitenlage wurden nur leichtere Tiere (4,50 kg) fotografiert. Diese beanspruchten 14,7 % des Mindestplatzes nach TierSchNutzV. Derzeit übliche Käfige für Zuchthäsinnen haben eine Bodenfläche von 2 400 cm², von der der Futterschneckenautomat 250 cm² einnimmt. Ein sitzendes Tier (5 kg) deckt

hier 32,53 % der nutzbaren Fläche allein durch seine physikalischen Körpermaße ab. Eine in Position 3 liegende Häsin beansprucht bereits 42,13 % des Platzes.

Eine wesentliche Veränderung der derzeit üblichen Haltungseinrichtungen für Kaninchen stellt die in der TierSchNutzV zukünftig vorgeschriebene erhöhte Ebene dar. Jedem Tier müssen mindestens 300 cm² zusätzliche erhöhte Bodenfläche zur Verfügung gestellt werden. Insgesamt darf die Mindestfläche 1500 cm² in einer Haltungseinrichtung nicht unterschreiten. Bei einer Gruppengröße von sechs Tieren muss eine Plattform von 1800 cm² vorhanden sein. Auf dieser würde – rein mathematisch gesehen – bei einem Körpergewicht von 1 kg die gesamte Gruppe in sitzender Position Platz finden. Bei einem Durchschnittsgewicht von 2 kg könnten noch vier Kaninchen gemeinsam die Ebene nutzen. Zum Ende der Mastperiode (3 kg) verringert sich diese Anzahl auf drei Kaninchen. Wird eine ausgestreckt liegende Haltung (Position 3) eingenommen, könnten bei einem Gewicht von 1 kg fünf Kaninchen auf der oben beschriebenen Ebene gemeinsam ruhen, mit 2 kg bzw. 3 kg verringert sich diese Anzahl auf zwei Tiere. Da Zuchthäsinnen üblicherweise einzeln gehalten werden, muss für sie die Fläche der Plattform 1800 cm² betragen. Das schwerste vermessene Tier aus dieser Untersuchung in ausgestreckt liegender Haltung (5 kg, Tierfläche 905,70 cm²) würde 50,3 % der Mindestfläche abdecken und könnte demnach ungehindert auf der Ebene ruhen.

Tab. 3: Flächenabdeckung (%) in unterschiedlichen Käfigsystemen

Tab. 3: Space coverage (%) in different cage systems

	Fläche [cm ²] Space [cm ²]	Tiere pro Käfig Animals per cage	Mittleres Schlacht- gewicht [kg] Mean slaughter weight [kg]	Gewichts- klasse [kg] Weight class [kg]	Flächenabdeckung der Gruppe/des Einzeltieres [cm ²] in % bezogen auf die verfügbare Fläche Space coverage of the group/the indi- vidual in % relating to available space			
					Position 1	Position 2	Position 3	Position 4
					Früher übliches Platzangebot (D)	400/Tier 800/Tier		3,0
Derzeitiges Platzangebot (TierSchNutzV, D)	8000	6	3,0	1,0	18,4	22,1	26,9	25,3
	13 700	12		3,0	21,5	25,7	31,4	29,5
EFSA Multifunction	625/Tier			1,0	39,9	47,1	57,5	54,0
				2,5	73,2	95,0	106,8	99,3

4 Diskussion

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit durchgeführten Untersuchungen konzentrierten sich auf die Bemessung des body space, d. h. der Fläche, die ein Kaninchen, abhängig von seinem Gewicht und seiner Körperhaltung, durch seine Körpergröße und -form abdeckt. Es wurde gezeigt, dass ein nahezu linearer Zusammenhang zwischen der von den Tierkörpern abgedeckten Fläche und der Lebendmasse in allen untersuchten Positionen bestand. Auch beanspruchten die Tiere im Vergleich zu der nächst niedrigeren Gewichtsklasse meist signifikant mehr Platz. Die Flächenabdeckung von liegenden Kaninchen (Positionen 2 bis 4) war signifikant größer als die sitzender Tiere (Position 1).

MORISSE und MAURICE (1997) konnten zeigen, dass Mastkaninchen im Alter von sechs bis zehn Wochen 60 % ihrer Zeit mit Ruhen verbrachten. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch POSTOLLEC et al. (2008). Aufgrund der Tatsache, dass das Liegeverhalten im Tagesablauf eines Mastkaninchens einen hohen Stellenwert einnimmt, forderte die EFSA bereits 2005, dass alle Kaninchen einer Haltungseinheit gleichzeitig ruhen können müssen. Demnach sollte die verfügbare Fläche pro Tier größer/gleich der Fläche sein, die ein liegendes Kaninchen beansprucht. Die Körperhaltung „liegend“ wurde nicht näher definiert, allerdings zeigt die vorliegende Studie, dass sich die von den Kaninchen eingenommenen Flächen in bestimmten Gewichtsklassen zwischen den Liegepositionen (Position 2 bis 4) signifikant unterscheiden. Auch wurden im EFSA Report keine Angaben oder Schätzungen darüber gemacht, wie groß die Fläche ist, die ein liegendes Kaninchen beansprucht.

Obwohl das minimale Flächenangebot, das von der EFSA (2005) empfohlen wurde, über das in der konventionellen Käfighaltung übliche Platzangebot hinausgeht, nehmen auch hier sitzende Kaninchen um den Zeitpunkt der Schlachtung (2,5 kg) 73,2 % der angebotenen Fläche ein. Im Gegensatz dazu, decken sitzende Kaninchen (3 kg) in Käfigen nach den Vorgaben der TierSchNutzV lediglich 33,9 % der vorgegebenen Fläche ab und haben damit deutlich mehr Raum, der für Bewegung und für weitere artspezifische Verhaltensweisen zur Verfügung steht. Ein liegendes Kaninchen (Position 2, 1 kg) nimmt 47,1 % der von der EFSA (2005) vorgegebenen Fläche ein. Zum Ende der Mastperiode (2,5 kg) steigt dieser Wert auf 95 % an. Kaninchen dieser Gewichtsklasse benötigen ausgestreckt liegend 106,8 % der von der EFSA (2005) definierten Mindestplatzvorgabe, was bedeutet, dass die Kaninchen einer Gruppe am Mastende nicht mehr gleichzeitig ausgestreckt liegen können. Ähnliches gilt für die meisten der in der EU üblichen Käfiggrößen. Im Gegensatz dazu, nehmen Kaninchen (3 kg) ausgestreckt liegend nur 48,3 % der zukünftig von der TierSchNutzV in Deutschland vorgegebenen Fläche ein. Somit erfüllen diese Flächenvorgaben die Forderungen der EFSA (2005), dass alle Kaninchen einer Gruppe in einem Käfigsystem gleichzeitig liegen können müssen.

Das übliche Haltungssystem für Zuchthäsinnen ist die Einzelhaltung. In Käfigen gemäß TierSchNutzV nimmt eine sitzende Häsin (4,5 kg) 10,9 % der vorgegebenen Fläche ein. Ausgestreckt liegend werden 14,5 % der Gesamtfläche eingenommen. Zu betonen ist hier, dass auch andere, in der EU übliche Käfiggrößen genügend Platz zum ausgestreckten Liegen der Zuchthäsinnen bieten. Auch in derzeit in Deutschland noch üblichen Käfiggrößen nehmen liegende Häsinnen mit 4,5 kg Körpergewicht lediglich 27 % der ihnen angebotenen Fläche ein. Zu bedenken ist hierbei allerdings, dass die Jungtiere die Nestbox nach etwa 12 bis 15 Tagen verlassen und somit ebenfalls Käfigfläche in Anspruch nehmen.

Inwieweit dies die für die Häsin verfügbare Käfigfläche einschränkt, wurde bisher noch nicht wissenschaftlich erfasst.

Eine erhöhte Ebene in der Kaninchenhaltung wird vielfach gefordert. Gemäß Tier-SchNutzV ist das Anbieten einer erhöhten Ebene zukünftig in Deutschland gesetzlich vorgeschrieben. Eine Zuchthäsin mit 4,5 kg Körpergewicht nimmt ausgestreckt liegend 48,5 % der für die Ebene vorgegebenen 1 800 cm² ein und kann somit auf der Ebene ruhen. Auch für Masttiere ist eine erhöhte Ebene anzubieten. Bei einer gängigen Gruppengröße von sechs Tieren findet schon rein rechnerisch über die vollständige Mastdauer nicht die gesamte Gruppe auf der erhöhten Ebene Platz. Zum Mastende (3 kg) können noch drei Kaninchen die Ebene gleichzeitig nutzen. Diese Berechnungen sind allerdings nur theoretischer Natur, da weitere Aspekte des Verhaltens der Tiere wie NND (nearest-neighbour distances) und CVIID (coefficient of variation of interindividual distances) für die Verteilung von Tieren auf einer Fläche von Bedeutung sind (BULLS et al. 2011) und die Zahl der Tiere, die eine erhöhte Ebene gleichzeitig nutzen, zusätzlich einschränken können.

5 Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie zeigt, dass die ursprünglich für die Vermessung von Hühnern entwickelte KobaPlan-Methode auch für Kaninchen mit einem Lebendgewicht von 1 kg bis 5,5 kg zuverlässige Ergebnisse bezüglich der Flächenabdeckung liefert. Die Feststellung der exakten Bodenflächenabdeckung eines Kaninchens entsprechend seines Gewichts ist ein erster Schritt zur Überprüfung von bestehenden Mindestplatzvorgaben. Die oben aufgeführten Ergebnisse zeigen, dass sowohl Mast- als auch Zuchtkaninchen in allen Gewichtsklassen und definierten Positionen in Haltungseinrichtungen nach Maßen der neuen Tier-SchNutzV in Deutschland zusätzlichen Platz zu der Fläche haben, die sie allein durch ihre physikalischen Körpermaße abdecken. Es ist wichtig zu betonen, dass die Ergebnisse planimetrischer Untersuchungen immer nur als Basis für weiterführende ethologische Studien zu verstehen sind. Das Angebot der bloßen Fläche, die durch die physikalischen Körpermaße abgedeckt wird, ist in der Tierhaltung nicht ausreichend. Es besteht weiterhin Forschungsbedarf, welche raumgreifenden Verhaltensweisen für Kaninchen essentiell sind und wie hoch der Flächenzuschlag zur Ausübung dieser Verhaltensweisen ausfallen muss. Überdies wird die Nutzung des vorhandenen Platzes durch die Tiere von Faktoren wie Umgebungstemperatur, Gruppengröße und Raumgestaltung (z. B. Anordnung einer erhöhten Ebene, Enrichment etc.) beeinflusst. Die hier ermittelten biometrischen Daten könnten jedoch als Basis für die Planung der Größe und Ausgestaltung von Elementen der Käfigstrukturierung (z. B. Rückzugs-/Versteckmöglichkeiten, erhöhte Ebenen) in der Kaninchenhaltung genutzt werden.

Literatur

BMELV (2010): Entwurf, Vorblatt Fünfte Verordnung zur Änderung der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung

Buijs, S.; Keeling, L. J.; Vangestel, C.; Baert, J.; Vangeyte, J.; Tuytens, F. A. M. (2011): Assessing attraction or avoidance between rabbits: comparison of distance-based methods to analyse spatial distribution. *Animal Behaviour* 82, pp. 1235–1243

Briese, A.; Knierim, U. (2006): A new planimetric technique to assess the area occupied by a stationary animal: KobaPlan technique (Poster Presentation). In: Abstract Collection of the Joint East and West Central Europe ISAE Regional Meeting, May 18–20, 2006 in Celle, Germany

Briese, A.; Hartung, J. (2009): Erhebung biometrischer Daten zur Platzabmessung an Lohmann Silver Legehennen. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 122, S. 241–248

EFSA (2005): The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbits. *The EFSA Journal* 267, pp. 1–31

Morisse, J.P.; Maurice, J. (1997): Influence of stocking density or group size on behaviour of fattening rabbits kept under intensive conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 54, pp. 351–357

Petherick, J. C. (1983): A biological basis for the design of space in livestock housing. In: Baxter, S. H.; Baxter, M. R.; MacCormack, J. A. D. (Eds.), *Farm Animal Housing and Welfare*. Martinus Nijhoff, The Hague, pp. 103–120

Petherick, J. C. (2007): Spatial requirements of animals: Allometry and beyond. *J. Vet. Behav.* 2, pp. 197–204

Postollec, G.; Boilletot, E.; Maurice, R.; Michel, V. (2008): The effect of pen size and an enrichment structure (elevated platform) on the performances and the behaviour of fattening rabbits. *Animal Welfare* 2008, 17, pp. 53–59

Danksagung

Besonderer Dank geht an das Hessische Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz für die finanzielle Förderung der Studie sowie an Herrn Dr. Andreas Briese für die Bereitstellung der KobaPlan-Software.

Automatische Messung der Rumination zur Prognose des Abkalbetermins

Automatic measurement of rumination to predict the calving time

STEFFEN HOY

Zusammenfassung

Die Untersuchungen wurden mit dem System zur automatischen Messung der Rumination Ruminact™ bei 30 Kühen eines Betriebes im peripartalen Zeitraum (acht Tage vor bis sieben Tage nach Kalbung) durchgeführt. Nach Durchschnittswerten für die Rumination von 31,2 bis 35,3 min/2 h (= 374 bis 424 min/d) an den Tagen vor der Kalbung sank am Tag der Geburt der mittlere 2-h-Wert auf 21,4 min (257 min/Tag) – ohne Unterschied zwischen Jungkühen (1. Laktation, n = 5) und älteren Kühen (2. bis 6. Laktation, n = 25). Nach der Abkalbung erhöhten sich die 2-h-Werte der Rumination auf etwa 46 min/2 h (= 552 min/Tag) ($p < 0,05$). Bis zum Tag vor der Geburt des Kalbes konnte ein typischer Tagesgang der Wiederkaudauer mit einem Peak gegen 12 bis 14 Uhr sowie einem ausgeprägten Anstieg am Abend und in den frühen Nachtstunden (20 bis 4 Uhr) nachgewiesen werden. Bei 24 von 30 Kühen (= 80 %) ließ sich durch eine deutliche Absenkung der zweistündlich gemittelten Ruminationswerte die herannahende Abkalbung prognostizieren. Eine erkennbare Herabsetzung der Wiederkaudauer trat im Mittel ab vier Stunden vor der Kalbung ($p < 0,05$) auf. Analog dazu konnte auf der Basis von 12 592 videogestützt erfassten 5-min-Werten des Verhaltens (Fressen, Liegen, Stehen) im präpartalen Zeitraum, ausgehend von einem Stundenwert von 15,6 % Fressen im Mittel aller Stunden, eine hochsignifikante Verminderung des Zeitanteils für die Futteraufnahme von 15,4 % sieben Stunden vor bis auf 1,5 % in der Stunde vor der Kalbung ohne Unterschied zwischen Kühen unterschiedlicher Laktationsnummern und Genotypen nachgewiesen werden. Eine signifikante Herabsetzung der Rumination im Mittel aller Kühe war dann ab 2 h vor der Geburt des Kalbes festzustellen. Somit kann die automatische Ruminationsmessung zur nicht invasiven Abkalbeprognose eingesetzt werden.

Summary

The investigation was carried out with the system Ruminact™ which automatically measures the duration of rumination. A total of 30 cows during the peripartal period (eight days before until seven days after calving) was included in the study. The mean values for the duration of rumination on days before calving (31.2 to 35.3 min/2 h = 374 to 424 min/day) decreased on day of calving to 21.4 min/2 h (257 min/day) – without difference between heifers (1st lactation, n = 5) and elder cows (2nd to 6th lactation, n = 25). After calving, the 2 h-values of rumination increased to approximately 46 min/2 h (= 552 min/day) ($p < 0.05$). Until the day before calving, a characteristic daily rhythm of rumination with a peak around 12 noon to 2 pm and a distinct second peak in the evening and in the early

night hours (8 pm to 4 am) was found. A total of 24 from 30 cows (= 80 %) showed a clear reduction in two hourly averaged values of rumination which can be used to predict the beginning of calving. First visible decrease in duration of rumination occurred on average four hours before calving ($p < 0.05$). Similarly, on the basis of 12,592 video-supported analyzed 5-min-values of the behaviour (feeding, lying, standing) a highly significant reduction in the percentage of feed intake from 15.4 % seven hours before to 1.5 % in the hour before calving without difference between cows with different parities and genotypes was found. The mean percentage of feed intake on the basis of all observed hours was 15.6 % per hour. A significant reduction in rumination on average of all cows was demonstrated beginning 2 h before giving birth to calf. Thus, the automatic measurement of rumination can be used for non-invasive prediction of calving.

1 Einleitung

Der Verlauf der Abkalbung ist wichtig für die Vitalität des Kalbes in den ersten Lebenstagen und die Gewährleistung eines ungestörten Puerperiums (MEE 2004; ROFFEIS und KREHL 2011; ENGELS 2012; STEINHÖFEL 2012; MARCHESI et al. 2013). Der genaue Abkalbzeitpunkt ist trotz technischer Hilfsmittel nicht exakt vorherzusagen. Bislang ist es nicht gelungen, sichere Symptome zu finden, die die unmittelbar bevorstehende Geburt auf die Stunde genau ankündigen (BOSTEDT 2003). Östrogenbedingt kommt es zu stärkerer Durchblutung der Gewebe, insbesondere von Euter und Unterbauch, sowie zur Vergrößerung der Scham (STEINHÖFEL 2012). Weitere Anzeichen für die herannahende Geburt, die allerdings nicht bei allen Tieren regelmäßig in dieser Abfolge auftreten, sind nach BERGLUND et al. (1987), BOSTEDT (2003) und WEHREND et al. (2006) Einfallen des Beckenbandes, Füllung von Euter und Zitzen, Schleimfaden aus Schamspalt, leichtes Anheben des Schwanzes, Unruhe (häufiges Hinlegen und Wiederaufstehen) sowie häufiges Absetzen von Kot und Urin unmittelbar vor der Geburt. Außerdem sinkt der Progesterongehalt, der Schleimpfropfen löst sich auf, die Herzfrequenz steigt und die Wasseraufnahme ändert sich (STEINHÖFEL 2012). Der Einsatz technischer Hilfsmittel beschränkt sich bisher im Wesentlichen auf die Videoüberwachung (ENGELS 2012). Daneben werden gegenwärtig zwei technische Lösungen auf dem Markt angeboten. Bei einem System wird ein Sender am Schwanz der Tiere befestigt. Die typischen Schwanzbewegungen vor der Geburt sollen einen Alarm auslösen. Bei dem zweiten, invasiven Messsystem befindet sich der Sender in einer vaginalen Spange, die in der Scheide platziert wird. Bei Beginn der Geburt wird der Sensor durch die Fruchtblase und das darin befindliche Kalb nach außen gedrückt und führt zum Alarm. Beide Systeme haben im Praxistest weitgehend versagt (ANONYM 2014). Etwas bessere Erfahrungen liegen mit der Überwachung der vaginalen Temperatur (System Velphone) vor (ANONYM 2014).

Die Messung der Rumination im peripartalen Zeitraum spielte bislang keine Rolle. Als „Nebeneffekt“ wird lediglich berichtet, dass das Wiederkauen am Tag der Geburt zum Erliegen kommt (ADIN et al. 2009; BREUNIG 2012; SORIANI et al. 2012), da hochtragende Kühe in den Stunden vor dem Abkalben kein Futter aufnehmen. Das Ziel der eigenen Untersuchungen war es, ausgehend von der kontinuierlichen automatischen Messung der Wiederkauaktivität die Zusammenhänge zwischen der Rumination und dem Beginn der Geburt zu

analysieren und die wissenschaftlichen Grundlagen für eine Vorhersage des Abkalbezeitpunkts im Sinne von Precision Dairy Farming zu erarbeiten.

2 Untersuchungsbedingungen und Methoden

Die Untersuchungen wurden in der Lehr- und Forschungsstation Oberer Hardthof des Institutes für Tierzucht und Haustiergenetik durchgeführt. Die 35 Kühe (zumeist Deutsch Holstein schwarzbunt, z.T. rotbunt, wenige Braunvieh- und Angler Rotvieh-Tiere) werden in einem Zweiraum-Tieflaufstall mit Spaltenboden am Fressgitter, einer dick eingestreuten Liegehalle und Auslauf gehalten. Die Fütterung erfolgt als Totale Mischration über Futtermischwagen (Feldgrassilage 28,8 %, Maissilage 55,1 %, Vormischung aus Maisschrot, Melasse, Mineralstoffmischung 16,1 %) morgens zwischen 7:00 und 8:00 Uhr. Am Nachmittag zwischen 17:00 und 18:00 Uhr wird das Futter nachgeschoben. Milchleistungsfutter wird über zwei Kraftfutterstationen leistungsorientiert angeboten. Die mittlere 305-Tage-Milchleistung pro Kuh betrug 9956 kg im Jahr 2012.

Bei 30 hochtragenden Kühen von der 1. bis 6. Laktation (nach der Abkalbung) konnte die Abkalbung überwacht werden. Folgende Daten wurden erhoben: Kuhnummer, Rasse, Laktationsnummer, Besamungsdatum, Abkalbedatum und -uhrzeit, Auffälligkeiten im Puerperium (Behandlungen wegen Puerperalstörungen, Stoffwechselstörungen und in einem Fall wegen einer akuten Mastitits) sowie tägliche Wiederkaudauer in den acht Tagen vor dem Abkalbetermin bis sieben Tage nach Abkalbung. Für die Analyse zur täglichen Ruminationsdauer im peripartalen Zeitraum wurden Kühe mit den Laktationsnummern 1 (Jungkühe) sowie 2 bis 6 (Altkühe) zu zwei Gruppen zusammengefasst. Die etwa 15 m² große eingestreute Abkalbebox wurde mittels Infrarot-Videokamera (VK-13168/12 V) und Infrarot-Scheinwerfer IRK-40/950 lückenlos videoüberwacht, um den Abkalbezeitpunkt für jede Kuh zu bestimmen. Die Aufzeichnungen erfolgten mit einem Langzeit-Videorecorder (Samsung SVR-960 PRT). Auf der Grundlage der Videoaufzeichnungen, die längstens 48 h vor der Geburt des Kalbes zurückreichten, erfolgten die Verhaltensauswertungen. Im Intervall von 5 min wurde registriert, ob die Kuh stand, lag oder fraß. Als Fressen wurde definiert, wenn die Kuh sich mit gesenktem Kopf im Fressgitter befand, da Kaubewegungen nicht detailliert auf dem Videoband zu erkennen waren. Als Zeitpunkt der Kalbung wurde die Uhrzeit definiert, in der das Kalb vollständig ausgetrieben wurde. Die Stunde vor der Kalbung (Stunde -1) endete definitionsgemäß 5 min vor der Austreibung des Neugeborenen. Die 5-min-Werte der Verhaltensparameter Liegen, Stehen und Fressen wurden zu Stundenwerten zusammengefasst und als Prozentwerte dargestellt (20 % Liegen bedeutet nach dieser Definition, dass in 20 % der 12 Beobachtungswerte im 5-min-Intervall die Kuh lag).

Für die Messung der Wiederkaudauer (= Rumination) stand das automatische System Ruminact™ (milcline, I) zur Verfügung. Dabei erfasst ein akustischer Sensor (Mikrofon) am Halsband die für das Wiederkauen typischen Geräusche (REITH und HOY 2012; HOY 2014). Die Daten werden in einem Halsband-Sensor mit Bezug zur Originalzeit im 2-Stunden-Takt gespeichert. Über der Tränke in der Abkalbebox befand sich die Empfangsantenne und bei jeder Annäherung an die Tränke wurden die 2-h-Werte des Wiederkauens ausgelesen und an die Basisstation übertragen. In einer neueren Long-Distance-Version können mit einer unter dem Stalldach installierten Antenne ständig die Daten zur Rumination abgerufen

werden. Jeden Tag wurden die Daten aus dem Computer ausgelesen und ausgewertet. Aus den 2-Stunden-Werten wurden Tagesmittelwerte für die weitere Auswertung berechnet.

Die statistische Bearbeitung der Ruminationsdaten fand mit dem Programmpaket SPSS 20.0 (IBM, USA) statt. Zunächst wurde eine deskriptive Statistik für alle Variablen erstellt. Die tägliche Wiederkauzeit ist ein normalverteilter Parameter (REITH und HOY 2012). Der Abkalbungstag wurde als Tag 0 definiert, die Tage davor wurden mit -8 bis -1, die Tage danach mit 1 bis 7 gekennzeichnet. Im ersten Analyseschritt wurde der Tagesgang des Wiederkauens im Mittel der Tage -8 bis -2 vor der Abkalbung berechnet – analog der Vorgehensweise bei laktierenden Kühen in derselben Herde (HOY 2014). Es wurde kontrolliert, ob die jeweilige Kuh in den sieben Tagen (-8 bis -2) vor der Kalbung einen regelmäßigen Tagesgang des Wiederkauens aufwies und ob der Tagesrhythmus am Tag -1 und am Kalbetag davon abwich. Ausgehend vom Zeitpunkt der Geburt des Kalbes wurden retrospektiv die 2-h-Werte der 24 Stunden vor der Abkalbung jeder Kuh der Originalzeit zugeordnet (Mittelwert Stunden 1 und 2 vor Abkalbung, 3 und 4 vor Abkalbung, 5 und 6 vor Abkalbung usw.) und den jeweiligen Stundenwerten der Tagesrhythmik außerhalb des Tages der Kalbung gegenübergestellt. Diese Werte mussten für jede Kuh individuell bestimmt werden, da die Kalbetermine der analysierten 30 Kühe zwischen 1:00 Uhr morgens und 23:00 Uhr abends lagen. Diese retrospektive Analyse berücksichtigte somit jeweils die individuelle Tagesrhythmik jeder Kuh. Die Differenzen im Tagesrhythmus zwischen den einzelnen 2-h-Werten wurden mit dem multiplen Student-Newman-Keuls-Test auf Signifikanz geprüft. Zur Prüfung der Unterschiede zwischen den 2-h-Werten am Tag der Kalbung und den entsprechenden 2-h-Werten des basalen Tagesganges im Mittel der Tage -8 bis -2 kamen gepaarte Mittelwertvergleiche zur Anwendung. Differenzen mit $p < 0,05$ waren signifikant.

3 Ergebnisse

3.1 Wiederkaudauer im peripartalen Zeitraum

Bei den 30 Kühen lagen bis zum zweiten Tag vor der Abkalbung die 2-h-Mittelwerte sehr einheitlich zwischen 31,2 und 35,3 min pro 2 Std. mit einer leichten Absenkung der Werte, je näher der Abkalbetag heranrückte (Abb. 1). Die tägliche Wiederkaudauer betrug danach 374 bis 424 min. Am Tag vor der Kalbung reduzierte sich die Rumination nochmals leicht auf 30,7 min/2 h bzw. 368 min/d. Am Tag der Geburt des Kalbes war dann die Rumination signifikant gegenüber allen anderen Tagen vor und nach der Abkalbung vermindert – unabhängig davon, zu welcher Uhrzeit am Tag 0 die Kalbung stattfand. Am Abkalbetag betrug die Wiederkauaktivität 21,4 min pro 2 h. Hochgerechnet auf den Kalbetag lag der Tagesmittelwert bei 257 min. Nach der Geburt des Kalbes stiegen die 2-h-Werte der Wiederkauaktivität über einen Wert von 33,0 min/2 h am Tag nach der Abkalbung auf ein Niveau von etwa 46 min/2 h (= 552 min/Tag) an ($p < 0,05$). Zwischen den Jungkühen (1. Laktation, $n = 5$) und den Altkühen (2. bis 6. Laktation, $n = 25$) und zwischen den Genotypen bestanden keine Unterschiede in der Wiederkaudauer im peripartalen Zeitraum ($p > 0,05$). Sowohl bei den Erstkalbinnen als auch bei den Altkühen und auch bei allen Kühen verschiedener Genotypen sank am Abkalbetag die Wiederkaudauer im Mittel von 2 h in beiden Kategorien auf nahezu denselben Wert (Erstkalbinnen = 21,2 min; Altkühe = 21,4 min), um an den Folgetagen in sehr ähnlicher Weise anzusteigen – auf den etwas höheren Wert bei den

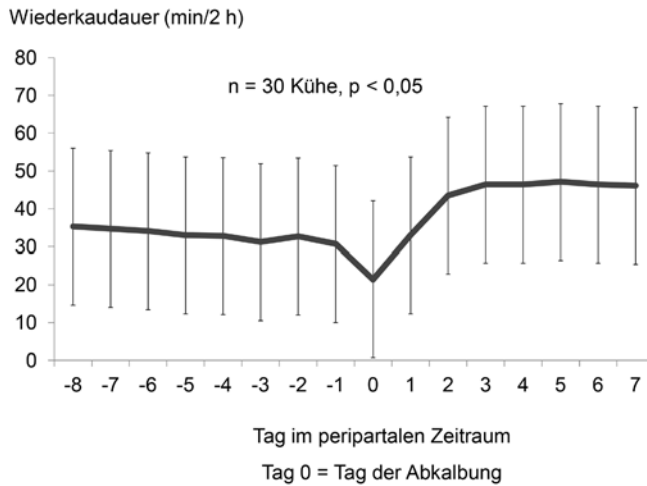


Abb. 1: Mittelwerte und Standardabweichungen der Wiederkaudauer (pro 2 h) bei Kühen im peripartalen Zeitraum (acht Tage vor bis sieben Tage nach der Abkalbung)

Fig. 1: Means and standard deviations of duration of rumination (per 2 h) in cows in the peripartur period (eight days before until seven days after calving)

Altkühen (im Mittel der sieben Tage nach der Abkalbung = 44,7 min/2 h) im Vergleich zu den Jungkühen (= 41,0 min/2 h). Bei 24 von 30 Kühen (= 80 %) war die Abkalbung durch eine deutlich veränderte Wiederkaudauer vorherzusagen.

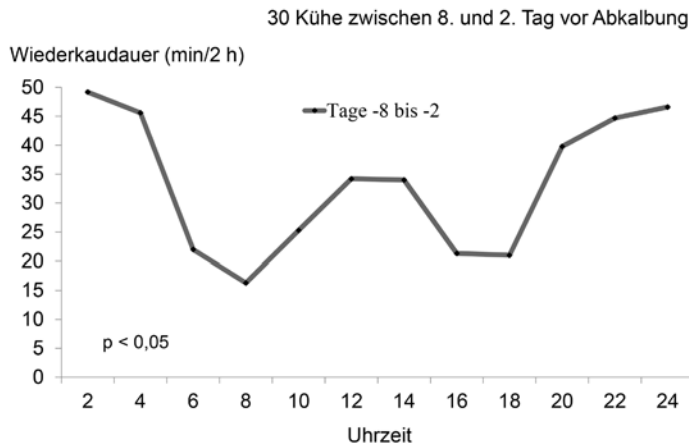
3.2 Tagesrhythmus der Wiederkaudauer vor der Kalbung

Um Abweichungen in der Rumination vor dem voraussichtlichen Zeitpunkt der Kalbung erkennen zu können, ist der Vergleich der jeweiligen aktuellen 2-h-Werte am voraussichtlichen Abkalbetag mit dem Tagesrhythmus des Wiederkauens an den Vortagen erforderlich. Somit wurde die Tagesrhythmik der Rumination für die Tage -8 bis -2 vor der Geburt des Kalbes als Basiswert berechnet. Wie zu erwarten war, stand das Wiederkauen im Zusammenhang mit der Futteraufnahme und folgte zeitversetzt dem Fressen. Ein Anstieg der Ruminationsdauer nach der morgendlichen Fütterung auf Werte zwischen 34,0 und 34,2 min/2 h zwischen 12:00 und 14:00 Uhr und eine deutlich stärkere Zunahme der Wiederkaudauer am Abend bzw. in den frühen Nachtstunden (20 bis 4 Uhr), gefolgt von einem starken Rückgang bis 8:00 Uhr (auf einen 2-h-Mittelwert von 16,3 min/2 h) war deutlich zu erkennen (Abb. 2). Nahezu alle 2-h-Werte waren signifikant voneinander verschieden.

3.3 Wiederkaudauer 24 Stunden vor der Abkalbung

Die Abkalbungen fanden zu sehr unterschiedlichen Tageszeiten statt. Somit konnte der Tagesrhythmus des Wiederkauens nicht zum statistischen Vergleich der individuellen Auslenkung der Wiederkauaktivität am Tag der Kalbung herangezogen werden, da die Veränderungen unmittelbar vor der Geburt des Kalbes durch den Tagesgang überlagert wurden.

Daher wurden die 2-h-Werte unter Bezugnahme auf den Zeitpunkt der Kalbung (-2 h, -4 h, -6 h bis -24 h) rückwirkend für alle 30 Kühe gemittelt und mit den entsprechenden



n = 201 bis 205 Datensätze je 2-h-Wert, einzelne Fehlwerte technisch bedingt

Abb. 2: Tagesrhythmus der Wiederkaudauer (pro 2 h) an den Tagen -8 bis -2 vor der Abkalbung
 Fig. 2: Daily rhythm of duration of rumination (per 2 h) on the days -8 to -2 before calving

Werten des Tagesganges außerhalb der Abkalbung (Tage -8 bis -2) verglichen. Wenn z.B. eine Kuh um 8:00 Uhr abkalbte, wurden die 2-h-Werte um 6:00 bis 8:00 Uhr, 4:00 bis 6:00 Uhr, 2:00 bis 4:00 Uhr usw. mit den entsprechenden Uhrzeiten – gemittelt über den Zeitraum -8 bis -2 Tage – verglichen. Kalbte eine Kuh um 20:00 Uhr gingen die Werte 18:00 bis 20:00 Uhr, 16:00 bis 18:00 Uhr, 14:00 bis 16:00 Uhr usw. in die Auswertung ein – im Vergleich mit den entsprechenden Werten des 7-tägigen Zeitraumes vor der Kalbung. Die 2-h-Mittelwerte für beide Ruminationswerte (Basalwerte vs. Werte an den Tagen -1 und 0) werden in Abbildung 3 grafisch dargestellt. Daran ist zu erkennen, dass es bis zehn Stunden vor der Geburt des Kalbes keine nennenswerte Abweichung der aktuellen Wiederkaudauer von den Basalwerten gab. Eine erste Auslenkung der zweistündlich gemittelten Wiederkaudauer trat im Durchschnitt acht bis sechs Stunden vor der Kalbung auf. Eine deutliche Verminderung der Wiederkaudauer im Mittel aller Kühe war dann ab durchschnittlich 4 h vor der Geburt des Kalbes festzustellen. Der Basalwert für das 2-Stunden-Intervall 4–2 h vor der Kalbung lag bei 35,6 min/2 h, der aktuelle Wert im Kalbezeitraum (4 bis 2 h vor Kalbung) dagegen bei 18,2 min/2 h ($p < 0,05$). Der Referenzwert für die zwei Stunden um die Kalbung betrug 35,1 min/2 h, der Wert unmittelbar vor der Geburt des Kalbes nur 6,0 min/2 h ($p < 0,05$) (Abb. 3).

3.4 Verhalten in den Stunden vor der Abkalbung

Die im Intervall von 5 min längstens 48 h vor der Abkalbung bis unmittelbar zur Geburt des Kalbes erfassten Verhaltensparameter Liegen, Stehen und Fressen wurden zu Stundenwerten zusammengefasst und repräsentieren den Prozentsatz des Auftretens der jeweiligen Kenngröße in Zuordnung zum peripartalen Zeitraum. Auf der Basis von 12592 5-min-Werten betrug der Anteil des Liegens 44,2 %, des Stehens 40,2 % und des Fressens 15,6 %, d.h., in 44,2 % aller Beobachtungswerte wurde die jeweilige Kuh liegend angetroffen, zu

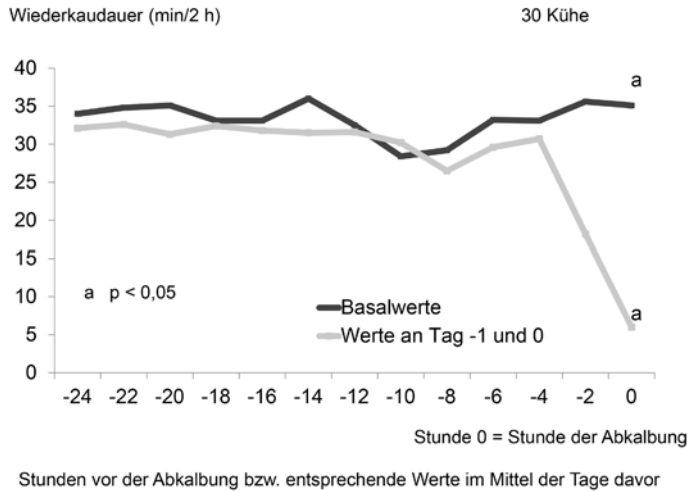


Abb. 3: 2-h-Werte der Rumination in den letzten 24 Stunden vor der Kalbung (Tage -1 und 0) im Vergleich zu den jeweils zeitgleich gemittelten 2-h-Werten im Zeitraum von acht bis zwei Tagen vor Kalbung (Basalwerte)

Fig. 3: 2 h-values of rumination in the last 24 hours before calving (days -1 und 0) compared to 2 h-means at the same time in the period -8 to -2 d before calving (basis values)

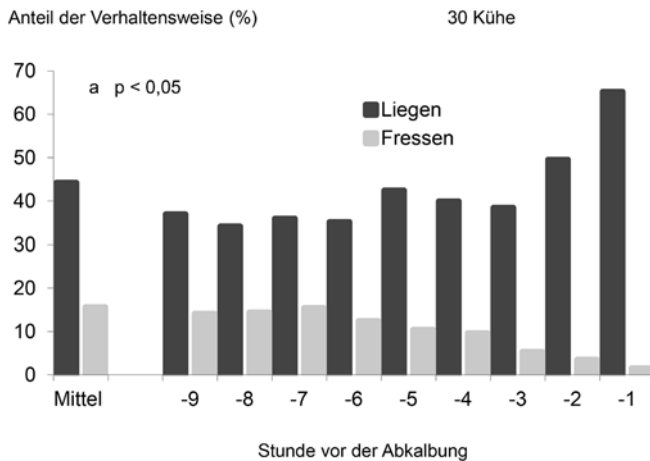


Abb. 4: Häufigkeit der Verhaltensweisen Liegen und Fressen (Basis: 12 x 5-min-Werte pro Stunde mit dem jeweiligen Verhaltensereignis) im Mittel von maximal 48 h vor der Kalbung und in den 9 h vor der Kalbung

Fig. 4: Frequency of behavioural patterns lying and feeding (basics: 12 x 5-min-values per hour with the respective behaviour) on average of 48 h in maximum before calving and in the 9 h before calving

15,6 % befand sie sich im Fressgitter (= Fressen) und zu 40,2 % stand sie zum betreffenden Zeitpunkt in der Bucht, wobei das „Stehen“ auch andere Verhaltensweisen subsumiert (z.B. Körperpflege). Mit herannahender Geburt, besonders deutlich in den letzten beiden Stunden vor der Kalbung, nahm der prozentuale Anteil des Liegens hochsignifikant zu. In der zweiten Stunde vor der Geburt des Kalbes betrug dieser Anteil 49,5 % (pro Stunde) und in der Stunde vor der Kalbung lagen die Kühe im Mittel sogar in 65,2 % aller 5-min-Werte (Abb. 4). Umgekehrt verringerte sich hochsignifikant der Anteil des Fressens pro Stunde, je näher die Abkalbung heranrückte – beginnend 6 h vor der Geburt des Kalbes. In den letzten beiden Stunden vor der Kalbung betrug der Anteil des Fressens nur noch 3,5 bzw. 1,5 %/h (Abb. 4). Das „Fressen“ in der vorliegenden Definition ist nicht gleichzusetzen mit Futteraufnahme, da eine Futtermengenerfassung in der Abkalbebucht technisch sehr aufwendig ist und Wiegetröge voraussetzt. Der wie beschrieben erfasste Parameter repräsentiert jedoch sicher den biologischen Sachverhalt, dass hochtragende Kühe vor der Abkalbung die Futteraufnahme deutlich reduzieren.

3.5 Prognose des Abkalbebeginns auf Basis der Wiederkauwerte

Die Prognose des Kalbebeginns ist möglich durch den Vergleich der Grundschwingung des Tagesrhythmus der Rumination in der Trockenstehperiode (im vorliegenden Fall durch den Mittelwert der Tage -8 bis -2 vor der Kalbung) mit den aktuellen 2-h-Werten des Wiederkauens. In der Abbildung 5 wird beispielhaft für eine Kuh mit Kalbezeitpunkt gegen 20:00 Uhr die Basalkurve der Tagesrhythmik der zweistündlich gemittelten Rumination im Zeitraum acht bis zwei Tage vor Geburt des Kalbes der Dynamik der Wiederkaudauer am Tag vor sowie am Tag der Abkalbung grafisch gegenübergestellt. Dabei ist der ähnliche

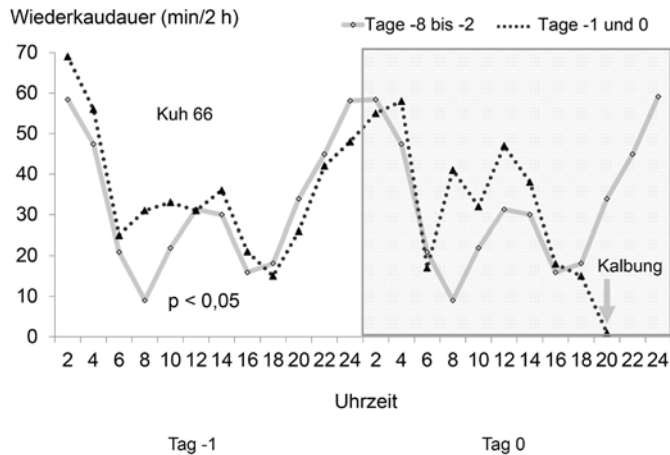


Abb. 5: Tagesrhythmus der Rumination (pro 2 h) an den Tagen -8 bis -2 als Basalwert (zweimal hintereinander dargestellt), am Tag vor und am Tag der Kalbung für eine Kuh mit Kalbung um 20:00 Uhr

Fig. 5: Daily rhythm of rumination (per 2 h) during the days -8 to -2 as basis values (twice consecutive), on day before and on day of calving for a cow with calving at 8 p.m.

mittlere Tagesgang der Rumination zum Gesamtmittel außerhalb des abkalbenahen Zeitraumes zu erkennen (Abb. 2). Die Kuh mit Kalbung gegen 20:00 Uhr wies auch am Abkalbetag noch weitgehend dieselbe Tagesschwankung der Rumination wie an den Vortagen (Zeitraum eine Woche vor der Kalbung) auf. Erst ab ca. 18:00 Uhr, also etwa 2 h vor der Geburt des Kalbes fielen die Zweistundenwerte für die Rumination deutlich gegenüber den Grundwerten der Tage davor ab. Auf dem Computer-Bildschirm der verwendeten Ruminact™-Version ist dieser Rückgang der zweistündlichen Ruminationsdauer deutlich zu erkennen, ebenso der rasche Anstieg auf ein höheres Wiederkau-Niveau als vor der Kalbung (Abb. 6).

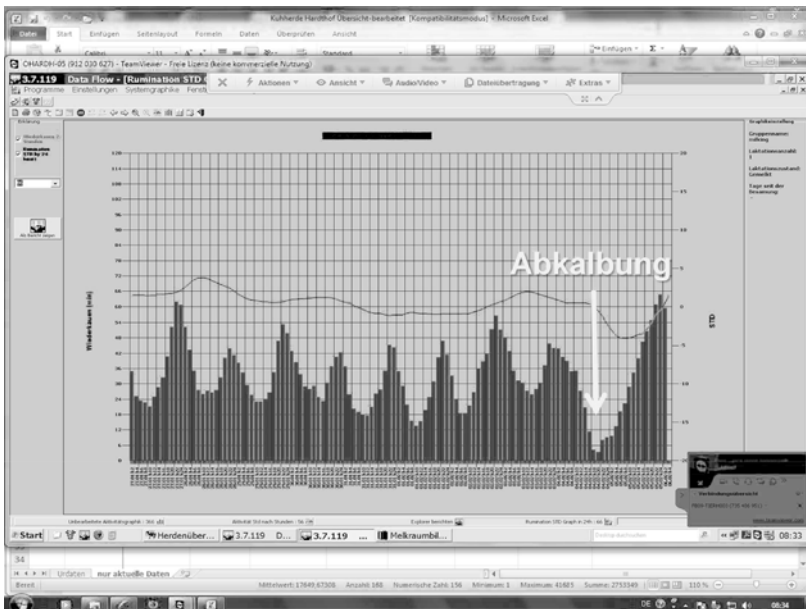


Abb. 6: Screenshot zur Dynamik der 2-h-Werte der Rumination (rote Säulen) einer Kuh im peripartalen Zeitraum

Fig. 6: Screenshot on dynamics of 2 h-values of rumination (red columns) of a cow during peripartal period

4 Schlussfolgerungen

Mittels der automatisch gemessenen Rumination kann kontinuierlich der präpartale Zeitraum kontrolliert und eine Prognose zum Beginn der Abkalbung bei mindestens 80 % der Kühe gegeben werden, die einen charakteristischen Rückgang der Wiederkaudauer zeigen. Die Verringerung der Wiederkaudauer ist besonders deutlich ab vier Stunden vor der Geburt des Kalbes zu erkennen.

Literatur

- Anonym (2014): Was taugen Abkalbemelder? top agrar 4, R 32-R 34
- Adin, G.; Solomon, R.; Nikbachat, M.; Zenou, A.; Yosef, E.; Brosh, A.; Shabtay, A.; Mabjeesh, S.J.; Halachmi I.; Miron, J. (2009): Effect of feeding cows in early lactation with diets differing in roughage-neutral detergent fiber content on intake behavior, rumination, and milk production. *Journal of Dairy Science* 92, pp. 3364-3373
- Berglund, B.; Philipsson, J.; Danell, O. (1987): External signs of preparation for calving and course of parturition in Swedish dairy cattle breeds. *Animal Reproduction Science* 15, pp. 61-79
- Bostedt, H. (2003): Fruchtbarkeitsmanagement beim Rind. 4. Aufl., Frankfurt, DLG-Verlag
- Breunig, T (2012): Harnessing the power of rumination. *Progressive Dairyman* 14, pp. 87-88
- Engels, H. (2012): Die Stallkamera als professioneller Helfer. *Milchrind* 2, S. 48-50
- Hoy, St (2014): Untersuchungen zu Faktoren mit Einfluss auf die automatisch gemessene Wiederkaudauer bei Kühen. *Züchtungskunde* 86, S. 191-199
- Marchesi, G.; Leonardi, S.; Tangorra, F.; Calcante, A.; Beretta, E.; Pofcher, E.; Lazzari, M. (2013): Evaluation of an electronic system for automatic calving detection on a dairy farm. *Animal Production Science* 53, pp. 1112-1114
- Mee, J.F. (2004): Managing the dairy cow at calving time. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice* 20, pp. 521-546
- Reith, S.; Hoy, St. (2012): Relationship between daily rumination time and estrus of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95 (11), pp. 6416-6420
- Roffeis, M.; Krehl, I. (2011): Ursachen und Folgen von Geburtsproblemen bei Milchkühen. www.portal-rind.de/index.php?name=News&file=article&sid=161, Zugriff am 22.8.14
- Soriani, N.; Trevisi, E.; Calamari, L. (2012): Relationship between rumination time, metabolic conditions and health status in dairy cows during the transition period. *Journal of Animal Science* 90, pp. 4544-4554
- Steinhöfel, I. (2012): Die Geburt des Kalbes. *DLG-Merkblatt* 374
- Wehrend, A.; Hofmann, E.; Failing, K.; Bostedt, H. (2006): Behaviour during the first stage of labor in cattle: Influence of parity and dystocia. *Applied Animal Behaviour Science* 100, pp. 164-170

Danksagung

Carmen Weirich wird sehr herzlich für die Unterstützung bei der Datenerfassung gedankt.

Ethologische Untersuchungen im Melkstand – ein Vergleich zwischen Gruppen- und Einzelmelkständen

Ethological Studies in the Milking Parlour – a Comparison of Group and Individual Parlours

PASCAL SAVARY, OPHÉLIA WEBER, THOMAS RICHTER

Zusammenfassung

Verhaltensänderungen von Milchkühen können Hinweise auf melk- oder haltungstechnische Mängel in Melkständen geben. Damit diese gezielt für Diagnostikzwecke eingesetzt werden können, muss zunächst abgeklärt werden, inwieweit sich Gruppen- von Einzelmelkständen diesbezüglich unterscheiden.

Auf zwölf ausgewählten Milchviehbetrieben wurde deshalb während einer Abend- und einer Morgenmelkung das Verhalten von Fokusstieren mittels Videoaufzeichnung analysiert. Die Auswertung der Verhaltensparameter Fuß-Heben und Trippeln erfolgte in den drei Phasen Warten im Melkstand, Anrüsten und Melken. Zudem wurden die Dauer des Eintretens in den Melkstand und die Häufigkeit des Melkzeug-Schlagens während des Melkens analysiert.

Kühe betreten Gruppenmelkstände schneller als Einzelmelkstände. Die Parameter Fuß-Heben und Trippeln wurden über alle Phasen vermehrt in den Gruppenmelkständen und bei den Abendmelkungen beobachtet. Hingegen schlugen Kühe das Melkzeug in Einzelmelkständen am häufigsten.

Die oben genannten Verhaltensmerkmale traten aber insgesamt selten auf. Es ist somit zu erwarten, dass sich das Verhalten bei akuten Melkproblemen deutlich ändert und somit gut als Indikator verwendet werden kann.

Summary

Behavioural changes in dairy cows can point to deficiencies in milking machine or husbandry in milking parlours. In order that these changes may be used specifically for diagnostic purposes, we must first clarify the extent to which group parlours differ from individual parlours in this respect.

To this end, the behaviour of focus animals was analysed by means of a videorecording during one evening and one morning milking session on twelve selected dairy farms. The behavioural parameters 'foot-lifting' and 'stepping' were analysed in three stages: waiting in the milking parlour, udder stimulation, and milking. Also analysed were the time it took to enter the milking parlour and the frequency with which the cluster was knocked during milking.

Cows entered group milking parlours more readily than individual parlours. The parameters 'foot-lifting' and 'stepping' were observed repeatedly across all stages in the group

milking parlours and during evening milking. By contrast, cows knocked the milking cluster more frequently in individual parlours.

On the whole, however, the above-mentioned behavioural traits were uncommon. It is thus to be expected that the cows' behaviour changes significantly in the event of acute milking problems, and can therefore be used reliably as an indicator.

1 Einleitung

Melkprobleme gehen häufig mit einer Verschlechterung der Eutergesundheit einher. Die Ursachen dafür sind meistens multifaktoriell, und die Diagnose stellt eine große Herausforderung dar. Dabei können Faktoren wie melktechnische Mängel, Platzmangel im Melkstand oder elektrische Immissionen akuten Stress verursachen und somit das Wohlbefinden der Kühe stark einschränken. Es ist zu erwarten, dass neben einem negativen Einfluss auf die Eutergesundheit sich auch das Verhalten der Kühe beim Melken ändert. Ethologische Parameter könnten somit auf Melkprobleme, die von den oben genannten Faktoren verursacht werden, hinweisen.

Bisherige Untersuchungen zum Verhalten von Milchkühen beim Melken fanden im Autotandem-Melkstand oder im Melkroboter statt (HOPSTER et al. 2002; WENZEL et al. 2003; GYGAX et al. 2008; KAÜKE et al. 2008). In beiden Melkverfahren werden die Kühe einzeln in einer Box gemolken. In Fischgräten- oder Side-by-Side-Melkständen stehen sie hingegen als Gruppe. Haltungstechnisch stellen diese beiden Melkstandtypen andere Anforderungen an das Tier, was sich auf deren Verhalten auswirken kann. Damit ethologische Parameter zur Analyse von Melkproblemen eingesetzt werden können, muss geklärt werden, ob sich Gruppen- und Einzelmelkstände in Bezug auf das Verhalten der Kühe wesentlich voneinander unterscheiden.

2 Tiere, Material und Methode

2.1 Betriebe und Versuchsplanung

Die Untersuchung fand von August bis Oktober 2009 auf 12 Milchviehbetrieben in der deutschen und französischen Schweiz statt. Die ausgewählten Betriebe mussten folgende Anforderungen erfüllen: keine ersichtlichen Probleme während des Melkens, durchschnittlich weniger als 200 000 somatische Zellen pro Milliliter Milch und ein Melkstand im Alter von maximal zehn Jahren. Die Melkstände waren vom Typ Autotandem (Einzelmelkstand; n = 6) und Fischgrät 30° (Gruppenmelkstand; n = 6). Zur Standardisierung der melktechnischen Faktoren wie Vakuumhöhe, Pulsationseinstellung oder Melkzeugtyp sind nur Betriebe mit Melkständen der zwei Hauptmelkmaschinenhersteller DeLaval (Tumba, Schweden) und GEA Farm Technologies (Bönen, Deutschland) berücksichtigt worden. Die Rassen Holstein, Braun Swiss und Fleckvieh waren jeweils bei mindestens zwei Betrieben in dieser Studie vertreten. Tabelle 1 stellt die allgemeinen Angaben zu den Betrieben dar.

Tab. 1: Durchschnittliche, minimale und maximale Melkstands- und Herdengröße
 Tab. 1: Mean, minimal and maximal size of the milking parlour and herd

Melkstandtyp Type of milking parlour	Anzahl Melkplätze Number of milking place n	Fläche pro Melkplatz Surface per milking place m ²	Herdengröße Herd size n
Einzel/Single	6 (6–6)	2.1 (2.0–2.3)	33 (26–40)
Gruppe/Group	7 (5–8)	1.7 (1.3–1.8)	30 (20–41)

2.2 Datenerhebung und Auswertung

Die Aufzeichnung im Melkstand fand mithilfe von zwei Videokameras statt. Zur Erfassung der Dauer des Eintretens in den Melkstand filmte eine Kamera einen der beiden Eingänge. In den Einzelmelkständen wurde die Zeit zwischen der Öffnung des Anrechtstors und dem ersten Schritt eines Vorderbeins der Kuh durch das Tor erfasst. In den Gruppenmelkständen wurde, sobald eine Kuh den Melkstand ganz betreten hatte, die Dauer berechnet, bis die nächste Kuh einen Fuss in den Melkstand gesetzt hat. Die zweite Kamera war so positioniert, dass die Hinterbeine von zwei bis drei Melkplätzen gut sichtbar waren. Die Videoaufnahmen fanden während je einer Abend- und der darauffolgenden Morgenmelkung statt.

Die Analyse des Verhaltens wurde mit Fokustieren durchgeführt. Nur die Kühe, welche die gefilmten Melkplätze jeweils am Abend und am Morgen ausgesucht hatten, wurden in der Auswertung berücksichtigt. Daher variiert die Anzahl Fokustiere pro Betrieb zwischen sechs und vierzehn Kühen.

Das Verhalten im Melkstand wurde kontinuierlich ausgewertet. Dabei fand eine Unterteilung des Melkvorgangs in drei Phasen statt: Warten, Anrücken und Melken. Die Phase Warten ist die Dauer des Eintreffens der Kuh an ihrem Melkplatz bis zur ersten Berührung am Euter durch den Melker. Ab diesem Moment wird die Kuh angerüstet. In dieser Phase führt der Melker folgende Arbeiten durch: Vormelken in einen Becher, Zitzen-Reinigen und Melkzeug-Ansetzen. Die Phase Melken ist die Zeit zwischen dem Ansetzen des letzten Melkbeckers und der Abnahme des Melkzeugs. Während dieser Phase wurde bei jeder Fokuskuh gezählt, wie oft sie mit den Hinterbeinen einen Fuss hebt, trippelt und das Melkzeug schlägt. Das Melkzeug-Schlagen fand nur in der Phase Melken statt. Die Definitionen dieser ethologischen Parameter sind in der Tabelle 2 aufgelistet. Aufgrund der Milchleistung oder der Genetik kann die Dauer der Phase Melken von Kuh zu Kuh stark variieren. Deshalb wurde zur Vergleichbarkeit die Häufigkeit des Auftretens der beschriebenen Parameter in eine Frequenz pro Minute umgerechnet. Für die Phasen Warten und Anrücken wurde die Anzahl pro Melkung aufsummiert.

Tab. 2: Ethogramm der untersuchten Parameter

Tab. 2: Ethogram of the analysed parameter

Parameter	Definition
Fußheben/Foot lifting	Anheben eines Fußes, wobei der Fuß kurzzeitig keine Berührung mit dem Boden hat.
Trippeln/Stepping	Rascher Wechsel von einem Hinterbein auf das andere, wobei der Fuß den Kontakt mit dem Boden verliert.
Melkzeug-Schlagen/Kicking	Zielgerichtetes Schlagen des Hinterbeins in Richtung des Melkzeugs, wobei das Melkzeug nicht abgeschlagen wird.

Ferner wurden die Parameter Schwanz-Schlagen, Schwanz-Einklemmen, Wippen (Hin- und Herbewegung des Hinterteils), Koten und Harnen beobachtet. Diese traten aber selten auf und wurden deswegen in der Auswertung nicht berücksichtigt.

2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit generalisierten linearen Gemischteffekte-Modellen. Erklärende Variablen waren die Melkstandstypen (Einzel- und Gruppenmelkstand) und die Melkzeiten (Abend- und Morgenmelkung). Die zufälligen Effekte waren die Fokusstiere, geschachtet in den Betrieben und die Melkstandstypen. Zur Überprüfung der Modellannahmen wurde eine grafische Residuenanalyse durchgeführt. Damit die Annahmen der statistischen Modelle erfüllt waren, mussten die untersuchten Parameter teilweise wurzeltransformiert (Fuß-Heben, Melkzeug-Schlagen) oder unter Berücksichtigung anderer Verteilungsfamilien (Poissonverteilung beim Trippeln in der Phase Melken) ausgewertet werden.

3 Resultate

Kühe in Gruppenmelkständen betraten am schnellsten den Melkstand ($F_{1,10} = 11.41$; $p = 0.007$). Während die Dauer des Eintretens in die Einzelmelkstände durchschnittlich mehr als 20 sek betrug, dauerte es in Gruppenmelkständen halb so lang, bis eine Kuh ein Vorderbein durch das Tor stellte (Tab. 3). Ein signifikanter Unterschied zwischen Abend- und Morgenmelkungen konnte zwar nicht festgestellt werden ($F_{1,430} = 0.66$; $p = 0.419$), die Zeitspanne des Betretens war aber bei beiden Melkstandstypen morgens etwas länger als abends.

In der Phase Warten hoben die Kühe in Gruppenmelkständen häufiger einen Hinterfuß ($F_{1,102} = 6.01$; $p = 0.016$; Tab. 3). Zwischen den Melkzeiten konnten zwar keine statistisch gesicherten Unterschiede festgestellt werden ($F_{1,103} = 0.52$; $p = 0.470$), während der Abendmelkungen wurde jedoch diese Verhaltensweise häufiger beobachtet. Auch in der Phase Anrücken zeigten Kühe abends häufiger das Verhalten Fuß-Heben als morgens. Allerdings war dieser Unterschied zwischen den Melkzeiten am größten in den Gruppenmelkstandsbetrieben (Tab. 3). Eine signifikante Interaktion zwischen Melkstandstypen und Melkzeiten wurde festgestellt ($F_{1,102} = 5.11$; $p = 0.026$). Das Trippeln kam in beiden oben genannten Phasen kaum vor und konnte deshalb statistisch nicht ausgewertet werden.

In Tabelle 3 ist ersichtlich, dass die Kühe in Gruppenmelkständen während des Melkens häufiger ein Hinterbein hoben. Diese Differenz war allerdings nicht signifikant ($F_{1,102} = 0.41$; $p = 0.524$). Hingegen konnte ein statistisch gesicherter Unterschied zwischen den Abend- und Morgenmelkungen festgestellt werden ($F_{1,103} = 22.96$; $p < 0.001$). Morgens waren die Kühe „ruhiger“ und hoben ein Hinterbein seltener. Das Trippeln unterschied sich weder zwischen den Melkstandtypen ($t_{102} = 0.05$; $p = 0.818$) noch zwischen den Melkzeiten ($t_{103} = 0.26$; $p = 0.610$). Trippeln trat deutlich seltener auf als Fuß-Heben (Tab. 3). Auch die Häufigkeit des Melkzeug-Schlagens war geringer als jene des Fuß-Hebens, dennoch konnte zwischen den Melkstandtypen ($F_{1,102} = 5.48$; $p = 0.021$) und den Melkzeiten ($F_{1,103} = 34.05$; $p < 0.001$) ein statistisch gesicherter Unterschied festgestellt werden.

Tab. 3: Mittelwerte und Standardfehler der untersuchten Verhaltensparameter in Abhängigkeit von Melkstandstypen und Melkzeiten

Tab. 3: Average values and standard errors in behavioural patterns in relation to the type of milking parlour and milking time

Phasen	Parameter	Melkstandtyp / Type of milking parlour			
		einzel / individual		Gruppen / Group	
		Abend Evening	Morgen Morning	Abend Evening	Morgen Morning
Eintreten Enter	Dauer [sec] Duration	22 (±4)	26 (±5)	10 (±2)	13 (±3)
Warten Waiting	Fuß-Heben [n] Foot lifting	1.79 (±0.85)	0.90 (±0.20)	2.81 (±0.95)	2.64 (±0.85)
Anrücken Stimulation	Fuß-Heben [n] Foot lifting	2.22 (±0.27)	1.94 (±0.36)	2.74 (±0.70)	1.49 (±0.42)
Melken Milking	Fuß-Heben [n/min] Foot lifting	1.48 (±0.24)	0.92 (±0.09)	1.65 (±0.27)	1.10 (±0.21)
	Trippeln [n/min] Stepping	0.06 (±0.03)	0.07 (±0.04)	0.12 (±0.06)	0.09 (±0.04)
	Melkzeug-Schlagen [n/min] Kicking	0.25 (±0.09)	0.05 (±0.02)	0.10 (±0.04)	0.01 (±0.01)

4 Diskussion

Nach PRESCOTT et al. (1998) ist die Motivation von Kühen, gemolken zu werden, relativ schwach. Frühere Studien zeigten, dass Kühe mit höheren Milchleistungen oder mit einem höheren Rang den Melkstand schneller betreten (RATHORE 1982; REINHARDT 1973). Genaue Angaben zur Dauer des Eintretens der Kühe machten die Autoren allerdings nicht. In der Untersuchung von ARNOLD et al. (2007) hatten Färsen eine durchschnittliche Reaktionszeit zwischen zwei und drei Sekunden nach dem Öffnen des Tores eines Laufgangs. Die Tiere mussten durch den Gang bis zu einem Trog mit Kraftfutter gehen. In Einzelmelkständen hatten die Kühe ohne Lockfutter mit bis zu 26 sek eine deutlich längere Reaktionszeit. Dies weist auf ihre schwache Motivation hin, den Melkstand zu betreten beziehungsweise gemolken zu werden. Die Gruppenmelkstände hatten hingegen keine Anrechtstore. Somit war bereits eine Kuh im Melkstand, bevor der Gruppenwechsel stattfand. Sobald sich die gemolkenen Kühe in Bewegung setzten, traten die folgenden Kühe mit durchschnittlich zehn bis 13 sek deutlich schneller in den Melkstand ein. Aufgrund der kleineren Melkplatzfläche pro Kuh in den Gruppenmelkständen wäre zu erwarten, dass ihre Motivation in diesen Melkstandtyp hinein zu kommen, noch geringer wäre als in Einzelmelkständen. Dies war aber nicht der Fall. Inwiefern der Melker durch ein häufigeres Abholen der Tiere bei den Gruppenmelkstandbetrieben dieses Ergebnis beeinflusst haben könnte, konnte nicht erfasst werden. Der Parameter „Dauer des Eintretens“ kann auf eine Vermeidungsreaktion gegenüber dem Melkstand und auf Melkprobleme hinweisen. Allerdings können noch andere Faktoren, die das Wohlbefinden der Kühe grundsätzlich nicht beeinträchtigen, den Tierfluss bremsen. Die Form (viereckig) und die Ausrichtung des Warteraums (seitliche Eingänge) oder das Fütterungsregime (häufige Futtervorlage) können stark bestimmen, wie schnell Kühe den Melkstand aufsuchen und sollten im Rahmen einer Diagnostik von Melkproblemen berücksichtigt werden.

Nach dem Eintreffen der Kühe an ihrem Melkplatz bis zum Anrücken hoben Kühe in Gruppenmelkständen häufiger ihre Hinterbeine. Diese Verhaltensweise kann auf die engeren Platzverhältnisse im Gruppenmelkstand zurückgeführt werden. Jedes Tier versucht, sich unter diesen Bedingungen zu positionieren beziehungsweise sein Gleichgewicht zu finden und bewegt sich dadurch mehr. Dieser Parameter könnte gezielt auf Probleme hinweisen, die durch Platzmangel oder ungünstige Platzgestaltung verursacht werden. Zu diesem Zeitpunkt wirken weder Melker noch Melktechnik direkt auf das Tier ein. Zur Überprüfung dieser Ergebnisse fehlen jedoch Vergleichsstudien zum Verhalten in dieser Phase.

Während des Anrückens hoben die Kühe in beiden Melkstandtypen im Durchschnitt zwei- bis dreimal ihre Hinterbeine. Die Werte stimmen mit den Ergebnissen von HOPSTER et al. (2002) und HAGEN et al. (2004) überein. Im Gegensatz zum Einzelmelkstand haben Kühe im Gruppenmelkstand gar keinen oder nur einen schlechten Sichtkontakt mit dem Melker. Der Überraschungseffekt bei der ersten Berührung am Euter könnte somit verstärkt sein und dazu führen, dass Kühe unruhiger sind. Diese Hypothese konnte mit dieser Studie aber nicht bestätigt werden.

In den bisher veröffentlichten Studien zum Verhalten beim Melken wurden die Verhaltensweisen zum Teil unterschiedlich definiert, was den Vergleich erschwert. HAGEN et al. (2004) beobachteten in einem Fischgräten-Melkstand durchschnittlich 2,22 Mal Trippeln pro Minute. Unter Trippeln fassten HAGEN et al. (2004) das Fuß-Heben und das Trippeln

zusammen, somit liegen ihre Werte in einem ähnlichen Umfang. Im Vergleich zu den Gruppenmelkständen waren die Werte aus dem automatischen Melksystem, das als Einzelhaltung betrachtet werden kann, mit 1.01 Mal Trippeln pro Minute übereinstimmend.

GYGAX et al. (2008) beobachteten das Verhalten auf vier Betrieben mit Autotandem-Melkständen. Sie unterschieden auch zwischen Trippeln und Fuß-Heben und stellten mehr Trippeln (0.75) als Fuß-Heben (0.05) pro Minute fest. WENZEL et al. (2003) wiesen in Autotandem-Melkständen eine noch tiefere Trippelfrequenz von 0.54 nach. Dafür war bei ihnen das Melkzeug-Schlagen (0.36) etwas häufiger als bei unseren Beobachtungen. Allgemein kommt das Melkzeug-Schlagen weniger vor als das Trippeln oder das Fuß-Heben (HOPSTER et al. 2002; WENZEL et al. 2003; GYGAX et al. 2008).

Kühe in Einzelmelkständen treten aber das Melkzeug häufiger als Kühe in Gruppenmelkständen. Eine mögliche Erklärung könnte die größere Bewegungsfreiheit in den Einzelboxen sein. Kühe in Gruppenmelkständen dagegen haben oft einen so hohen Körperdruck zwischen Flanke und hinteren Beinen, dass eine Bewegung mit solchem Schwung gar nicht zum Ausdruck kommen kann.

Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Unterschied zwischen den Abend- und Morgenmelkungen, der bisher in der Literatur noch nicht so beschrieben wurde. Kühe sind am Morgen ruhiger als am Abend. Dies könnte einen physiologischen Zusammenhang haben: Kühe weisen morgens eine tiefere Herzfrequenz auf als abends (BAYER 1969; KAUIKE et al. 2008) und sind dadurch entspannter. Eine andere Erklärung könnte sein, dass abends mehr Fliegen im Melkstand vorhanden sind. Die Untersuchung fand nämlich im Sommer statt, wenn der Fliegenbefall höher ist.

Generell traten die definierten Verhaltensweisen wenig auf, sind aber mit der Literatur konsistent. Mit einer objektiven Erfassung dieser Verhaltensmerkmale während des gesamten Melkvorgangs können somit gezielte Rückschlüsse auf melk- oder haltungstechnische Mängel im Melkstand gezogen werden. Wichtig dabei ist, dass der Einfluss von Melkstandstyp und Melkzeit berücksichtigt wird.

Literatur

- Arnold, N.A.; Ng, K.T.; Jongman, E.C.; Hemsworth, P.H. (2007): The behavioural and physiological responses of dairy heifers to tape-recorded milking facility noise with and without a pre-treatment adaptation phase. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 106, pp. 13–25
- Bayer, A. (1969): Rhythmische Veränderungen der Herzfrequenz aufgestallter Milchkühe. *Berliner und Münchner tierärztliche Wochenschrift* 18, S. 345–346
- Gygax, L.; Neuffer, I.; Kaufmann, C.; Hauser, R.; Wechsler, B. (2008): Restlessness behaviour, heart rate and heart-rate variability of dairy cows milked in two types of automatic milking systems and auto-tandem milking parlours. *Applied Animal Behaviour Science* 109, pp. 167–179
- Hagen, K.; Lexer, D.; Palme, R.; Troxler, J.; Waiblinger, S. (2004): Milking of Brown Swiss and Austrian Simmental cows in herringbone parlour or an automatic milking unit. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 88, pp. 209–225
- Hopster, H.; Bruckmaier, R.M.; van der Werf, J.T.N.; Korte, S.M.; Macuhova, J.; Korte-Bouws, G.; van Reenen, C.G. (2002): Stress responses during milking; comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, pp. 3206–3216

- Kauke, M.; Savary, P.; Nosal, D.; Schick, M. (2008): Lärm und Vibrationen im Melkstand – Auswirkungen auf das Tier. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2008. KTBL-Schrift 471, S. 89–96
- Prescott, N.B.; Mottram, T.T.; Webster A.J.F. (1998): Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. Applied Animal Behaviour Science 57, pp. 23–33
- Rathore, A.K. (1982): Order of cow entry at milking and its relationships with milk yield and consistency of the order. Appl. Anim. Ethol. 8: pp. 45–52
- Reinhardt V. (1973): Social rank order and milking order in cows. Z. Tierpsychol. 32, pp. 281–292
- Wenzel, C.; Schönreiter-Fischer, S.; Unshelm, J. (2003): Studies on step-kick behavior and stress of cows during milking in an automatic milking system. Livestock Production Science 83, pp. 237–246

Auswirkungen einer technischen Ferkelamme auf das Verhalten frühabgesetzter Saugferkel

Impact of an artificial rearing system on the behaviour of early weaned piglets

MAGDALENA RZEZNICZEK, LORENZ GYGAX, BEAT WECHSLER, ROLAND WEBER

Zusammenfassung

Aufgrund steigender Wurfgrößen werden überzählige Ferkel sehr früh abgesetzt und künstlich aufgezogen. In der vorliegenden Studie sollte geklärt werden, wie sich dies auf deren Verhalten auswirkt. Für die Untersuchung wurde die technische Ferkelamme „Nursery“ verwendet. Sie besteht aus einer beheizten und mit Einstreu versehenen Ferkelkiste sowie einem zum Teil perforierten Aktivitätsbereich, auf dem auch der Futterautomat platziert ist. Ab dem 2. Lebenstag (LT) können bis zu 26 Ferkel aus zu großen Würfen in das System eingestallt werden.

Die Untersuchung erfolgte auf drei Praxisbetrieben in der Schweiz bei je zwei Umtrieben. Für die Erfassung des Verhaltens der Ferkel in der technischen Ferkelamme wurden pro Umtrieb sieben Fokustiere ausgewählt. Als Kontrolle dienten pro Umtrieb zwei Würfe in zwei Abferkelbuchten, die von der Muttersau gesäugt wurden. Folgende Verhaltensparameter wurden erfasst: „Belly nosing“, Spielen/Kämpfen und Ruhen. Die Verhaltensbeobachtungen fanden am 4. und 18. Tag nach dem Einstellen in die technische Ferkelamme statt. Jeder Beobachtungstag bestand aus vier Blöcken zu je 1,75 Std. Pro Block wurde jedes der Fokustiere während 15 min kontinuierlich beobachtet. Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit linearen gemischten Effekte Modellen.

Das „Belly nosing“ konnte nur bei den Ferkeln in der technischen Ferkelamme beobachtet werden, wobei ein Anstieg sowohl in der Dauer als auch in der Häufigkeit vom 4. bis zum 18. Tag festzustellen war. Beim Spielen/Kämpfen wurde eine Zunahme in der Dauer bei den Ferkeln in der Abferkelbucht vom 4. bis zum 18. Tag beobachtet, wohingegen bei den Ferkeln in der technischen Ferkelamme im gleichen Zeitraum eine Abnahme zu verzeichnen war. Die Ruhedauer nahm bei den Ferkeln in der Abferkelbucht vom 4. zum 18. Tag zu, dagegen konnte im gleichen Zeitraum eine Abnahme bei den Ferkeln in der technischen Ferkelamme festgestellt werden.

Aus dem Vergleich der beiden Aufzuchtssysteme lässt sich schlussfolgern, dass Ferkel, die früh von der Muttersau abgesetzt werden und in einer technischen Ferkelamme „Nursery“ aufwachsen, die Verhaltensstörung „Belly nosing“ entwickeln und durch die limitierten Platzverhältnisse beim Spielen/Kämpfen sowie beim Ruhen eingeschränkt sind.

Summary

As a consequence of increased litter size surplus piglets are weaned very early and reared in artificial rearing systems. This study aimed at measuring the effect of these rearing conditions on piglet behaviour. The artificial rearing system 'Nursery' was used for this study. It consists of a heated piglet box with bedding material and of an automatic feeder placed on the partially slatted floor of the activity area. Up to 26 piglets stemming from large litters and weaned as early as two days after birth can be housed in this system.

The study was conducted on three commercial farms in Switzerland and in two batches per farm. Seven piglets per batch were selected as focal animals for behavioural observations in the artificial rearing system. Two litters per batch served as a control and were reared by the mother sow in a loose farrowing pen. The following behavioural patterns were evaluated: belly nosing, play-fighting and resting. Behavioural observations were performed on days 4 and 18 after introduction of the piglets to the artificial rearing system. On a given observation day, each focal piglet was observed continuously for 15 min in each of four observation periods lasting 1.75 h. Data were analysed using linear mixed-effects models.

"Belly nosing" was only observed in artificially raised piglets, and the duration as well as the frequency of this behaviour increased from day 4 to day 18. The duration of play-fighting increased from day 4 to day 18 in piglets reared by the sow and decreased over this period in artificially raised piglets. Similarly, the duration of resting increased from day 4 to day 18 in piglets reared by the sow and decreased in artificially raised piglets.

In conclusion, the comparison of the two rearing conditions showed that piglets weaned very early and raised artificially develop abnormal belly nosing. In addition, the duration of play-fighting and resting is reduced in these piglets as they grow older, possibly due to the limited space allowance in the tested artificial rearing system.

1 Einleitung

Die Anzahl der abgesetzten Ferkel ist in den letzten Jahren stark angestiegen (KNAP UND LOOFT 2006; NIGGEMEYER 2006) und es werden Leistungen von über 26 abgesetzten Ferkeln pro Sau und Jahr erreicht (SUISAG 2014). Die Zahl der lebendgeborenen Ferkel pro Wurf übertrifft bei solchen Leistungen die Zahl der vorhandenen Zitzen, weshalb für die überzähligen Ferkel, zusätzlich zur Milchbeifütterung, zum Wurf ausgleich zwischen gleichzeitig abferkelnden Sauen und zum Einsatz von Ammensauen, neue Formen der Aufzucht gefunden werden müssen (RUTHERFORD et al. 2013). Eine Möglichkeit ist der Einsatz von technischen Ferkelammen. Dabei können die Ferkel ab dem 2. LT (nach der Kolostrumaufnahme) in solche Systeme verbracht und künstlich aufgezogen werden (BAXTER et al. 2013).

Die bisherigen wenigen Untersuchungen zu den Auswirkungen der technischen Ferkelammen auf das Verhalten frühabgesetzter Ferkel zeigten, dass es bei dieser Form der Aufzucht zu „Belly nosing“ (BN) kommen kann. Dabei handelt es sich um eine rhythmische, sich wiederholende Auf- und Abwärtsbewegung der Rüsselscheibe am Körper eines Buchtgenossen (FRASER 1978). So trat BN bei Ferkeln, die durchschnittlich am 3. LT abgesetzt wurden, in 2,4 % der beobachteten Zeit auf (WIDOWSKI et al. 2005). In einer Untersuchung

von LI und GONYOU (2002) zeigten 81 % der Ferkel, die zwischen dem 12. und 14. LT abgesetzt wurden, BN, wobei die durchschnittliche Zeit eines BN-Segmentes 538 sek dauerte. Es wurde ebenfalls festgestellt, dass BN in der Dauer und in der Häufigkeit zunahm, wenn das Absetzalter der Ferkel gesenkt wurde (METZ und GONYOU 1990; BØE 1993; JARVIS et al. 2008). Des Weiteren zeigten Ferkel, die mit drei Wochen in Buchten mit 0,20 m² oder 0,15 m² pro Tier abgesetzt wurden, aufgrund der limitierten Platzverhältnisse weniger Spielverhalten als solche, die bis zur achten Woche in 8 m² großen Abferkelbuchten gehalten wurden (WORSAAE und SCHMIDT 1980). GARDNER et al. (2001) beobachteten auch, dass mit 12–14 LT abgesetzte Ferkel, die in Buchten mit 0,4 m² pro Tier gehalten wurden, länger ruhten als solche, die nur 0,15 m² pro Tier zur Verfügung hatten.

Das Projekt hatte zum Ziel, das Ausmaß der Unterschiede im Verhalten von frühabgesetzten Ferkeln bei der Aufzucht in einer technischen Ferkelamme im Vergleich zu Ferkeln, die bei der Mutter verblieben, aufzuzeigen.

2 Tiere, Material und Methode

2.1 Tiere und Haltung

Die Untersuchung erfolgte auf drei Praxisbetrieben in der Schweiz bei je zwei Umtrieben zwischen April 2012 und April 2013. Die Ferkel wurden in Abferkelbuchten von 5,5 bis 7,5 m² geboren, in denen sich die Muttersau frei bewegen konnte. Die Abferkelbuchten waren in einen planbefestigten Liegebereich, der täglich mit Strohhäcksel oder Sägespänen eingestreut wurde, und einen perforierten oder teilperforierten Kotbereich unterteilt. Zudem befand sich in jeder Abferkelbucht eine für die Muttersau nicht zugängliche Ferkelkiste, die mit einer im Deckel eingebauten Wärmewellenheizung beheizt wurde. Die männlichen Ferkel wurden innerhalb der ersten zwei Lebenswochen unter Schmerzausschaltung und Isofluran-Narkose kastriert. Gemäß den geltenden Schweizer Tierschutzvorschriften erfolgten kein Kupieren der Schwänze und kein Abkneifen der Eckzähne. Für die Untersuchung wurden die Ferkel zwei Haltungsbedingungen zugeteilt: Ferkel, die früh abgesetzt und in die technische Ferkelamme eingestallt wurden, und Ferkel, die bei der Muttersau in der Abferkelbucht verblieben. Pro Umtrieb wurden von einer bis fünf Sauen (Mittelwert drei Sauen) im Durchschnitt 21 Ferkel (Min. 15, Max. 25 Ferkel) im Alter von durchschnittlich 3,6 LT (Min. 1., Max. 7. LT) abgesetzt und in die technische Ferkelamme eingestallt.

Für die Erfassung des Verhaltens der Ferkel in der technischen Ferkelamme wurden pro Umtrieb sieben Fokustiere zufällig ausgewählt und individuell markiert. Als Kontrolle dienten pro Umtrieb zwei Würfe in zwei Abferkelbuchten ohne Fixation der Sau, die von der Muttersau gesäugt wurden (durchschnittliche Wurfgröße: 11, Min. 9, Max. 13 Ferkel). Dabei wurden in der einen Abferkelbucht drei und in der anderen vier Fokustiere ausgewählt. Geschlecht und Gewicht der Fokustiere in der technischen Ferkelamme und in der Abferkelbucht waren ausgeglichen.



Abb. 1: Die für die Untersuchung verwendete technische Ferkelamme „Nursery“ mit beheizter Ferkelkiste (rechts), Aktivitätsbereich mit prozessorgesteuertem Futterautomat (in der Mitte) und Kotecke (oben links) (Foto: Rzezniczek)

Fig. 1: Artificial rearing system 'Nursery' with a heated piglet box (on the right side), an activity area with an automatic feeder (in the middle), and a dunging area (at the top left) (Photo: Rzezniczek)

2.2 Technische Ferkelamme

Für die Untersuchung wurde die technische Ferkelamme „Nursery“ verwendet (Abb. 1). Sie misst 2,6 x 1,65 m und hat an einer Seite eine angegliederte Kotecke von 0,7 x 0,6 m. In der „Nursery“ können 26 Ferkel ($0,18 \text{ m}^2/\text{Tier}$) ab dem 2. LT gehalten werden. Der Liegebereich (2,6 x 0,68 m) besteht aus einer mit Einstreu versehenen Ferkelkiste. Diese wird mit zwei im Deckel eingebauten Wärmewellenheizungen beheizt und ist durch einen Streifenvorhang und eine Stufenerhöhung gegen den Aktivitätsbereich abgegrenzt. Der Aktivitätsbereich (2,6 x 0,97 m plus 0,7 x 0,6 m Kotecke) hat vor der Ferkelkiste einen 38 cm breiten, nicht perforierten Streifen bestehend aus einer mit Polyester überzogenen Spanplatte. Der Rest ist mit einem Dreikantflächenrost mit 9 mm Spaltenbreite versehen.

Der Futterautomat ist auf dem Aktivitätsbereich platziert. Er ist prozessorgesteuert, mischt das Milchpulver in wählbaren Intervallen mit dem Wasser frisch an und dosiert sie aus. Die Milch kann durch Zuschaltung einer Trogheizung warm gehalten werden.

2.3 Verhaltensbeobachtungen

Die Verhaltensbeobachtungen fanden an den Tagen 4 und 18 nach der Belegung der technischen Ferkelamme statt. Die Ferkel in der technischen Ferkelamme wurden direkt beobachtet, wobei in der Ferkelkiste zwei Kameras angebracht und die Bilder auf zwei Monitore am Standort der Beobachterin übertragen wurden. Das Verhalten der Kontrollferkel in der Abferkelbucht wurde mittels Video (je eine Kamera in der Ferkelkiste und eine senkrecht über der Abferkelbucht) erfasst.

Beobachtet wurde an jedem Beobachtungstag am Vormittag von 7:00–8:45 Uhr sowie von 9:15–11:00 Uhr und am Nachmittag von 13:30–15:15 Uhr sowie von 15:45–17:30 Uhr. Dabei wurde pro Block jedes der Fokustiere während 15 min kontinuierlich beobachtet. Insgesamt wurde jedes Fokustier an jedem Beobachtungstag somit 60 min beobachtet. Die Reihenfolge der Ferkel wurde zufällig bestimmt und war bei jeder Beobachtung anders. In Tabelle 1 sind die beobachteten Verhaltensweisen aufgeführt.

Gesamthaft wurden am 4. Tag 42 Ferkel in der technischen Ferkelamme und 42 Ferkel in den Abferkelbuchten beobachtet. Aufgrund von vier Ferkelverlusten zwischen dem 9. und 14. Tag konnte am 18. Tag das Verhalten von 39 Ferkeln in der technischen Ferkelamme und von 41 Ferkeln in den Abferkelbuchten erfasst werden.

Tab. 1: Beobachtete Verhaltensweisen

Tab. 1: Definition of behaviour patterns

Verhaltensweise Behaviour	Beschreibung Description
Belly nosing Belly nosing	Wiederholte, rhythmische Auf- und Abwärtsbewegung der Rüsselscheibe am Körper eines Buchtgenossen (FRASER 1978); insbesondere ausgeführt kaudal der Ohrmuschel und am Abdomen zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen Repetitive, rhythmic up-and-down movement with the snout on the body of a pen mate (FRASER 1978); performed specifically on the skin behind the ear and on the abdomen between the front and the hind limbs
Spielen/Kämpfen Play-fighting	Herumjagen, hüpfen, den Kopf schleudern, sich drehen, Gegenstände bewegen (NEWBERRY et al. 1988), umherrennen mit schnellen Richtungswechseln (CAMERLINK und TURNER 2013), rennen und sich dabei auf den Boden oder gegen einen Buchtgenossen werfen (WORSAAE und SCHMIDT 1980) oder wiederholtes oder länger andauerndes Angreifen, Beißen, Stoßen, Kopfschlagen und Jagen eines Buchtgenossen (McGLONE 1986); Spielen führte oftmals zu plötzlichen kämpferischen Begegnungen oder zu einem ständigen Wechsel zwischen Spielverhalten und (spielerischem) Kämpfen innerhalb kurzer Zeit Scampering, hopping, head tossing, pivoting, shaking objects (NEWBERRY et al 1988), running around with rapid changes in direction (CAMERLINK und TURNER 2013), running by throwing themselves on the floor or against a pen mate (WORSAAE und SCHMIDT 1980), or a repeated or longer lasting attacking biting, pushing, head thrusting or chasing of a pen mate (McGLONE 1986); play behaviour often abruptly led to fighting encounters or to a continuous change between play behaviour and (playful) fighting within a short period of time
Ruhen Resting	Seitlich oder ventral liegen (KELLY et al. 2000) Lying laterally or ventrally (KELLY et al. 2000)

2.4 Statistik

Die Auswertung erfolgte mittels linearer gemischte Effekte Modelle. Die zufälligen Effekte waren das Einzeltier geschachtelt in der Bucht, geschachtelt im Umtrieb, geschachtelt im Betrieb. Die fixen Effekte waren das System (technische Ferkelamme und Abferkelbucht) und der Tag der Beobachtung (Tag 4 und Tag 18) sowie die Interaktion beider Effekte (zwischen System und Beobachtungstag). Um die Modellannahmen zu erfüllen, wurden alle Zielvariablen Logit- (Dauern) bzw. Log-transformiert (Häufigkeiten).

3 Ergebnisse

Beim BN bestand für die Dauer und die Häufigkeit eine Interaktion zwischen dem System und dem Beobachtungstag ($p < 0,001$; Abb. 2). Während bei den Ferkeln in der Abferkelbucht dieses Verhalten nicht beobachtet werden konnte, stieg bei den Ferkeln in der technischen Ferkelamme sowohl die Dauer als auch die Häufigkeit des BN vom 4. bis zum 18. Beobachtungstag an.

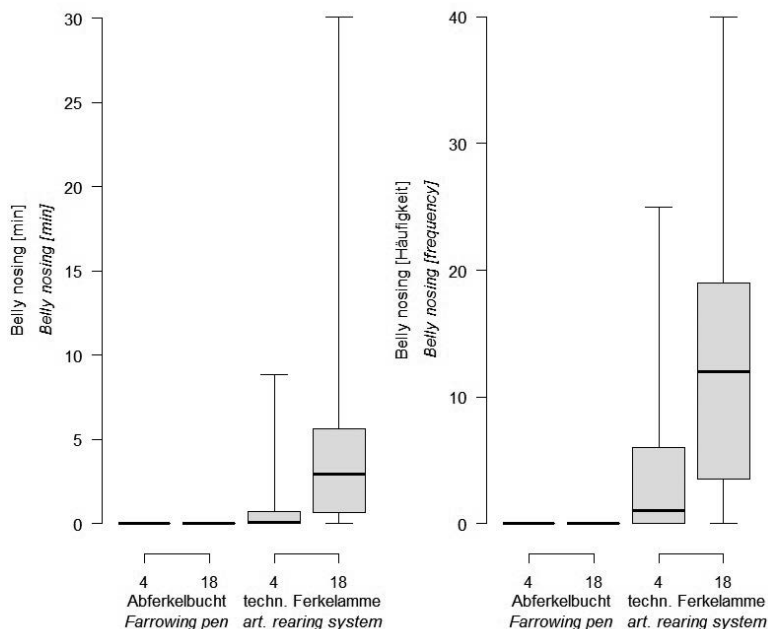


Abb. 2: Boxplots der Dauer (links) und Häufigkeit (rechts) von „Belly nosing“ pro Ferkel und 60 min an den Tagen 4 und 18 in der Abferkelbucht und in der technischen Ferkelamme
Boxplots with duration (on the left) and frequency (on the right) of belly nosing per piglet and 60 min on day 4 and 18 in the farrowing pen and in the artificial rearing system

Die Ferkel in der Abferkelbucht spielten/kämpften an beiden Beobachtungstagen länger als die Ferkel in der technischen Ferkelamme, wobei das Spielen/Kämpfen in der technischen Ferkelamme am 18. Tag kaum mehr zu beobachten war (Interaktion System x Beobachtungszeitpunkt: $p = 0,028$; Abb. 3 links). Es wurde eine Zunahme in der Dauer bei den Ferkeln in der Abferkelbucht vom 4. bis zum 18. Tag festgestellt, wohingegen bei den Ferkeln in der technischen Ferkelamme im gleichen Zeitraum eine Abnahme zu verzeichnen war.

Die Ruhedauer nahm bei den Ferkeln in der Abferkelbucht vom 4. zum 18. Tag zu, wohingegen im gleichen Zeitraum eine Abnahme bei den Ferkeln in der technischen Ferkelamme festzustellen war (Interaktion System x Beobachtungszeitpunkt: $p = 0,002$; Abb. 3 rechts).

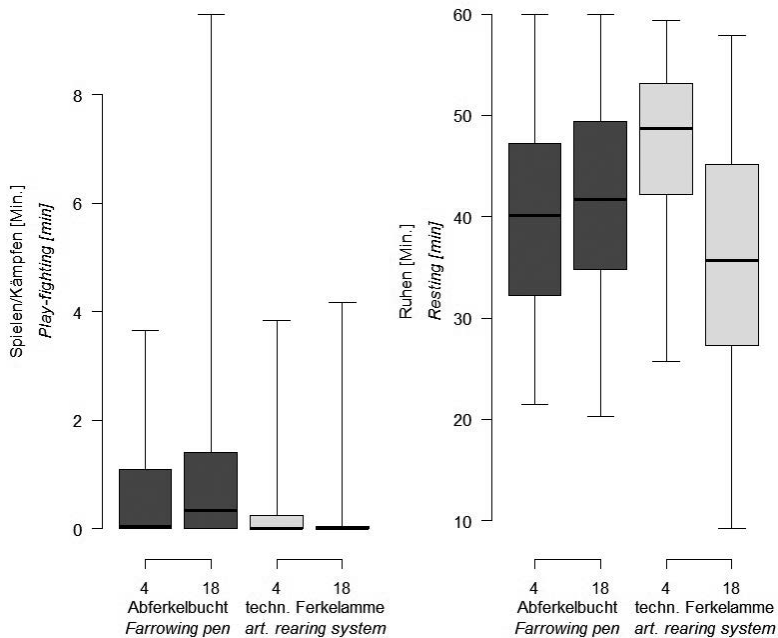


Abb. 3: Boxplots der Dauer von Spielen/Kämpfen (links) und Dauer des Ruhens (rechts) pro Ferkel und 60 min an den Tagen 4 und 18 in der Abferkelbucht und in der technischen Ferkelamme
Boxplots with duration of play-fighting (on the left) and duration of resting (on the right) per piglet and 60 min on day 4 and 18 in the farrowing pen and in the artificial rearing system

4 Diskussion

Ferkel in der technischen Ferkelamme zeigten die Verhaltensstörung BN regelmäßig, wohingegen dieses Verhalten bei den Ferkeln in der Abferkelbucht nie zu beobachten war. In der Dauer und in der Häufigkeit stieg das BN bei den frühabgesetzten Ferkeln vom 4. zum 18. Tag an. Diese Beobachtung steht in Übereinstimmung mit vorangegangenen Studien, die zeigten, dass BN fast nie vor dem Absetzen oder auf einem deutlich höheren Niveau bei Ferkeln, die von der Sau getrennt wurden, auftritt (VAN PUTTEN und DAMMERS 1976; FRASER 1978; WORSAAE und SCHMIDT 1980; ORGEUR et al. 2001). Entsprechend den Beschreibungen früherer Studien war zu beobachten, dass BN dem Saugverhalten am Gesäuge der Sau (FRASER 1978; WEARY et al. 1999) und insbesondere dem Massageverhalten von Ferkeln vor und nach der Milchaufnahme ähnelt (WOROBEC et al. 1999; LI und GONYOU 2002). Durch das Fehlen eines geeigneten Objektes, welches massiert werden kann, richten abgesetzte Ferkel ihr nicht befriedigtes Bedürfnis, Massageverhalten ausführen zu können, an den Körper von Buchtgenossen (VAN PUTTEN und DAMMERS 1976; DYBKJAER 1992). Die warme und weiche Körperoberfläche der Buchtgenossen dürfte als auslösender Reiz für dieses Verhalten dem ebenfalls warmen und weichen Gesäuge der Sau entsprechen (WELCH und BAXTER 1986).

In der vorliegenden Studie zeigten Ferkel, die bei der Muttersau verblieben, länger Spielen/Kämpfen als frühabgesetzte Ferkel, wobei dieses Verhalten in der technischen Ferkelamme vom 4. zum 18. Tag abnahm und am 18. Tag kaum noch zu beobachten war. Dieses Muster lässt sich vermutlich auf die Unterschiede in den Platzverhältnissen zwischen den beiden Aufzuchtssystemen zurückführen. Laut WORSAAE und SCHMIDT (1980) sowie DYBKJAER (1992) hat eine Verringerung des Platzangebotes bei Ferkeln, die mit drei bis vier Wochen abgesetzt werden, eine Abnahme im Spielverhalten zur Folge. CHALOUPOVA et al. (2007) schlussfolgerten ebenfalls, dass noch nicht abgesetzte Ferkel ein höheres Niveau an Spielverhalten aufweisen, wenn ihnen mehr Platz zur Verfügung steht. Allerdings wurden in diesen Studien mehrere mögliche Einflussfaktoren gleichzeitig verändert, so dass neben den unterschiedlichen Platzverhältnissen auch die Anreicherung der Haltungsumwelt mittels Einstreumaterial eine Auswirkung auf das Spielverhalten gehabt haben könnte.

Bei den Ferkeln der vorliegenden Studie, die früh abgesetzt und in die technische Ferkelamme eingestallt wurden, nahm die Ruhedauer zwischen dem 4. und 18. Tag ab, wohingegen sie im gleichen Zeitraum bei den Ferkeln in der Abferkelbucht zunahm. Wie das Spielen/Kämpfen kann auch das Ruhen von dem zur Verfügung stehenden Platzangebot in der technischen Ferkelamme und dem Wachstum der Ferkel beeinflusst worden sein. GARDNER et al. (2001) zufolge ruhen Ferkel, die in einem Alter von 12 bis 14 Tagen abgesetzt werden länger, wenn sie ein größeres Platzangebot haben (0,4 m² statt 0,15 m² pro Ferkel). Die abnehmende Ruhedauer bei den frühabgesetzten Ferkeln in der technischen Ferkelamme könnte auch mit der Zunahme des BN vom 4. zum 18. Tag in Beziehung stehen. LI und GONYOU (2002) stellten eine negative Korrelation zwischen Liegen und BN fest, d. h. je mehr BN gezeigt wurde, desto weniger ruhten die Ferkel.

5 Schlussfolgerungen

Aus dem Vergleich der beiden Aufzuchtbedingungen lässt sich schlussfolgern, dass Ferkel, die früh von der Muttersau abgesetzt werden und in der technischen Ferkelamme „Nursery“ aufwachsen, die Verhaltensstörung „Belly nosing“ entwickeln und durch die limitierten Platzverhältnisse beim Spielen/Kämpfen sowie beim Ruhen eingeschränkt sind.

Literatur

Baxter, E.M.; Rutherford, K.M.D.; D'Eath, R.B.; Arnott, G.; Turner, S.P.; Sandøe, P.; Moustsen, V.A.; Thorup, F.; Edwards, S.A.; Lawrence, A.B. (2013): The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors. *Animal Welfare* 22, pp. 219-238

Bøe, K. (1993): The effect of age at weaning and post-weaning environment on the behaviour of pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A, Animal Science* 43, pp. 173-180

Camerlink, I.; Turner, S.P. (2013): The pig's nose and its role in dominance relationships and harmful behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 145, pp. 84-91

Chaloupkova, H.; Illmann, G.; Bartos, L.; Spinka, M. (2007): The effect of pre-weaning housing on the play and agonistic behaviour of domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 103, pp. 25-34

Dybkjaer, L. (1992): The identification of behavioural indicators of 'stress' in early weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 35, pp. 135-147

Fraser, D. (1978): Observations on the behavioural development of suckling and early-weaned piglets during the first six weeks after birth. *Animal Behaviour* 26, pp. 22-30

Gardner, J.M.; Duncan, I.J.H.; Widowski, T.M. (2001): Effects of social "stressors" on belly-nosing behaviour in early-weaned piglets: is belly-nosing an indicator of stress? *Applied Animal Behaviour Science* 74, pp. 135-152

Jarvis, S.; Moinard, C.; Robson, S.K.; Sumner, B.E.H.; Douglas, A.J.; Seckl, J.R.; Russell, J.A.; Lawrence, A.B. (2008): Effects of weaning age on the behavioural and neuroendocrine development of piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 110, pp. 166-181

Kelly, H.R.C.; Bruce, J.M.; English, P.R.; Fowler, V.R.; Edwards, S.A. (2000): Behaviour of 3-week weaned pigs in Straw-Flow®, deep straw and flatdeck housing systems. *Applied Animal Behaviour Science* 68, pp. 269-280

Knap, P.; Looft, H. (2006): So funktioniert Zucht auf hohe Fruchtbarkeit. *Schweinezucht und Schweinemast SUS 6/2006*, S. 58-60

Li, Y.; Gonyou, H.W. (2002): Analysis of belly nosing and associated behaviour among pigs weaned at 12-14 days of age. *Applied Animal Behaviour Science* 77, pp. 285-294

McGlone, J.J. (1986): Agonistic behaviour in food animals: review of research and techniques. *Journal of Animal Science* 62, pp. 1130-1139

Metz, J.H.M.; Gonyou, H.W. (1990): Effect of age and housing conditions on the behavioural and haemolytic reaction of piglets to weaning. *Applied Animal Behaviour Science* 27, pp. 299-309

Newberry, R.C.; Wood-Gush, D.G.M.; Hall, J.W. (1988): Playful behaviour of piglets. *Behavioural Processes* 17, pp. 205-216

Niggemeyer, H. (2006): Deutsche Schweinezüchter unter Zugzwang. *Schweinezucht und Schweinemast SUS 6/2006*, S. 54-57

Orgeur, P.; Hay, M.; Mormede, P.; Salmon, H.; Le Dividich, J.; Nowak, R.; Schaal, B.; Levy, F. (2001): Behavioural, growth and immune consequences of early weaning in one-week-old Large-White piglets. *Reproduction Nutrition Development* 41, pp. 321-332

- Rutherford, K.M.D.; Baxter, E.M.; D'Eath, R.B.; Turner, S.P.; Arnott, G.; Roehle, R.; Ask, B.; Sandøe, P.; Moustsen, V.A.; Thorup, F.; Edwards, S.A.; Berg, P.; Lawrence, A.B. (2013): The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: biological factors. *Animal Welfare* 22, pp. 199-218
- SUISAG (2014): 2013 Zahlen und Projekte. Aktiengesellschaft für Dienstleistungen in der Schweineproduktion, SUISAG AG, Sempach, <http://www.suisag.ch/Dokumente/tabid/111/Default.aspx>, Zugriff am 09.07.2014
- van Putten, G.; Dammers, J. (1976): A comparative study of the well-being of piglets reared conventionally and in cages. *Applied Animal Ethology* 2, pp. 339-356
- Weary, D.M.; Appleby, M.; Fraser, D. (1999): Responses of piglets to early separation from the sow. *Applied Animal Behaviour Science* 63, pp. 289-300
- Welch, A.R.; Baxter, M.R. (1986): Responses of newborn piglets to thermal and tactile properties of their environment. *Applied Animal Behaviour Science* 15, pp. 203-215
- Widowski, T.M.; Yuan, Y.; Gardner, J.M. (2005): Effect of accommodating sucking and nosing on the behaviour of artificially reared piglets. *Laboratory Animals* 39, pp. 240-250
- Worobec, E.K.; Duncan, I.J.H.; Widowski, T.M. (1999): The effects of weaning at 7, 14 and 28 days on piglet behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 62, pp. 173-182
- Worsaae, H.; Schmidt, M. (1980): Plasma cortisol and behaviour in early weaned piglets. *Acta Veterinaria Scandinavica* 21, pp. 640-657

Danksagung

Wir danken den teilnehmenden Landwirten für ihre aufgewendete Zeit, Hilfsbereitschaft und Gastfreundschaft sowie U. Marolf für die technische Unterstützung auf den Praxisbetrieben.

Das Forschungsprojekt wurde durch das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (Projekt-Nummer 2.12.02) finanziert.

Auswirkungen der Aufzucht in einer technischen Ferkelamme auf das Verhalten von Ferkeln nach dem Umstallen

Effects of artificial rearing on the behaviour of piglets after regrouping

HEIDRUN HOSP, MAGDALENA RZEZNICZEK, ROLAND WEBER, EDNA HILLMANN

Zusammenfassung

Mit der Zucht auf immer größere Würfe in der kommerziellen Schweineproduktion ergibt sich das Problem überzähliger Ferkel. Diese überzähligen Ferkel können in einer technischen Ferkelamme, wie zum Beispiel dem „Rescue Deck“ (RD), aufgezogen werden. Ferkel in einer technischen Ferkelamme aufzuziehen, wirft Fragen des Tierschutzes auf, da bei Ferkeln in diesen Systemen Verhaltensauffälligkeiten wie das „Belly nosing“ festgestellt wurden. In dieser Studie wurde untersucht, ob die künstliche Aufzucht in einer technischen Ferkelamme das Verhalten von Ferkeln auch dann noch beeinflusst, wenn die Ferkel in ein angereichertes Haltungssystem verbracht werden.

Der Versuch wurde mit insgesamt 168 Ferkeln aus 45 Würfen in sechs Umtrieben durchgeführt, die entweder in einer Abferkelbucht von der Sau oder in einer technischen Ferkelamme künstlich aufgezogen wurden. Im Alter von durchschnittlich 30 Tagen wurden die Ferkel in eingestreute und strukturierte Absetzbuchten umgestallt. In drei Umtrieben wurden je sieben Ferkel aus einer technischen Ferkelamme mit 33 Ferkeln aus den Abferkelbuchten (gemischte Buchten) und in den anderen drei Umtrieben 40 Ferkel aus den Abferkelbuchten (Kontrollbuchten) eingestallt. Mittels Videobeobachtung wurde das Verhalten von 14 Ferkeln pro Bucht in den ersten drei Wochen nach dem Umstallen erfasst.

Mehr Ferkel aus den technischen Ferkelammen zeigten „Belly nosing“ ($p = 0.025$) und sie waren auch häufiger die Rezipienten dieses Verhaltens ($p < 0.001$). Mehr Ferkel in Kontrollbuchten als in den gemischten Buchten spielten oder kämpften, wobei dieses Verhalten in den Kontrollbuchten im Laufe der Zeit von immer mehr Ferkeln gezeigt wurde, während die Zahl spielender/kämpfender Ferkel in den gemischten Buchten kein konsistentes Muster aufwies ($p = 0.003$). Das Wühlen im Stroh wurde in den Kontrollbuchten häufiger beobachtet als in den gemischten Buchten ($p = 0.005$). Ferkel in gemischten Buchten verbrachten mehr Zeit mit Ruhen als Ferkel in den Kontrollbuchten ($p = 0.046$).

Es kann geschlossen werden, dass die künstliche Aufzucht in einer technischen Ferkelamme des Typs „Rescue Deck“ das Verhalten der Ferkel für bis zu drei Wochen nach dem Umstallen beeinflusste. Das vermehrte Vorkommen der oralen Verhaltensanomalie „Belly nosing“, das verminderte Vorkommen von anderen sozialen Interaktionen sowie das verminderte Wühlen mit Stroh und vermehrtes Ruheverhalten legen den Schluss nahe, dass sich die Aufzucht in technischen Ammensystemen negativ auf das Tierwohl auswirkt und dass diese negativen Auswirkungen für mindestens drei Wochen bestehen bleiben, selbst wenn die Ferkel nach dem Umstallen in angereicherter Umgebung gehalten werden.

Summary

With the breeding goal of growing litter sizes in commercial pork production, the problem of supernumerary piglets arises. When no foster sow is available, those supernumerary piglets can be raised in artificial piglet rearing systems such as the so called "Rescue Deck" (RD). Rearing piglets in artificial piglet rearing systems raises questions concerning animal welfare since piglets were found to show abnormal behaviour such as belly nosing in those systems. In this study, it was tested whether differences in the behaviour of piglets nursed by the sow for four weeks in a farrowing pen and of those reared in artificial rearing systems persist after regrouping of all piglets in identical housing conditions with enriched environment.

The study was conducted with a total of 168 piglets from 45 litters, reared either by the sow or in an artificial rearing system. At the age of around 30 days, all piglets were regrouped into weaning pens with enriched environment. In three of the six trials, seven piglets from the artificial rearing systems were regrouped with 33 animals from the farrowing pens (mixed groups) and in the other three trials 40 piglets were regrouped into weaning pens from the farrowing pens (control pens). The piglets were videotaped on five days in three weeks following regrouping.

The number of piglets showing "belly nosing" was higher ($p = 0.025$) in artificially reared piglets and more of them were the receiver of "belly nosing" ($p < 0.001$). More piglets in the control pens were observed playing and fighting than individuals in the mixed pens ($p = 0.003$). Nuzzling was observed most often in control pens ($p = 0.005$). Piglets in mixed pens spent more time resting than piglets in the control pens ($p = 0.046$).

Artificial rearing in Rescue Decks was thus found to affect the behaviour of piglets up to three weeks after regrouping compared to piglets nursed by the sow.

Based on the increased occurrence of the abnormal behaviour "belly nosing", the reduced occurrence of other social interactions as well as less straw-directed behaviour in combination with an increased occurrence in resting leads to the conclusion that the welfare of the piglets is negatively affected by the artificial rearing and these negative effects persist for at least three weeks even when the piglets are kept under enriched housing conditions after regrouping.

1 Einleitung

Die Zucht auf große Würfe bringt das Problem überzähliger Ferkel mit sich, die von der Sau nicht mehr alle ernährt werden können (Hoy 2004). Wo möglich werden überzählige Ferkel zum Beispiel Ammensauen zugeteilt oder es wird Milch beigefüttert. Wo dies nicht möglich ist, können sie in künstlichen Aufzuchtssystemen, den technischen Ferkelammen (RZEZNICZEK et al. 2014), aufgezogen werden. Diese künstliche Aufzucht beeinflusst das Verhalten der Ferkel in vielerlei Hinsicht:

„Belly nosing“, ein Verhalten, das der Gesäugemassage gleicht, die die Ferkel vor und nach der Milchaufnahme bei der Muttersau zeigen, aber gegen Buchtgenossen gerichtet ist, wurde von RZEZNICZEK et al. (2014) in künstlichen Ferkelammen („Nursery“), nicht aber bei Ferkeln, die bei der Sau aufgezogen wurden, beobachtet. „Belly nosing“ wurde dem

Verhaltenskreis Nahrungsaufnahme zugeordnet (TORREY UND WIDOWSKI 2006), andere Autoren jedoch fanden einen Zusammenhang mit Sozialverhalten (GONYOU et al. 1998; LI UND GONYOU 2002), Stress während des Umgruppierens oder mit zu hoher Buchtenbelegung (DYBKJAER 1992).

YUAN et al. (2004) zeigten, dass frühes Absetzen, wie es in der künstlichen Aufzucht durchgeführt wird, zu erhöhter Aggressivität beim Umgruppieren führt und erklärten dies mit der fehlenden Spielerfahrung vor dem Absetzen. Hiermit übereinstimmend fanden RZEZNICZEK et al. (2014) weniger Spielen und Kämpfen, das bei jungen Ferkeln häufig spielerischen Charakter aufweist und schwer von echter Agonistik zu unterscheiden ist, bei Ferkeln in technischen Ferkelammern als in der Abferkelbucht. Sie begründeten dies mit den beengten Platzverhältnissen in der künstlichen Ferkelamme.

In der Natur verbringen Schweine einen Großteil des Tages mit der Futtersuche (STUDNITZ et al. 2007) und im Freiland wurden Ferkel schon in den ersten Tagen nach der Geburt dabei beobachtet, wie sie sich aktiv mit ihrer Umgebung auseinandersetzten (PETERSEN 1994). Die Manipulation der Bucht und das Wühlen im Stroh sind Teil dieses explorativen Verhaltens. Die Möglichkeiten solch exploratives Verhalten zu zeigen, sind in der künstlichen Ferkelamme gegenüber der Abferkelbucht aufgrund der geringen Strukturierung reduziert (RZEZNICZEK et al. 2014).

In der vorliegenden Untersuchung wurde geprüft, ob und wie lange die von RZEZNICZEK et al. (2014) gefundenen Abweichungen im Verhalten durch die Aufzucht in einer technischen Ferkelamme auch nach dem Umställen in eine angereicherte Ferkelaufzucht-bucht bestehen bleiben. Es wurde erwartet, dass künstlich aufgezogene Ferkel mehr „Belly nosing“, weniger Spielverhalten und weniger Exploration zeigen als Ferkel, die in einer eingestreuten, strukturierten Abferkelbucht von der Sau aufgezogen wurden.

2 Material und Methoden

2.1 Tiere und Haltung

Die Untersuchung wurde an Agroscope in Tänikon, Schweiz, mit 168 Ferkeln der Rassen Edelschwein und Landrasse x Duroc von 45 verschiedenen Sauen durchgeführt. Alle männlichen Ferkel wurden in den ersten 14 Lebenstagen unter Narkose und Schmerzausschaltung kastriert, die Schwänze wurden nicht kupiert. Am Tag des Umstellens in die Aufzuchtbuchten wurden alle Ferkel mit einer Ohrmarke versehen.

2.1.1 Technische Ferkelamme

Für diese Studie wurden als technische Ferkelammern zwei „Rescue Decks“ verwendet, wobei in jedes jeweils sieben Ferkel eingestallt wurden.

Die technische Ferkelamme hatte eine Grundfläche von 1,34 x 0,82 m und eine Höhe von 0,54 m. Sie war durch einen geschlitzten Plastikvorhang in ein mit geschnittenem Chinaschilf oder entstaubten Hobelspänen eingestreutes Ferkelnest mit einer Futterkrippe für Festfutter und einen Kotbereich unterteilt. Im Kotbereich befanden sich eine Schale für Wasser und zwei für Milch. Der Boden bestand aus einem plastikummantelten Streckmetallrost und der Deckel über dem Ferkelnest aus Plastik mit einer Öffnung für eine Infrarotlampe. Die Ferkel wurden im Alter von drei bis fünf Tagen von der Mutter getrennt

und blieben für 27 Tage in der technischen Ferkelamme. Die Ferkelammen befanden sich in einem anderen Gebäude als die Abferkelbuchten, so dass kein Kontakt mit der Sau oder anderen Ferkeln möglich war. Die Ferkel hatten Ad-libitum-Zugang zu künstlicher Milch und Wasser aus den Schalen und erhielten ab dem sechsten Tag zusätzlich Festfutter. Im Alter von 18 Tagen wurden sie abrupt von der Kunstmilch abgesetzt und erhielten nur noch Festfutter.

Im Alter von rund 30 Tagen wurden die Ferkel mit gleichaltrigen, frisch von der Mutter abgesetzten Ferkeln aus der Abferkelbucht in die Ferkelaufzuchtbuchten eingestallt.

2.1.2 Abferkelbucht

Die von der Mutter aufgezogenen Ferkel waren bis zum Absetzen in Abferkelbuchten ohne Fixation der Sau (FAT2-Abferkelbucht) eingestallt. Diese Abferkelbuchten waren in drei Kompartimente aufgeteilt: eine mit Stroh eingestreute Liegefläche für die Sau, einen teil-perforierten Kotbereich und ein eingestreutes Ferkelnest mit einer Infrarotlampe oder einer Heizplatte. Die Abferkelbuchten waren 3,2 m lang und 2,3 m breit. Die Ferkel hatten, zusätzlich zur Muttermilch, Ad-libitum-Zugang zu Festfutter und Wasser aus einer Schalenränke und wurden im Alter von 28 bis 32 Tagen abgesetzt.

2.1.3 Haltung nach dem Absetzen

Die Ferkelaufzuchtbuchten (Typ Koomans) waren Offenfront-Tiefstreubuchten, die in einen 3,2 x 3,9 m großen Auslauf und ein 3,2 x 1,9 m messendes Ferkelnest mit einer Wärmelampe, die bei Bedarf eingeschaltet wurde, aufgeteilt waren. Das Ferkelnest bestand aus einer Holzkiste mit einer Höhe von 1 m und einem Plastikvorhang als Isolation gegen den Auslauf. Täglich wurden 1–2 kg Stroh auf die Tiefstreufäche verteilt, sodass eine Stroh-Mist-Matratze entstand. Wasser von einer Nippelränke stand ad libitum zur Verfügung. Die Nippelränke mit drei Nippeln in verschiedenen Höhen war auf der dem Ferkelnest gegenüberliegenden Seite des Auslaufs angebracht. Futter stand ad libitum zur Verfügung.

2.2 Versuchsdesign

Für den Versuch wurden alternierend a) sieben Ferkel aus der technischen Ferkelamme und 33 Ferkel aus der Abferkelbucht in je zwei Buchten gemeinsam (gemischte Buchten) oder b) 40 Ferkel aus den Abferkelbuchten in zwei Ferkelaufzuchtbuchten (Kontrollbuchten) eingestallt.

Ferkel, die in der technischen Ferkelamme zusammen aufgezogen worden waren, wurden auch zusammen in derselben Ferkelaufzuchtbucht gehalten. Ihnen wurden sieben Fokustiere aus der Abferkelbucht, möglichst passend nach Gewicht und Geschlecht, zugeordnet. In den Kontrollbuchten wurden nach denselben Kriterien 14 einander möglichst ähnliche Ferkel als Fokustiere markiert. Die Wurfzugehörigkeit der Ferkel war randomisiert, sie stammten von vier bis sechs Muttertieren pro Umtrieb und Treatment. Ferkel aus der technischen Ferkelamme und Ferkel aus der Abferkelbucht waren nie Wurfgeschwister. Die Ferkel aus der Abferkelbucht wurden mit und ohne künstlich aufgezogene Ferkel getestet um herauszufinden, ob „Belly nosing“ von den künstlich aufgezogenen Buchtgenossen übernommen wird („soziale Ansteckung“).

Dies resultierte in drei Versuchsbedingungen (Treatments):

1. Künstlich aufgezogen, gemischte Bucht (künstlich aufgezogene Ferkel plus an der Sau aufgezogene, KGEM)
2. An der Sau aufgezogen, gemischte Bucht (künstlich aufgezogene Ferkel plus an der Sau aufgezogene, SGEM)
3. An der Sau aufgezogen, Kontrollbucht (nur an der Sau aufgezogene Ferkel, SKONT)

2.3 Datenaufnahme

Die Fokustiere wurden individuell mit Sprühfarbe markiert, die Markierungen wurden jeweils am Tag vor der Beobachtung erneuert. Um die gesamte Buchtenfläche abzudecken, wurden drei Kameras installiert, zwei im Ferkelnest und eine über dem Auslauf.

Die Datenaufnahme erfolgte für zwei Stunden direkt nach dem Umstallen (Tag 0) und am Tag 1, 6, 14 und 20 danach, jeweils eine Stunde morgens und eine Stunde nachmittags.

Tab. 1: Ethogramm der erfassten Verhaltensweisen

Tab. 1: Ethogram with observed behaviour

Verhaltensweise Behaviour	Definition
Belly nosing aktiv	Rhythmische Auf- und Abbewegungen eines Ferkels mit seiner Rüsselscheibe am Bauch eines Buchtgenossen
Belly nosing aktiv und passiv	Von mind. einem Buchtgenossen mit „Belly nosing“ bearbeitet werden und gleichzeitig selbst „Belly nosing“ an einem anderen Tier ausführen
Belly nosing passiv	Ferkel wird mit „Belly nosing“ von einem Buchtgenossen bearbeitet
Bearbeiten von Buchtgenossen aktiv	Ferkel hat Schnauzenkontakt mit Wühlen, Nagen oder Saugen am Körper eines Buchtgenossen, ohne die rhythmische Bewegung des „Belly nosing“; das manipulierte Ferkel steht oder liegt passiv
Von Buchtgenossen bearbeitet werden	Ferkel wird bewühlt, benagt oder besaugt (außer „Belly nosing“)
Manipulation von Buchteneinrichtungen	Bewühlen oder Benagen von Buchteneinrichtungen
Wühlen	Wühlen in der Einstreu
Wasseraufnahme	Wasseraufnahme von der Nippeltränke
Futteraufnahme	Trockenfutteraufnahme aus der Futterkrippe, Kopf in oder über der Krippe
Ruhen	Liegen lateral oder ventral
Spiel/Kampf	Mindestens zwei Ferkel jagen, beißen oder besteigen einander (Unterscheidung zwischen Spiel und Kampf nicht möglich)

2.4 Statistische Analyse

Das Verhalten der Fokustiere wurde im Time-sampling-Verfahren alle zwei Minuten protokolliert. Anschließend wurde der jeweilige Anteil Scans je Verhalten an der täglichen Gesamtbeobachtungszeit berechnet.

Zur statistischen Analyse wurden generalisierte gemischte Effekte Modelle verwendet. Erklärende Variablen waren das Treatment (Faktor mit drei Stufen: KGEM, SGEM, SKONT), der Tag nach dem Absetzen (kontinuierliche Variable) und ihre Interaktion. Zufälliger Effekt war das Tier geschachtet in der Gruppe. Die Modellannahmen wurden mit grafischer Analyse der Residuen überprüft und die Zielvariablen „Wühlen“ und „Ruhen“ wurden entsprechend logit-transformiert. Die Zielvariablen „Belly nosing“ und „Spiel/Kampf“ wurden dichotomisiert („Belly nosing“ ja/nein, „Spiel/Kampf“ ja/nein) und mit einem Likelihood-ratio-Test analysiert, da es auch mit den transformierten Daten nicht möglich war, die Modellannahmen zu erfüllen. Eine Modellreduktion erfolgte im Stepwise backward-Verfahren, wobei das Treatment im Endmodell behalten wurde.

Das Auftreten von gegenseitigem „Belly nosing“, die Futter- und Wasseraufnahme sowie die Manipulation von Buchteneinrichtungen oder -genossen wurde – wahrscheinlich aufgrund der gewählten Beobachtungsmethode (time-sampling) – zu selten erfasst, um quantitativ analysiert werden zu können.

3 Resultate

3.1 „Belly nosing“

In den gemischten Buchten wurde „Belly nosing“ von mehr Ferkeln aus der technischen Ferkelamme (KGEM) als von Ferkeln aus der Abferkelbucht (SGEM) gezeigt, in den Kontrollbuchten (SKONT) wurde das Verhalten insgesamt von am wenigsten Tieren gezeigt. Der zeitliche Verlauf des Anteils Ferkel, die „Belly nosing“ zeigten, war in den Treatments in den drei Wochen der Beobachtung unterschiedlich (Treatment x Tag nach Umstallen $p = 0.025$, Abb. 1).

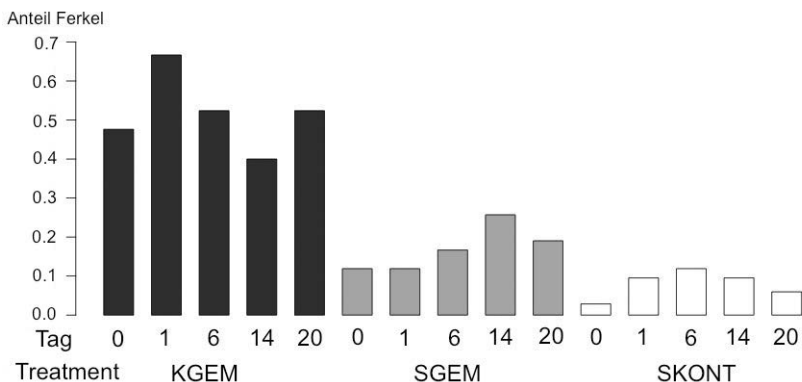


Abb. 1: Anteil Ferkel pro Tag aller drei Treatments, die „Belly nosing“ zeigten
Fig. 1: Proportion of piglets per day “belly nosing”

3.2 Spielen oder Kämpfen

In Kontrollbuchten spielten oder kämpften mehr Ferkel als in den gemischten Buchten, wobei dieses Verhalten in den Kontrollbuchten im Laufe der Zeit von immer mehr Ferkeln gezeigt wurde, während die Zahl spielender/kämpfender Ferkel in den gemischten Buchten kein konsistentes Muster aufwies (Treatment x Tag nach Absetzen, $p = 0.003$).

3.3 Wühlen im Stroh

Wühlen im Stroh wurde in den Kontrollbuchten insgesamt am häufigsten gezeigt ($F_{2,15} = 5.55$, $p = 0.005$, Abb. 2). Der Häufigkeitsverlauf der Strohbeschäftigung variierte mit der Zeit, es war aber kein über alle Versuchsbedingungen konsistentes Muster erkennbar ($F_{1,642} = 7.39$, $p = 0.007$).

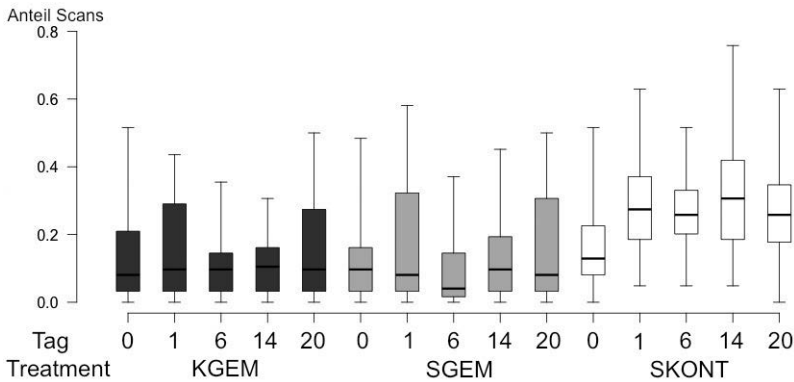


Abb. 2: Anteil Scans pro Tag, in denen die Ferkel in der Einstreu wühlten

Fig. 2: Proportion of scans per day that piglets showed nuzzling in the litter

3.4 Ruheverhalten

Die Ferkel in den gemischten Buchten (KGEM und SGEM) verbrachten mehr Zeit mit Ruhen als die Ferkel aus den Kontrollbuchten ($F_{2,155} = 3.25$, $p = 0.041$, Abb. 3).

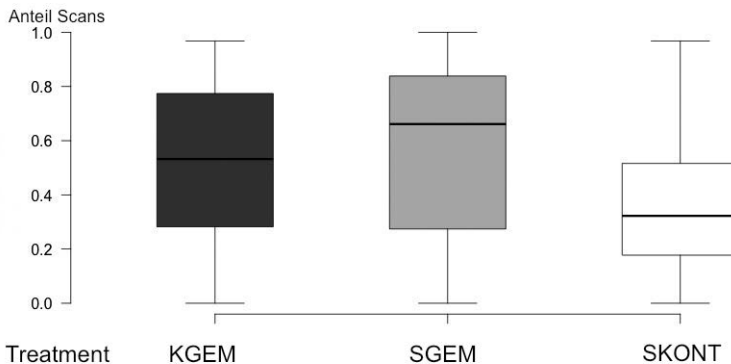


Abb. 3: Anteil Scans pro Tag, in denen die Ferkel ruhten
Fig. 3: Proportion of scans per day showing piglets resting

4 Diskussion

In dieser Studie zeigten künstlich aufgezogene Ferkel das Verhalten „Belly nosing“ auch nach dem Umstallen in einen eingestreuten und strukturierten Außenklimastall noch für mindestens drei Wochen deutlich mehr als Ferkel, die an der Sau aufgezogen worden waren. „Belly nosing“ wurde als Verhaltensanomalie aufgrund frühen Absetzens und dadurch bedingtem Mangel an Saugmöglichkeiten oder aber auch als Stress anzeigendes Verhalten beschrieben (COX und COOPER 2001; GONYOU et al. 1998; LI und GONYOU 2002; TORREY und WIDOWSKI 2006; RZEZNICZEK et al. 2014).

„Belly nosing“ wurde von den Ferkeln aus den Abferkelbuchten sehr selten gezeigt, was mit der Tatsache erklärt werden kann, dass die verwendeten Ferkelaufzuchtbuchten reichhaltigere Beschäftigungsmöglichkeiten boten als sonst übliche Aufzuchtbuchten. COX und COOPER (2001) beobachteten „Belly nosing“ seltener bei Ferkeln, die unter naturnahen Bedingungen aufwuchsen und RZEZNICZEK et al. (2014) beobachteten das Verhalten in der künstlichen Ferkelamme, nicht aber bei natürlich (an der Sau) aufgezogenen Ferkeln. Es wurden mehr von der Sau aufgezogene Ferkel in den gemischten Buchten beim aktiven „Belly nosing“ beobachtet als in den Kontrollbuchten, was dafür sprechen könnte, dass das Verhalten von den Buchtgenossen übernommen wurde.

Spielen und Kämpfen wurde in den Kontrollbuchten von mehr Ferkeln gezeigt als in den gemischten Buchten. Ob dies erhöhte Aggressivität oder vermehrtes Spielverhalten widerspiegelt, ist schwierig abzuschätzen, da eine Unterscheidung zwischen spielerischem und ernsthaftem Kämpfen nicht möglich war. Wühlen im Stroh wurde in den Kontrollbuchten mehr gezeigt als in den gemischten Buchten. Dies kann nur bedingt mit der

unterschiedlichen Einstreu in den Abferkelbuchten und Ferkelammen erklärt werden, da in den gemischten Ferkelaufzuchtbuchten Ferkel aus der Ferkelamme und solche aus der Abferkelbucht gehalten wurden. Berücksichtigt man aber gleichzeitig das in den gemischten Buchten häufiger gezeigte Ruheverhalten, mag dies eine Erklärung dafür sein, dass in den Kontrollbuchten augenscheinlich mehr exploriert wurde. Möglicherweise ist der Grund hierfür, dass die Ferkel in den Kontrollbuchten aktiver waren und somit auch häufiger Wühlen im Stroh zeigten.

5 Schlussfolgerung

Das vermehrte Auftreten von „Belly nosing“ nach der Aufzucht in technischen Ferkelammen, wie es in der vorliegenden Studie und auch von RZEZNICZEK et al. (2014) beobachtet wurde, zeigt, dass die Ferkel nicht fähig sind, sich in einer angereicherten Umgebung vollständig anzupassen und das Verhalten der Ferkel noch für mindestens drei Wochen nach dem Umstallen von dem natürlich aufgezogener Ferkel abweicht.

Literatur

- Cox, L.N., Cooper, J.J. (2001): Observation on the pre- and post-weaning behaviour of piglets reared in commercial indoor and outdoor environments. *Animal science*, 72: pp. 75–86
- Dybkjaer, L. (1992): The identification of behavioural indicators of “stress” in early-weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 35: pp. 135–147
- Gonyou, H.W., Beltranena, E., Whittington, D.L., Patience, J.F. (1998): The behaviour of pigs weaned at 12 and 21 days from weaning to the market. *Canadian Journal of Animal Science*: pp. 517–523
- Hoy, S. (2004): Künstliche Ferkelamme: Das Handling muss stimmen. *Top agrar: Ferkelverluste senken*. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup S. 69–71
- Li, Y., Gonyou, H.W. (2002): Analysis of belly nosing and associated behaviour among pigs weaned at 12–14 days of age. *Applied Animal Behaviour Science* 77: pp. 285–294
- Petersen, V. (1994): The development of feeding and investigatory behaviour in free-ranging domestic pigs during their first 18 weeks of life. *Applied Animal Behaviour Science* 42: pp. 87–98
- Rzezniczek, M., Gygas, L., Wechsler, B., Weber, R. (2014): Auswirkungen einer technischen Ferkelamme auf das Verhalten frühabgesetzter Saugferkel (KTBL-Schrift Artgemäße Tierhaltung 505, im Druck)
- Studnitz, M., Jensen, M.B., Pedersen, L.J. (2007): Why do pigs root and in what will they root? A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science* 107: pp. 183–197
- Torrey, S., Widowski, T.M. (2006): “Is belly nosing redirected suckling behaviour?” *Applied Animal Behaviour Science* 101.3: pp. 288–304
- Yuan, Y., Jansen, J., Carles, D., Zanella, A.J. (2004): The influence of weaning age on post-mixing agonistic interactions in growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 88: pp. 39–46

Danksagung

Ich danke Edna Hillmann, Roland Weber, Barbara Ammann, Andreas Hagenbüchle, Urs Marolf und vor allem Magdalena Rzeznicek für ihre Hilfe. Mein besonderer Dank geht an die Ferkel für ihre Neugierde und Unschuld, auch wenn ihre Mitarbeit nicht immer ganz freiwillig war; und an die Sauen für ihre Freundlichkeit und Geduld.

Einfluss der Mensch-Tier-Beziehung und der Aufzuchtbedingungen auf die Anpassungsfähigkeit von Zuchtsauen

Influence of the human-animal relationship and rearing conditions on the coping ability of gilts

ANSKA BRÖTJE, LORENZ GYGAX, BEAT WECHSLER, TANJA KUTZER

Zusammenfassung

Jungsauen werden üblicherweise unter reizarmen Bedingungen aufgezogen, bevor sie unmittelbar vor der ersten Abferkelung mit neuen Haltungsbedingungen und einer Intensivierung der Mensch-Tier-Beziehung konfrontiert werden. Diese Veränderungen stellen eine Herausforderung an die Anpassungsfähigkeit der Jungsauen dar, sodass deren Wohlbefinden und Leistung beeinträchtigt sein könnte. In der vorliegenden Untersuchung wurde daher in drei Experimenten überprüft, ob eine Intensivierung des Mensch-Tier-Kontaktes vor der ersten Abferkelung, eine Angewöhnung an die Abferkelbucht oder ein während der Aufzucht durchgeführtes Treibetraining positive Auswirkungen auf das Verhalten der Jungsauen während und nach der Abferkelung sowie auf deren Produktionsdaten haben.

Die Experimente wurden mit insgesamt 140 Jungsauen (67 Versuchs- und 73 Kontrolltiere) auf vier Praxisbetrieben durchgeführt. Zur Intensivierung des Mensch-Tier-Kontaktes (Experiment 1) erfuhren die Versuchstiere während der Aufzuchtphase in unterschiedlichem Alter an fünf aufeinanderfolgenden Tagen eine intensive Betreuung durch den Menschen. Zur Gewöhnung an die Abferkelbucht (Experiment 2) wurden die Jungsauen vier Wochen ante partum (a. p.) für 24 Stunden in eine Anlernbucht eingestallt. Beim Treibetraining (Experiment 3) wurden die Versuchstiere vier, drei und zwei Wochen a. p. über eine definierte Strecke getrieben. Während der Abferkelung wurden das Verhalten und das Liegeverhalten der Tiere erfasst. Nach dem Absetzen der Ferkel wurde mit den Jungsauen ein Ausweichdistanztest durchgeführt und die Wirkung des Treibetrainings ermittelt. Als Leistungsparameter wurden die Anzahl lebend geborener Ferkel sowie die Ferkelverluste erhoben. Die Analyse der Daten erfolgte mit (generalisierten) linearen gemischte Effekte Modellen.

Die in den drei Experimenten durchgeführten Trainings beeinflussten das Verhalten der Jungsauen in der Abferkelbucht nur geringfügig und es konnten keine Effekte auf die Mensch-Tier-Beziehung und die Leistung nachgewiesen werden. Die getesteten Trainingsmaßnahmen scheinen demnach in dem gewählten Umfang und zu den gewählten Zeitpunkten nicht ausreichend zu sein, um bei Jungsauen deutliche Effekte hinsichtlich Verhalten und Leistung zu erzielen.

Summary

Gilts are typically reared in intensive housing conditions. Around first parturition, however, the frequency of human-animal contact is intensified and the animals are introduced to new housing conditions. These changes are likely to stress the animals' ability to cope and could affect their welfare and performance. In the present study, we therefore investigated in three experiments whether more intensive human-animal contact with the gilts during rearing, experience with the farrowing pen before first parturition, and training to be driven during rearing have positive effects on gilt behaviour during and after farrowing, and their performance.

The experiments were carried out with a total of 140 gilts (67 experimental and 73 control animals) kept on four commercial farms. To intensify human-animal contact (experiment 1) gilts were handled positively on five consecutive days at different ages during rearing. To habituate them to the farrowing environment (experiment 2), they were introduced to a training pen for a period of 24 hours four weeks before parturition. Training to be driven through a passageway (experiment 3) was carried out four, three and two weeks before first parturition. Gilt behaviour and lying was recorded during farrowing. After weaning, a human avoidance test was carried out and the effect of training to be driven was assessed in an "experimental drive". Number of piglets born alive and piglet mortality were recorded. Data were analyzed using (generalized) linear mixed-effects models.

The treatments applied in the three experiments had only little effect on gilt behaviour during farrowing and no effect on performance and on the human-animal relationship. The training methods chosen in these experiments were thus not suitable to have clear effects on gilt behavior and performance.

1 Einleitung

Die zunehmende Mechanisierung der Landwirtschaft und die wachsenden Bestandsgrößen landwirtschaftlicher Betriebe haben zur Folge, dass Landwirte immer weniger Zeit in die Betreuung einzelner Tiere investieren und nur absolut notwendige Managementprozeduren ausführen (RUSHEN et al. 1999; TERLOUW UND PORCHER 2005). Für Jungsauen bedeutet dies, dass sie meist unmittelbar vor ihrer ersten Abferkelung erstmals in Folge von Trächtigkeitsuntersuchungen intensiver mit dem Menschen konfrontiert werden und sich mit unbekanntem Haltungsbedingungen wie der Abferkelbucht oder unbekanntem Treibewegen auseinandersetzen müssen.

Die Summe dieser Neuerungen kann die Anpassungsfähigkeit der Jungsauen überfordern und zu einer Verringerung der Produktivität der Tiere führen (HEMSWORTH et al. 1989). In der vorliegenden Studie wurde daher untersucht, ob eine frühzeitige Angewöhnung von Jungsauen an den Menschen, an die Abferkelbucht und an unbekanntem Treibewegen die Mensch-Tier-Beziehung, das Verhalten in der Abferkelbucht und die Produktivität der Jungsauen beeinflussen kann.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Tiere und Haltung

Die Versuche erfolgten von November 2010 bis Juni 2013 mit insgesamt 67 Jungsaunen und 73 Kontrolltieren auf vier Praxisbetrieben in der Schweiz.

Auf Betrieb A wurden 48 Jungsaunen (24 Versuchstiere, 24 Kontrolltiere) der Rasse Large White in den Versuch integriert. Während der Aufzuchtphase (ab einem Alter von elf Wochen bis zur ersten Abferkelung) sowie während weiterer Trächtigkeitsphasen wurden die Jungsaunen in Kleingruppen (4–8 Tiere) gehalten. Die Buchten umfassten einen planbefestigten Bereich mit Stroheinstreu (1,6 m²/Tier) und boten ständigen Zugang zu einem Auslauf (1,7 m²/Tier). Auf Betrieb B wurden die Versuche mit 39 Jungsaunen der Französischen Landrasse durchgeführt (19 Versuchstiere, 20 Kontrolltiere). Ab einem Alter von 30 Wochen bis zur ersten Abferkelung und während folgender Trächtigkeitsphasen wurden die Jungsaunen in Gruppen von 15–20 Tieren gehalten. Die Tiere hatten eine planbefestigte und mit Stroh eingestreute Fläche (1,7 m²/Tier) sowie einen separaten Auslauf von 2,1 m²/Tier zur Verfügung. 24 Jungsaunen (10 Versuchstiere, 14 Kontrolltiere) der Rassen Large White und Hampshire x Large White wurden auf Betrieb C in den Versuch integriert. Während der Aufzucht- und Trächtigkeitsphase wurden diese Tiere in dreier bzw. siebener Gruppen gehalten. Die Buchten umfassten 2–2,8 m² Spaltenboden inklusive eines planbefestigten Bereiches pro Tier. Auf Betrieb D wurden insgesamt 29 Tiere (14 Versuchstiere, 15 Kontrolltiere) der Rasse Französische Landrasse x Large White für den Versuch verwendet. Die Tiere wurden in Gruppen von 5–8 Tieren in Tiefstreubuchten (4,2 m²/Tier) gehalten. Auf allen Betrieben standen den Tieren freie Abferkelbuchten zur Verfügung.

Da Tiere in Abhängigkeit ihres Temperaments auf Situationen unterschiedlich reagieren, wurde mit allen Versuchs- und Kontrolltieren im Alter von 10–14 Tagen ein Backtest nach HESSING et al. (1993) durchgeführt. Hierzu wurden die Ferkel tierindividuell für eine Minute auf den Rücken gedreht und in dieser Position gehalten. Während dieser Zeit wurde die Anzahl der Umdrehversuche des Ferkels gezählt, wobei ein Umdrehversuch max. 2 Sekunden umfasste und die Bewegung der Vorder- und/ oder Hinterbeine beinhaltete. Zeigte ein Ferkel während des Backtestes weniger als zwei Umdrehversuche, wurde es als „nicht wehrhaft“ eingestuft. Zeigte das Ferkel hingegen mehr als zwei Umdrehversuche, wurde es als „wehrhaft“ bezeichnet. Anschließend wurden die Tiere zufällig den im Folgenden beschriebenen Versuchsgruppen für die drei Experimente zugeordnet.

2.2 Training der Jungsaunen

Die Gewöhnung der Jungsaunen an den Menschen erfolgte bei 20 Jungsaunen während der Aufzuchtphase im Alter von 96 Tagen sowie bei neun hochtragenden Jungsaunen in einem Zeitraum von fünf Wochen a. p. an jeweils fünf aufeinanderfolgenden Tagen auf den Betrieben A und B. Während dieses Zeitraumes erhielten die Versuchstiere eine intensive Betreuung durch einen bis dahin unbekanntem Betreuer. Die Betreuung dauerte für jedes Tier zwei Minuten pro Versuchstag und beinhaltete zunächst ein Streicheln mit der Hand an verschiedenen Körperteilen (Rücken, Flanken, Gesäuge, Beine, Kopf). Akzeptierte die Jungsau diese Berührungen, wurden diese mit einer handelsüblichen Tierbürste an den identischen Körperteilen wiederholt. Als Belohnung erhielt jede Jungsau zum Ende der

zweiminütigen Betreuung eine rohe Nudel. 32 weitere Jungsaunen ohne eine solche Betreuung wurden zusätzlich beobachtet.

Die Gewöhnung der Jungsaunen an die Abferkelbucht erfolgte mit 14 Jungsaunen auf dem Betrieb A. Um Erfahrung mit der Abferkelbucht sammeln zu können, wurden die Tiere individuell vier Wochen a. p. für 24 Stunden in eine Anlernbucht eingestallt. Diese befand sich in einem separaten Stallabteil, das nicht von weiteren Tieren belegt war. Die Strukturierung der Anlernbucht, die Fütterung und die Einstreu entsprachen den Gegebenheiten der später genutzten Abferkelbucht. Des Weiteren wurde der Jungsau in der Anlernbucht die Geräuschkulisse eines Abferkelstalls während der Säugeperiode über Lautsprecher vorgespielt. Als Kontrolltiere wurden 12 Jungsaunen ohne Besuch der Anlernbucht verwendet.

Das Training des Treibens erfolgte mit 24 Jungsaunen an drei verschiedenen Zeitpunkten (4, 3 und 2 Wochen a. p.) auf den Betrieben C und D. Jedes Versuchstier wurde einzeln aus der Gruppenbucht geholt, zu einem definierten Startpunkt geführt und tierindividuell über eine definierte Strecke getrieben. Die Treibewege waren zu Beginn des Trainings für alle Jungsaunen unbekannt. Um die Jungsaunen auf unbekannte Situationen während des Treibens vorzubereiten, wurde während des zweiten Treibetrainings ein Eimer und während des dritten Trainings ein Holzbrett bzw. ein Fliegenvorhang auf dem Treibeweg platziert. Das Training erfolgte stets durch dieselbe Person, die mit einem Treibebrett hinter dem Tier lief und dieses zum Weiterlaufen animierte, sobald es für 2 sek stehen blieb. 29 Jungsaunen wurden als Kontrolltiere genutzt, die kein Training erhielten. Um den Effekt des Treibetrainings zu prüfen, wurde mit den Jungsaunen, sobald sie nach der ersten Abferkelung wieder in der Gruppenbucht aufgestellt waren, ein Kontrolltreiben analog zum Treibetraining durchgeführt. Dabei wurden die Verhaltensweisen „Stehenbleiben“ (Stehen auf dem Treibeweg für mehr als 2 sek) und „Umdrehversuche“ (Drehen des Kopfes und der Schulter um mindestens 45 Grad zur Veränderung der Laufrichtung) mittels Direktbeobachtung notiert sowie die zur Absolvierung des Treibeweges benötigte Zeitdauer gemessen.

2.3 Verhaltensbeobachtungen in der Abferkelbucht

Um den Effekt des Trainings in den drei Experimenten auf das Verhalten während der Abferkelung zu bestimmen, wurden alle Versuchs- und Kontrolltiere in den ersten 24 h nach dem Einstellen in die Abferkelbucht sowie im Zeitraum von einer Stunde vor der Abferkelung bis eine Stunde nach der Geburt des letzten Ferkels per Videoaufzeichnungen kontinuierlich beobachtet. Während der Verhaltensbeobachtungen wurden die in Tabelle 1 beschriebenen Verhaltensweisen erfasst. Die Auswertung der Verhaltensweisen erfolgte mit dem Verhaltensbeobachtungsprogramm ETHO (Version 6.1.0.0, Roland Weber, Agroscope Tänikon).

Tab. 1: Beobachtete Verhaltensweisen in der Abferkelbucht
 Tab. 1: Definitions of observed behaviour in the farrowing pen

Liegen in Seitenlage	Liegen auf der Seite, wobei eine Schulter den Boden berührt
Liegen in Bauchlage	Liegen auf dem Gesäuge, wobei keine Schulter den Boden berührt
Abliegen	Positionswechsel vom Stehen oder Sitzen zum Liegen
Ruhiges Verhalten gegenüber der betreuenden Person	Während die betreuende Person die Abferkelbucht betritt, bleibt die Sau ruhig stehen oder liegen und zeigt keinerlei Abwehrverhalten
Komfortverhalten	Scheuern an Buchtenwänden oder Einrichtungsgegenständen
Nestbauverhalten	Scharren im Stroh mit einem Bein
Attackierung der Ferkel	Schnelle Bewegung des Kopfes sowie des Körpers, um Ferkel zu attackieren
Maternales Verhalten	Nasonasaler Kontakt mit Ferkeln

Des Weiteren wurden das Liegeverhalten der Jungsaue mithilfe eines am Hinterbein der Tiere befestigten Beschleunigungsloggers (MSR 145 B6, MSR Electronics GmbH, Seuzach; Größe: 20 x 15 x 61 mm, Gewicht 23 g) in den ersten 24 h ab dem Zeitpunkt des Einstellens sowie während der Abferkelung (d.h. im Zeitraum 12 h vor bis 12 h nach dem Beginn der Abferkelung) automatisiert erfasst.

2.4 Ausweichdistanztest nach dem Absetzen

Unmittelbar nach dem Absetzen der Ferkel wurde mit jedem Versuchs- und Kontrolltier ein Ausweichdistanztest durchgeführt, um die Auswirkungen des Trainings in den drei Experimenten auf die Mensch-Tier-Beziehung zu überprüfen. Zu diesem Zweck wurden die Jungsaue tierindividuell von der Abferkelbucht in einen bekannten Wartebereich getrieben. Nach einer Habituationszeit von 5 min betrat der betreuende Landwirt langsam und möglichst lautlos diesen Wartebereich. Sobald die Sau in einem Abstand von etwa 1,5 m zu dem Betreuer stand und diesen anschaute, näherte sich der Betreuer der Sau von vorne. Dabei hielt er eine Geschwindigkeit von etwa einem Schritt pro Sekunde ein und sein rechter Arm befand sich in einem 45° Winkel zur Sau. Die Annäherung an die Sau endete, sobald der Betreuer den Rücken der Sau berühren und streicheln konnte oder die Jungsau eine Abwehrreaktion gegenüber dem Betreuer zeigte. Ausgewertet wurde das Auftreten einer positiven Reaktion der Jungsaue (die Jungsau konnte berührt werden, wobei die Jungsau selbst den Betreuer manipulierte) im Gegensatz zu einer „neutralen“ (die Jungsau konnte berührt werden, zeigte jedoch selbst keine Reaktionen gegenüber dem Betreuer) oder „negativen“ Reaktion (die Berührung der Jungsau war nicht möglich, wobei diese defensiv oder aggressiv reagierte).

2.5 Erfassungen der Produktionsdaten

Die Anzahl lebend geborener Ferkel sowie die prozentualen Ferkelverluste wurden je Wurf erhoben, um einen möglichen Einfluss des Trainings auf die Leistung nachzuweisen. Diese Erhebungen erfolgten für alle Versuchs- und Kontrolltiere bis zur Beendigung der Versuchsphase bzw. bis zu dem Zeitpunkt der vorzeitigen Merzung des Tieres aufgrund geringer Fruchtbarkeit und Produktivität, Klauenverletzungen oder einer Abstockung des Tierbestandes. So konnten die Produktionsdaten im Experiment 1 von 22 Versuchs- und 22 Kontrolltieren bis zum zweiten Wurf, im Experiment 2 von 12 Versuchs- und acht Kontrolltieren bis zum zweiten Wurf sowie fünf Versuchs- und vier Kontrolltieren bis zum dritten Wurf und im Experiment 3 von 23 Versuchs- und 29 Kontrolltieren für den ersten sowie drei Versuchs- und 14 Kontrolltieren für den zweiten Wurf erfasst werden.

2.6 Statistische Auswertungen

Die Analyse der Daten erfolgte mithilfe von (generalisierten) linearen gemischten Effekte Modellen. In allen Modellen wurde das Training (mit/ohne) als Haupteffekt berücksichtigt. Die Genetik der Jungsau (Informationen zu Vater und Mutter) sowie der Betrieb wurden als zufälliger Effekt verwendet. Des Weiteren wurde im Experiment 1 und Experiment 2 das erfasste Temperament (resistent/nicht resistent) als Faktor sowie die Wurfnummer (kontinuierlich) in die Analyse einbezogen. Bei der Analyse der Daten zum Ausweichdistanztest wurde ebenfalls die Wurfnummer als fixer Effekt und die Jungsau geschachtelt im Betrieb als zufälliger Effekt berücksichtigt. Alle Analysen erfolgten unter Verwendung von R 3.0.1 (R CORE TEAM 2013).

3 Resultate

In keinem der drei Experimente hatte das Training einen Einfluss auf das Verhalten der Jungsauen im Ausweichdistanztest nach dem Absetzen.

3.1 Gewöhnung der Jungsauen an den Menschen

Jungsauen, die während der Aufzuchtphase bzw. unmittelbar vor der ersten Abferkelung eine intensive Betreuung durch einen Menschen erfuhren, lagen während der ersten 24 Std. in der Abferkelbucht weniger in Seitenlage ($\chi^2 = 12.71$, $p < 0.01$) und mehr in Bauchlage ($\chi^2 = 14.26$, $p < 0.01$) als Kontrolltiere, die keine zusätzliche Betreuung durch einen Menschen erhielten (Abb. 1). Weitere signifikante Effekte der Gewöhnung an den Menschen und des im Backtest bestimmten Temperaments der Tiere konnten nicht gefunden werden.

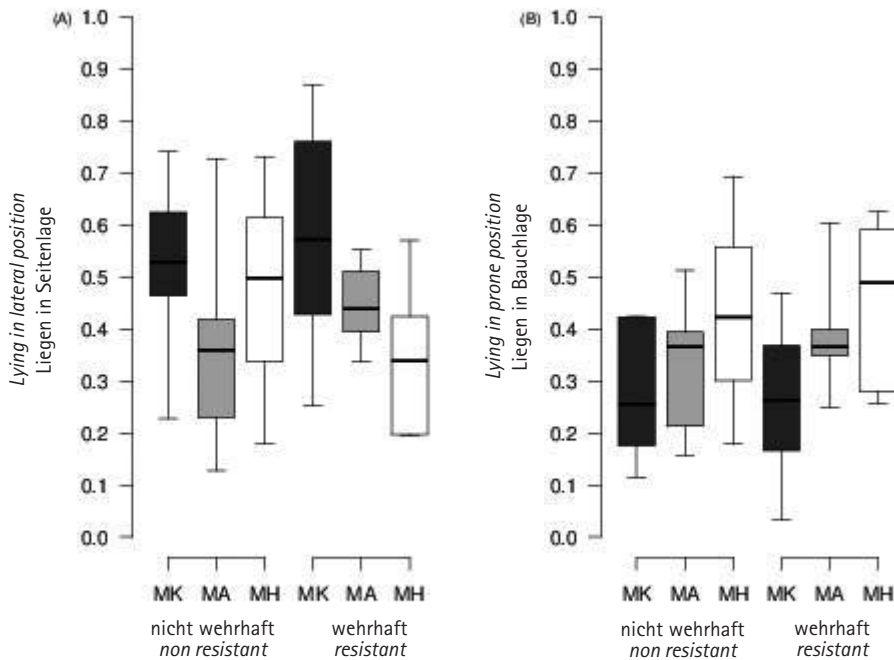


Abb. 1: Anteil Liegen in Seiten- (A) und in Bauchlage (B) während der ersten 24 Std. nach dem Einstellen in die Abferkelbucht bei Jungsaugen der Kontrollgruppe (MK, dunkelgrau) und Jungsaugen, die während der Aufzuchtphase (MA, hellgrau) oder hochtragend (MH, weiß) an den Menschen gewöhnt wurden für „resistente“ und „nicht resistente“ Tiere

Fig. 1: Proportion of lying in lateral (A) and prone position (B) during the first 24 h spent in the farrowing pen observed in control gilts (MK, dark grey), gilts treated during rearing (MA, light grey) and gilts treated when pregnant (MH, white) for “resistant” and “non resistant” gilts

3.2 Gewöhnung der Jungsaugen an die Abferkelbucht

Das Verhalten in der Abferkelbucht während der ersten 24 Std. nach dem Einstellen wurde sowohl durch die Gewöhnung als auch das Temperament der Jungsaugen beeinflusst. Resistente Versuchstiere und nicht resistente Kontrolltiere zeigten mehr Nestbauverhalten als nicht resistente Versuchstiere und resistente Kontrolltiere (Interaktion zwischen Training und Temperament: $\chi^2_1 = 4.86$, $p = 0.03$, Abb. 2A). Des Weiteren lagen resistente Versuchstiere mehr in Bauchlage als nicht resistente Versuchstiere und resistente/nicht resistente Kontrolltiere ($\chi^2_1 = 4.12$, $p = 0.04$, Abb. 2B). Während der Abferkelung war bei den an die Abferkelbucht gewöhnten Jungsaugen vermehrt maternales Verhalten ($\chi^2_1 = 6.06$, $p = 0.01$, Abb. 2C) und mehr Liegen in Bauchlage (Interaktion zwischen Training und Temperament: $\chi^2_1 = 5.52$, $p = 0.02$, Abb. 2D) zu beobachten als bei den Jungsaugen der Kontrollgruppe. Die Anzahl lebend geborener Ferkel erhöhte sich mit der Anzahl der Würfe, war hingegen unabhängig von dem durchgeführten Training. Weder das Training noch die Anzahl der Würfe hatten einen Einfluss auf die prozentualen Ferkelverluste.

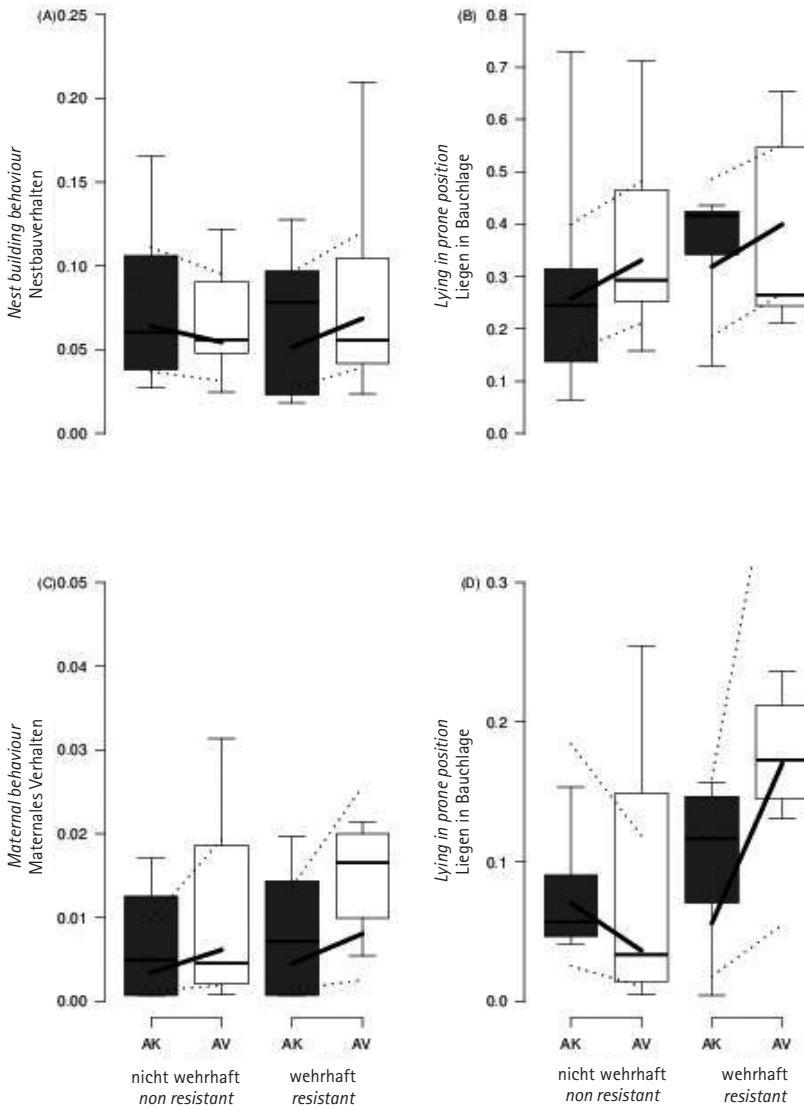


Abb. 2: Anzahl Nestbauverhalten (A) und Anteil Liegen in Bauchlage (B) in den ersten 24 Std. nach dem Einstellen in die Abferkelbucht sowie Anzahl maternales Verhalten (C) und Anteil Liegen in Bauchlage (D) während der Abferkelung bei Jungsaunen der Kontrollgruppe (AK, dunkelgrau) und Jungsaunen mit Angewöhnung an die Abferkelbucht (AV, weiß) für „wehrhafte“ und „nicht wehrhafte“ Tiere

Fig. 2: Number of nest building behaviour (A) and proportion of lying in prone position (B) during the first 24 h spent in the farrowing pen as well as number of maternal behaviour (C) and proportion of lying in prone position (D) during parturition observed in control gilts (AK, dark grey) and gilts experienced with the farrowing pen (AV, white) for “resistant” and “non resistant” gilts

3.3 Training des Treibens

Jungsauen, die vor der ersten Abferkelung an das Treiben gewöhnt wurden, wiesen während des Kontrolltreibens tendenziell weniger Umdrehversuche auf, als die Kontrolltiere (geschätzter Wert und 95 % Konfidenzintervall: Versuchstiere: 1.29 [0.36, 4.54], Kontrolltiere: 1.64 [0.47, 5.72]; $\chi^2_1 = 3.32$, $p = 0.07$), wohingegen sich das Training nicht signifikant auf das Stehenbleiben während des Treibens (3.55 [0.18, 67.56], 4.03 [0.21, 73.04]; $\chi^2_1 = 0.11$, $p = 0.74$) und die notwendige Zeit zur Absolvierung des Treibewegs (106.92 [51.89, 220.40], 107.02 [52.23, 217.07]; $\chi^2_1 = 0.18$, $p = 0.67$) auswirkte. Das Verhalten der Jungsauen in der Abferkelbucht wurde durch das Training nur wenig beeinflusst. Jungsauen mit Treibetraining verbrachten mehr Zeit in der Seitenlage ($\chi^2_1 = 4.17$, $p = 0.04$) und zeigten häufiger Komfortverhalten ($\chi^2_1 = 5.90$, $p = 0.02$) als Kontrolltiere. Auf die Produktionsdaten hatte das Treibetraining keinen Einfluss.

4 Diskussion

Es wurde erwartet, dass sich der versuchsbedingt häufigere positive oder neutrale Kontakt zu den trainierten Jungsauen der drei Experimente (Versuchstiere) positiv auf deren Mensch-Tier-Beziehung auswirkt (WAIBLINGER et al. 2003). Sowohl die Versuchs- als auch die Kontrolltiere zeigten jedoch auf allen vier Praxisbetrieben während des Ausweichdistanztestes unmittelbar nach dem Absetzen überwiegend eine positive Reaktion gegenüber der betreuenden Person. Die zusätzliche Betreuung der Tiere im Rahmen der Versuche konnte keine weitere Verbesserung der Mensch-Tier-Beziehung erzielen. Dies spricht für die gute fachliche Praxis in Bezug auf die Tierhaltung auf den beteiligten Praxisbetrieben.

Es wurde davon ausgegangen, dass die Tiere sich im Laufe des Trainings mit der betreuenden Person vertraut machen und weniger ängstlich während der Managementprozeduren reagieren als die nicht betreuten Kontrolltiere. Des Weiteren wurde davon ausgegangen, dass sich die Ängstlichkeit der Kontrolltiere auch auf die Produktionsdaten der Tiere auswirkt. In der vorliegenden Studie konnte in keinem der drei Experimente ein Einfluss des durchgeführten Trainings auf die Produktionsdaten festgestellt werden. Dies ist im Gegensatz zu früheren Untersuchungen, in denen ängstliche Sauen eine größere Anzahl totgeborener Ferkel oder vermehrt Erdrückungsverluste aufwiesen (HEMSWORTH et al. 1999; JANCZAK et al. 2003; LENSINK et al. 2009). Da das Training in keinem der drei Experimente einen Einfluss auf die Ergebnisse des Ausweichdistanztestes hatte, ist es jedoch nicht erstaunlich, dass auch bezüglich der Leistung keine signifikanten Unterschiede gefunden werden konnten. Auch hinsichtlich des Verhaltens in der Abferkelbucht konnten nur wenige Unterschiede zwischen den Jungsauen der Versuchs- und der Kontrollgruppen festgestellt werden. Die Tatsache, dass Jungsauen, bei denen eine Angewöhnung an die Abferkelbucht erfolgte, in den ersten 24 Std. nach dem Einstellen in die Abferkelbucht vermehrt in Bauchlage lagen sowie während der Geburt häufiger maternales Verhalten zeigten, wirkte sich nicht auf den Aufzuchtserfolg aus.

Jungsauen, die während der Aufzucht an das Treiben gewöhnt worden waren, zeigten während des Kontrolltreibens nach dem Abferkeln weniger Umdrehversuche als untrainierte Tiere. In Übereinstimmung mit der Studie von GOUMON et al. (2013) bei Mastschweinen konnte somit ein positiver Effekt des Trainings nachgewiesen werden.

5 Schlussfolgerung

Die Gewöhnung von Jungsaunen an das Treiben oder an die Abferkelbucht sowie ein intensiver Mensch-Tier-Kontakt während der Aufzucht beeinflussten deren Verhalten in der Abferkelbucht nur geringfügig. Es konnte kein Effekt des Trainings auf die Produktionsdaten und die Mensch-Tier-Beziehung, gemessen mit einem Ausweichdistanztest, nachgewiesen werden. Folglich scheinen die durchgeführten Trainingsmaßnahmen in dem gewählten Umfang und zu den gewählten Zeitpunkten nicht ausreichend zu sein, um bei Jungsaunen deutliche Effekte hinsichtlich Verhalten und Leistung zu erzielen.

Literatur

- Goumon, S.; Bergeron, R.; Faucitano, L.; Crowe, T.; Connor, M.L.; Gonyou, H.W. (2013): Effect of previous ramp exposure and regular handling on heart rate, ease of handling and behaviour of near market-weight pigs during a simulated loading. *Canadian Journal of Animal Science* 93, 461-470
- Hemsworth, P.H.; Barnett, J.L.; Coleman, G.J.; Hansen, C. (1989): A study of the relationships between the attitudinal and behavioural profiles of stockpeople and the level of fear of humans and the reproductive performance of commercial pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 23, 301-314
- Hemsworth, P.H.; Pedersen, V.; Cox, M.; Cronin, G.M.; Coleman, G.J. (1999): A note on the relationship between the behavioural response of lactating sows to humans and the survival of their piglets. *Applied animal behaviour science* 65, 43-52
- Hessing, M.J.C.; Hagelsø, A.M.; v. Beek, J.A.M.; Wiepkema, R.P.; Schouten, W.G.P.; Krukow, R. (1993): Individual behavioural characteristics in pigs 37, 285-295
- Janczak, A.M.; Pedersen, L.J.; Rydhmer, L.; Bakken, M. (2003): Relation between early fear- and anxiety-related behaviour and maternal ability in sows. *Applied Animal Behaviour Science* 82, 121-135
- Lensink, B.J.; Leruste, H.; De Bretagne, T.; Bizeray-Filoche, D. (2009): Sow behaviour towards humans during standard management procedures and their relationship to piglet survival. *Applied Animal Behaviour Science* 119, 151-157
- R Core Team, 2013. R: A language and environment for statistical computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria
- Rushen, J.; Taylor, A.A.; DePasille, A.M. (1999): Domestic animals' fear of humans and its effect on their welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 65, 285-303
- Terlouw, E.M.C.; Porcher, J. (2005): Repeated handling of pigs during rearing.I. Refusal of contact by the handler and reactivity to familiar and unfamiliar humans. *Journal of Animal Science* 83, 1653-1663
- Waiblinger, S.; Menke, C.; Fölsch, D.W. (2003): Influences on the avoidance and approach behaviour of dairy cows towards humans on 35 farms. *Applied Animal Behaviour Science* 84, 23-39

Danksagung

Wir danken den teilnehmenden Landwirten für die Bereitstellung ihrer Tiere und die Unterstützung der Versuche sowie Urs Marolf für die technische Hilfe. Das Forschungsprojekt wurde durch das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen Projekt-Nummer 2.10.03) finanziert.

Einfluss der Photoperiode auf Verhalten und Physiologie beim Wildmeerschweinchen (*Cavia aperea*) während der Ontogenese

Photoperiod influences behaviour and physiology during ontogeny in cavies (*Cavia aperea*)

MARIE-ANTONINE FINKEMEIER, FRITZ TRILLMICH, ANJA GÜNTHER

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, den Einfluss der Photoperiode auf das Verhalten und die Physiologie während der Ontogenese beim Wildmeerschweinchen zu testen. Die Tiere wurden im Labor in zwei Gruppen jeweils unter Frühlings- (spr) und Herbstbedingungen (aut) geboren. Jede Gruppe wurde später noch mal jeweils in zwei Gruppen eingeteilt und unter Frühlings- (spr/spr + spr/aut) bzw. Herbstbedingungen (aut/aut + aut/spr) gehalten. Die Ergebnisse zeigen Unterschiede zwischen den Gruppen bei der Gewichtszunahme. Während Gruppe spr/spr und spr/aut sich nicht unterschieden, nahmen die Tiere aus Gruppe aut/aut weniger zu als die Tiere aus Gruppe aut/spr. Insgesamt nahmen die Frühlingsgeborenen allerdings mehr zu als die Tiere, die unter Herbstbedingungen geboren wurden. Bei der Metabolismusrate zeichnete sich ein ähnliches Bild ab. Tiere, die unter Frühlingsbedingungen geboren wurden, hatten eine höhere Metabolismusrate als Tiere, die unter Herbstbedingungen geboren wurden. Der basale Cortisol-Level war bei Tieren aus Gruppe spr/aut höher, als bei Tieren aus Gruppe spr/spr und aut/spr. Im Verhalten zeigten sich ebenfalls Unterschiede. Insgesamt waren Tiere, die unter Frühlingsbedingungen geboren wurden signifikant „kühner“, furchtloser und explorativer als Tiere, die unter Herbstbedingungen geboren wurden. Andererseits waren Tiere der Gruppe aut/spr signifikant „furchtloser“ als Tiere der Gruppe spr/aut. Trotz der sich verändernden Bedingungen blieben die Parameter „Kühnheit“ und Exploration über die Zeit stabil, die physiologischen Parameter allerdings nicht. Die Tiere, die die pränatale Photoperiode nicht wechselten, zeigten kein stabil „furchtloses“ Verhalten. Diese Studie zeigt, dass Verhaltensweisen und physiologische Parameter, welche während der Ontogenese von Umwelteinflüssen stark beeinflusst werden, sich in Plastizität und Stabilität unterscheiden können.

Summary

We focused on the influence of photoperiod on behaviour and physiology in cavies during early development by simulating spring (spr) and autumn (aut) photoperiod in the lab to different groups and then placing half each of the animals of these groups in matching and mis-matching photoperiod. We found behavioural and physiological plasticity to pre- and post-natal treatment. Animals auf aut/spr had a higher weight gain than animals of aut/aut, while spr/spr and spr/aut did not show any differences in weight gain. In general, springborn animals had a higher weight gain than autumnborns. The same phenomenon could be seen for the resting metabolic rate (RMR). Differences in cortisol only appeared

during the third testperiod. Animals of spr/aut had a higher cortisol value than animals of spr/spr and aut/spr. Exploration and boldness were only influenced by pre-natal, but not by post-natal photoperiod. Springborn animals were more explorative, bolder and fearless than autumnborn animals. But there was a difference in fearlessness between aut/spr and spr/aut. Even though our treatment changed average trait expression, behaviour proved to be repeatable, but physiological traits were not. Fearlessness proved repeatable only in animals that did not change photoperiod during development, whereas exploration and boldness were repeatable regardless of photoperiodic treatment. Our study shows that personality traits differ in plasticity and temporal stability during early ontogeny.

1 Einleitung

Es ist bekannt, dass wechselnde Umwelteinflüsse während der Ontogenese Verhaltensweisen und die Physiologie von adoleszenten und adulten Individuen beeinflussen können (BIRO und STAMPS 2008). Diese Möglichkeit sich auf Umwelteinflüsse einzustellen und bestimmte Verhaltensweisen anzupassen, wird als phänotypische Plastizität bezeichnet (WEST-EBERHARD 2005). Auch wenn in vielen Studien postuliert wird, dass die Persönlichkeit als stabil gilt (SIH et al. 2004; BRIFFA et al. 2008), konnten andere Studien das Gegenteil zeigen (STAMPS und GROOTHUIS 2010; GROOTHUIS und TRILLMICH 2011). In frühen Entwicklungsphasen finden auf der physiologische- und Verhaltensebene viele Veränderungen statt (WEST-EBERHARD 2005), besonders während der Geschlechtsreife auf neuronaler und endokrinologischer Ebene (SISK und FOSTER 2004). Sozialer Stress und stresshafte Ereignisse während der Adoleszenz sind in der Lage Verhalten und Physiologie derart zu beeinflussen, dass Erfahrungen in der frühen Entwicklung aufgehoben werden können (SACHSER et al. 2011). Exploratives Verhalten bei Zebrafinken bspw. unterschied sich zwischen den Individuen und war zudem stabil über längere Zeit (DAVID et al. 2012). In einer anderen Studie zeigten adulte Zebrafinken, welche während der Ontogenese qualitativ schlechtes Futter bekamen, schneller exploratives Verhalten und waren mehr auf Futtersuche als Individuen, welche während der Ontogenese qualitativ hochwertiges Futter bekamen (KRAUSE et al. 2009; KRAUSE und NAGUIB 2011). Diese Ergebnisse legen nahe, dass Individuen in der Lage sind, ihr Verhalten trotz temporaler Beständigkeit den Umwelteinflüssen entsprechend zu adaptieren (RÉALE und DINGEMANSE 2012; DINGEMANSE et al. 2009). Es bleibt allerdings ungeklärt, warum und vor allem wann Veränderungen während der frühen Entwicklung eintreten und warum bestimmte Merkmale mehr oder weniger beeinflusst werden. Um diesen Aspekt in der Persönlichkeitsforschung zu untersuchen, benutzen wir einen Parameter, der die Jahreszeiten simuliert, die Photoperiode. Zahlreiche Untersuchungen zeigten, dass die Photoperiode die Metabolismusrate (BOUWHUIS et al. 2013), die Morphologie und das Verhalten (PYTER und NELSON 2006), den Zeitpunkt der Geschlechtsreife (PRENDERGAST et al. 2002) und die Stressantwort über den Anstieg von Cortisol (GUENTHER und TRILLMICH 2013) beeinflusst. Wildmeerschweinchen bspw., welche unter Herbstbedingungen aufwuchsen, waren weniger explorativ, schüchterner und gestresster als Wildmeerschweinchen, welche unter Frühlingbedingungen aufwuchsen. Allerdings verschwand dieser Effekt als diese Tiere einem 12L:12D-Rhythmus ausgesetzt wurden (GUENTHER und TRILLMICH 2013). In einer anderen Studie zeigten die Tiere eine hohe Stabilität in ihrem Verhalten, wenn diese in

der Photoperiode gehalten wurden, in der sie geboren wurden (GUENTHER et al. 2014a). Eine Studie an Feldmäusen (*Microtus arvalis*) ging einen Schritt weiter. Tiere, die im Sommer geboren wurden, wurden während der Ontogenese unter Winterbedingungen gehalten. Diese Tiere hatten ein geringeres Gewicht, einen höheren Corticosteron-Anstieg nach einer stresshaften Situation, waren weniger aktiv und vorsichtiger als Feldmäuse, welche im Winter geboren wurden und später unter Sommerbedingungen aufwuchsen (GRACCEVA et al. 2014).

Wir untersuchten die Stabilität und Plastizität bestimmter Persönlichkeitsmerkmale an 63 männlichen und weiblichen Wildmeerschweinchen. Dazu mussten zwei Gruppen während der Ontogenese unvorbereitet die Photoperiode wechseln, wohingegen zwei andere Gruppen in der Photoperiode bleiben durften, in die sie geboren wurden. Wir wollten damit den Fragen nachgehen, inwieweit der Phänotyp stabil oder in der Lage ist sich anzupassen, wenn sich bestimmte Umwelteinflüsse unvorhergesehen verändern und vor allem welche physiologischen Merkmale und Verhaltensweisen sich tatsächlich verändern und anpassen.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Versuchstiere und Haltung

Die für diese Studie genutzten Wildmeerschweinchen (*Cavia aperea*), deren Vorfahren aus Uruguay und Nord-Argentinien stammen, wurden an der Universität Bielefeld gezüchtet.

Während der Versuchsphase wurden die Wildmeerschweinchen in Zweiergruppen in Boxen (1 m x 1 m x 1 m) in Klimakammern (Temperatur 20°C ± 1°C und Zeitschaltuhr) gehalten und erhielten Standard Nager Pellets (Firma Höveler, Deutschland), Heu und Wasser ad libitum. Jeden zweiten Tag erhielten sie Grünfütter in Form von Obst und Gemüse. In jeder Box standen den Tieren zwei Plastikhäuser als Versteckmöglichkeit zur Verfügung.

Vor Versuchsbeginn wurden 18 Weibchen zur Zucht eingesetzt. Beim ersten Mal unter Frühlingsbedingungen und das zweite Mal unter Herbstbedingungen. Für drei Wochen hatten die Weibchen einen Tag-Nacht-Rhythmus von 12L:12D. Dieser Rhythmus gilt als die intermediäre Photoperiode für die im Bielefelder Labor gehaltenen Wildmeerschweinchen. Dadurch werden eventuelle Einflüsse von früheren photoperiodischen Bedingungen aufgehoben (GUENTHER und TRILLMICH 2013). Sobald die Männchen dazu kamen, wurde der Tag-Nacht-Rhythmus auf 10L:14D (Frühlingsbedingungen) und auf 14L:10D (Herbstbedingungen) geändert. Von da an wurden alle neun Tage 15 min, je nach Bedingung, abgezogen (Bsp. 14L:10D zu 13,75L:10,25D - simuliert Herbst) oder hinzugefügt (Bsp. 10L:14D zu 10,25L:13,75D - simuliert Frühling). Nach drei Wochen wurden die Männchen von den Weibchen getrennt. Nach einer Tragzeit von ca. 60 Tagen ± 5 wurden 63 Jungtiere geboren: 27 unter Frühlingsbedingungen und 36 unter Herbstbedingungen. Die Entwöhnung fand am 19. Lebenstag (LT) statt, in dem die Mütter aus den Boxen entnommen wurden. Bis zum 35. LT wurden die Jungtiere in ihren Geschwistergruppen (1–5 Tiere) gehalten. Am 35. LT fand die Einteilung in die vier Versuchsgruppen statt. Hierfür wurden sie voneinander getrennt und in gleichgeschlechtlichen (nur Nichtgeschwister) Zweiergruppen gehalten. Die Einteilung der Versuchsgruppen war wie folgt: 1) Gruppe spr/spr: unter Frühlingsbedingungen geboren und auch aufgewachsen = 14 Tiere – 9/5 ♀/♂. 2) Gruppe spr/aut: unter

Frühlingsbedingungen geboren und unter Herbstbedingungen aufgewachsen = 13 Tiere – 6/7 ♀/♂. 3) Gruppe aut/aut: unter Herbstbedingungen geboren und auch aufgewachsen = 18 Tiere – 9/9 ♀/♂. 4) Gruppe aut/spr: unter Herbstbedingungen geboren und unter Frühlingsbedingungen aufgewachsen = 18 Tiere – 10/8 ♀/♂. Um eine gerade Aufteilung in Zweiergruppen zu gewährleisten, wurden gleichaltrige Wildmeerschweinchen, die nicht an den Versuchen teilnahmen, als Boxpartner den Versuchstieren hinzugefügt.

2.2 Versuchsaufbau

Der Versuch gliederte sich in drei Testphasen (Abb. 1): Phase 1: von LT 20–35 (juveniles Stadium). Phase 2: von LT 55–85 (frühe Adoleszenz). Phase 3: von LT 110–140 (späte Adoleszenz/Geschlechtsreife).

In jeder Testphase nahmen alle Tiere an fünf Experimenten teil. Zwischen jedem Experiment hatten sie bis zu drei Tage Pause.

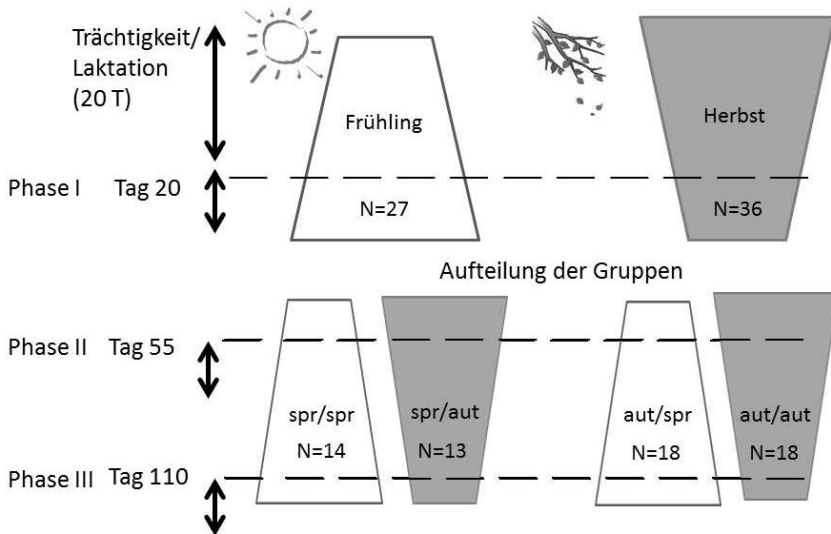


Abb. 1: Aufteilung zwei Gruppen in die vier Gruppen unter den verschiedenen Bedingungen in den drei Testphasen. Unter Frühlingsbedingungen (spr=weiß) nahm die Photoperiode alle neun Tage um 15 min zu. Unter Herbstbedingungen (aut=grau) nahm die Photoperiode ab. Am Ende der dritten Testphase lagen die Tag-Nacht-Rhythmen bei spr/aut und aut/aut bei 10L:14D und bei spr/spr und aut/spr bei 14L:10D

Fig. 1: The experimental setup with all four treatment groups and all three test periods. In spring condition (white) photoperiod was increased every nine days for 15 min. In autumn conditions (grey) photoperiod was decreased. At the end of the experiment the light-dark-cycles were as follows: 10L:14D for spr/aut and aut/aut and 14L:10D for spr/spr and aut/spr

2.3 Experimente

Gewicht

Die Tiere wurden sowohl bei der Geburt als auch vor jeder Messung der Metabolismusrate gewogen.

Metabolismusrate

Die Metabolismusrate wurde mithilfe der Respirometrie zwischen 9:00 und 17:00 Uhr gemessen. Die Temperatur der Kammer betrug $20 \pm 1^\circ\text{C}$ und wurde mit gedimmtem Licht beleuchtet, um die Tiere nicht zu beunruhigen. Während der Messung wurden zwei Tiere in jeweils einer Plexiglas-Küvette (18 x 28,5 x 18 cm) mit etwas Einstreu aber ohne Futter und Wasser gehalten. Die Messung dauerte $3\frac{1}{2}$ Std., in der die CO_2 -Produktion und der Sauerstoffverbrauch eines jeden Tieres aufgenommen wurden. Für die Werte der Metabolismusrate wurden der stabilste und niedrigste Wert des Sauerstoffverbrauchs pro Messung berücksichtigt und auf das Gewicht des Tieres korrigiert (DEPOCAS und HART 1957).

Basaler Cortisol-Level

Die Blutabnahmen fanden um 12:00 Uhr ± 10 min innerhalb von drei Minuten statt. Mithilfe einer Kanüle wurde eine der Venen, welche sich am Rande der Ohrmuschel befindet, angestochen und das Blut mithilfe von Kapillaren (insgesamt 70 μl) gesammelt. Die Blutprobe wurde dann für fünf Minuten mit 16060 rpm zentrifugiert und das gewonnene Serum bei -20°C eingefroren. Die Analyse des Serums fand im Labor des Instituts für Neuro- und Verhaltensbiologie in Münster statt (KAISER et al. 2003).

Furchtlosigkeit

Dieses Experiment fand in einem Open Field (1 x 1 x 1 m große Box) mit weißen Wänden statt. Als Startpunkt diente ein komplett durchsichtiges Plexiglashaus (18 x 18 x 18 cm) mit vier Ausgängen, welches sich in der Mitte der Arena befand und in welches das Tier gesetzt wurde. Über dem Versuchsaufbau war eine Kamera installiert, die die Bewegungen des Tieres aufzeichnete. Gemessen wurde die Latenz, die das Tier benötigt, um das Haus zu verlassen (max. 10 min). Tiere, welche bis zum Anheben des Hauses dieses nicht verlassen hatten, bekamen eine Latenz von 600 sek zugeordnet.

Exploration

Die Exploration wurde in einem Long Field getestet. Das Long Field bestand aus einer Standardbox (1 x 1 x 1 m) mit einem Ausgang (20 x 20 cm). An diese Box grenzte ein 5 m langer Korridor, der mit einer Lichtschranke ausgestattet war, welche sich hinter dem Ausgang befand (Abb. 2). Das Tier durfte sich 16–20 Std. an die Standardbox habituierten. Danach wurde der Ausgang geöffnet und das Tier hatte für 3 Std. die Möglichkeit, die Box zu verlassen und durch den Korridor zu laufen. Gemessen wurde die Anzahl der Durchläufe (hin und zurück) durch die Lichtschranke.

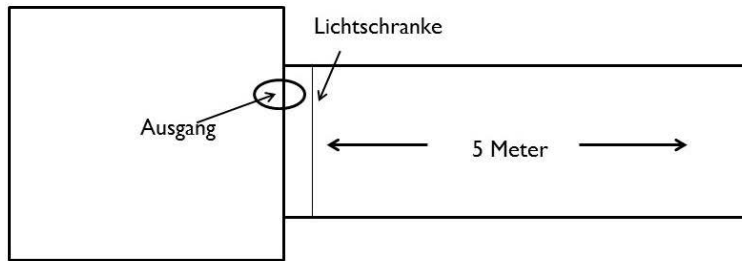


Abb. 2: Aufbau des Long-Fields, bestehend aus der Standardbox (1 x 1 x 1 m) mit einem Ausgang (20 x 20 cm) und einem angrenzenden Korridor (5 x 0,75 x 1 m). Die Lichtschranke befindet sich direkt hinter dem Ausgang und nimmt die Anzahl der Durchläufe (hin und zurück) des Wildmeerschweinchens auf

Fig. 2: The Long Field, which consists of a homebox (1 x 1 x 1 m) with an exit (20 x 20 cm) and a corridor (5 x 0,75 x 1 m). The photocell is placed right behind the exit and measures the number of trips (back and forth) of the cavy

Kühnheit

„Kühnheit“ wurde mithilfe eines Novel-Object-Tests gemessen. Das Experiment fand in bekannter Umgebung in der eigenen Box ohne den Artgenossen (dieser wurde für die Dauer des Versuchs in eine Ausweichbox gesetzt) statt. Als unbekanntes Objekt wurde ein 4 cm großer grüner Eierbecher benutzt. Dieser wurde 30 cm vor das in der Box vorhandene Haus gestellt, ohne den Zugang zu Wasser und Futter zu versperren. Der Test hatte eine Dauer von einer Stunde und wurde mit einer Kamera aufgezeichnet. Analysiert wurde die Anzahl der Kontakte über 15 min ab dem ersten Kontakt.

2.4 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wurde mit der freien Software R (R developmental core team, Version 2.15.1) durchgeführt. Alle aufgenommenen Parameter wurden mithilfe eines Linear-Mixed-Effekt-Modells analysiert. Als Zufallsvariablen wurden die Tier-ID und die Mutter-ID berücksichtigt und als fixe Effekte die Bedingung (spr/spr, spr/aut, aut/aut, aut/spr), das Geschlecht und die Testphase. Die Rangfolge im Wurf wurde als Kovariante betrachtet, da diese in einer früheren Studie ebenfalls einen Einfluss auf Verhalten und Physiologie des Wildmeerschweinchens zeigte (GUENTHER und TRILLMICH 2013). Verhaltensweisen und physiologische Parameter gelten in der Literatur dann als stabil, wenn Individuen sich über die Zeit gleich verhalten (BOAKE 1989). Um die Stabilität der Parameter zu analysieren, wurden aus den Modellen die „best-linear-unbiased-predictors“ (blups) extrahiert. Hierfür wird für jedes Tier über die drei Testphasen ein Mittelwert gebildet (DINGEMANSE und DOCHTERMANN 2013). Zusätzlich wurde auf multiples Testen nach GARCIA (2004) korrigiert. P-Werte unter 0,05 wurden als signifikant definiert.

3 Ergebnisse

3.1 Der Einfluss der Photoperiode

Gewicht

Sowohl die pränatale (erste Testphase) als auch die postnatale (ab der zweiten Testphase) Photoperiode hatten einen signifikanten Einfluss auf das Gewicht (Interaktion: Bedingung x Testphase: $F_{3,120} = 14,2$; $p < 0,001$). Allerdings gab es keine Gewichtsunterschiede während der ersten Testphase ($196 \pm 9,8$ g, $N = 63$). Unterschiede ergaben sich erst nach der Einteilung in die vier Versuchsgruppen. Die Gewichtszunahme der Wildmeerschweinchen aus den Gruppen spr/spr und spr/aut unterschied sich nicht. Insgesamt nahmen Wildmeerschweinchen dieser beiden Gruppen von Testphase 1 bis Testphase 3 $260 \pm 10,1$ g zu. Allerdings hatten diese eine höhere Gewichtszunahme als Tiere aus den Gruppen aut/aut ($t = -5,97$; $p < 0,001$; Gewichtszunahme: $212,4 \pm 9,6$ g) und aut/spr ($t = -3,76$; $p < 0,001$, Gewichtszunahme: $232,6 \pm 8,9$ g). Außerdem hatten die Tiere aus aut/spr eine signifikant höhere Gewichtszunahme als die Tiere aus aut/aut ($t = 2,3$; $p = 0,020$).

Metabolismusrate

Die Photoperiode hatte ebenfalls einen Einfluss auf die Metabolismusrate (Interaktion: Bedingung x Testphase: $F_{3,160} = 2,7$; $p = 0,045$). Die Metabolismusrate war bei Tieren, die in Frühlingsbedingungen geboren höher (230-250 KJ/g/Tag), unabhängig davon, ob diese in Frühlings- oder Herbstbedingungen aufwuchsen, als bei den Tieren, die in Herbstbedingungen geboren wurden (180-200 KJ/g/Tag) ($t = -2,0$, $p = 0,043$).

Basaler Cortisol-Level

Unterschiede zwischen den Gruppen im basalen Cortisol-Level ergaben sich erst während der dritten Testphase: Wildmeerschweinchen aus der spr/aut Gruppe hatten sowohl höhere Werte verglichen mit Tieren aus spr/spr (Wertspr/spr: 489 ng/ml; Wertspr/aut: 895 ng/ml; $t = 2,7$, $p = 0,008$) als auch aut/spr (610 ng/ml; $t = -2,1$, $p = 0,038$).

Furchtlosigkeit

Furchtloses Verhalten wurde ebenfalls von der Photoperiode beeinflusst (Interaktion: Bedingung x Testphase: $F_{3,118} = 3,05$; $p = 0,030$). Allgemein waren Tiere, die in Frühlingsbedingungen geboren wurden furchtloser als Tiere, die in Herbstbedingungen geboren wurden ($t = 3,04$; $p = 0,004$). Andererseits gab es Unterschiede zwischen spr/aut und aut/spr. Tiere aus der Gruppe aut/spr waren signifikant furchtloser als Tiere aus Gruppe spr/aut ($t = 2,3$; $p = 0,005$) (Abb 3.).

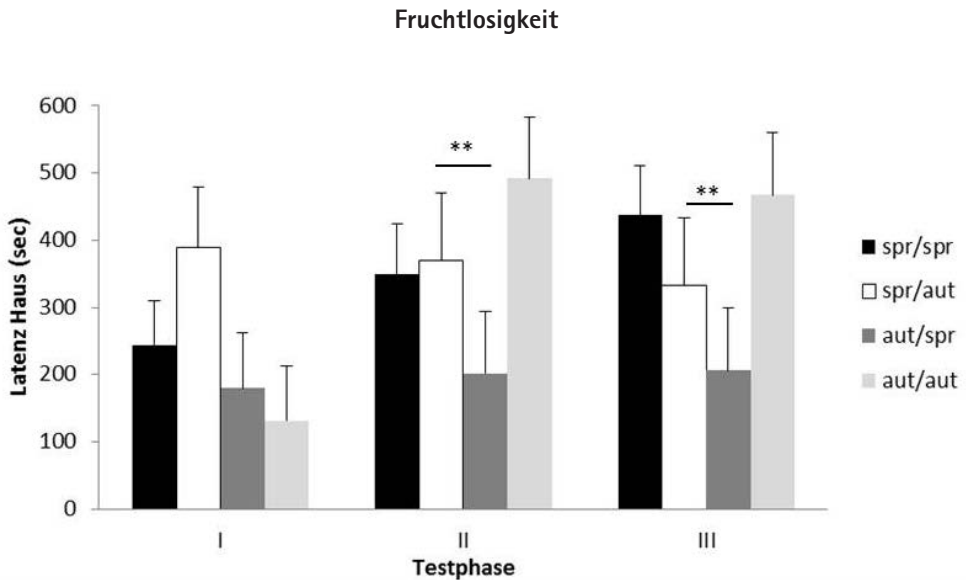


Abb. 3: Latenz bis zum Verlassen des Hauses im Open Field (+ Standardabweichung) für alle vier Wildmeerschweinchen-Gruppen in allen drei Testphasen. Nspr/spr = 14, Nspr/aut = 13, Naut/spr = 18, Naut/aut = 18

Fig. 3: The latency when the cavy leaves the shelter in the Open Field (+SE) for all four treatment groups and in all three test periods. Nspr/spr = 14, Nspr/aut = 13, Naut/spr = 18, Naut/aut = 18

Exploration und „Kühnheit“

Exploratives und „kühnes“ Verhalten wurden nur durch die prenatale Photoperiode beeinflusst. Tiere, die in Frühlingsbedingungen geboren wurden, waren explorativer (Anzahl Durchgänge im Long-Field spr/spr + spr/aut: ca. 30-60 und für aut/aut + aut/spr: ca. 5-10; $F_{3,44} = 4,63$; $p = 0,007$) und „kühner“ (Anzahl Kontakte Novel Object spr/spr + spr/aut: ca. 20 und für aut/aut + aut/spr: ca. 10; $F_{3,39} = 2,93$; $p = 0,045$) als Tiere, die in Herbstbedingungen geboren wurden.

3.2 Stabilität der physiologischen Parameter und Verhaltensparameter

Die Metabolismusrate war in dieser Studie nicht stabil (Repeatability (R) = 0, Konfidenzintervall (CI): 0-0,28, $p = 0,94$), auch wenn diese nicht durch den Wechsel der Photoperiode beeinflusst wurde. Dasselbe gilt auch für den basalen Cortisol-Level (R = 0, CI: 0-0,36, $p = 0,89$). Alle getesteten Verhaltensparameter waren während der Ontogenese auf unterschiedliche Weise stabil. Furchtloses Verhalten war nur bei den Tieren stabil, die während der Ontogenese die Photoperiode nicht wechselten (spr/spr und aut/aut: R = 0,67, CI: 0,48-0,8; $p = 0,001$). Die Tiere, die allerdings nach der ersten Testphase die Photoperiode wechselten, zeigten kein stabiles furchtloses Verhalten (R = 0, CI:

0–0,2; $p = 0,5$). Exploratives ($R = 0,33$, CI: 0,17–0,49, $p = 0,002$) und „kühnes“ ($R = 0,65$, CI: 0,52–0,75, $p = 0,001$) Verhalten dagegen waren unabhängig vom Wechsel der Photoperiode über alle drei Testphasen stabil.

4 Diskussion

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Gewichtszunahme durch die prä- und postnatale Photoperiode signifikant beeinflusst wurde. Schon in früheren Studien konnte gezeigt werden, dass der Parameter „Gewicht“ von Umwelteinflüssen stark beeinflusst wird (z. B. beim Algerischen Sandläufer (*Psammmodomus algirus*) (PÉREZ-TRIS et al. 2004)). Bei der Metabolismusrate zeigte sich ein anderes Muster. Diese wurde entgegen unserer Erwartung nur durch die pränatale Photoperiode beeinflusst. Allerdings wirkt auch das Gewicht stark auf die Metabolismusrate (SCHMIDT-NIELSEN 1997). Bei Säugetieren kann das Gewicht zusammen mit Umwelteinflüssen einen Einfluss bis zu 84 % auf die Metabolismusrate erklären (LANTOVÁ et al. 2011). Eine Erklärung für die geringere Plastizität der Metabolismusrate könnte sein, dass dieser Parameter mehr Zeit benötigt, um auf eine neue Umweltbedingung angepasst zu werden. Es wird in der Literatur argumentiert, dass das Aufrechterhalten eines erhöhten Grades phänotypischer Plastizität mit hohen Kosten für den Organismus verbunden ist (AULD et al. 2010). Die Vermutung liegt daher nahe, dass die Plastizität der Metabolismusrate so kostspielig ist, dass es sich für den Organismus erst lohnt diese auf Veränderungen anzupassen, wenn das Überleben des Individuums davon abhängt. In einer Feldstudie mit dem sehr nahe verwandten *Cavia magna* konnte gezeigt werden, dass die Metabolismusrate durchaus auf extreme Umwelteinflüsse angepasst werden kann, wenn es dies erfordert (KÜNKELE et al. 2005). Dieser Ansatz würde auch die Veränderung im basalen Cortisol-Level erklären. Dieser zeigte erst in der dritten Testphase Unterschiede zwischen den Gruppen. Bei den getesteten Verhaltensparametern hatte die pränatale Photoperiode einen hohen Einfluss (exploratives und „kühnes“ Verhalten). Dies deckt sich mit früheren Studien an Wildmeerschweinchen. Herbstgeborene weibliche Jungtiere waren schüchterner und explorierten weniger als Frühlingsgeborene (GUENTHER und TRILLMICH 2013). Auch die postnatale Photoperiode hatte keinen Einfluss auf exploratives und „kühnes“ Verhalten (GUENTHER et al. 2014b). Außerdem waren sowohl exploratives als auch „kühnes“ Verhalten in all den genannten Studien unabhängig von der postnatalen Photoperiode über die Zeit stabil (GUENTHER et al. 2014a). Die Ergebnisse dieser und der anderen Studien weisen darauf hin, dass diese beiden Verhaltensparameter über sehr lange Zeit stabil bleiben könnten. Würde man nur diese beiden Parameter berücksichtigen, würde dies für eine lebenslange stabile Persönlichkeit sprechen. Furchtlosigkeit zeigt allerdings ein anderes Muster. In dieser Studie war dieser Parameter nur dann stabil, wenn keine photoperiodischen Veränderungen eintraten. Diese Stabilität verschwand, sobald die Photoperiode verändert wurde. Dieses Ergebnis deckt sich zum Teil mit einer früheren Studie. Bei GUENTHER et al. (2014b) blieb Furchtlosigkeit stabil, wenn keine photoperiodischen Veränderungen stattfanden. Allerdings verlor dieser Parameter diese Stabilität sobald die Tiere geschlechtsreif waren. Die Metabolismusrate blieb in unserer Studie ebenfalls nicht stabil. Dieser Parameter wurde stark durch die pränatale Photoperiode beeinflusst. Die Metabolismusrate von Herbstgeborenen war in der ersten Testphase höher, wobei diese im Laufe

der Zeit einen geringeren Anstieg zeigten. Allerdings zeigten sich auch große Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen während der Adoleszenz (Ergebnisse nicht angeführt). In der zweiten Testphase hatten herbstgeborene Männchen eine höhere Metabolismusrate als frühlingsgeborene Männchen. Dieser Unterschied war bei den Weibchen in dieser Testphase schon nicht mehr zu sehen. Wir vermuten aufgrund dieser Ergebnisse die fehlende Stabilität dieses physiologischen Parameters.

Unsere Studie zeigt, dass die Photoperiode physiologische Merkmale und Verhaltensmerkmale beeinflussen kann. Die Photoperiode während der Ontogenese „unerwartet“ zu wechseln, hat einen großen Einfluss auf die Stabilität der Metabolismusrate, des Cortisol-Llevels und der Furchtlosigkeit, wohingegen Exploration und „Kühnheit“ gar nicht davon betroffen sind. Überdies konnten beim Gewicht, beim Cortisol-Level und bei der Furchtlosigkeit ein gewisser Grad an Plastizität festgestellt werden. Diese Ergebnisse zeigen, dass Physiologie und Persönlichkeit durch Umwelteinflüsse verändert werden können und sich bis zu einem gewissen Grad adaptieren. Insofern sollten Haltungsbedingungen auch auf Passung hinsichtlich der Persönlichkeitsmerkmale der jeweiligen Art, insbesondere in Bezug auf die soziale Zusammensetzung der Gruppen und einem tiergerechten Management überprüft werden.

Literatur

- Auld, J.R., Agrawal, A.A., Relyea, R.A. (2010): Re-evaluating the costs and limits of adaptive phenotypic plasticity. *Proceedings of the Royal Society B* 1681(277), pp. 503–511
- Biro, P.A., Stamps, J.A. (2008): Are animal personality traits linked to life-history productivity? *Trends in Ecology and Evolution* 23(7), pp. 361–368
- Boake, C.R.B. (1989): Repeatability: its role in evolutionary studies of mating behaviour. *Evolutionary Ecology* 3, pp. 173–182
- Bouwhuis, S., Quinn, J.L., Sheldon, B.C., Verhulst, S. (2013): Personality and basal metabolic rate in a wild bird population. *Nordic Society Oikos*, pp. 1–7
- Briffa, M., Rundle, S.D., Fryer, A. (2008): Comparing the strength of behavioural plasticity and consistency across situations: animal personalities in the hermit crab, *Pagurus bernhardus*. *Proceedings of the Royal Society B* 275(1640), pp. 1305–1311
- David, M., Auclair, Y., Cézilly, F. (2012): Assessing short and long-term repeatability and stability of personality in captive zebra finches using longitudinal data. *Ethology* 118, pp. 932–942
- Depocas, F., Hart, J.S. (1957): Use of the pauling oxygen analyzer for measurement of oxygen consumption of animals in open-circuit systems and in a short-lag, closed-circuit apparatus. *Journal of Applied Physiology* 10(3), pp. 388–392
- Dingemanse, N.J., Kazem, A.J.N., Réale, D., Wright, J. (2009): Behavioural reaction norms: animal personality meets individual plasticity. *Trends in Ecology and Evolution* 25(2), pp. 81–89
- Dingemanse, N.J., Dochtermann, N.A. (2013): Quantifying individual variation in behaviour: mixed-effect modelling approaches. *Journal of Animal Ecology* 82, pp. 39–54
- Garcia, V.L. (2004): Escaping the Bonferroni iron claw in ecological studies. *Nordic Society Oikos* 105(3), pp. 657–663
- Gracceva, G., Herde, A., Groothuis, T.G.G., Koolhaas, J.M., Palme, R., Eccard, J.A. (2014): Turning shy on a winter's day: Effects of season on personality and stress response in *Microtus arvalis*. *Ethology* 120, pp. 1–15

- Groothuis, T.G.G., Trillmich, F. (2011): Unfolding personalities: the importance of studying ontogeny, *Developmental Psychobiology* 53(6), pp. 641–655
- Guenther, A., Trillmich, F. (2013): Photoperiod influences the behavioral and physiological phenotype during ontogeny. *Behavioral Ecology* 24(2), pp. 402–411
- Guenther, A., Brust, V., Dersen, M., Trillmich, F. (2014a): Learning and personality types are related in cavies (*Cavia aperea*). *Journal of Comparative Psychology* 128(1), pp. 74–81
- Guenther, A., Finkemeier, M.-A., Trillmich, F. (2014b): The ontogeny of personality in the wild guinea pig. *Animal Behaviour* 90, pp. 131–139
- Kaiser, S., Kirtzeck, M., Hornschuh, G., Sachser, N. (2003): Sex-specific difference in social support – a study in female guinea-pigs, *Physiology & Behaviour* 62(3), pp. 321–329
- Krause, E.T., Hornamand, M., Wetzel, J., Naguib, M. (2009): Early fasting is long lasting: differences in early nutritional conditions reappear under stressful conditions in adult female zebra finches. *Public Library of Science Journals* 4(3), pp. 1–6
- Krause, E.T., Naguib, M. (2011): Compensatory growth affects exploratory behaviour in zebra finches, *Taeniopygia guttata*. *Animal Behaviour* 81, pp. 1295–1300
- Künkele, J., Kraus, C., Trillmich, F. (2005): Does the unusual life history of the precocial cavy (*Cavia magna*) translate into an exceptional field metabolic rate? *Physiological and biochemical zoology* 78(1), pp. 48–54
- Lantová, P., Zub, K., Koskela, E., Sichová, K., Borowski, Z. (2011): Is there a linkage between metabolism and personality in small mammals? The root vole (*Microtus oeconomus*) example. *Physiology & Behaviour* 104, pp. 378–383
- Pérez-Tris, J., Díaz, J.A., Tellería, J.L. (2004): Loss of body mass under predation risk: cost of anti-predatory behaviour or adaptive fit-for-escape? *Animal Behaviour* 67, pp. 511–521
- Prendergast, B.J., Nelson, R.J., Zucker, I. (2002): Mammalian seasonal rhythms: behaviour and neuroendocrine substrates. *Hormones, Brain and Behaviour* 2, pp. 93–156
- Pyter, L.M., Nelson, R.J. (2006): Enduring effects of photoperiod of affective behaviours in Siberian Hamsters (*Phodopus sungorus*). *Behavioural Neuroscience* 120(1), pp. 125–134
- Réale, D., Dingemanse, N.J. (2012): *Animal Personality*. eLS
- Sachser, N., Hennessy, M.B., Kaiser, S. (2011): Adaptive modulation of behavioural profiles by social stress during early phases of life and adolescence. *Neuroscience and Biobehavioural Reviews* 35, pp. 1518–33.
- Schmidt-Nielsen, K. (1997): *Animal Physiology: adaptation and environment*. Cambridge University Press, 5th edition
- Sih, A., Bell, A.M., Johnson, J.C. (2004): Behavioral syndromes: an ecological and evolutionary overview. *Trends in Ecology and Evolution* 19(7), pp. 372–378
- Sisk, C.L., Foster, D.L. (2004): The neural basis of puberty and adolescence. *Nature Neuroscience* 7(10), pp. 1040–1047
- Stamps, J.A., Groothuis, T.G.G. (2010): The development of animal personality: Relevance, concepts and perspectives. *Biological Reviews* 85, pp. 301–325
- West-Eberhard, M.-J. (2005): Phenotypic accommodation: adaptive innovation due to developmental plasticity. *Journal of Experimental Zoology* 304B(6), pp. 610–61

Tierschutzaspekte bei Winteraußenhaltung: Können Ponys sich an ein reduziertes Futterangebot anpassen?

Welfare aspects regarding outdoor housing in winter: Can ponies adapt to reduced food supply?

LEA BRINKMANN, ALEXANDER RIEK, GUNDULA HOFFMANN, MARTINA GERKEN

Zusammenfassung

Zehn Shetlandponys wurden ein Jahr unter semiextensiven Bedingungen gehalten. Im Winter wurden je fünf Tiere restriktiv und fünf Tiere bedarfsgerecht gefüttert. Es wurden das Körpergewicht, die lokomotorische Aktivität, die Körpertemperatur, der Ruhepuls und Blutparameter erfasst. Im Winter waren der Ruhepuls und die Bewegungsaktivität niedriger als im Sommer, was auf eine Stoffwechselreduktion der Ponys in der kalten Jahreszeit hindeutet. Die reduzierte Futterverfügbarkeit im Winter führte zu einer verstärkten Reduktion des Ruhepulses und der nächtlichen Körpertemperatur. Dies weist auf eine zusätzliche Reduktion des Energieumsatzes hin.

Summary

Ten Shetland ponies were kept under semi-extensive conditions for one year. In winter one group was fed restrictively while the other group served as the control. During the study, body weight, locomotor activity, body temperature, resting pulse and blood parameters were recorded. In winter resting heart rate and locomotor activity of the ponies were lower than in summer, indicating a reduced metabolic activity during cold winter times. The reduced food availability in winter resulted in a reduction of the resting heart rate and nocturnal body temperature, again indicating a reduction in metabolic rate.

1 Einleitung

Wilde herbivore Tiere sind im Winter einem verminderten Futterangebot ausgesetzt, während der Energiebedarf erhöht ist (ARNOLD et al. 2004). Neben Körperisolierung, Anlegen von Fettdepots und reduzierter Bewegung (BERGER et al. 1999; ARNOLD et al. 2004) zeigen Przewalski-Pferden im Winter zusätzlich ein Hypometabolismus, um Energie einzusparen (ARNOLD et al. 2006). Da domestizierte Pferde über lange Zeit unter konstanter Nährstoffversorgung auf Leistungsmerkmale selektiert wurden, ist fraglich, ob sie sich noch ausreichend an extensive Haltungen anpassen können.

2 Tiere, Material und Methoden

Zehn Shetlandpony-Stuten wurden ein Jahr unter semiextensiven Bedingungen gehalten. Im Sommer befanden sich die Tiere auf extensiven Weiden, im Winter wurden die Ponys in einem Offenstall gehalten. Um eine reduzierte Futtermittelverfügbarkeit im Winter zu simulieren, wurde eine Gruppe (RG, N = 5 Tiere) restriktiv (60 % des Energie- und Proteinbedarfs) gefüttert, die zweite diente als Kontrollgruppe (KG, N = 5), die bedarfsgerecht gefüttert wurde. Während des Versuchs wurden das Körpergewicht, die lokomotorische Aktivität (ALT Pedometer), die Körpertemperatur, der Ruhepuls und die Blutparameter NEFA und Total-Bilirubin erfasst.

3 Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im Winter zeigten die Ponys einen signifikant niedrigeren Ruhepuls und geringere Bewegungsaktivitäten (30 ± 5 Schläge/Min.; 330 ± 130 Aktivitätsimpulse/h) als im Sommer (62 ± 6 Schläge/Min.; 1140 ± 490 Aktivitätsimpulse/h; $p < 0,01$). Da die Herzschlagfrequenz ein bewährter Indikator für die Stoffwechselaktivität ist, lassen die Parameter auf eine Reduktion des Energieumsatzes der Tiere im Winter schließen. Alle Ponys zeigten einen Tagesrhythmus in der lokomotorischen Aktivität und der Körpertemperatur, der von der Photoperiode abhängig war. Die Ponys bewegten sich tagsüber viel, während die Bewegungsaktivität nachts gleichzeitig mit der Körpertemperatur reduziert war. Die mittlere Körpertemperatur im Sommer und Winter unterschied sich nicht, allerdings waren die täglichen Schwankungen im Sommer ausgeprägter als im Winter.

Die reduzierte Futtermittelverfügbarkeit in Winter führte bei der RG zu einer Reduktion des Gewichts ($\Delta 20,1 \pm 5,2$ kg) und des Ruhepulses ($29,0 \pm 3,0$ Schläge/Min.) im Vergleich zur KG ($37,0 \pm 4,0$ Schläge/Min.; $p < 0,05$), was auf eine zusätzliche Reduktion des Energieumsatzes der RG im Winter hinweist. Die mittlere Körpertemperatur beider Gruppen unterschied sich im Winter nicht voneinander (KG: $37,0 \pm 0,3$ °C; RG: $37,0 \pm 0,5$ °C), allerdings zeigte die RG deutlich stärkere nächtliche Temperaturreduktionen als die KG. Dieser intensivere nächtliche Hypometabolismus diente vermutlich der vermehrten Energieeinsparung. Die Stoffwechselreduktion reichte allerdings nicht aus, um eine Körperfettmobilisation zu verhindern. Die dadurch erhöhten NEFA- und Bilirubin-Konzentrationen im Blut zeigen erste gesundheitliche Effekte der Futterrestriktion.

Der Versuch zeigt, dass sich Shetlandponys durch physiologische und metabolische Veränderungen adaptieren. Folglich kann eine ganzjährige extensive Haltung von Shetlandponys mit ausreichender Zufütterung als artgerecht angesehen werden.

Literatur

Arnold, W.; Ruf, T.; Kuntz, R. (2006): Seasonal adjustment of energy budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*) II. Energy expenditure. *Journal of Experimental Biology* S. 209, pp. 4566–4573

Arnold, W.; Ruf, T.; Reimoser, S.; Tataruch, F.; Onderschecka, K.; Schober, F. (2004): Nocturnal hypometabolism as an overwintering strategy of red deer (*Cervus elaphus*). *American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology* 286, pp. R174–181

Berger, A.; Scheibe, K.-M.; Eichhorn, K.; Scheibe, A.; Streich, J. (1999): Diurnal and ultradian rhythms of behaviour in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions, *Applied Animal Behaviour Science* 64, pp. 1–17

Danksagung

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die finanzielle Förderung des Projektes.

Validierung eines 3-Achsen-Lagesensors am Melkzeug zur automatischen Erfassung der Hinterbeinaktivität bei Milchkühen

Validation of a three-dimensional-accelerometer on the milking cluster for automatic recording of hind leg activity of dairy cows

SEBASTIAN FRICKER, FRANZISKA BLÜMEL, PASCAL SAVARY, MATTHIAS SCHICK

Zusammenfassung

Diese Studie untersuchte bei 45 Kühen die Übereinstimmung der Hinterbeinaktivität und der Aktivität des Melkzeugs während des Melkens mittels 3-Achsen-Lagesensoren. Es konnte ein Algorithmus erstellt werden, mit dem die Hinterbeinaktivität allein aufgrund der Messwerte des Lagesensors am Melkzeug berechnet werden kann.

Summary

In this study, 45 cows were observed in hind leg activity and milking cluster activity during milking, using 3-dimensional-accelerometers and checked for compliance. An algorithm based on the accelerometer of the milking cluster for automatic detection of hind leg activity could be created.

1 Einleitung und Zielsetzung

Probleme beim täglichen Melken äußern sich beispielsweise durch das nicht freiwillige Betreten des Melkstandes, vermehrtes Absetzen von Kot und Harn sowie nervöses Trippeln und Kicken mit den Hinterbeinen (SAVARY et al. 2010). Insbesondere die Hinterbeinaktivität gilt als Indikator für Stress, Unwohlsein und Schmerz und ist somit ein Anzeichen dafür, dass das Tierwohl beeinträchtigt ist (GYGAX et al. 2008). Die Erfassung und Beurteilung des Tierverhaltens während des Melkens erfolgen häufig mit Direktbeobachtungen. Jedoch bedeutet diese Methode einen hohen Kosten- und Arbeitsaufwand (Nielsen et al. 2010; Watanabe et al. 2008). Mit 3-Achsen-Lagesensoren kann die Tieraktivität aufgezeichnet werden, was eine automatische Erfassung von Verhaltensweisen ermöglicht (Müller und SCHRADER 2003; LUU et al. 2013).

Ziel dieser Arbeit ist die Überprüfung der Übereinstimmung eines 3-Achsen-Lagesensors am Melkzeug, unter Verwendung von zwei weiteren 3-Achsen-Lagesensoren, die jeweils am rechten und am linken Hinterbein von Milchkühen angebracht wurden. Bei ausreichender Genauigkeit könnte das Anbringen von 3-Achsen-Lagesensoren an den Hinterbeinen und somit direkt am Tier entfallen. Als Referenz diente die Direktbeobachtung. In einem weiteren Schritt wurde ein Algorithmus entwickelt, um anhand des 3-Achsen-Lagesensors am Melkzeug auf die Hinterbeinaktivität zu schließen.

2 Tiere, Material und Methoden

Die Erhebung fand im 2 x 3-Autotandem-Melkstand der Agroscope in Tänikon statt. Untersucht wurden 45 Kühe der Rassen Brown Swiss und Fleckvieh x Red Holstein. Für jedes Tier erfolgte eine Wiederholung bei je einer Morgen(MM)- und einer Abendmelkung (AM). Mittels Direktbeobachtung wurde zwischen den Parametern Fuss-Heben und Kicken differenziert. Anhand synchronisierten Datenloggern vom Typ MSR 145 (MSR Electronics GmbH, Seuzach, Schweiz) wurde während des Melkens die Aktivität am rechten und linken Hinterbein sowie am Melkzeug gemessen. Das Messintervall der Beschleunigungswerte (m/s^2) betrug 50 Hertz.

Die Verhaltensparameter aus der Direktbeobachtung während der MM wurden mit der Aktivität des Melkzeugs grafisch verglichen. Dabei wurden die Anzahl aktiver Phasen (= Zeitspanne von wiederholten Aktivitäten der Hinterbeine), die Dauer zwischen aktiven Phasen sowie ein tierindividueller Schwellenwert zur Abgrenzung von aktiven und inaktiven Phasen bestimmt. Auf Grundlage dieser Analyse konnte ein Algorithmus zur Berechnung des tierindividuellen Schwellenwerts erstellt werden: „Mittelwert + Standardabweichung + 0,2“. Die Daten wurden statistisch mit einem Korrelationskoeffizient nach Pearson ausgewertet.

3 Ergebnisse

Mit dem Algorithmus konnte eine Übereinstimmung von 97 % zwischen den Messdaten des 3-Achsen-Lagesensors am Melkzeug und der als Referenz geltenden Direktbeobachtungen der MM erreicht werden. Auf Basis dieses Ergebnisses wurde der Algorithmus zur Validierung auf die unbekanntenen Messwerte der AM angewandt. Aus der Anwendung des Algorithmus auf die Messwerte des 3-Achsen-Lagesensors am Melkzeug resultierte eine Übereinstimmung von 74 %, während die Übereinstimmung der Messwerten der 3-Achsen-Lagesensoren an den Hinterbeinen 91 % betrug. Alle Ergebnisse auf Basis des Algorithmus waren hoch signifikant ($p < 0.001$).

4 Fazit

Aufgrund der guten Übereinstimmung der 3-Achsen-Lagesensoren der Hinterbeine und des Melkaggregates konnte gezeigt werden, dass die Aktivitätserfassung am Melkzeug während des Melkens möglich ist. Somit wird die Anbringung von Lagesensoren am Tier zur Beobachtung der Tieraktivität im Melkstand überflüssig. Dies kann nicht nur den Arbeitsaufwand und die Kosten senken, sondern ermöglicht auch eine ständige Aktivitätsüberwachung im Melkstand, um Rückschlüsse auf die Funktion der Melktechnik sowie das Wohlbefinden und den Gesundheitszustand der Kühe während des Melkens ziehen zu können.

Literatur

Gygax, L.; Neuffer, I.; Kaufmann, C.; Hauser, R.; Wechsler, B. (2008): Restlessness behaviour, heart rate and heart-rate variability of dairy cows milked in two types of automatic milking systems and auto-tandem milking parlours. *Applied Animal Behaviour Science* 109, pp. 167–179

Luu, J.; Johnsen, J.F.; de Passilé, A.M.; Rushen, J. (2013): Which measures of acceleration best estimate the duration of locomotor play by dairy calves? *Applied Animal Behaviour Science* 148, pp. 21–27

Müller, R.; Schrader, L. (2003): A new method to measure behavioural activity levels in dairy cows. *Applied Animal Behaviour Science* 83, pp. 247–258

Nielsen, L.R.; Pedersen, A.R.; Herskin, M.S.; Munksgaard, L. (2010): Quantifying walking and standing behaviour of dairy cows using a moving average based on output from an accelerometer. *Applied Animal Behaviour Science* 127, pp. 12–19

Savary, P.; Korth, F.; Kauke, M. (2010): Melkstandtechnik auf Schweizer Milchviehbetrieben, ART-Bericht 730, Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, pp. 1–8

Watanabe, N.; Sakanoue, S.; Kawamura, K.; Kozakai, T. (2008): Development of an automatic classification system for eating, ruminating and resting behavior of cattle using an accelerometer. *Grassland Science* 54, pp. 231–237

Einfluss von Management und Umweltfaktoren auf die Bewegung alpiner Weideschafe

Effect of management and environment on the movement of sheep on alpine high pastures

THOMAS GUGGENBERGER, FERDINAND RINGDORFER, ALBIN BLASCHKA, REINHARD HUBER,
PETRA HASLGRÜBLER

Zusammenfassung

Die Bewegungsgeschwindigkeit von 19 Weideschafen in den österreichischen Alpen wurde mit GPS-Halsbändern erfasst und auf ihre Einflussfaktoren untersucht. Für die Tagesmittelwerte konnte ein statistisches Modell mit hohem Erklärungsgrad erstellt werden. Die mittlere Geschwindigkeit von 110,9 Meter pro Stunde wird in absteigender Reihenfolge von der Stunde des Tages, der Kalenderwoche, der Beweidungsart, von der Steilheit des Geländes, von der Umgebungstemperatur und von der Veränderung der Temperatur erklärt.

Summary

The pace of 19 pasturing sheep was recorded with GPS collars in the austrian alps and influencing factors were studied. For daily means, it was possible to create a statistical model with a high explanatory power. The average speed of 110.9 metres per hour is influenced, in decreasing order, by hour of day, week of the year, grazing system, steepness of slope, ambient temperature and changes in temperature.

1 Einleitung

Reduzierte Tierbestände und geänderte Managementverfahren führen seit vielen Jahrzehnten zu einem Rückgang verfügbarer Weideflächen in den Alpen. Dabei verdrängen stark verholzende und wenig nahrhafte Pflanzen die floristische Vielfalt der ursprünglichen Almweiden. In Österreich wurde ein Weideverfahren mit Schafen entwickelt, das diese Entwicklung auf natürliche Art stoppt und sogar eine Rückkehr zu Weideflächen ermöglicht. Die dafür notwendige Bewegungsintensität und die Ruhezeiten müssen sich stark an den natürlichen Bedürfnissen frei weidender Schafe orientieren. So bleiben die Schafe gesund und können gleichzeitig ihren Bewirtschaftungsauftrag erfüllen.

2 Material und Methoden

Zwischen 2009 und 2013 wurde der Einfluss von vier verschiedenen Managementverfahren (freie Beweidung, Schäfer mit enger (gehütet) und weiter (begleitet) Weideführung, Koppelweide) und acht Umweltfaktoren (Kalenderwoche, Stunde des Tages, Lichtverhältnisse,

Höhenlage, Landbedeckung, Geländeneigung, Temperatur, Wetteränderung) in Bezug auf das Bewegungsverhalten von Schafen untersucht. Dafür wurden 19 Einzeltiere mit GPS-Halsbändern (GPS-Plus / Vectronic Aerospace) ausgestattet und auf Almen in den Ost- und Zentralalpen (1 000–2 600 Metern Seehöhe) aufgetrieben.

Im Beobachtungszeitraum wurden in den Sommermonaten zwischen Mai und September insgesamt 75 800 Punkte gemessen. Mit den Koordinaten wurden aus vorhandenen Geodaten die Informationen der Landbedeckung und Geländeneigung entnommen. Alle temporalen Faktoren wurden vom Zeitstempel der Messung entnommen und mit den bekannten Wetterdaten in Beleuchtungs- und Wetterinformationen weiterverarbeitet (DUFFETT-SMITH 2011). Alle Distanzen und Höhenunterschiede wurden entlang eines hoch aufgelösten Geländemodells berechnet. Aus den Parametern und Klassen wurde ein lineares Modell erstellt und mit dem Statistikpaket R, Version 3.0.3 auf die Signifikanz einzelner Faktoren und des Gesamtmodells untersucht.

3 Ergebnisse und Diskussion

Die frei weidenden Schafe wählen im statischen Modell eine mittlere Bewegungsgeschwindigkeit von 84,9 Meter/Stunde und überwinden dabei 20 Höhenmeter. Sie entwickeln im Tagesverlauf ein deutliches Verhaltensmuster. Mit Beginn der Morgendämmerung beginnt die Aktivität, die um die Mittagszeit durch eine lange Ruhezeit unterbrochen wird. Danach weiden die Tiere bis zum Ende der Abenddämmerung und bleiben dann in der Nacht standorttreu auf wenigen Plätzen. Temperaturschwankungen, verschiedene Höhenlagen oder Hangneigungen haben darauf kaum Einfluss. Begleitet ein Schäfer die Schafe, um mit ihnen Rekultivierungsarbeit zu leisten, bleibt das tägliche Muster erhalten, aber die Wegstrecken verlängern sich um 33,8 Meter/Stunde. Dies steigert den Energiebedarf – im Vergleich zu frei weidenden Schafen – um mindestens 10 %. Zusätzlich bringt der Schäfer seine menschlichen Muster (flacheres Querungsverhalten im Hang, größeres Bedürfnis nach Futtersuche im Spätsommer, Empfindlichkeit gegen höhere Temperaturen bzw. Temperaturschwankungen) ein. Leistet der Schäfer mit den Tieren gezielte Rekultivierungsarbeit und hütet er die Schafe strenger, verändert sich vor allem das natürliche Verhalten im Tagesablauf. Die Wegstrecken können im Vergleich zu frei weidenden Tieren um 6 Meter pro Stunde geringer ausfallen. Weiter bringt auch der Schäfer seine persönlichen Mobilitätsbedürfnisse und Temperaturansprüche ein. Der Schäfer führt die Herde im Herbst wieder früher in die Tallagen.

Wird die Fläche in Koppelhaltung bewirtschaftet, sinkt die Bewegungsgeschwindigkeit im Tagesschnitt auf 55,5 Meter pro Stunde. Das verwendete Gesamtmodell erklärt die Streuung der Daten im Datensatz der Tagesmittelwerte mit 65,7 %. Der Modellmittelwert aller Faktoren führt zu einer Bewegungsgeschwindigkeit von 110,9 Meter/Stunden und liegt damit deutlich unter der vergleichbarer Untersuchungen (LEIBER ET AL. 2009).

Literatur

Duffett-Smith, P. (2011): Practical Astronomy with your Calculator or Spreadsheet. Cambridge, Cambridge University Press

Leiber, F.; Kaulfers, C.; Schmid, S.; Kreuzer, M.; Liesegang A. (2009): Differences in spatial grazing behaviour of sheep and goat in an heterogeneous high alpine environment. In: Proceeding of the 15th Meeting of the FAO CIHEAM Mountain Pastures Network, Les Diablerets, ACW, S. 161-164

Verhalten und autonome Reaktionen von Schweinen im Kontext der Fütterung

Behaviour and autonomic reactions of pigs during feeding

ANNIKA KRAUSE, MANUELA ZEBUNKE, JAN LANGBEIN, BIRGER PUPPE

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie untersucht die autonome Reaktion von insgesamt neun Schweinen in einer konkreten Fütterungssituation. Durch die simultane Registrierung von EKG und Blutdruck konnte die autonome Balance der Tiere kontextbezogen beschrieben werden. Außerdem wurden Zusammenhänge zwischen individuellen Reaktionstypen der Tiere und ihrer autonomen Reaktion nachgewiesen. Dies unterstreicht die Rolle individueller Unterschiede in der situativ-affektiven Umweltbewertung bei Tieren.

Summary

The objective of this study was to examine the autonomic response of nine pigs in a feeding context. Due to the simultaneous registration of ECG and blood pressure, the autonomic balance of the pigs was assessed. Furthermore, relationships between individual coping-types and autonomic reaction were provided. These findings confirm results of other studies and highlight the specific role of individual differences in affective appraisal.

1 Einleitung

In der Untersuchung wurde ein invasives Telemetrie-System zur Online-Erfassung der kardiovaskulären Aktivität (EKG, Blutdruck) beim Schwein genutzt. Die simultane Analyse von Herzfrequenz (HR), Herzfrequenzvariabilität (HRV) und mittlerem arteriellen Blutdruck (BP) ermöglicht valide Aussagen über die kontextbezogene Aktivität und die kurzfristigen Veränderungen im autonomen Nervensystem (BREASICKE et al. 2005). Ziel der Untersuchung war die Beschreibung der autonomen Reaktion von Schweinen in einer spezifischen Umweltsituation zur Beurteilung ihrer affektiv-emotionalen Zustände.

2 Tiere, Material und Methoden

Neun Schweine der deutschen Landrasse wurden in den ersten vier Lebenswochen wöchentlich einem Backtest unterzogen und basierend auf ihrer Verhaltensantwort in High-reactive- und Low-reactive-Typen eingeteilt (ZEBUNKE et al. 2013). Im Alter von 70 Tagen wurde den Tieren ein Transmitter implantiert, der simultan EKG und Blutdruck (BP) erfasst (Telemetry Research). Über einen Zeitraum von zehn Tagen wurden täglich von 08:00 Uhr bis 09:00 Uhr mittels LabChart (AD Instruments) HR, HRV (SDNN und RMSSD) und BP ermittelt. In dieser

Zeit erfolgten die Fütterung (8:15 Uhr) sowie ein standardisierter Mensch-Tier-Kontakt (8:45 Uhr). Nach Auswertung der Parameter in 5-Minuten- und 10-Sekunden-Intervallen wurde der Einfluss von Zeitintervall und Coping-Typ auf HR, SDNN, RMSSD und BP statistisch mittels repeated measurements ANOVA (Prozedur Glimmix, SAS 9.2) analysiert.

3 Resultate und Diskussion

Fütterung

Für alle oben genannten Parameter wurde bei Auswertung der 5-Minuten-Intervalle eine signifikante Reaktion auf den Futterreiz nachgewiesen (Abb. 1a). HR und BP stiegen mit Beginn der Fütterung an, während die HRV absank. Die Tiere reagierten auf die Fütterung

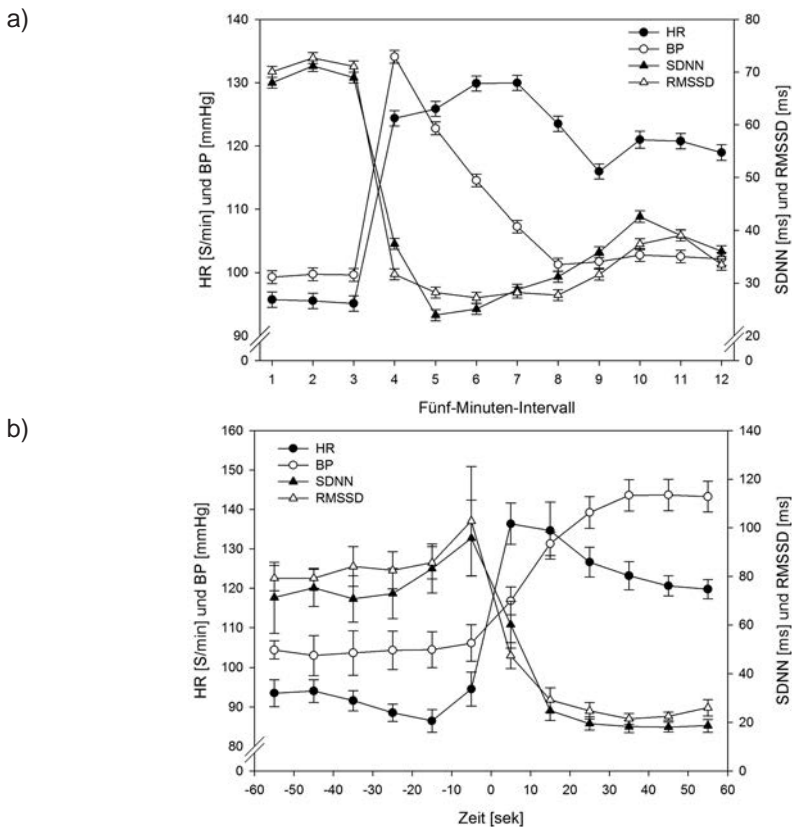


Abb. 1: Lang- und kurzfristige Veränderungen von Herzfrequenz (HR), Blutdruck (BP) und Parametern der HRV. (a) Mittelwerte über 5-Min-Intervalle (Fütterung: Intervall 4, Mensch-Tier-Kontakt: Intervalle 10-12) und (b) Mittelwerte über 10-Sek-Intervalle (1 min vor und 1 min nach der Fütterung); $n = 9$

Fig. 1: Changes in Heart rate (HR), blood pressure (BP), parameters of HRV. (a) mean values of 5-min-intervals (feeding: Interval 4, human-animal-contact: intervals 10-12) and (b) mean values of 10-sec-intervals (1 min before feeding and 1 min after feeding); $n = 9$

mit einer deutlichen Aktivierung des Sympathikus, die als Indikator für starke emotionale Erregung angesehen wird. Während der Futteraufnahme sank der Sympathikus wieder ab, die HR blieb infolge der signifikant verringerten HRV aber erhöht. Ein Anstieg der HRV zum Ende der Futteraufnahme erreichte mit Beginn des Mensch-Tier-Kontakts ein Maximum. Dies in ein Indiz für eine Verschiebung der autonomen Balance in Richtung Parasympathikus. Bei Analyse in 10-Sekunden-Intervallen zeigte sich, dass der Anstieg der HR zur Fütterung zuerst durch die Deaktivierung des Parasympathikus vermittelt wurde, während die Aktivierung des Sympathikus zeitversetzt eintrat, was sich im verzögerten Anstieg des BP darstellte (Abb. 1b). Dies wurde durch den SDNN-Wert nicht widerspiegelt und zeigt damit seine Ambivalenz als Indikator zur Abbildung des Sympathikus.

Coping-Typ

Unter Ruhebedingungen wiesen High-reactive-Tiere eine signifikant höhere HR im Vergleich zu Low-reactive-Tieren auf, was sich im niedrigeren RMSSD-Wert ebenfalls widerspiegelt. Dies deutet auf eine allgemein verringerte parasymphatische Aktivität der High-reactive-Tiere hin und bestätigt ähnliche Ergebnisse artübergreifender Untersuchungen.

Literatur

- Braesicke, K.; Parkinson, J. A.; Reekie, Y.; Man, M. S.; Hopewell, L.; Pears, A.; Crofts, H.; Schnell, C. R. & Roberts, A. C. (2005): Autonomic arousal in an appetitive context in primates: A behavioural and neural analysis. *Eur. J. Neurosci.* 21, pp. 1733-1740
- Zebunke, M.; Nürnberg, G.; Repsilber, D.; Puppe, B. (2013): Der Backtest beim Schwein – individuelle Variation im Verhalten oder Verhaltensstrategie? *KTBL* 503, S. 188-197

Einfluss der Mensch-Katze-Beziehung auf die Wahrnehmung von Verhaltensproblemen bei Katzen

Effect of human-cat relationship on the perception of behaviour problems in cats

JULIA STEINKAMP, FRANZISKA KUHNE, HANSJOACHIM HACKBARTH, MARTIN KRAMER

Zusammenfassung

Soziale und siedlungsstrukturelle Faktoren beeinflussen die Katzenhaltung und damit die Beziehung zwischen Mensch und Katze. Insbesondere die Personenanzahl im Haushalt und der Wohnort des Katzenhalters sind entscheidend für die Haltungsbedingungen der Katze. Inwiefern sich dies auf das Verhalten der Katze und die Wahrnehmung von Verhaltensproblemen der Katze durch den Katzenhalter auswirkt, wird mit dieser Studie untersucht.

Summary

Social factors and factors of settlement affect cats' husbandry and, therefore, the relationship between human and cat. In particular, the husbandry conditions of cats depend on the number of persons in the household and the residence of the cat owner. This study clarifies to what extent the human-cat relationship influences the behaviour of cats and the perception of behavioural problems by the cat owner.

1 Einleitung

Die individuelle Motivation eines Menschen Zuneigung oder Abneigung gegenüber bestimmten Tierarten oder Tieren zu entwickeln, ist von vielen Einflussfaktoren abhängig. Ungeklärt ist bisher, wie die Einstellung des Tierhalters, speziell des Katzenhalters, die Wahrnehmung der eigenen Mensch-Katze-Beziehung (MKB) und von Verhaltensproblemen seiner Katze beeinflusst. Ziel der Arbeit ist es, Einflussfaktoren auf die MKB und die Wahrnehmung von Verhaltensproblemen bei Katzen durch deren Halter zu evaluieren. Des Weiteren soll überprüft werden, ob die MKB die Haltungsbedingungen der Katze beeinflusst und ob die MKB von alters- und geschlechtsspezifischen oder sozialen Faktoren des Katzenhalters abhängig ist.

2 Material und Methoden

Ein weitestgehend im Multiple-Choice-Stil gehaltener Fragebogen wurde in 29 Tierarztpraxen in Deutschland zur Weitergabe an Katzenhalter ausgelegt. Die verschiedenen Abschnitte des Fragebogens umfassen die Erhebung allgemeiner Daten des Katzenhalters wie Geschlecht, Alter, Familienstand und Anschaffungsgrund der Katze und allgemeine

Daten über die Katze wie Rasse, Alter oder Geschlecht. Des Weiteren werden Haltungsdaten (z.B. Ein-/Mehrkatzenhaushalt, Freigang/Wohnungskatze) und siedlungsstrukturelle Daten abgefragt, ebenso wie Fragen zur Beziehung, zum Charakter der Katze, zu Verhaltensproblemen und deren Therapie. Der Fragebogen konnte von den Katzenhaltern im Papierformat oder als Online-Fragebogen beantwortet werden. Von den 323 eingegangenen Fragebögen sind 314 auswertbar. Die statistische Auswertung erfolgt mittels Chi-Quadrat-Test und Rangkorrelationsanalyse nach Spearman.

3 Ergebnisse

Die Anzahl von Personen im Haushalt ($r = 0,284$; $p = 0,000$) sowie das Alter ($r = 0,217$; $p = 0,00$) und die Anzahl von im Haushalt lebenden Kindern ($r = 0,258$; $p = 0,00$) haben einen signifikanten Einfluss auf die Haltungsbedingung der Katze. Ebenso wirkt sich der Wohnort auf die Haltung der Katze aus ($r = 0,371$; $p = 0,000$), sodass im ländlichen Gebiet Katzen häufiger als Freigänger gehalten werden als im städtischen Gebiet. Somit haben insbesondere soziale und siedlungsstrukturelle Faktoren einen eindeutigen Einfluss auf die Katzenhaltung.

Die Haltungsbedingungen haben wiederum einen signifikanten Einfluss auf das Verhalten der Katze. Reine Wohnungskatzen im Vergleich zu Freigängern sind weniger aggressiv anderen Katzen gegenüber ($r = -0,219$; $p = 0,000$). Die Wahrscheinlichkeit, dass eine Katze aggressives Verhalten gegenüber dem Katzenhalter zeigt, steigt unter anderem mit zunehmender Personenanzahl im Haushalt ($r = -0,130$; $p = 0,022$). Halter einer Katze mit einem Verhaltensproblem empfinden die MKB als belastet ($r = 0,184$; $p = 0,001$). Aber auch die Beziehung des Katzenhalters zu Partnern oder zur Familie wird durch das Verhalten solcher Katzen signifikant gestört ($r = 0,154$; $p = 0,007$; $\chi^2 = 0,000$). Mit zunehmender Belastung der MKB nimmt die Bindungsstärke zwischen Mensch und Katze ($r = -0,130$; $p = 0,022$) und die allgemeine Zufriedenheit des Katzenhalters mit seiner Katze ($r = 0,256$; $p = 0,000$) ab. Die Erkennung von Verhaltensproblemen ($r = 0,225$; $p = 0,000$) und Überlegungen die Katze aufgrund von Verhaltensproblemen abzugeben, werden durch diese Belastung der MKB verstärkt ($r = 0,133$; $p = 0,019$).

4 Schlussfolgerungen

Die Wahrnehmung von Verhaltensproblemen und die Haltungsbedingungen der eigenen Katze sowie die innerfamiliäre Situation beeinflussen die Mensch-Katze-Beziehung. Diese Aspekte sind bei der Verbesserung der Beziehung zwischen Mensch und Katze und der Katzenhaltung zu berücksichtigen und können helfen, die Bereitschaft zur Umsetzung einer artgerechten Haltung und einer eventuell notwendigen Tierverhaltenstherapie zu verbessern.

Entwicklung und Validierung eines Messsystems zur Vokalisationserfassung beim Einzeltier in einer Gruppe Jungrinder

Development and validation of a new system for detection and recording individual vocalizations in a group of heifers

VOLKER RÖTTGEN, FRANK BECKER, PETER CHRISTIAN SCHÖN

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war die Konstruktion und Validierung eines Halsband-Messsystems, das die Vokalisation eines Rindes in Gruppenhaltung automatisch zuordnet. In unserer Studie wurde das System an Jungrindern getestet, die in einem 5 x 10 m großen, videoüberwachten Stallabteil gehalten wurden. Die Analyse der Film- und Tonaufnahmen erfolgte separat für jedes Tier kontinuierlich über einen Zeitraum von 120 h. Eine spezielle Analysesoftware errechnete aus den Daten des Halsbandsystems die Vokalisation und Tierzuordnung. Diese Ergebnisse wurden anschließend mit den Videoanalysedaten abgeglichen. Der Abgleich ergab eine signifikante Korrelation zwischen dem Halsbandsystem und der Videoanalyse.

Summary

The aim of our study work was the development and validation of a collar-based recording system for automatic cattle vocalization detection. For this purpose heifers were equipped with the collar-system kept in a 5 x 10 m stable section and individually and continuously audio and video recorded for 120 h. The data was analyzed by a newly and especially for this system designed software. The results of the audio and video analysis were compared with the data of the collar system and showed a significant correlation between the two methods.

1 Material und Methoden

Zunächst wurden verschiedene an einem Halsband befestigte Körperschallsensoren erprobt. Getestet wurden Kehlkopfmikrofone, in Schaumstoff gebettete, am Hals aufliegende Mikrofone und Mikrofone in Kombination mit Stethoskopen mit verschiedenen Membrandurchmessern. Zusätzlich waren ein Luftschallmikrofon und eine Aufzeichnungseinheit in das Halsband integriert. Auf Grundlage der zeitgleichen Luft- und Körperschallaufzeichnung der Vokalisation beim halsbandtragenden Tier wurde eine Analysesoftware entwickelt.

Des Weiteren erfolgte die Erprobung der Halsbänder an Jungrindern der Rasse Deutsch Holstein in einem Alter von 13 bis 17 Monaten. Die Färsen standen als Gruppe in einem 5 x 10 m großen abgetrennten Abteil. Die Daten wurden von der Aufzeichnungseinheit kontinuierlich erfasst, in 510-Sekunden-Blöcken auf einer Mikro-SD-Karte zwischengespeichert, täglich ausgelesen und extern gespeichert. Eine zeitliche Zuordnung erfolgte mittels Ausleseprogramm und einer Zeitanzeige.

Eine parallele Videoaufzeichnung über 120 h je Tier wurde zunächst manuell von Fremdgeräuschen (z.B. Ausrüstungsgeräuschen) bereinigt und anschließend zur Validierung mit dem Videoanalyse-System Observer XT10.1 (Noldus Information Technology, Wageningen, Niederlande) ausgewertet. Für jeden Stundenblock wurde die Vokalisationsrate aus beiden Methoden bestimmt.

Die statistische Auswertung erfolgte nur für die Stundenblöcke, in denen entweder das Halsbandsystem oder die Videoanalyse ein Vokalisationsereignis detektiert haben. Die Ergebnisse aus dem Halsbandmesssystem und der Videoanalyse wurden mit einer Spearman-Korrelation statistisch ausgewertet.

2 Resultate und Diskussion

Von den getesteten Körperschallsensoren zeigte das Stethoskop-System eine nach visueller und akustischer Auswertung beste Abschirmung gegenüber Geräuschen und Vokalisationen von anderen Tieren.

Der Auswerte-Algorithmus prüft den Schwellenwert im Luftschallsignal in einem Zeitfenster und testet anschließend, ob die Überschreitung länger als 0,5 Sekunden andauert und im Frequenzbereich 50–2000 Hz liegt. Sind alle Bedingungen erfüllt, wird das Signal des Körperschallaufnehmers im gleichen Zeitfenster auf die Anzahl der Nulldurchgänge ausgewertet. Bei einer Fensterung von 1024 werden Abschnitte mit mehr als zwei Nulldurchgängen als mögliche Vokalisation gespeichert.

Die Auswertung der Videosequenzen von drei Färsen ergab 267 Vokalisationen, von denen 194 eine zeitliche Übereinstimmung mit detektierten Vokalisationen des Halsbandsystems zeigten. Die Spearman-Korrelation ergab einen r -Wert von 0,75 und einen p -Wert von $< 0,0001$ (SAS Institute Inc., Cary, NC).

Die Kombination von Luftschall- und Körperschallmikrofon und die algorithmengesteuerte Analyse verschiedener akustischer Parameter erlaubt die automatische Erfassung tierindividueller Vokalisation von Färsen in Gruppenhaltung.

Weitere Entwicklungsarbeit ist nötig, um die Detektionsrate zu erhöhen. So zeigte sich bei der Auswertung, dass besonders leise Vokalisationen vom System nicht erfasst werden können.

Mögliche Anwendungen für dieses System könnte die weitere Erforschung der Rinder-vokalisation oder die Integration der Vokalisationsrate in ein automatisches Brunsterkennungssystem sein.

Verhalten und Leistung in unterschiedlichen Abferkelsystemen

Behaviour and Performance in different farrowing crates

PATRICK SCHALE, RALF WASSMUTH, HEIKO JANSSEN

Zusammenfassung

In der Pro Dromi 2 Freilaufabferkelbucht traten im Vergleich zu gewöhnlichen Buchten mit Ferkelschutzkörben keine signifikant höheren Saugferkelverluste auf. Auch bei der Gewichtsentwicklung der Ferkel zeigen sich zwischen den Pro Dromi 2 Buchten und den Buchten mit Ferkelschutzkorb keine Unterschiede.

Die Sauen in den Pro Dromi 2 Buchten säugten und standen signifikant häufiger. Statistisch abgesichert saßen die Sauen im Ferkelschutzkorb häufiger. Außerdem lagen die Sauen im Ferkelschutzkorb signifikant häufiger in Bauchlage.

Summary

There were no significant differences between the Pro Dromi 2 pen and the usual farrowing crate in relation to the loss and the weight of suckling pigs. But there were significant differences in relation to the behavior of the sows.

In the Pro Dromi 2 pen the sows suckled their piglets more often. Furthermore they stood even more in their pen.

In the farrowing crate the sows sat even more. Furthermore they lay more frequently in prone position.

1 Material und Methoden

Der Versuch wurde in dem Versuchsstall der überbetrieblichen Aus- und Weiterbildungsstätte der Landwirtschaftskammer Niedersachsen in Wehnen durchgeführt. Die Herde (95 Sauen) wurde mit einer 4-wöchigen Säugezeit geführt. Es wurden zwei Pro Dromi 2 Freilaufabferkelbuchten (7,07 m²) mit zwei Buchten mit Ferkelschutzkorb (3,97 m²) verglichen. Die Buchten sind in der Abbildung 1 dargestellt.

Es wurden F1-Kreuzungssauen eingesetzt. Neben den Leistungsdaten der Sauen und den Geburts- und Absetzgewichten der Ferkel wurde auch das Verhalten der Tiere mittels Videotechnik beobachtet. Beobachtet wurden die Sauen auf Liege- (Bauch- oder Seitenlage), Säuge- und Nestbauverhalten sowie Stehen, Sitzen und Verhaltensanomalien. Bei den Ferkeln wurden die Nutzungshäufigkeit des Ferkelnestes sowie das Spielverhalten beobachtet. Ausgewertet wurden die letzten 48 Stunden a. p., der Tag der Geburt, die ersten 48 Stunden und jeder Montag p. p. einer Woche. In der Absetzwoche wurde zusätzlich der Donnerstag ausgewertet. Ausgewertet wurden die 24 Stunden jeweils in einem 10-Minuten-Takt. Aus den Tageswerten wurde der prozentuale Tagesanteil ermittelt.



Abb. 1: Pro Dromi 2 Freilaufabferkelbucht (links) und Ferkelschutzkorb (rechts) (Foto: Schale)
 Abb. 1: Pro Dromi 2 pen (left) and farrowing crate (right) (Photo: Schale)

2 Resultate

Die ermittelten Leistungsdaten der Sauen sind in der Tabelle 1 dargestellt. Hier konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden. Auch bei den Ferkelgewichten konnten keine Unterschiede abgesichert werden (Mittelwert +/- Standardabweichung (Minimum – Maximum)):

- Pro Dromi 2: Geburtsgewicht: 1,44 kg +/- 0,34 kg (0,58 kg – 2,08 kg)
 Absetzgewicht: 8,12 kg +/- 1,64 kg (2,50 kg – 11,44 kg)
- Ferkelschutzkorb: Geburtsgewicht: 1,49 kg +/- 0,38 kg (0,66 kg– 2,54 kg)
 Absetzgewicht: 7,60 kg +/- 2,11 kg (2,58 kg – 12,18 kg)

Tab. 1: Leistungsdaten in den Pro Dromi 2 Buchten im Vergleich zum Ferkelschutzkorb¹⁾
 Tab. 1: Performance in the Pro Dromi 2 pen compared with the farrowing crate

Variante variants	Pro Dromi 2 Pro Dromi 2	Ferkelschutzkorb Farrowing crate
n [Sauen] n [sows]	11	11
Lebend geborene Ferkel Suckling pigs born alive	14,0 +/- 2,5 (10–19)	14,5 +/- 2,5 (10–19)
Verluste gesamt Suckling pigs total losses	2,5 +/- 2,0 (0–6)	1,5 +/- 1,2 (0–4)
Erdrückungsverluste Suckling pigs crushed	1,6 +/- 1,7 (0–5)	0,5 +/- 0,7 (0–2)
Sonstige Verlust Other suckling pigs losses	0,9 +/- 0,8 (0–2)	1,0 +/- 0,9 (0–2)
Abgesetzte Ferkel Weaned pigs	12,0 +/- 1,1 (11–14)	12,3 +/- 1,5 (10–15)

¹⁾ Signifikanzniveau $p < 0,05$; Mittelwert +/- Standardabweichung, (Minimum – Maximum).

Die Videoauswertung ergab, dass das Liegen in Bauchlage im Ferkelschutzkorb signifikant häufiger beobachtet werden konnte als in den Pro Dromi 2 Buchten. Dem gegenüber konnte in den Pro Dromi 2 Buchten signifikant häufiger das Säugen der Ferkel beobachtet werden. Außerdem standen die Sauen signifikant häufiger während die Sauen im Ferkelschutzkorb signifikant häufiger saßen.

Die Ferkel nutzten das größere Platzangebot in den Pro Dromi 2 Buchten signifikant häufiger und zeigten ein größeres Spielverhalten.

Fallstudie zum Platzangebot, Verhalten und Wohlbefinden der Pferde (*Equus caballus*) in Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf und Bewegungsställen

A case study to space, behavior and well-being of horses (*Equus caballus*) in open stables and open active stables

DANIELA TÖPFER, RICCARDA WOLTER, KONSTANZE KRÜGER

Zusammenfassung

Verhaltensbeobachtungen erfolgten an 112 Pferden in Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf und Bewegungsställen. Bei vermehrtem Platzangebot sinkt das agonistische Verhalten in Bewegungsställen außerhalb des Fressbereiches. Mit zunehmender Stallgröße (überdachte Fläche und Auslauf) steigt in beiden Haltungsverfahren das affiliative Verhalten, während das agonistische Verhalten mit Verletzungsrisiko sinkt. Daher wird für beide Haltungsverfahren ein möglichst großzügiger Stall je Pferd empfohlen. Die beobachteten Erkrankungen der letzten zwölf Monate zeigen vermehrt Hautkrankheiten in den Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf, wohingegen Hufgeschwüre in Bewegungsställen auftraten. Wird der Fütterungsaspekt in den Bewegungsställen betrachtet, so ist die Transponderfütterung in Kombination mit Ad-libitum-Fütterung, aufgrund des deutlich geringeren, agonistischen Verhaltens beim Fressen, der reinen Transponderfütterung vorzuziehen. Mehrraum-Außenlaufställe mit Auslauf haben den Vorteil der synchronen Nahrungsaufnahme.

Summary

The behaviour of 112 horses was observed in open stables and open active stables. Horses show less agonistic behaviour outside of the feeding area in open active stables as the space for each horse is augmented. Also the affiliative behaviour increases as a function of more space per horse while agonistic behaviour with a risk for injury decreases. These results are independent from the husbandry system. Due to this fact a stable with a larger area per horse is recommended. Diseases of the last twelve month were recorded and show skin diseases in open stables and abscesses in the hooves in open active stables. To consider the feeding in open active stables it was found that horses which were fed with hay controlled by transponders showed more agonistic behaviour in contrast to horses being fed using transponders but with access to hay ad libitum. Thus transponder feeding in combination with ad libitum feeding is recommended. Open stables have the advantage of synchronized feeding.

1 Material und Methoden

Von 112 Pferden der Studie standen 62 in fünf Bewegungsställen mit dem Bewegungskonzept der Firmen HIT und Schauer, weitere 50 Pferde waren in fünf Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf untergebracht. Die Gruppengröße lag bei 7–17 Pferden unterschiedlichen Geschlechts und einem Alter von 1–30 Jahren.

Rasse, Größe und Farbe der untersuchten Pferde waren unterschiedlich. Die Beobachtungen erfolgten je Stall über neun Stunden. Diese wurden auf drei verschiedene Tage à drei Stunden zu jeweils unterschiedlichen Tageszeiten innerhalb einer Woche aufgeteilt. Für die Gesamtheit der Ställe liegen 90 Stunden Beobachtungsdaten vor.

2 Ergebnisse

Das Platzangebot je Pferd war in den Bewegungsställen im Durchschnitt größer als das in Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf. Die Pferde in den größeren Bewegungsställen zeigten signifikant (Spearman-Rang-Korrelationstest, $N = 54$, $r^s = -0,295$, $p = 0,02$) weniger agonistisches Verhalten außerhalb des Fressbereiches als Pferde in den kleiner konzipierten Bewegungsställen. Wird das agonistische Verhalten der Pferde während der Fütterung in Bewegungsställen betrachtet, so zeigen Pferde bei ausschließlicher Transponderfütterung hoch signifikant (Wilcoxon-Test für unabhängige Stichproben, $N_1 = 25$, $N_2 = 29$, $W = 560$, $p \leq 0,001$) mehr agonistisches Verhalten im Fressbereich als Pferde mit Transponderfütterung in Kombination mit Zugang zum Ad-libitum-Bereich. Bei vermehrtem Platzangebot wurde sehr signifikant (Spearman-Rang-Korrelationstest, $N = 112$, $r^s = 0,297$, $p = 0,0014$) mehr affiliatives Verhalten gezeigt, unabhängig in welcher Haltungform die Pferde standen.

Im Zuge der Untersuchung wurden die Krankheiten der Pferde in den letzten 12 Monaten erhoben. Dabei stellte sich heraus, dass in Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf vermehrt Hautkrankheiten auftraten. Allerdings waren in diesen auch vermehrt Islandpferde eingestellt, die davon betroffen waren. Von 62 Pferden in den fünf Bewegungsställen zeigten neun Pferde Hufgeschwüre, die in Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf nicht auftraten. Im Vergleich der beiden Haltungformen zeigen die absoluten Zahlen Folgendes: Die 50 Pferde in den Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf wälzten sich 30 Mal und spielten 50 Mal, während die 62 Pferde in den Bewegungsställen sich 16 Mal wälzten und 20 Mal Spielverhalten zeigten. Das agonistische Verhalten mit Verletzungsrisiko wurde in den Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf 98 Mal gezeigt, wohingegen 69 Verhaltensweisen in den Bewegungsställen auftraten.

3 Schlussfolgerung

Diese Fallstudie zeigt unabhängig vom Haltungsverfahren, dass Pferde bei erhöhtem Platzangebot vermehrt affiliatives Verhalten und weniger agonistisches Verhalten mit Kontakt zeigen. Möglichkeiten zum Austausch affiliativen Verhaltens fördern das Wohlergehen (BRIEFER FREYMOND et al. 2013), während die von den Pferden gezeigten agonistischen Verhaltensweisen mit Kontakt das Verletzungsrisiko begünstigen. Daher ist ein großzügiges

Platzangebot sowohl in Bewegungsställen als auch in Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf zu empfehlen. Die Daten dieser Fallstudie weisen darauf hin, dass Bewegungsställe den Mehrraum-Außenlaufställen mit Auslauf aufgrund der großzügigeren Bauweise vorzuziehen sind. Bei der Raufutterfütterung in Bewegungsställen reduziert die Kombination von Transponderfütterung und Zugang zum Ad-libitum-Bereich deutlich das agonistische Verhalten im Fressbereich gegenüber ausschließlicher Transponderfütterung.

Literatur

Briefer Freymond S., Briefer E. F., Niederhäusern R. V., Bachmann I. (2013): Pattern of Social Interactions after Group Integration: A Possibility to Keep Stallions in Group, PLoS ONE 8(1), e54688. doi:10.1371/journal.pone.0054688

Danksagung

Wir danken der Schauer Agrotrotronic GmbH für die finanzielle Unterstützung dieser Fallstudie.

Der Einfluss der Schnabelformen auf die mittlere maximale Einnahme pro Biss bei Legehennen auf einer dünnen und einer dicken Futterschicht

The influence of beak forms on mean maximum intake per bite in laying hens on a thin and a thick food layer

JEROEN VAN ROOIJEN

Zusammenfassung

In früheren Versuchen wurde bereits das Fressverhalten der Legehennen (VAN ROOIJEN 1989) und der Broilerelterniere (VAN ROOIJEN 2010, 2011) beschrieben. Im aktuellen Versuch wird der Einfluss der Form der kupierten Schnäbel auf die Fressdauer untersucht. Circa tausend Legehennen wurden auf verschiedene Weise kupiert (kurz oder weniger kurz). Die Schnäbel dieser kupierten Hennen wurden nach 250 Tagen beurteilt. In der 44. Lebenswoche wurden bei diesen Hennen alle möglichen Kombinationen von Eigenschaften (sofern vorhanden) selektiert: kurz/weniger kurz (die mittlere Distanz zwischen Nasenloch und Schnabelpunkt war 8,3 mm beim kurzen Schnabel und 13 mm beim weniger kurz kupierten Schnabel, beim nicht kupierten Schnabel war dieser Distanz 18,4 mm), gleich/ungleich (die mittlere Distanz zwischen dem Punkt des Oberschnabels und des Unterschnabels war bei den ungleichen Schnäbeln 5 mm und bei den gleichen Schnäbeln 0 mm), weich/nicht weich (bei den weichen Schnäbeln ist die vordere Seite nicht bedeckt von einer Hornschicht, solche Bereiche sind sensibel bei Berührung). Offen/geschlossen (es ist möglich, auf den offenen Unterschnabel zu blicken, kurze Schnäbel sind manchmal geschlossen von wildem Fleisch, weniger kurze Schnäbel von der Hornschicht des Oberschnabels). Für jede Eigenschaftskombination wurden vier Hühner selektiert. Da die Kombination weich und weniger kurz nicht anwesend war, flossen nur 48 Hühner in die Auswertung ein.

Vierundzwanzig Versuchstiere und 24 Gesellschaftstiere wurden in Batteriekäfigen platziert: ein Versuchs- und ein Gesellschaftstier (mit artgleichem Schnabel) nebeneinander. Die Paare hatten keinen Sichtkontakt. Nach 24 Stunden Futterentzug (um eine maximale Futteraufnahme pro Biss zu bekommen) wurde ein Trog mit 250 g Mehl (Dicke: 5 cm) an der vorderen Seite der Käfige angebracht. Nun wurde die Anzahl Bisse während 30 Minuten gezählt. Das Futter wurde am Anfang und am Ende gewogen. Dieses Verfahren wurde wiederholt. Es folgte eine nochmalige Wiederholung des Versuches mit 50 g Mehl (Dicke: 1 cm). Die Ergebnisse wurden anhand einer Varianzanalyse verglichen. Zeichen von Futterverschwendung konnten nicht festgestellt werden.

Mehr als 250 Tage nach dem Kupieren konnten, nach Futterentzug, noch immer Effekte auf das Fressverhalten detektiert werden. Bis auf eine kupierte Schnabelform verlängerte sich bei allen anderen die Fressdauer und verringerte auf dieser Weise die Möglichkeit zum Federpicken im Vergleich mit nicht kupierten Schnäbeln. Eine spezieller Schnabelform nach Kupieren (ein weniger kurzer Schnabel mit einem längeren Unterschnabel) verringerte die Dauer des Fressverhaltens im Vergleich mit anderen Formen der kupierten

Schnäbel. Auf diese Weise nahm die Möglichkeit zum Federpicken zu. Auf einer dünnen Schicht verringerte sich die Fressdauer im Vergleich zu nicht kupierten Schnäbeln.

Summary

In previous meetings experiments with the feeding behaviour of layers (VAN ROOIJEN 1989) and broiler breeders (VAN ROOIJEN 2010, 2011) were described. In the present experiment the influence of the form of trimmed beaks on food intake is investigated. In an experiment a thousand layers were trimmed in various ways (one of the treatments was short and less short trimming). The beaks of these trimmed hens were scored after 250 days. From these hens, at the age of 44 weeks, all possible combinations of the following traits were selected (if present): short/less short (the mean distance between nostril and beak point was 8.3 mm in the short beaks and 13 mm in the less short trimmed beaks, in the untrimmed beaks this distance was 18.4 mm), equal/unequal (the mean distance between the point of the upper beak and that of the lower beak was in unequal beaks 5 mm, in equal beaks 0 mm), weak/not weak (in weak beaks the front area is not covered by the horn layer, such areas are sensitive to touch), open/closed (one can look from the front in open beaks, short beaks are often closed by wild flesh, less short beaks by the horn layer of the upper beak). For each combination of traits 4 hens were chosen. Because the combination weak and less short did not occur only 48 trimmed hens were used. Twenty four experimental animals and 24 company animals were housed in battery cages: one experimental and one company animal (with a similar beak) next to each other. Pairs were visually isolated. After 24 hours of food deprivation (in order to obtain maximum intake per bite) a trough with 250 g mash (thickness: 5 cm) was placed in front of the hens. The number of bites was counted during 30 min. Food was weighted at the beginning and end. This procedure was repeated. The whole procedure is also repeated with a 50 g mash (thickness: 1 cm). Results were compared with an analysis of variance. There were no signs of food spillage.

Over 250 days after trimming effects on feeding behaviour after deprivation could still be detected. All but one investigated trimmed beak forms increased feeding duration on mash and thus decreased the opportunity for feather pecking compared with untrimmed beaks. One special beak form after trimming (a less short beak with a longer lower beak) decreased feeding duration on mash compared with the other forms of trimmed beaks, thus increasing the opportunity for feather pecking. On a thin layer feeding duration of such beaks decreased even compared with untrimmed beaks.

Literatur

Rooijen, J. van (1989): Fressverhalten und automatische Fütterung bei Legehennen. *Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 1988*. KTBL-Schrift, 336, pp. 252-272. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.

Rooijen, J. van (2010): Paarungsverhalten und Befruchtung von Broiler-Elterntieren / Mating behaviour and fertility of broiler breeders. *Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2010*. KTBL-Schrift, 482, pp. 246-249. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.

Rooijen, J. van (2011): Maßnahmen zur Verbesserung der Fertilität und des Wohlbefindens von Broiler-Elterntieren in Käfigen./Measurements to improve fertility and welfare of male broiler breeders in cages. In: *Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2011*. KTBL-Schrift, 489. Darmstadt: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.

Mitwirkende

Iris Bachmann

Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux
ALP-Haras
Schweizerisches Nationalgestüt SNG
Les Longs Prés
Postfach 191
1580 Avenches, Schweiz

Dr. Kerstin Barth

Institut für Ökologischen Landbau
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume
Wald und Fischerei
Trenthorst 32
23847 Westerau

Sandra Barth

Fachgebiet ökologische Tierhaltung
Hochschule für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde (FH)
Schickler Straße 5
16225 Eberswalde

Dr. Miriam Baumgartner

Lehrstuhl für Ökologischen Landbau
AG Ethologie, Tierhaltung und Tierschutz
Wissenschaftszentrum Weihenstephan
der TU München
Hans Eisenmann-Zentrum
85354 Freising

Dr. Frank Becker

Institut für Fortpflanzungsbiologie
Leibniz Institut für Nutztierbiologie
Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf

Albin Blaschka

Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-
Gumpenstein
8952 Irding, Österreich

Franziska Blümel

Agroscope
Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH
Tänikon 1
8356 Ettenhausen, Schweiz

J. Elizabeth Bolhuis

Department of Adaptation Physiology
Wageningen University
De Elst 1
6708 WD Wageningen, Niederlande

Prof. Dr. Eberhard von Borell

Department of Animal Husbandry & Ecology
Institute of Agricultural and Nutritional Sciences
Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
Theodor-Lieser-Straße 11
06120 Halle

Dr. Lea Brinkmann

Georg August Universität Göttingen
Department für Nutztierwissenschaften
Albrecht-Thaer-Weg 3
37075 Göttingen

Anska Brötje

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Tänikon 1
8356 Ettenhausen, Schweiz

Dr. Beate Büniger

Institut für Tierschutz und Tierhaltung
Friedrich-Loeffler-Institut
Dörnbergstraße 25/27
29223 Celle

Joan-Bryce Burla

Einheit für Verhalten, Gesundheit und Tierwohl,
Institut Agrarwissenschaften
ETH Zürich
Universitätstrasse 2
8092 Zürich, Schweiz

Dr. Sandra Döpjan

Institut für Verhaltensphysiologie
Leibniz Institut für Nutztierbiologie
Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf

Prof. Dr. Dr. Michael Erhard

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde,
Tierhygiene und Tierhaltung
Ludwig-Maximilians-Universität München
Veterinärstr. 13/R
80539 München

Dr. Michaela Fels

Institut für Tierhygiene
Tierschutz und Nutztierethologie
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover

Marie-Antoine Finkemeier

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Professur Verhaltenskunde
Justus-von-Liebig-Weg 8
18059 Rostock
und

Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie
Lehrstuhl für Verhaltensforschung
Morgenbreede 45
33615 Bielefeld

Verena Frank

Lehrstuhl für Ökologischen Landbau AG
Ethologie, Tierhaltung und Tierschutz
Wissenschaftszentrum Weihenstephan
der TU München
Hans Eisenmann-Zentrum
85354 Freising
und

Fachzentrum Pferdehaltung
Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
Kaiser-Ludwig-Straße 8a
82256 Fürstenfeldbruck

Sebastian Fricker

Agroscope
Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH
Tänikon 1
8356 Ettenhausen, Schweiz

Ernst K. F. Fröhlich

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
und Veterinärwesen
Schwarzenburgstraße 155
3003 Bern, Schweiz

Thomas Guggenberger

Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-
Gumpenstein, Institut für artgemäße
Tierhaltung und Tiergesundheit
8952 Irding, Österreich

Dr. Sabine G. Gebhardt-Henrich

Forschungszentrum für tiergerechte Haltung:
Geflügel und Kaninchen (ZTHZ)
Abteilung Tierschutz, VPH Institut,
Universität Bern
Burgerweg 22
3052 Zollikofen, Schweiz

Prof. Dr. Martina Gerken

Georg-August-Universität Göttingen
Department für Nutztierwissenschaften
Abteilung Ökologie der Nutztierhaltung
Albrecht-Thaer-Weg 3
37075 Göttingen

Mona Giersberg

Institut für Tierhygiene, Tierschutz
und Nutztierethologie
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover

Mareile Große Ruse

Centre for mathematical Sciences
Mathematical Statistics
Lund University
Box 118
221 00 Lund, Schweden

Dr. Anja Günther

Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie
Lehrstuhl für Verhaltensforschung
Morgenbreede 45
33615 Bielefeld

PD Dr. Lorenz Gygax

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften
INT Tänikon
8356 Ettenhausen, Schweiz

Prof. Dr. Hansjoachim Hackbarth
Institut für Tierschutz und Verhalten
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Bünteweg 2
30559 Hannover

Dr. Angelika Häußermann
Institut für Landwirtschaftliche
Verfahrenstechnik
Christian-Albrechts-Universität
24098 Kiel

Verena Hauschildt
Georg-August-Universität Göttingen
Department für Nutztierwissenschaften
Abteilung Ökologie der Nutztierhaltung
Albrecht-Thaer-Weg 3
37075 Göttingen

Tolke Hechmann
Institut für Landwirtschaftliche
Verfahrenstechnik
Christian-Albrechts-Universität
24098 Kiel

Dr. Edna Hillmann
Institut für Agrarwissenschaften,
Einheit für Verhalten, Gesundheit und Tierwohl
ETH Zürich
8092 Zürich, Schweiz

Anja Höhne
Institut für Tierschutz und Tierhaltung
Friedrich-Loeffler-Institut
Dörnbergstraße 25/27
29223 Celle

Prof. Dr. Bernhard Hörning
Fachgebiet ökologische Tierhaltung
Hochschule für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde (FH)
Schickler Straße 5
16225 Eberswalde

Dr. Gundula Hoffmann
Leibniz-Institut für Agrartechnik
Potsdam-Bornim e. V.
Max-Eyth-Allee 100
14469 Potsdam

Heidrun Hosp
Hauptstraße 6
8376 Fischingen

Prof. Dr. Steffen Hoy
Institut für Tierzucht und Haustiergenetik
Leihgesterner Weg 52
35392 Gießen

Reinhard Huber
Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-
Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung
8952 Irding, Österreich

Dr. Heiko Janssen
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Fachbereich 3.5
Mars-la-Tour-Straße 6
26121 Oldenburg

Assist. Prof. Dr. Dušanka Jordan
Department of Animal Science
Biotechnical Faculty
University of Ljubljana
Grobļje 3
1230 Domžale, Slowenien

Tasja Kälber
Thünen-Institut für Ökologischen Landbau
Trenthorst 32
23847 Westerau

Dr. Nina M. Keil
Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Agroscope, Institut für Nutztierwissenschaften
INT Tänikon
8356 Ettenhausen, Schweiz

Prof. Dr. Nicole Kemper
Institut für Tierhygiene
Tierschutz und Nutztierethologie
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15
30173 Hannover

Prof. Dr. Dr. h.c. Martin Kramer
 Klinik für Kleintiere Chirurgie
 Klinikum Veterinärmedizin
 Justus-Liebig-Universität Gießen
 Frankfurter Straße 94
 35392 Gießen

Annika Krause
 Institut für Verhaltensphysiologie
 Leibniz Institut für Nutztierbiologie (FBN)
 Wilhelm-Stahl-Allee 2
 18196 Dummerstorf

Konstanze Krüger
 Hochschule für Wirtschaft und Umwelt
 Nürtingen-Geislingen
 Fakultät Agrarwirtschaft, Volkswirtschaft
 und Management
 Studiengang Pferdewirtschaft
 Neckarsteige 6-10
 72622 Nürtingen
 und
 Universität Regensburg
 Biologie 1
 Universitätsstraße 31
 93053 Regensburg

Dr. Franziska Kuhne
 AG Tierverhaltenstherapie
 Fachbereich Veterinärmedizin
 Justus-Liebig-Universität Gießen
 Frankfurter Straße 104
 35392 Gießen

Dr. Tanja Kutzer
 Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
 und Veterinärwesen
 Zentrum für tiergerechte Haltung:
 Wiederkäuer und Schweine
 Tänikon 1
 8356 Ettenhausen, Schweiz

Dr. Jan Langbein
 Institute of Behavioural Physiology
 Leibniz Institute for Farm Animal Biology
 Wilhelm-Stahl-Allee 2
 18196 Dummerstorf

Dr. Dirk Lebelt
 Pferdeklinik Havelland
 Hohenferchesarer Straße 49
 14778 Beetzsee

Lisa McKenna
 Department der Nutztierwissenschaften
 Georg August Universität Göttingen
 Albrecht-Thaer-Weg 3
 37075 Göttingen

Prof. Daniel S. Mills
 University of Lincoln
 Animal Behaviour Cognition and Welfare Group
 School of Life Sciences
 Lincoln LN6 7TL, UK

Christian Nawroth
 Department of Animal Husbandry & Ecology
 Institute of Agricultural and Nutritional Sciences
 Martin-Luther-University Halle-Wittenberg
 Theodor-Lieser-Straße 11
 06120 Halle

Anic Ostertag
 Einheit für Verhalten, Gesundheit und Tierwohl
 Institut Agrarwissenschaften
 ETH Zürich
 Universitätstraße 2
 8092 Zürich, Schweiz

Dr. Antonia Patt
 Einheit für Verhalten, Gesundheit und Tierwohl
 Institut Agrarwissenschaften
 ETH Zürich
 Universitätstraße 2
 8092 Zürich, Schweiz

Stefanie Petow
 Institut für Tierschutz und Tierhaltung
 Friedrich-Loeffler-Institut
 Dörnbergstraße 25/27
 29223 Celle

Dr. Ursula Pollmann
 Referat 77 (Ethologie und Tierschutz)
 Am Moosweiher 2
 79108 Freiburg

Prof. Dr. Rudolf Preisinger
Lohmann-Tierzucht GmbH
Am Seedeich 9-11
27472 Cuxhaven

Prof. Dr. Birger Puppe
Institut für Verhaltensphysiologie
Leibniz Institut für Nutztierbiologie (FBN)
Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf

Prof. Dr. Birger Puppe
Professur für Verhaltenskunde
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Universität Rostock
18059 Rostock

Anna Ramoser
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau
AG Ethologie, Tierhaltung und Tierschutz
Wissenschaftszentrum Weihenstephan
der TU München
Hans Eisenmann-Zentrum
85354 Freising

Inonge Reimert
Department of Adaptation Physiology
Wageningen University
De Elst 1
6708 WD Wageningen, Niederlande

Prof. Dr. Klaus Reiter
Institut für Tierhaltung und Tierzüchtung
Garbenstraße 17
70599 Stuttgart

Prof. Dr. Thomas Richter
Hochschule für Wirtschaft und Umwelt
Neckarsteige 6-10
72622 Nürtingen

Dr. Alexander Riek
Georg August Universität Göttingen
Department für Nutztierwissenschaften
Albrecht-Thaer-Weg 3
37075 Göttingen

Dr. Ferdinand Ringdorfer
Lehr- und Forschungszentrum Raumberg-
Gumpenstein, Institut für Nutztierforschung
8952 Irding, Österreich

Dr. Bas T. Rodenburg
Department of Behavioural Ecology
Wageningen University
De Elst 1
6708 WD Wageningen, Niederlande

Volker Röttgen
Institut für Verhaltensphysiologie und Institut
für Fortpflanzungsbiologie
Leibniz Institut für Nutztierbiologie
Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf

Dr. Jeroen van Rooijen
Churchillweg 37c
6707JB Wageningen, Niederlande

Kathrin Rust
Fachgebiet ökologische Tierhaltung
Hochschule für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde (FH)
Schickler Straße 5
16225 Eberswalde

Magdalena Rzezniczek
Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Tänikon 1
8356 Ettenhausen, Schweiz

Dr. Pascal Savary
Agroscope
Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH
Tänikon 1
8356 Ettenhausen, Schweiz

Patrick Schale
Landwirtschaftskammer Niedersachsen
Fachbereich 3.5
Mars-la-Tour-Straße 6
26121 Oldenburg

Prof. Dr. habil. Matthias Schick
 Agroscope
 Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften INH
 Tänikon 1
 8356 Ettenhausen, Schweiz

Dr. Peter Christian Schön
 Institut für Verhaltensphysiologie
 Leibniz Institut für Nutztierbiologie
 Wilhelm-Stahl-Allee 2
 18196 Dummerstorf

Hansjörg Schrade
 Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg
 Seehöfer Straße 50
 97944 Boxberg-Windischbuch

Dr. Lars Schrader
 Institut für Tierschutz und Tierhaltung
 Friedrich-Loeffler-Institut
 Dörnbergstraße 25/27
 29223 Celle

Marcel Schwichtenberg
 Fachgebiet ökologische Tierhaltung
 Hochschule für nachhaltige Entwicklung
 Eberswalde (FH)
 Schickler Straße 5
 16225 Eberswalde

Julia Steinkamp
 AG Tierverhaltenstherapie
 Fachbereich Veterinärmedizin
 Justus-Liebig-Universität Gießen
 Frankfurter Straße 104
 35392 Gießen

Jenny Stracke
 Institut für Verhaltensphysiologie
 Leibniz Institut für Nutztierbiologie
 Wilhelm-Stahl-Allee 2
 18196 Dummerstorf

Dr. Diana Stucke
 Pferdeklunik Havelland
 Hohenferchesarar Straße 49
 14778 Beetzsee

Prof. Dr. Ivan Štuhec
 Department of Animal Science
 Biotechnical Faculty
 University of Ljubljana
 Groblje 3
 1230 Domžale, Slowenien

Daniela Töpfer
 Hochschule für Wirtschaft und
 Umwelt Nürtingen-Geislingen
 Fakultät Agrarwirtschaft,
 Volkswirtschaft und Management
 Studiengang Pferdewirtschaft
 Neckarsteige 6-10
 72622 Nürtingen

Dr. Michael J. Toscano
 Forschungszentrum für tiergerechte Haltung:
 Geflügel und Kaninchen (ZTHZ)
 Abteilung Tierschutz, VPH Institut,
 Universität Bern
 Burgerweg 22
 3052 Zollikofen, Schweiz

Gerriet Trei
 Fachgebiet ökologische Tierhaltung
 Hochschule für nachhaltige
 Entwicklung Eberswalde (FH)
 Schickler Straße 5
 16225 Eberswalde

Prof. Dr. Fritz Trillmich
 Universität Bielefeld, Fakultät für Biologie
 Lehrstuhl für Verhaltensforschung
 Morgenbreite 45
 33615 Bielefeld

Dr. Armin Tuscherer
 Institut für Genetik und Biometrie
 Leibniz Institut für Nutztierbiologie
 Wilhelm-Stahl-Allee 2
 18196 Dummerstorf

Prof. Dr. Susanne Waiblinger
 Institut für Tierhaltung und Tierschutz
 Veterinärmedizinische Universität Vienna
 Veterinärplatz 1
 1210 Wien, Österreich

Prof. Dr. Ralf Waßmuth
Hochschule Osnabrück
Fakultät Agrarwissenschaften und
Landschaftsarchitektur
Am Krümpel 31
49090 Osnabrück

Ophélie Weber
Agroscope, Institut für
Nachhaltigkeitswissenschaften INH
Tänikon 1
8356 Ettenhausen, Schweiz

Dr. Roland Weber
Agroscope, Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Tänikon 1
8356 Ettenhausen, Schweiz

Prof. Dr. Beat Wechsler
Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Agroscope
Institut für Nutztierwissenschaften INT Tänikon
8356 Ettenhausen, Schweiz

Dr. Steffen Weigend
Institut für Nutztiergenetik
Friedrich-Loeffler-Institut
Höltystasse 10
31535 Neustadt

Riccarda Wolter
Hochschule für Wirtschaft und Umwelt
Nürtingen-Geislingen
Fakultät Agrarwirtschaft
Volkswirtschaft und Management
Studiengang Pferdewirtschaft
Neckarsteige 6-10
72622 Nürtingen
und
Universität Regensburg
Biologie 1
Universitätsstraße 31
93053 Regensburg

Prof. Dr. Hanno Würbel
Abteilung Tierschutz
VPH Institut Universität Bern
Länggassstraße 120
3012 Bern, Schweiz

Bernhard Zacharias
Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg
Seehöfer Straße 50
97944 Boxberg-Windischbuch

Dr. Manuela Zebunke
Institut für Verhaltensphysiologie
Leibniz Institut für Nutztierbiologie (FBN)
Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf

Dr. Margit H. Zeitler-Feicht
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau
AG Ethologie, Tierhaltung und Tierschutz
Wissenschaftszentrum Weihenstephan
der TU München
Hans Eisenmann-Zentrum
85354 Freising

Assist. Prof. Dr. Manja Zupan
Department of Animal Science
Biotechnical Faculty
University of Ljubljana
Groblje 3
1230 Domžale, Slowenien

KTBL-Veröffentlichungen



Betriebsplanung Landwirtschaft 2014/15 mit kostenfreien Online-Anwendungen

2014, 24. Auflage, 832 S., 26 €, ISBN 978-3-941583-93-1
(Best.-Nr. 19515)

Daten für die Betriebsplanung in der Landwirtschaft: Maschinenkosten kalkulieren, Arbeitseinsätze planen oder Produktionsverfahren bewerten – die 24. Auflage des KTBL-Standardwerkes bietet zu jedem Anlass der betrieblichen Planung umfassende Informationen zu Tierhaltung, Pflanzenproduktion und Energiegewinnung.



Wirth, B.; Huermann, K.; Eckel, H.

Energie clever nutzen

2014, 9 €, ISBN 978-3-941583-97-9 (Best.-Nr. 40103)

Die Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere ist mit einem erheblichen Einsatz von Energie in Form von Strom und Wärme verbunden. Das Heft zum Bundeswettbewerb „Landwirtschaftliches Bauen 2013/14“ zeigt prämierte Beispiele für eine sichere und umweltschonende Energieversorgung.



Tiergerechtigkeit bewerten

2014, 132 S., 10 €, ISBN 978-3-941583-98-6 (Best.-Nr. P_12611)
PDF-Download

18 Indikatorensysteme, die zur Bewertung von Aspekten der Tiergerechtigkeit für Rinder, Schweine bzw. Geflügel für verschiedene Einsatzzwecke entwickelt wurden, werden systematisch beschrieben. Die Veröffentlichung enthält eine umfassende Zusammenstellung von tier- und ressourcenbezogenen Indikatoren, die im europäischen – insbesondere deutschsprachigen Raum – angewendet werden.



Gläserne Ställe

Verbesserung der Akzeptanz landwirtschaftlicher Nutztierhaltung
Ergebnisse des BMELV-Bundeswettbewerbes „Landwirtschaftliches Bauen 2011/2012“

2012, 52 S., 9 €, ISBN 978-3-941583-72-6 (Best.-Nr. 40098)

Das Heft zum Bundeswettbewerb „Landwirtschaftliches Bauen 2011/12“ zeigt prämierte Beispiele zukunftsweisender landwirtschaftlicher Nutztierhaltungen, die Besuchern, Kunden, Verbrauchern, Nachbarn und der interessierten Öffentlichkeit einen unverfälschten Blick in ihre Tierhaltung ermöglichen.



**Automatische Melksysteme
Verfahren – Kosten – Bewertung**

2013, 160 S., 24 €, ISBN 978-3-941583-78-8 (Best.-Nr. 11497)

Das automatische Melken ist eine ausgereifte Technik. In dieser Schrift haben Verfahrenstechniker, Ökonomen und Veterinäre den Stand des Wissens aus Forschung und Praxis zusammengetragen. Sie zeigen Chancen und Grenzen der automatischen Melksysteme auf und bieten Milchviehhaltern und Beratern umfassende Informationen und wichtige Entscheidungshilfen.



**Ganzjährige Freilandhaltung von Mutterkühen –
tier- und standortgerecht
mit kostenfreier Online-Anwendung**

2010, 168 S., 24 €, ISBN 978-3-941583-39-9 (Best.-Nr. 11481)

Die ganzjährige Freilandhaltung ist eine kapitalsparende und kostengünstige Alternative zur Stallhaltung im Winter. Im Buch werden gesetzliche Grundlagen sowie Standort- und Futteraspekte erläutert und Fragen zur tiergerechten Gestaltung der ganzjährigen Weidetierhaltung beantwortet.



**Pferdehaltung
Planen und kalkulieren
mit kostenfreier Online-Anwendung**

2012, 200 S., 25 €, ISBN 978-3-941583-66-5 (Best.-Nr. 19509)

Die Datensammlung bietet Informationen für die Planung und Bewertung einer professionellen Pferdehaltung vom Fohlen bis zum erwachsenen Pferd. Planungsbeispiele, ergänzt durch eine Online-Anwendung, ermöglichen Verfahrensvergleiche und können als Grundlage für eigene Berechnungen genutzt werden.



Landschaftspflege mit Schafen

2014, 116 S., 25 €, ISBN 978-3-941583-90-0 (Best.-Nr. 19514)

Für zahlreiche Biotope sind jeweils die Pflegeanforderungen und die produktionstechnischen Bedingungen beschrieben. Die darauf abgestimmten Verfahren der Schafhaltung werden durch Verfahrensabläufe und entsprechende Leistungs-Kostenrechnungen dargestellt; Sie bieten eine Grundlage zur Kalkulation einer kostendeckenden Entlohnung.



Gemeinsam stark Vorbildliche Milchviehkooperationen in Deutschland und der Schweiz

2010, 64 S., 9 €, ISBN 978-3-941583-40-5 (Best.-Nr. 40090)

Eine Kooperation in der Milchviehhaltung senkt die Arbeitsbelastung und ermöglicht Betriebsleitern wettbewerbsfähig zu wirtschaften. Das Heft zum Bundeswettbewerb „Landwirtschaftliches Bauen 2009/2010“ zeigt preisgekrönte Beispiele erfolgreicher Kooperationen.



Beschäftigungsmöglichkeiten für Schweine Lösungen – Bewertungen – Kosten

2010, 48 S., 9 €, ISBN 978-3-941583-43-6 (Best.-Nr. 40087)

Beschäftigung ist ein unverzichtbarer Bestandteil tiergerechter Schweinehaltung und von der Gesetzgebung vorgeschrieben. Lösungen wie beispielsweise Ketten mit veränderbarem Material, Presswürfel oder Hehebalken werden aus Sicht der Verfahrenstechnik sowie der Arbeitswirtschaft vorgestellt und bewertet.



Mastschweinehaltung mit Sortierschleuse Verfahren – Kosten – Bewertung

2011, 60 S., 9 €, ISBN 978-3-941583-52-8 (Best.-Nr. 40094)

Die Großgruppenhaltung mit Sortierschleuse ist eine neue Entwicklung in der Schweinehaltung. Die Gestaltung von Großgruppenbuchten, die eingesetzte Technik und Stallkonzepte mit hoher Auslastung werden vorgestellt. Sie werden mit anderen Gruppenhaltungssystemen verglichen und bewertet.

Bestellhinweise

Versandkosten werden gesondert in Rechnung gestellt. Preisänderungen vorbehalten.

Wir freuen uns auf Ihre Bestellung. Senden Sie diese bitte an

KTBL, Bartningstraße 49, D-64289 Darmstadt | Tel.: +49 6151 7001-189 |

Fax: +49 6151 7001-123 | E-Mail: vertrieb@ktbl.de | www.ktbl.de

Besuchen Sie auch unseren Internet-Shop www.ktbl.de

aid-Veröffentlichungen

**Gruppenhaltung von Pferden**

Medium Video, Umfang 25 Minuten, Bestell-Nr. 7604

ISBN/EAN 978-3-8308-0797-1, Erstauflage, 2008

Damit sich Pferde in Gruppenhaltung wohl fühlen und gesund bleiben, ist ein durchdachtes Haltungskonzept die erste Voraussetzung. Die DVD zeigt mit dem Film Tiergerechte Pensionspferdehaltung aus dem Jahr 2002 verschiedene Haltungssysteme in ihrer idealen Umsetzung, von der Einzelboxhaltung über die Gruppenhaltung im Laufstall bis zur ganzjährigen Weidehaltung. Vorteile und Besonderheiten der einzelnen Systeme werden dargestellt und Maßnahmen für eine artgerechte Haltung und eine kostengünstige Betreuung aufgezeigt.

Als Zusatzmaterial enthält die DVD sieben Kurzfilme und Kurzdarstellungen (als PDF) zu den Preisträgern des Bundeswettbewerbs Landwirtschaftliches Bauen 2007/2008 Gruppenhaltung von Pferden im landwirtschaftlichen Betrieb.

**Arzneimittelrecht für Nutztierhalter**

Medium Video, Umfang 24 Minuten, Bestell-Nr. 7622

ISBN/EAN 978-3-8308-0687-5, Erstauflage, 2007

Die Sau rauslassen – Tiergerechte Gruppenhaltung von Sauen

Schweine sollen in einem Umfeld leben, das ihnen gestattet, ihren Bewegungs- und Spürtrieb zu befriedigen. Bei der Gruppenhaltung von Sauen spielt dabei die Fütterungstechnik eine entscheidende Rolle. Abruffütterung, Breinuckelfütterung, Dribbelfütterung und die Fütterung im Fresstand werden vorgestellt. Als Zusatzmaterial enthält die DVD einen Fachbeitrag zu den aktuellen Rechtsvorschriften für die Gruppenhaltung von Sauen, weiterhin werden beispielhafte Praxislösungen mit Stallgrundrissen vorgestellt.

**Rechtsfragen beim landwirtschaftlichen Bauen**

Heft Print, DIN A5 (14,8 x 21 cm), 52 Seiten, Bestell-Nr. 1084

ISBN 978-3-8308-1133-6, 11. Auflage, 2014

Die Errichtung, Änderung oder Nutzungsänderung eines landwirtschaftlichen Gebäudes unterliegt zahlreichen Regelungen. Neben dem Bauplanungsrecht, das sich im Baugesetzbuch findet, müssen weitere Rechtsgrundlagen beachtet werden: das Immissionsschutzrecht, das Natur- Landschaftsschutzrecht, das Wasserrecht, das Abfallrecht, das Denkmalschutzrecht, sowie besonders wichtig, das Tierschutzgesetz. Das in Kooperation mit dem Bundesverband der gemeinnützigen Landgesellschaften (BLG e.V.) aktualisierte Heft bietet Bauherren und Beratern einen Überblick über die zu beachtenden Vorschriften der genannten Bereiche. Zusätzliche Informationen zum Tierschutz, für bauliche Auflagen für die Direktvermarktung und für Biomasseanlagen, sowie zur Förderung baulicher Maßnahmen sind enthalten. Behandelt wird auch der Versicherungsschutz bei Bauarbeiten in Eigenleistung und die Baustellenverordnung.

Bestellungen an

aid-Vertrieb c/o IBRo-Versandservice GmbH
Verbindungsstraße 1
18184 Roggentin
Telefon: +49 (0)38204 66544
Telefax: +49 (0)38204 66992
E-Mail: bestellung@aid.de

Mehr Infos auf

www.aid.de
www.aid-medienshop.de

Zum nunmehr 46. Mal stellen im historischen Kaufhaus in Freiburg Verhaltenskundler ihre neuesten Erkenntnisse zum Thema „Angewandte Ethologie“ vor.

Der vorliegende Tagungsband bündelt das in 23 Vorträgen und 9 Postern präsentierte Wissen und ist für alle diejenigen, die sich mit der angewandten Ethologie befassen, bedeutsam.

Rinder, Schweine, Ziegen, Schafe und Legehennen stehen im Fokus der Betrachtungen. Es ist den Organisatoren aber auch gelungen, Beiträge zum Verhalten von Pferden und Kaninchen in die Tagung zu integrieren.

In verschiedenen Themenblöcken wie beispielsweise zum Sozialverhalten, zur Fütterung, zur Emotion und Kognition wie auch zur Beurteilung von Befindlichkeiten werden neueste Forschungsergebnisse präsentiert. Das viel diskutierte Thema der statistischen Auswertungen von Versuchsergebnissen wird in einem Übersichtsreferat behandelt. Ein abschließender Themenblock geht auf methodische Feinheiten im Versuchsaufbau ein.

www.ktbl.de € 25 [D]
ISBN 978-3-941583-95-5



9 783941 583955