

Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2021

DVG-Tagung
am 25. und 26. November 2021





KTBL-Schrift 523

Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2021

Vorträge anlässlich der
53. Internationalen Arbeitstagung
Angewandte Ethologie bei Nutztieren
der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V. (DVG)
Fachgruppe Ethologie und Tierhaltung
am 25. und 26. November 2021

Herausgeber

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

Fachliche Begleitung

DVG-Fachgruppe „Ethologie und Tierhaltung“

Dr. Sandra Döpjan | Prof. Dr. Dr. Michael Erhard (Vorsitz) | Prof. Dr. Nicole Kemper |
Dr. Elke Rauch | Prof. Dr. Klaus Reiter | Prof. Dr. Susanne Waiblinger

© KTBL 2021

Herausgeber und Vertrieb

Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL)
Bartningstraße 49 | 64289 Darmstadt
Telefon +49 6151 7001-0 | E-Mail: ktbl@ktbl.de
vertrieb@ktbl.de | Telefon Vertrieb +49 6151 7001-189
www.ktbl.de

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages.

Titelfoto

© www.stock.adobe.com (erika8213 | reichdernatu | Countrypixel)

Druck und Bindung

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG
Sontraer Straße 6 | 60386 Frankfurt am Main

Vorwort

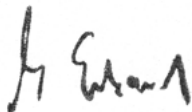
Die vorliegende Schrift umfasst die Vorträge und Posterbeiträge anlässlich der 53. Internationalen Tagung „Angewandte Ethologie“ der Fachgruppe Ethologie und Tierhaltung der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (25.–26. November 2021). Auch dieses Jahr waren wir zuversichtlich, zumindest eine Hybrid-Veranstaltung für die diesjährige Tagung organisieren zu können, jedoch wäre mit dem vorgeschriebenen Hygienekonzept im Historischen Kaufhaus sicher nicht das bekannte und allseits geliebte „Freiburg-Feeling“ zustande gekommen. Aus diesem Grund und für eine bessere Planungssicherheit für alle Teilnehmenden haben wir wieder das Online-Format gewählt. Die letzten anderthalb Jahre haben sehr schön gezeigt, dass auch virtuell äußerst interessante Tagungen und angeregte Diskussionen möglich sind.

Die eingereichten Abstracts wurden durch das altbewährte wissenschaftliche Gutachterteam beurteilt. Unseren Kolleginnen und Kollegen Frau Dr. Döpjan, Frau Prof. Dr. Kemper, Herrn Prof. Dr. Reiter und Frau Prof. Dr. Waiblinger sei dafür sehr herzlich gedankt. Zusammen haben wir 23 Vorträge inklusive Übersichtsreferat und 19 Posterbeiträge ausgewählt. Auch dieses Jahr stehen die klassischen landwirtschaftlichen Nutztiere mit knapp 88 Prozent der Beiträge im Vordergrund der Tagung. Die Organisatoren nehmen aber auch gerne Beiträge von anderen Tieren in das Programm.

Alle Beiträge werden in der vorliegenden KTBL-Schrift „Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung“ mit der entsprechenden Jahreszahl publiziert und liegen bereits zur Online-Tagung als gebundener Band vor. Frau Dr. Kathrin Huesmann (Fachteam Tierhaltung, Standortentwicklung und Immissionsschutz, 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 und PRIV.-DOZ. DR. ELKE RAUCH
Vorsitzender des Arbeitskreises „Tierschutz, Ethologie und Tierhaltung“
sowie stellv. Leiterin und Leiter der Fachgruppe „Ethologie und Tierhaltung“
der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG)

München, Oktober 2021

Inhalt

Brustbeinfrakturen und Detektion von Verletzungen bei Puten

- Brustbeinfrakturen bei Legehennen – Aspekte des Verhaltens und der Tiergesundheit**
Keel bone fractures in laying hens – aspects of behaviour and health
CHRISTINA RUFENER, ARIANE STRATMANN 13
- What you observe is what you get!? – Verbesserung der Trainingsdaten für ein neuronales Netzwerk zur Detektion von Verletzungen bei Puten**
What you observe is what you get!? – Improvement of training data for a neural network to detect injuries in turkeys
NINA VOLKMANN, JOHANNES BRÜNGER, CLAUDIUS ZELENKA, JENNY STRACKE, REINHARD KOCH, NICOLE KEMPER UND BIRGIT SPINDLER 25

Bereitstellung von Rampen für Legehennen, Verletzungen bei Legehennen

- Provision of ramps in rearing aviaries for laying hens leads to altered behavior and biomechanical properties**
Rampen in Aufzuchtvolieren für Legehennen beeinflussen das Verhalten und die Bruchfestigkeit der Knochen
MICHAEL J. TOSCANO, ARIANE STRATMANN 35
- Use of light cues encourages ramp use in the early life of laying hen chicks**
Lichtreize fördern die Nutzung von Rampen in der frühen Lebensphase von Legehennenküken
ALEX JOHNY, MICHAEL TOSCANO, ARIANE STRATMANN 46
- Können Gefiederschäden und Hautverletzungen bei Legehennen valide, reliabel und praktikabel aus der Distanz erhoben werden?**
Can plumage damage and skin lesions in laying hens be assessed validly, reliably and feasibly from a distance?
DANIEL GIESEKE, ALIENA GAUER, SABINE HARTMANN, KATHARINA RIEDL, UTE KNIERIM 59

Kleine Wiederkäuer (Kognitionstest und Fressverhalten)

Auswirkungen langfristiger kognitiver Stimulation auf das spätere Verhalten von Ziegen in einem räumlichen und einem instrumentellen Kognitionstest

Effects of long-term cognitive stimulation on subsequent behavioural responses in a spatial and an instrumental problem-solving test

KATRINA ROSENBERGER, MICHAEL SIMMLER, NINA KEIL,
JAN LANGBEIN, CHRISTIAN NAWROTH 69

Einfluss von Freundschaft und Rangordnung auf die Fress- und Liegedauer von Ziegen im Stall

The effect of friendship and social hierarchy on feeding and lying behaviour in goats

EDNA HILLMANN, LORENZ GYGAX UND LAURA HEMSING 72

Milchschafe und -ziegen bevorzugen Einzelkomponenten gegenüber der Mischration

Single components are preferred over mixed rations by dairy sheep and goats

ROXANNE BERTHEL, FRIGGA DOHME-MEIER, NINA KEIL 80

Rind (Weideschlachtung, Weidehaltung, Hitzestress und Nutzung der Funktionsbereiche)

Weideschlachtung bei Rindern: Zuschauer nicht vergessen

On-farm slaughter in cattle: Don't forget the bystanders

WOLF LAST, EDNA HILLMANN, LORENZ GYGAX 89

Inner- und zwischenartliche Verhaltensinteraktionen bei gemeinsamer Weidehaltung von Jungrindern und Masthühnern

Intra- and interspecific behavioural interactions of co-grazing young cattle and broiler chickens

LISA SCHANZ, SARA HINTZE, SEVERIN HÜBNER, KERSTIN BARTH,
CHRISTOPH WINCKLER 100

Auswirkung der Stallhaltung während der heißesten Tageszeit auf die Hitzestressbelastung von weidenden Milchkühen

Effect of keeping grazing dairy cows in the barn during the hottest time of the day on heat stress response

ALICE PONTIGGIA, ANDREAS MÜNGER, MIRJAM HOLINGER, STEFANIE AMMER,
RUPERT BRUCKMAIER, FRIGGA DOHME-MEIER, NINA KEIL 107

Zeigen Milchkühe individuelle Tagesmuster bei der Nutzung von Funktionsbereichen im Stall und in ihrer Aktivität?

Do dairy cows show daily, individually distinct patterns in area use and activity?

JOANNA STACHOWICZ, ROLAND NASSER, FELIX ADRION, CHRISTINA UMSTÄTTER . . . 116

Pferd (Schlafverhalten Fohlen und zeitgesteuerte Heuraufen)

Polysomnographische Untersuchungen zum Schlafverhalten von Fohlen

Polysomnographic studies on the sleep behaviour of foals

ANTONIA ZANKER, ANNA-CAROLINE WÖHR, SVEN REESE, MICHAEL ERHARD. 125

Ethologische und physiologische Reaktionen von Pferden auf ein variierendes Tier-Fressplatz-Verhältnis an zeitgesteuerten Heuraufen

Ethological and physiological responses of horses to a varying animal-to-feeding place ratio at time-controlled hay racks

MIRIAM BAUMGARTNER, MARGIT H. ZEITLER-FEICHT 137

Tierwohlindikatoren Schwein und Milchvieh und Kooperationsfähigkeit Canidae

PigsAndMore – Entwicklung eines Tierwohl-Indikator-basierten Beratungstools zur einzelbetrieblichen Optimierung der Haltung von Mastschweinen

PigsAndMore – Development of an animal welfare indicator-based consulting tool for optimizing husbandry and management of fattening pigs

KATHARINA DAHLHOFF, NAEMI VON JASMUND, ASTRID L. VAN ASTEN, LISA-MARIE SCHMIDT, WOLFGANG BÜSCHER 148

Wie gut bilden datenbasierte Tierwohlindikatoren für Milchviehbetriebe die Ergebnisse von Erhebungen mit dem WelfareQuality®-Protokoll ab?

How well can data-based welfare indicators for dairy farms reflect the results of the WelfareQuality® protocol?

BARBARA LUTZ, SIBYLLE ZWYGART, DIMITRI STUCKI, JOAN-BRYCE BURLA, BEAT THOMANN, BEAT WECHSLER 158

Untersuchungen zur intraspezifischen Kooperationsbereitschaft unterschiedlicher Caniden

Intraspecific cooperativeness in different species of Canidae

HANA TEBELMANN, UDO GANSLOSSER. 168

Schwein (Zeitwahrnehmung, Schwanzbeißen und Clicker-Training)

Can pigs tell the time? Developing a task to study pigs' time perception

Haben Schweine ein Zeitgefühl? Entwicklung eines Testverfahrens zur Untersuchung der Zeitwahrnehmung von Schweinen

KRISTINA KULL, CHRISTOPH WINCKLER, SARA HINTZE. 178

Zeigen Veränderungen der Beschäftigungsdauer von Schweinen einen Ausbruch von Schwanzbeißen an?

Do changes in exploration duration of pigs indicate a tail biting outbreak?

KAREN KAUSELMANN, E. TOBIAS KRAUSE, HANSJÖRG SCHRADER, LARS SCHRADER. . . 188

Anwendung von positiver Verstärkung (Klicker-Training) zur Stressreduktion bei der Blutentnahme beim Schwein

Use of positive reinforcement (clicker training) to reduce stress during blood collection in pigs

DELIA FIDERER, CHRISTA THÖNE-REINEKE, MECHTHILD WIEGARD 198

Rind (Lebensleistung, Saugschutzring und orale Stereotypen Mastbulle)

Analyse und Vergleich von Milchviehbetrieben mit besonders hoher Lebensleistung hinsichtlich Haltung, Fütterung und Management

Analysis and comparison of dairy farms with high lifetime production in respect of husbandry, feeding and management

FELIX VERSEN, CARSTEN HÜMMER, ERNST BOHLSSEN, DANIEL COENEN, MARTIN KAMMER, JOSEF JUNGWIRTH, KLAUS DRÖSSLER, EVA ZEILER. 206

Beurteilung der Tierschutzrelevanz des Saugschutzringes „SuckStop Müller“

Effects of the weaning ring “SuckStop Müller“ on aspects of calf welfare

CARMELA BISANG, CHRISTINA RUFENER, ADRIAN STEINER, BEAT WECHSLER, NINA KEIL 215

Vorkommen von oralen Stereotypen und sozialen Interaktionen bei Mastbullen – eine Zufallsbeobachtung oder doch ein ernst zu nehmendes Tierwohlproblem?

Incidence of oral stereotypic behavior and social interactions in fattening bulls – a chance observation or a serious animal welfare problem after all?

BIRGIT SPINDLER, JANNA WEIDEMANN, LAURA SCHNEIDER, NICOLE KEMPER 225

Poster

Nutzung eines überbetrieblichen Benchmarkings beim Beratungseinsatz der digitalen Schwachstellenanalyse CowsAndMore in Milchviehbetrieben in Deutschland

Use of an inter-farm benchmarking in consulting application of the digital weak point analysis CowsAndMore in dairy farms in Germany

KATHARINA DAHLHOFF, ANDREAS PELZER 234

Aspekte des Weideverhaltens von Milchkühen in einem Praxisbetrieb mit automatischem Melksystem (AMS) und Weide-Selektionstor

Aspects of grazing behavior of dairy cows on a farm with an automated milking system and selection gates

UWE EILERS, ELISABETH GERSTER, STEFFEN BEIGEL, HANNES SAUR 237

Wie wohl fühlen sich Legehennen? Erfassung und Bewertung von Daten zu Tiergesundheit und Tierwohl

How do laying hens feel? Collection and assessment of data on animal health and welfare

JOSIE SIEGEL, SABINE G. GEBHARDT-HENRICH 240

Umstellung vom Warm- zum Außenklimastall für die Einstiegsstufe Schwein des Labels „Für Mehr Tierschutz“ vor dem Hintergrund der Kaudophagie

Change-over from exclusive indoor housing systems of pig farms to additional outside climate in the base level of the label “for more animal welfare” with the background of Caudophagy

MIRIAM GOLDSCHALT, MELANIE DOPFER, ESTHER MÜLLER, BIANCA HAUSSNER. 244

Gewalt(-freiheit) in der Hundehaltung und -erziehung: Das aktive Wegtreiben als Erziehungsmethode beim *Canis lupus familiaris*

Violence or non-violence in the keeping and parenting of dogs (*Canis lupus familiaris*): the active drive-off method

BETTINA HINTE-BREINDL, SARAH MÄKELBURG, OLAF R.P. BININDA-EMONDS, UDO GANSLOSSER. 246

Zur tiergerechten Haltung von Königspythons (*Python regius*) – Beurteilung unterschiedlicher Haltungssysteme unter den Aspekten des Tierverhaltens und der Stressbelastung

Animal-appropriate housing of ball pythons (*Python regius*) – Behavior-based evaluation of two types of housing systems and stress load

TINA HOLLANDT, ANNA-CAROLINE WÖHR, MARKUS BAUR 249

Bewertung der Tiergerechtheit des Haltungsverfahrens Paddock Paradise für Pferde mit einem digitalen Beratungstool	
Animal welfare assessment of the Paddock Paradise housing system for horses with a digital consulting tool	
LEONIE KRÜGER, MIRIAM BAUMGARTNER, BERNHARD HÖRNING.	252
Die Fütterungsfrequenz bei Mischrationen beeinflusst das Fress- und Sozialverhalten von Milchschafen – Erhebung auf Schweizer Betrieben	
The frequency of feed delivery with mixed rations effects feeding and social behaviour of dairy sheep – Evaluation on Swiss farms	
LISA MADDALENA, ROXANNE BERTHEL, FRIGGA DOHME-MEIER, NINA KEIL.	255
Nationales Tierwohl-Monitoring – Was sind geeignete Indikatoren für Haltung, Transport und Schlachtung von Schaf und Ziege?	
National Animal Welfare Monitoring – Which are suitable indicators for the keeping, transport and slaughter of sheep and goats?	
REGINA MAGNER, UTE SCHULTHEISS, MARLEN BIELICKE, CHRISTEL SIMANTKE, EDNA HILLMANN.	258
Untersuchungen zum sozialen Lernen bei Ziegen – erste Ergebnisse	
Assessing social learning in goats – first results	
CHRISTIAN NAWROTH, KATRINA ROSENBERGER, NINA KEIL, JAN LANGBEIN	261
Nutzung von Sitzstangen und erhöhten Ebenen in einem Aufzuchtssystem für Junghennen	
Use of perches and elevated platforms in a rearing system for pullets	
ANNA RIEDEL, SINA KÄSELAU, NICOLE KEMPER, BIRGIT SPINDLER.	264
Werkzeuge für die betriebliche Eigenkontrolle auf landwirtschaftlichen Betrieben	
Tools for on-farm self-assessment of animal welfare	
UTE SCHULTHEISS, RITA ZAPF, JAN BRINKMANN, KORNEL CIMER, SOLVEIG MARCH, LARS SCHRADER, ANTJE SCHUBBERT, SALLY RAUTERBERG, DANIEL GIESEKE, SARINA MICHAELIS, UTE KNIERIM.	267
Untersuchungen zum Pickverhalten von Legehennen mit intaktem Schnabel in Praxisbetrieben	
Analysis of pecking behaviour of laying hens with intact beaks on commercial farms	
ANGELA SCHWARZER, MICHAEL ERHARD, SVEN REESE, MARKUS ELGER, HELEN LOUTON	271

Verhaltens- und physiologische Indikatoren für Hitzestress bei Mastschweinen	
Behavioural and physiological indicators of heat stress in fattening pigs	
MADELEINE F. SCRIBA, BEAT WECHSLER	274
Realisierung einer Schweinetoilette in einer Aufzuchtbuchst für Absatzferkel mit angeschlossenem, strohbedeckten Liegebereich	
Realisation of a pig toilet in a nursery pen for weaned piglets with an attached, straw bedded lying area	
MICHELLE TILLMANNS, KEES SCHEEPENS, NICOLE KEMPER, MICHAELA FELS	276
Erkennen wir automatisiert Gesundheits- oder generelle Tierwohlprobleme? Ein Framework!	
Do we automatically detect health or general welfare-related issues? A framework!	
CHRISTINA UMSTÄTTER, JOANNA STACHOWICZ	279
Identifizierung von Frühanzeichen für Schwanzbeißen bei Aufzuchtferkeln	
Identification of early indicators of tail biting in weaner pigs	
FRIEDERIKE K. WARNS, ANDREA FRIGGEMANN, KATHARINA DAHLHOF, ASTRID L. VAN ASTEN.	282
LED-Beleuchtung in der Bullenmast – Untersuchungen zum Einfluss der Lichttaglänge auf das Verhalten von Mastbullen	
LED lighting in the bull fattening area – Investigations into the influence of the light day length on the behavior of fattening bulls	
DANIEL WERNER, ALFONS BAUMEISTER, ANDREAS PELZER, KLAUS REITER.	285
Anhäufen von Legehennen	
Piling behaviour in laying hens	
JAKOB WINTER, MICHAEL TOSCANO, ARIANE STRATMANN	288
Mitwirkende.	291

Brustbeinfrakturen bei Legehennen – Aspekte des Verhaltens und der Tiergesundheit

Keel bone fractures in laying hens – aspects of behaviour and health

CHRISTINA RUFENER, ARIANE STRATMANN

Zusammenfassung

Brustbeinfrakturen gehören zu den größten Tierschutzproblemen in der Legehennenhaltung. Seit Jahren arbeiten Forschungsgruppen weltweit an diesem Thema, um die Auswirkungen, Ursachen und Interventionen zur Reduktion von Frakturen besser zu verstehen und zu erforschen. Faktoren, welche die Prävalenz von Frakturen beeinflussen sind vielfältig und beinhalten u. a. die Produktivität der Tiere sowie das Haltungssystem. Auswirkungen von Frakturen auf die Tiere sind aufgrund von Untersuchungen in experimentellen sowie semi-kommerziellen Versuchen bekannt und umfassen das Bewegungsverhalten, die Produktivität und die mentale Gesundheit der Tiere. Unterschiedliche Beurteilungsmethoden, verschiedene Haltungssysteme, Hybride, Alterswochen usw. beeinflussen die Vergleichbarkeit von Studien und deren generelle Aussagekraft. Dieses Übersichtsreferat orientiert sich an einer Literaturübersicht, welche verschiedene Studien zu diesem Thema vergleicht und zusammenfasst und fokussiert sich dabei auf Themen wie die Messmethode, den Einfluss des Alters und des Haltungssystems sowie der Aufzucht. Zudem werden in diesem Übersichtsreferat besonders die Aspekte des Verhaltens in Zusammenhang mit Brustbeinfrakturen beleuchtet.

Summary

Keel bone fractures in laying hens are one of the biggest welfare issue the egg industry is facing today. For more than 30 years research groups have been working on that topic, focusing on the prevalence of fractures and understanding the causes and preventive measures to reduce keel bone fracture prevalence. Causes are multifactorial and include e. g. the high productivity of the hens as well as the housing system. The effects of keel bone fractures on the welfare of the hens have been studied in experimental as well as semi-commercial settings and include effects on the mobility behaviour, the productivity, as well as the affective states of the birds. However, different methods to assess keel bone damage and a variety of housing systems, hybrids, and bird ages make it difficult to compare studies appropriately and thus draw general conclusions. This article is based on a systematic literature review, which compared the recent literature on keel bone damage. In addition, aspects of behaviour in relation with keel bone damage are discussed.

1 Brustbeinfrakturen – ein Problem der heutigen Zeit?

Gemäß dem britischen „Farm Animal Welfare Council“ (FAWC) sind Brustbeinfrakturen bei Legehennen eines der grössten Tierwohlprobleme in der Nutztierhaltung (FAWC 2010, 2013). Neben den Brustbeinfrakturen kommen auch Brustbeinverformungen häufig vor. Frakturen und Verformungen werden unter dem Begriff Brustbeinveränderungen zusammengefasst. Neben dem Zusammenhang zwischen Brustbeinfrakturen mit Schmerzen (Nasr et al. 2012a, 2013), Produktivität (Rufener et al. 2019a) und Bewegungsverhalten (Rufener et al. 2019b) ist insbesondere die weltweit hohe Prävalenz besorgniserregend. Abhängig von Alter, Rasse, Haltungssystem und Messmethode sind zwischen 11,6 % (Riber und Hinrichsen 2016) und 100 % (Eusemann et al. 2018) der Hennen betroffen.

Die Schwierigkeit eine genaue Prävalenz anzugeben spiegelt die multifaktorielle Natur der Problematik wider. Der wohl wichtigste Einflussfaktor ist die Produktivität der Hennen, da für die Herstellung der Eischale endogenes Kalzium aus den Knochen mobilisiert wird und somit die Knochen geschwächt werden. Weiter wird oft das Haltungssystem als Risikofaktor angegeben. So kommt es in Volierenhaltung oft zu Abstürzen und Kollisionen mit Sitzstangen, die mit Frakturen zusammenhängen könnten (Stratmann et al. 2015a, 2019). In Käfighaltung sind solche Traumata weniger wahrscheinlich, allerdings führt die eingeschränkte Bewegungsfreiheit, insbesondere in der Aufzucht, zu weniger belastbaren Knochen. Auch die Fütterung hat einen Einfluss auf die Knochenstärke (Tarlton et al. 2013). Als weitere Faktoren, die zu Brustbeinfrakturen führen können, wurden das junge Alter beim Legestart (Gebhardt-Henrich und Fröhlich 2015), eine späte Verknöcherung des Brustbeins, genetisch veranlagte Knochenkrankheiten oder körperliche Inaktivität diskutiert (Toscano et al. 2020).

Obschon einige dieser Risikofaktoren – beispielsweise die erhöhte Produktivität oder neue, komplexe Haltungssysteme – erst im Verlauf der letzten Jahrzehnte aktuell wurden, wurden die ersten Brustbeinveränderungen bereits im Jahr 1868 von Darwin dokumentiert, und zwar sowohl bei Hennen wie auch bei Hähnen. Eine hohe Legeleistung und moderne Voliersysteme können die hohe Prävalenz von Brustbeinfrakturen in der heutigen Legehennenhaltung also nicht vollends erklären. In den folgenden Abschnitten gehen wir auf die Prävalenz von Brustbeinfrakturen in Abhängigkeit von Methodik, Alter, Hybrid und Haltungssystem ein und diskutieren Aspekte des Tierverhaltens, welche mit diesen Einflussfaktoren interagieren. Grundlage für diesen Artikel ist eine systematische Literaturübersicht, welche die Prävalenz von Brustbeinfrakturen im Quervergleich von 48 Studien untersucht hat (Rufener und Makagon 2020).

2 Die Messmethode beeinflusst die Prävalenz

2.1 Palpieren, Röntgen und Sezieren

Zur Beurteilung von Brustbeinfrakturen können verschiedene Methoden angewandt werden. Meist sind dies Palpation, Röntgen oder Sezieren. Beim Palpieren wird mit den Fingern nach Kallusmaterial, welches auf eine verheilte Fraktur hindeutet, gesucht. Außerdem können Verformungen erspürt werden. Frische Frakturen oder Frakturen auf der dorsalen Seite des Brustbeines sind aber schwierig zu detektieren (Richards et al. 2011). Außerdem ist bekannt, dass viel Training nötig ist, um beim Palpieren eine genügende Wiederholbarkeit zwischen Beobachtern zu erreichen (Gebhardt-Henrich et al. 2019).

Röntgen hat den Vorteil, dass auch frische Frakturen detektiert werden können. Neben einer höheren Genauigkeit kann zusätzlich die Lokalisierung, der Fraktur-Typ und der Schweregrad der Frakturen bestimmt werden. Mehrere Röntgenbilder in einem regelmäßigen Abstand erlauben zudem, den Heilungsverlauf der Frakturen genauer zu untersuchen (Abb. 1). Röntgen benötigt jedoch teure Ausrüstung und im Strahlenschutz geschultes Personal. Außerdem können bei nur einer seitlichen, latero-lateralen Aufnahme Verformungen des Brustbeines schlechter eingeschätzt werden.

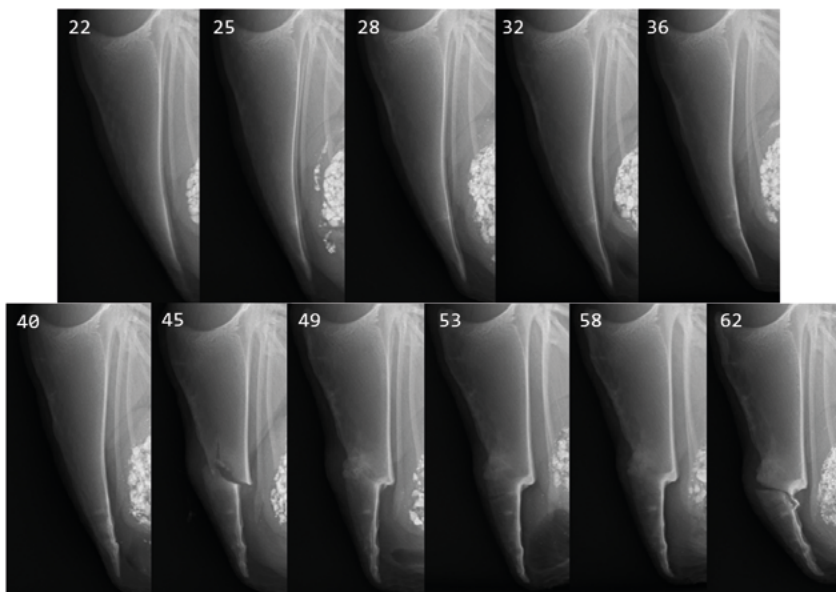


Abb. 1: Longitudinale Röntgenbilder einer Henne. Zahlen geben das Alter in Wochen an. Die ersten Anzeichen von Knochenveränderungen treten mit 25 Wochen auf. Mit 45 Wochen entsteht eine schwergradige Fraktur, die innerhalb von wenigen Wochen heilt, jedoch mit 62 Wochen neben der ursprünglichen Lokalisation wieder bricht. Zum Ende der Legeperiode hat diese Henne total 10 Läsionen am Brustbein.

Fig. 1: Longitudinal x-rays of a hen. The numbers indicate age in weeks. The first signs of bone damage are visible at 25 weeks of age. At 45 weeks of age, a major fracture occurs which heals within a few weeks, but re-breaks close to the initial location at 62 weeks of age. At the end of the laying phase, this hen has suffered from 10 bone lesions in total.

Beim Sezieren können Frakturen und Verformungen sowie weitere Details wie der Schweregrad oder Zustand (z. B. frisch oder verheilt) beurteilt werden. Allerdings hat diese Methode den offensichtlichen Nachteil, dass sie nicht longitudinal angewandt werden kann und das Tier getötet werden muss.

Palpieren, Röntgen und Sezieren unterscheiden sich nicht nur im Hinblick auf den Detailgehalt oder die Validität und Wiederholbarkeit. Insbesondere beim Palpieren sind verschiedenste Scoring-Methoden im Einsatz, was eine direkte Vergleichbarkeit unmöglich macht. Die systematische Literaturrecherche hat außerdem gezeigt, dass die Methoden oft auch abhängig vom Alter der Tiere angewandt werden (Abb. 2). Sezieren werden meist nur ältere Tiere, und da insbesondere beim Palpieren die Frakturprävalenz oft unterschätzt wird, könnte das Verwenden von verschiedenen Methoden in Abhängigkeit des Alters zu einer Verzerrung der tatsächlichen Situation führen.

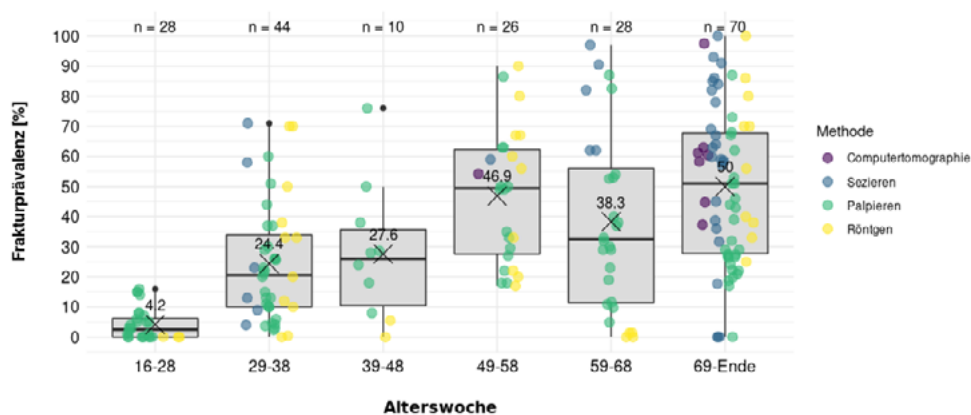


Abb. 2: Frakturprävalenz in Abhängigkeit der Alterswoche und Methode. Die Kreuze zeigen den Mittelwert, n = Anzahl Datenpunkte aus der systematischen Literaturrecherche (basierend auf Rufener und Makagon, 2020).

Fig. 2: Keel bone fracture prevalence depending on week of age and assessment method. Crosses indicate means, n = number of entries from the systematic literature review (based on Rufener und Makagon, 2020).

2.2 Frakturen sind schmerzhaft

Da die physiologischen, anatomischen und biochemischen Reaktionen auf Schmerzen bei Hühnern denen des Menschen ähneln (Gentle 1992, 2011), ist davon auszugehen, dass Frakturen schmerzhaft für die Tiere sind. Der Einfluss auf das Verhalten der Tiere ist dabei vermutlich abhängig vom Schweregrad des Bruches, der Frakturregion und vom Heilungsgrad. Da es nicht möglich ist, mit bloßem Auge Tiere mit einer Fraktur von Tieren ohne Fraktur in einer großen Herde zu unterscheiden, wurde der Einfluss von Frakturen auf das Verhalten hauptsächlich in experimentellen Studien untersucht. Dabei fand man u. a. heraus, dass Tiere mit einer verheilten Fraktur im Vergleich zu Hennen mit gesundem

Brustbein generell weniger vertikale Bewegungen absolvieren (Rentsch et al. 2019) und länger brauchen, um verschieden hohe Sitzstangen vom Boden aus anzufliegen bzw. zu verlassen (Nasr et al. 2012a). Dieser Unterschied im Bewegungsverhalten konnte in einer dieser Studien durch die Verabreichung von Schmerzmitteln wieder rückgängig gemacht werden (Nasr et al. 2012b). Eine weitere Untersuchung zeigte, dass Hennen mit einer verheilten Fraktur einen Ort, an dem sie den Effekt eines Schmerzmittels erlebten, diesen in einem Wahlversuch häufiger auswählten im Vergleich zu dem Ort ohne Schmerzmittelerfahrung (Nasr et al. 2013). Diese Assoziation konnte bei Hennen mit gesundem Brustbein nicht nachgewiesen werden. Selbst Verhaltensweisen, welche nicht direkt mit dem Bewegungsverhalten assoziiert sind, können durch das Vorhandensein einer Fraktur beeinflusst werden. So konnte z. B. gezeigt werden, dass sich Hennen mit einer Fraktur weniger lange putzten und weniger tranken im Vergleich zu Hennen ohne Brustbeinfraktur (Nasr et al. 2012a). Alle oben genannten Studien wurden unter experimentellen Bedingungen mit kleinen Tiergruppen gemacht, allerdings sind kommerzielle Haltungsbedingungen wie z. B. Volieren durch ihren Aufbau anspruchsvoller und komplexer. Es ist daher anzunehmen, dass Brustbeinfrakturen vor allem in komplexen Systemen aufgrund von vertikalen Wegen im System eine Belastung für die Tiere darstellen. In der Tat konnte gezeigt werden, dass die Mobilität von einzelnen Hennen in einer Voliere durch den Schweregrad ihrer Brustbeinfraktur beeinflusst wird (Rufener et al. 2019b). Hennen mit schwerwiegenden Frakturen bewegten sich dabei vorwiegend in den oberen Bereichen der Voliere, in welchen alle Ressourcen (d. h. Futter, Wasser und Sitzstangen) zur Verfügung standen und wurden weniger häufig im Einstreubereich sowie der unteren Volierenetage vorgefunden. Außerdem legten Hennen mit schwerwiegenden Frakturen kürzere Wege in der Voliere zurück (d. h. Sprung direkt von der oberen Etage in die Einstreu anstatt von Etage zu Etage) im Vergleich zu Tieren mit leichten Frakturen. Da die Belastung bei der Landung für das Brustbein besonders hoch ist, ist anzunehmen, dass eine Landung pro Strecke (d. h. direkt auf den Boden) gegenüber vielen Landungen (d. h. eine Landung pro Stange/ Etage) mit einer schwerwiegenden Fraktur bevorzugt wird. Der Einfluss von Frakturen auf das Bewegungsverhalten der Hennen ist offensichtlich. Dabei sind es vermutlich vor allem die schwerwiegenden Frakturen, welche in diesem Zusammenhang eine Rolle spielen (Rentsch et al. 2019, Rufener et al. 2019b) – die Beurteilungsmethode ist also äußerst wichtig, um den Einfluss von Frakturen auf Verhaltensaspekte und Schmerzen abzuschätzen.

3 Die Rolle von Alter und Hybrid

3.1 Eine nicht-lineare Abhängigkeit

Das Vorkommen von Brustbeinfrakturen ist stark vom Alter der Hennen abhängig (Eusemann et al. 2018, 2020), wobei der dramatischste Anstieg der Prävalenz zwischen dem Beginn und dem Höhepunkt der Legeperiode (d. h. im Alter von 25 bis 35 Wochen; Harlander-Matauschek et al. 2015) zu beobachten ist. Es wird angenommen, dass diese

Abhängigkeit mit dem steigenden Energie- und Kalziumbedarf für die Eierproduktion in Verbindung steht. In Anbetracht der Tatsache, dass die Eiproduktion bei kommerziellen Hühnerrassen während der gesamten Legezeit relativ hoch bleibt und die Knochenstruktur kontinuierlich abnimmt, könnte man davon ausgehen, dass die Prävalenz von Brustbeinfrakturen mit dem Alter der Hennen zunimmt. Tatsächlich wurde ein solcher Trend von Heerkens et al. (2016) beobachtet. Toscano et al. (2018) fanden jedoch heraus, dass sich die Anfälligkeit für experimentell induzierte postmortale Frakturen nach einem Alter von etwa 49 Wochen stabilisiert. Stratmann et al. (2015b) berichteten über einen ähnlichen Entwicklungstrend bei der Frakturprävalenz von Hennen in Volierenhaltung. Auch der Schweregrad der Frakturen folgt demselben altersabhängigen Muster (Rufener et al. 2019a, 2019b). Ein Anstieg der durchschnittlichen Frakturprävalenz vom Beginn der Legeperiode bis zum Ende der Legeperiode mit einer Abflachung der Frakturprävalenz im Alter von ca. 49 Wochen konnte auch bei der systematischen Literaturrecherche gezeigt werden (Abb. 2).

Die Anfälligkeit für Brustbeinfrakturen ist auch von der Rasse bzw. dem Hybrid abhängig. Legehybride unterscheiden sich in ihrer Legeleistung, wobei braune Hennen in der Regel eine etwas geringere Eierproduktion aufweisen als weiße Hennen (z. B. Lohmann Selected Leghorn: 94 % bis 96 % maximale Leistung vs. Lohmann Brown: 92 % bis 94 % maximale Leistung; Lohmann Tierzucht GmbH). Wenn die Eierproduktion in direktem Zusammenhang mit der Brustbeinfrakturprävalenz stünde wäre zu erwarten, dass weiße Hennen mehr Frakturen haben als braune Hennen. In der Tat wurde dieser Zusammenhang von Stratmann et al. (2015b) nachgewiesen. Andere Studien, die die Prävalenz von Brustbeinfrakturen bei verschiedenen Hybriden untersuchten, berichteten jedoch über den gegenteiligen Trend (mehr Frakturen bei braunen gegenüber weißen Hybriden; Habig und Distl 2013, Heerkens et al. 2016, Candelotto et al. 2017, Gebhardt-Henrich et al. 2017, Eusemann et al. 2018). Die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche zeigten, dass die Prävalenz bei braunen Hennen in allen Alterskategorien höher war als bei weißen Hennen. Außerdem war der Verlauf in Abhängigkeit des Alters bei weißen Hennen linearer als bei braunen Hennen, bei denen die oben erwähnte Abflachung der Prävalenz nach 49 Alterswochen zu beobachten war.

3.2 Individuelles Risiko?

Das Risiko einer Brustbeinfraktur kann neben den oben genannten Faktoren auch mit dem individuellen Verhalten und der allgemeinen Konstitution eines Tieres zusammenhängen. Zum Beispiel bewegen und verteilen sich braune und weiße Hybride unterschiedlich in Volieren (Ali et al. 2016) und haben ein unterschiedliches Temperament, wobei braune Hybride generell als ruhiger und weniger ängstlich beschrieben werden als weiße. Beide Eigenschaften könnten wiederum einen Einfluss auf das Risiko eines Absturzes und somit einer Fraktur haben. Ein weiterer Faktor ist das Körpergewicht: braune Hybride sind im Schnitt schwerer als weiße Hybride, was ebenfalls eine Rolle für Frakturen spielen kann, da bei schwereren Tieren ein größerer Aufprall bei einer Koll-

sion zu erwarten ist und der Schweregrad der Brustbeinfraktur positiv mit dem Gewicht korreliert (Gebhardt-Henrich et al. 2017). Rufener et al. (2019b) konnten wie oben bereits erwähnt zeigen, dass sich Hennen mit einer schwerwiegenden Fraktur anders in einer Voliere bewegen als Tiere mit einer leichten Fraktur. Der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung kann für diese Beobachtung in zwei verschiedene Richtungen erklärt werden: aufgrund der Schmerzen, welche die Hennen bei einer schweren Fraktur empfinden, schränken sie ihren Aktionsradius auf die wichtigsten Ressourcen wie Futter, Wasser, Sitzstangen und Nester ein und bleiben daher vermehrt auf der oberen Etage. Gleichzeitig ist es aber auch möglich, dass gerade die Tiere, die sich viel im oberen Volierenbereich aufhalten ein höheres Risiko für eine Fraktur haben, da erstens die meisten Abstürze von dort stattfinden (Stratmann et al. 2019) und zweitens ein Absturz aus einer größeren Höhe mit einem höheren Risiko einer schweren Fraktur verbunden ist (Makie et al. 2017). Bislang ist der Zusammenhang zwischen dem individuellen Verhalten von Hennen und dem Risiko einer Fraktur noch wenig erforscht. Hinweise darauf, dass sich Hennen in großen Gruppen voneinander konsistent über einen längeren Zeitraum in ihrem Bewegungsmuster unterscheiden (Rufener et al. 2018), lassen allerdings einen möglichen Zusammenhang als äußerst plausibel erscheinen und bieten neue Ansätze zur weiteren Erforschung von Brustbeinfrakturen.

4 Neue Haltungssysteme, neue Probleme – oder doch nicht?

4.1 Je höher, desto schlimmer?

In den letzten 30 Jahren hat sich die Wissenschaft vermehrt mit dem Vorkommen von Brustbeinfrakturen auseinandergesetzt. Im gleichen Zeitfenster wurden moderne, komplexe Haltungssysteme wie Volieren entwickelt, welche den Legehennen das Ausleben von speziestypischen Verhaltensweisen (z.B. Sandbaden, Aufbaumen, Fliegen) ermöglichen sollen. Die zeitliche Überlappung dieser Trends hat zu der allgemeinen Annahme geführt, dass die Volierenhaltung oder das Vorhandensein von Sitzstangen mit einer höheren Brustbeinfrakturprävalenz in Verbindung stehen als beispielsweise die Käfighaltung. Mehrere Studien haben diesen Zusammenhang aufgezeigt (z.B. Rodenburg et al. 2008, Riber und Hinrichsen 2016). Die systematische Literaturrecherche konnte dieses Ergebnis nicht bestätigen: die Prävalenz war in konventionellen Käfigen zwar am niedrigsten. Allerdings waren Legehennen in Bodenhaltung und ausgestalteten Käfig am häufigsten von Frakturen betroffen, während die Volierenhaltung im Mittelfeld lag (Abb. 3).

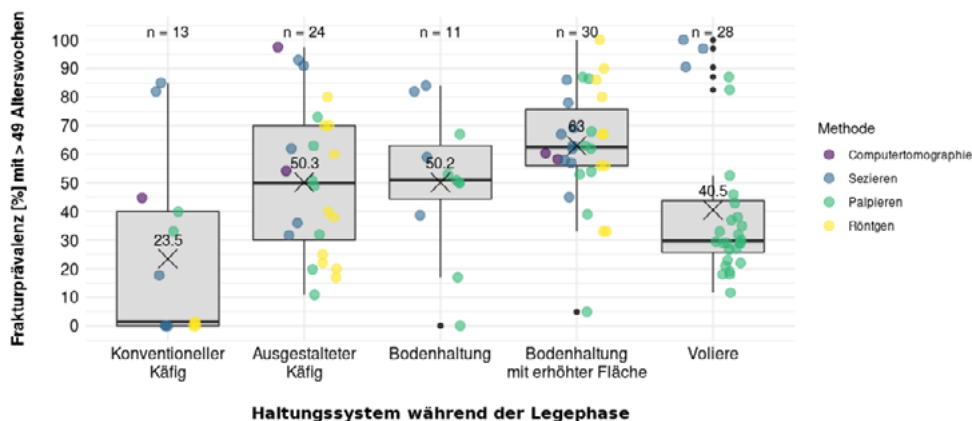


Abb. 3: Frakturprävalenz bei Hennen > 49 Wochen alt in Abhängigkeit von Haltungssystem und Methode. Die Kreuze zeigen den Mittelwert, n = Anzahl Datenpunkte aus der systematischen Literaturrecherche (basierend auf Rufener und Makagon, 2020).

Fig. 3: Keel bone fracture prevalence depending on housing system and assessment method. Crosses indicate means, n = number of entries from the systematic literature review (based on Rufener and Makagon, 2020).

4.2 Auch bei Hennen ist die Kindheit wichtig

Die Aufzuchtphase von Legehennen ist ein essentieller Zeitraum, in welchem die Tiere auf die spätere Legephase vorbereitet werden. Obschon am Ende der Aufzucht mit ca. 18 Alterswochen kaum Frakturen auftreten, reicht der Einfluss der Aufzucht auf die Brustbeingesundheit bis in die Legephase hinein (Casey-Trott et al. 2017). Besonders in Systemen wie Volieren, in welchen sich die Tiere in vertikaler Richtung bewegen müssen, bedarf es gewisse Fähigkeiten wie z. B. eine gute räumlich-kognitive Wahrnehmung sowie physische Voraussetzungen, welche in der Aufzuchtphase entwickelt werden. Das Erlangen beider Fähigkeiten ist essentiell für die Haltung von Legehennen in Volieren und spielt im gleichen Maß für das Auftreten von Frakturen eine Rolle. Knochen und Muskeln werden durch Bewegung und Belastung gestärkt, was wiederum die Anfälligkeit von Frakturen verringert (Casey-Trott et al. 2017). Gleichzeitig wird durch die Entwicklung und das Training der räumlichen Wahrnehmung die Wahrscheinlichkeit von Abstürzen beeinflusst (Rufener und Toscano 2020). Studien zeigten, dass durch den Einbau von Rampen in die Voliere dieses Training gefördert werden kann (Norman et al. 2021, Stratmann et al. in prep.). Rampen in der Aufzucht beeinflussten das Bewegungsverhalten insofern, dass erhöhte Ebenen häufiger und früher genutzt wurden, mehr vertikale Bewegungen durchgeführt wurden und weniger Probleme beim Anflug an erhöhte Ebenen auftraten. Dies wiederum beeinflusste das Auftreten von Frakturen in der Legephase, da im Vergleich zu Tieren, welche ohne Rampen gehalten wurden, generell weniger (Norman et al. 2021) sowie weniger schwerwiegende Frakturen (Stratmann et al. in prep.) bei Tieren mit Rampen auftraten. Neben dem Design der Aufzuchtvoliere

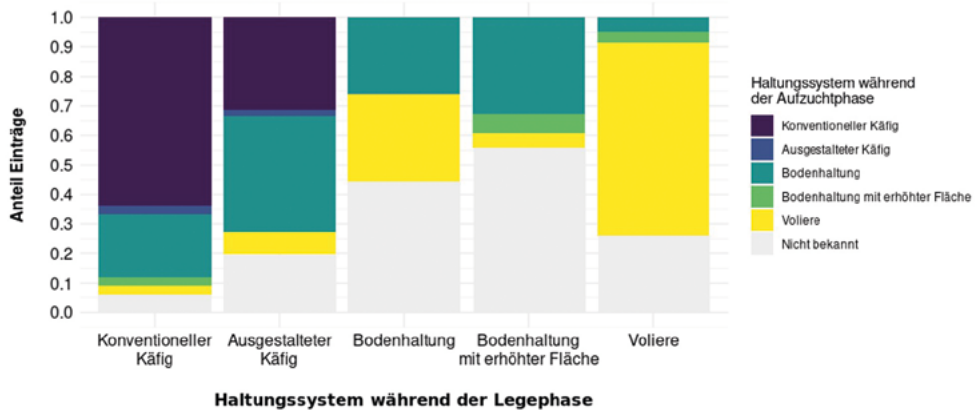


Abb. 4: Haltungssystem während der Legephase in Abhängigkeit des Haltungssystems während der Aufzuchtphase. Die y-Achse zeigt den Anteil der Einträge der systematischen Literaturrecherche, die einer bestimmten Kombination von Aufzucht- und Legesystem entsprechen.

Fig. 4: Layer housing system in relation to rearing housing system. The y-axis shows the proportion of entries of a specific laying / rearing housing combination from the systematic literature review.

re spielt die Ähnlichkeit zwischen der Aufzucht und der Legephase eine entscheidende Rolle. Grundsätzlich sollten sich die Haltungssysteme in beiden Phasen so stark ähneln wie möglich (Janczak und Riber 2015), um den Übergang von der Aufzucht in die Legephase zu erleichtern. Dieser Grundsatz könnte die relativ geringere, durchschnittliche Prävalenz von Frakturen bei Hennen in Volierenhaltung erklären, die meist auch in Volieren aufgezogen wurden (Abb. 4). Hennen, die während der Legephase in weniger komplexen Systemen wie ausgestalteten Käfigen oder einstöckigen Systemen gehalten wurden, wurden analog häufig in Bodenhaltung oder konventionellen Käfigen aufgezogen. Da in diesen Haltungssystemen der Bewegungsanreiz geringer ist als in Volieren und sich dadurch die Knochenentwicklung in der Aufzucht unterscheidet, könnten Hennen in wenig komplexen Haltungssystemen anfälliger für Brustbeinfrakturen sein als in Volieren gehaltene Hennen.

5 Ausblick, offene Fragen und Lösungsansätze

Die Forschung in den letzten 30 Jahren hat wichtige Informationen über mögliche Ursachen und die Bedeutung von Brustbeinfrakturen für das Wohl von Legehennen geliefert. Wie in diesem Übersichtsreferat diskutiert, wird die Entwicklung von Brustbeinfrakturen durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Insbesondere verschiedene Beurteilungsmethoden sowie der Einfluss von Haltungssystemen, Genetik und Alter der Tiere erschwert den Vergleich der Prävalenz zwischen Studien. Außerdem dürfen Verhaltensaspekte bei der Beurteilung von Frakturen und deren Auswirkungen auf das Tierwohl

keinesfalls außer Acht gelassen werden. So konnte die allgemeine Annahme, dass moderne und komplexe Haltungssysteme wie Volieren mit einer erhöhten Frakturprävalenz zusammenhängen, im Rahmen dieser systematischen Literaturrecherche nicht bestätigt werden. Brustbeinfrakturen sind zweifellos ein relevantes Tierwohlproblem in der Legehennenhaltung; das volle Ausmaß der Auswirkungen auf die gesamte Branche und das Wohlergehen von individuellen Hennen bleibt jedoch zu bestimmen.

Literatur

- Ali, A.B.A.; Campbell, D.L.M.; Karcher, D.M.; Siegford, J.M. (2016): Influence of genetic strain and access to litter on spatial distribution of 4 strains of laying hens in an aviary system. *Poult. Sci.* 95, pp. 2489–2502
- Candelotto, L.; Stratmann, A.; Gebhardt-Henrich, S.G.; Rufener, C.; van de Braak, T.; Toscano, M.J. (2017): Susceptibility to keel bone fractures in laying hens and the role of genetic variation. *Poult. Sci.* 96, pp. 3517–3528
- Casey-Trott, T.M.; Guerin, M.T.; Sandilands, V.; Torrey, S.; Widowski, T.M. (2017): Rearing system affects prevalence of keel-bone damage in laying hens: a longitudinal study of four consecutive flocks. *Poult. Sci.* 96, pp. 2029–2039
- Darwin, C.R. (1868): *Variation of Plants and Animals under Domestication*. London, John Murray
- Eusemann, B.K.; Baulain, U.; Schrader, L.; Thöne-Reineke, C.; Patt, A.; Petow, S. (2018): Radiographic examination of keel bone damage in living laying hens of different strains kept in two housing systems. *PLoS One* 13, pp. 1–17
- Eusemann, B.K.; Patt, A.; Schrader, L.; Weigend, S.; Thöne-Reineke, C.; Petow, S. (2020): The role of egg production in the etiology of keel bone damage in laying hens. *Front. Vet. Sci.* 21
- FAWC (2013): An open letter to Great Britain Governments: Keel bone fracture in laying hens, in: *Farm Animal Welfare Council*. London
- FAWC (2010): *Opinion on Osteoporosis and Bone Fractures in Laying Hens*, in: *Farm Animal Welfare Council*. London
- Gebhardt-Henrich, S.G.; Fröhlich, E.K.F. (2015): Early onset of laying and bumblefoot favor keel bone fractures. *Animals* 5, pp. 1192–1206
- Gebhardt-Henrich, S.G.; Pfulg, A.; Fröhlich, E.K.F.; Käppeli, S.; Guggisberg, D.; Liesegang, A.; Stoffel, M.H. (2017): Limited associations between keel bone damage and bone properties measured with computer tomography, three-point bending test, and analysis of minerals in Swiss laying hens. *Front.Vet.Sci.* 4, Article 128
- Gebhardt-Henrich, S.G.; Rufener, C.; Stratmann, A. (2019): Improving intra- and inter-observer repeatability and accuracy of keel bone assessment by training with radiographs. *Poult.Sci.* 11, pp. 5234 - 5240
- Gentle, M.J. (2011): Pain issues in poultry. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 135, pp. 252–258
- Gentle, M.J. (1992): Pain in Birds. *Anim. Welf.* 1, p. 13

- Habig, C.; Distl, O. (2013): Evaluation of bone strength, keel bone status, plumage condition and egg quality of two layer lines kept in small group housing systems. *Br. Poult. Sci.* 54(4), pp. 413–424
- Harlander-Matauschek, A.; Rodenburg, T.B.; Sandilands, V.; Tobalske, B.W.; Toscano, M.J. (2015): Causes of keel bone damage and their solutions in laying hens. *Worlds. Poult. Sci. J.* 71, pp. 461–472
- Heerkens, J.L.T.; Delezie, E.; Ampe, B.; Rodenburg, T.B.; Tuytens, F.A.M. (2016): Ramps and hybrid effects on keel bone and foot pad disorders in modified aviaries for laying hens. *Poult. Sci.* 95, pp. 2479–2488
- Janczak, A.M.; Riber, A.B. (2015): Review of rearing-related factors affecting the welfare of laying hens. *Poult. Sci.* 94(7), pp. 1454–1469
- Makkie, N.; Stratmann, A.; Toscano, M.J.; Tarlton, J.F. (2017): Using tri-axial accelerometers to determine hazardous pathways for laying hens in aviaries. *Proceedings of the 10th European symposium on poultry welfare, Ploufragan, France*
- Nasr, M.A.F.; Murrell, J.; Wilkins, L.J.; Nicol, C.J. (2012a): The effect of keel fractures on egg-production parameters, mobility and behaviour in individual laying hens. *Anim. Welf.* 21, pp. 127–135
- Nasr, M.A.F., Nicol, C.J., Murrell, J.C. (2012b): Do laying hens with keel bone fractures experience pain? *PLoS One* 7, e42420
- Nasr, M.A.F.; Browne, W.J.; Caplen, G.; Hothersall, B.; Murrell, J.C.; Nicol, C.J. (2013): Positive affective state induced by opioid analgesia in laying hens with bone fractures. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 147, pp. 127–131. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2013.04.015>
- Norman, K.I.; Weeks, C.A.; Tarlton, J.F.; Nicol, C.J. (2021): Rearing experience with ramps improves specific learning and behaviour and welfare on a commercial laying farm. *Scientific reports* 11:8860
- Rentsch, A.K.; Rufener, C.B.; Spadavecchia, C.; Stratmann, A.; Toscano, M.J. (2019): Laying hen's mobility is impaired by keel bone fractures and does not improve with paracetamol treatment. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 216, pp. 19–25
- Richards, G.J.; Nasr, M.A.F.; Brown, S.N.; Szamocki, E.M.G.; Murrell, J.; Barr, F.; Wilkins, L.J. (2011): Use of radiography to identify keel bone fractures in laying hens and assess healing in live birds. *Vet. Rec.* 169, p. 279
- Riber, A.B.; Hinrichsen, L.K. (2016): Keel-bone damage and foot injuries in commercial laying hens in Denmark. *Anim. Welf.* 25, pp. 179–184
- Rodenburg, T.B.; Tuytens, F.A.M.; de Reu, K.; Herman, L.; Zoons J.; Sonck, B. (2008): Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems: an on-farm comparison. *Anim. Welf.* 17, pp. 355–361
- Rufener, C.; Berezowski, J.A.; Sousa, F.M.; Abreu, Y.; Asher, L.; Toscano, M.J. (2018): Finding hens in a haystack: consistency of movement patterns within and across individual laying hens maintained in large groups. *Sci. reports* 8
- Rufener, C.; Baur, S.; Stratmann, A.; Toscano, M.J. (2019a): Keel bone fractures affect egg laying performance but not egg quality in laying hens housed in a commercial aviary system. *Poult. Sci.*, 98, pp. 1589–1600
- Rufener, C.; Abreu, Y.; Asher, L.; Berezowski, J.A.; Sousa, F.M.; Stratmann, A.; Toscano, M.J. (2019b): Keel bone fractures are associated with individual mobility of laying hens in an aviary system. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 217, pp. 48–56

- Rufener, C.; Makagon, M.M. (2020): Keel bone fractures in laying hens: a systematic review of prevalence across age, housing systems, and strains. *J.Anim.Sci.* 98, pp. 36–51
- Rufener, C.; Toscano, M.J. (2020): Bone health and associated problems in layer hens. In: *Understanding the behaviour and improving the welfare of chickens*. Burleigh Dodds Science Publishing, S. 567–591
- Stratmann, A.; Fröhlich, E.K.F.; Gebhardt-Henrich, S.G.; Harlander-Matauschek, A.; Würbel, H.; Toscano, M.J. (2015a): Modification of aviary design reduces incidence of falls, collisions and keel bone damage in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 165, pp. 112–123. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.01.012>
- Stratmann, A.; Fröhlich, E.K.F.; Harlander-Matauschek, A.; Schrader, L.; Toscano, M.J.; Würbel, H.; Gebhardt-Henrich, S.G. (2015b): Soft perches in an aviary system reduce incidence of keel bone damage in laying hens. *PLoS One* 10, pp. 1–14
- Stratmann, A.; Mühlemann, S.; Vögeli, S.; Ringgenberg, N. (2019): Frequency of falls in commercial aviary-housed hen flocks and the effects of dusk phase length. *Appl.Anim. Beh.Sci.* 2016, pp. 26–32
- Stratmann, A.; Guggisberg, D.; Benavides Reyes, C.; Siegford, J.; Toscano, M.J. (in prep.): Providing ramps in rearing aviaries affects behaviour and bone properties in laying hens
- Toscano, M.J.; Booth, F.; Richards, G.; Brown, S.N.; Karcher, D.M.; Tarlton, J.F. (2018): Modelling collisions in laying hens as a tool to identify causative factors for keel bone fractures the means to reduce their occurrence and severity. *PLoS One*, pp. 1–21
- Toscano, M.J.; Dunn, I.C.; Christensen, J.P.; Petow, S.; Kittelsen, K.; Ulrich, R. (2020): Explanations for keel bone fractures in laying hens: are there explanations in addition to elevated egg production? *Poult.Sci.* 99(9), pp. 4183–4194
- Tarlton, J.F.; Wilkins, L.J.; Toscano, M.J.; Avery, N.C.; Knott, L. (2013): Reduced bone breakage and increased bone strength in free range laying hens fed omega-3 polyunsaturated fatty acid supplemented diets. *Bone* 52, pp. 578–586

What you observe is what you get!? – Verbesserung der Trainingsdaten für ein neuronales Netzwerk zur Detektion von Verletzungen bei Puten

What you observe is what you get!? – Improvement of training data for a neural network to detect injuries in turkeys

NINA VOLKMAN, JOHANNES BRÜNGER, CLAUDIUS ZELENKA, JENNY STRACKE, REINHARD KOCH, NICOLE KEMPER UND BIRGIT SPINDLER

Zusammenfassung

Das Auftreten von zum Teil massiven Pickverletzungen in Putenbeständen ist ein ernstzunehmendes Tierschutzproblem. Dabei erschweren die hohen Tierzahlen eine adäquate Überwachung der Herden und die zeitlichen Abstände zwischen durchgeführten Kontrollgängen eine zeitnahe Detektion von auftretenden Verletzungen. Daher war das Ziel der vorliegenden Studie, ein kamerabasiertes System zur automatisierten Erkennung von Verletzungen im Putenbestand mittels künstlicher Intelligenz zu entwickeln.

Dazu wurden Videos unter Praxisbedingungen in einem Putenbestand aufgenommen und zur weiteren Bearbeitung in Einzelbilder geschnitten. Mit einer eigens entwickelten Software wurden die auf diesen Bildern sichtbaren Verletzungen von Menschen markiert und anschließend wurde mit diesen „naiven Annotationen“ (NA) ein neuronales Netz trainiert. Aufgrund inakzeptabler Übereinstimmung zwischen den Annotationen von Mensch und Netzwerk wurden anschließend weitere Arbeitsschritte vorgenommen, um die Trainingsdaten für das Netzwerk zu verbessern.

Zunächst wurden sogenannte „qualitativ hochwertige Annotationen“ (HQA) erstellt, für die mehrere Beobachter bereits annotierte Verletzungen bewerteten. Dafür musste jede markierte Detektion von drei Beobachtern validiert werden, bevor sie als „fertig“ gespeichert wurde; ebenso mussten für jedes Bild alle darauf gezeigten Detektionen dreimal verifiziert sein. Unter Verwendung dieser HQA wurde dann ein weiteres Netzwerk trainiert, um die menschlichen Beobachter bei der Annotation weiterer Daten zu unterstützen (netzwerkunterstützte Annotation, NAA). Abschließend wurde getestet, inwieweit dieser Arbeitsschritt zur Erzeugung von HQA erfolgreich war und die Übereinstimmung zwischen Mensch und Netzwerk – trainiert mit NA beziehungsweise mit NAA – verbessert werden konnte.

Es zeigte sich, dass die übereinstimmende Annotation zwischen Mensch und neuronalem Netzwerk verdoppelt werden konnte. Allerdings ist das System derzeit noch nicht in der Lage, eine ausreichende Überwachung der Putenherde im Hinblick auf Pickverletzungen zu gewährleisten.

Summary

The occurrence of massive pecking injuries in the turkey flock is a serious animal welfare problem. Due to the high number of animals it is difficult to monitor the flock adequately, and due to the time intervals between inspection rounds through the herd to detect injuries timely. Therefore, the aim of the present study was to develop a camera-based system using artificial intelligence for automated detection of pecking injuries in the turkey flock.

Videos were recorded and split into individual images for further processing. Using specifically developed software, the injuries visible on these images were marked by humans, and with these annotations (called naive annotation, NA), a neural network was trained. Due to unacceptable agreement between the annotations of humans and the network, further work steps were initiated to improve training data. Initially, a work step was used to create high quality annotations (HQA) for which multiple observers evaluated already annotated injuries. Therefore, each labeled detection had to be validated by three observers before it was saved as “finished”, and for each image, all detections had to be verified three times. Using these HQA annotations, a new generation of network was trained to assist observers in annotating more data and generating network-assisted annotations (NAA).

Finally, whether or not this work step regarding HQA was successful, was tested, and it was shown that the value of agreement in the annotation between humans and the network could be doubled. However, presently the system is not yet capable of ensuring adequate monitoring of the turkey flock with regard to pecking injuries.

1 Einleitung und Zielsetzung

Das Pickverhalten gegenüber Artgenossen ist ein ernstzunehmendes Tierschutzproblem in der intensiven Putenhaltung. Tiere, die von Artgenossen bepickt werden, können schwere Verletzungen erleiden, die bis zum Tod der Opfer oder zur Nottötung führen können (Dalton et al. 2013). Da solch blutige Verletzungen auch als Auslöser für weiteres Picken gelten (Huber-Eicher und Wechsler 1997), kann eine frühzeitige Erkennung des Auftretens und ein Interventions durch Selektion und Vereinzelung der verletzten Tiere ein weiteres anhaltendes gegenseitiges Bepicken vermeiden. Darüber hinaus ist die frühzeitige Einleitung von Managementmaßnahmen, wie ein zusätzliches Angebot von Beschäftigungsmaterial (Berk et al. 2017) oder die kurzfristige Reduzierung der Lichtintensität (Sherwin et al. 1999), entscheidend, um den Tod einzelner Tiere durch massive Verletzungen zu verhindern und die Situation in den betroffenen Herden zu beruhigen (Spindler et al. 2017).

Die Thematik der Vorbeugung solch schwerer Pickelverletzungen im Putenbestand gewinnt aktuell auch dadurch an Relevanz, dass die prophylaktische, aber schmerzhaft

Methode des Schnabelkürzens, die auch als Präventivmaßnahme dient (Krautwald-Junghanns et al. 2011), in Deutschland künftig verboten werden soll (ML Niedersachsen 2021). Mit der Umsetzung dieses Verbots würde dieses Tierschutzproblem der Pickverletzungen wahrscheinlich zunehmen, da die Haltung von Tieren mit intakten Schnäbeln unter den derzeitigen konventionellen Haltungsbedingungen kompliziert ist (Kulke et al. 2016).

Da sich ein solches Pickverhalten bis hin zum Kannibalismus in der Herde schnell ausbreiten und dann innerhalb kürzester Zeit viele Tiere betreffen kann, ist ein rechtzeitiges Eingreifen von hoher Relevanz (Spindler et al. 2017). Ein rechtzeitiges Eingreifen des Tierhalters hängt jedoch stark von der Häufigkeit und dem Zeitpunkt der Kontrollgänge im Bestand ab. Zudem ist das Auffinden von verletzten Tieren dadurch erschwert, dass bei den großen Tiergruppen von mehreren tausend Tieren, wie sie unter kommerziellen Bedingungen gehalten werden, eine rein visuelle Überwachung der Herde meist schwierig und eine kontinuierliche Kontrolle praktisch unmöglich ist (Vieira et al. 2020). In der Geflügelhaltung wurden in der Vergangenheit bereits neue Technologien genutzt, um beispielsweise die Aktivität von Broilern (Peña Fernández et al. 2018), ihre Gesundheit (Carpentier et al. 2019) sowie das Verhalten von Puten und Broilern zu überwachen (Gonzalez et al. 2020, Pereira et al. 2013). Nach unserem Kenntnisstand existiert bislang aber kein System, welches auftretende Verletzungen im Putenbestand detektieren und somit diese tierschutzrelevante Problematik aufgreifen kann.

Diese Studie ist im Rahmen eines Projektes entstanden, welches zum Ziel hat, ein System zu entwickeln, welches mithilfe eines neuronalen Netzwerkes automatisch Verletzungen im Bestand detektieren kann, um die Tierhalter bei der Überwachung des Tierbestandes zu unterstützen. Mit der vorliegenden Studie sollte dafür die Detektionsleistung des Netzwerkes durch verschiedene Arbeitsschritte an das Niveau und die Genauigkeit von menschlichen Beobachtern angepasst werden.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Tiere, Haltung und Datenerfassung

Die Datenaufnahme erfolgte auf dem Lehr- und Forschungsgut Ruthe mit weiblichen Puten der Linie B.U.T. 6 mit ungekürzten Schnäbeln. Die Tiere ($n = 2.170$) wurden zur Aufzucht und Mast in einem Louisiana-Stall (29,2 x 15,9 m) untergebracht. Im Stall wurden drei Videokameras (AXIS M1125-E IP-Kamera, Axis Communications AB, Lund, Schweden) in ca. 3 m Höhe über dem Boden installiert. Eine Woche nachdem bei den eingestellten Küken die Kükenringe geöffnet wurden, starteten die Videoaufnahmen (1.080 Pixel, 25 Bilder/s) und die Tiere wurden während ihrer gesamten Mastzeit (16 Wochen, zwei Mastdurchgänge) an zwei Tagen pro Woche (9:00–16:00 Uhr) gefilmt. Zur Weiterverarbeitung wurden die Videoaufnahmen in einzelne Bilder geschnitten und mittels einer im Projekt entwickelten Annotationssoftware bearbeitet.

2.2 Annotationen

Die entwickelte Software zur Annotation von Verletzungen stellte den menschlichen Beobachtern ein Online-Tool zur Verfügung, um vorhandene (frische, d. h. blutige) Verletzungen auf den Bildern zu markieren. Mit einem Freihand-Zeichenwerkzeug wurden die Verletzungen pixelgenau annotiert, indem jede Verletzung farblich markiert wurde. Die Kennzeichnung jedes Pixels eines Bildes als Teil einer möglichen Verletzung beschreibt die gewählte Annotationsmethode, die als semantische Segmentierung bezeichnet wird.

In dem ersten Schritt des Annotationsverfahrens (Abb. 1: naive Annotation (NA)) wurden die Bilder in der Software von zwei menschlichen Beobachtern annotiert.

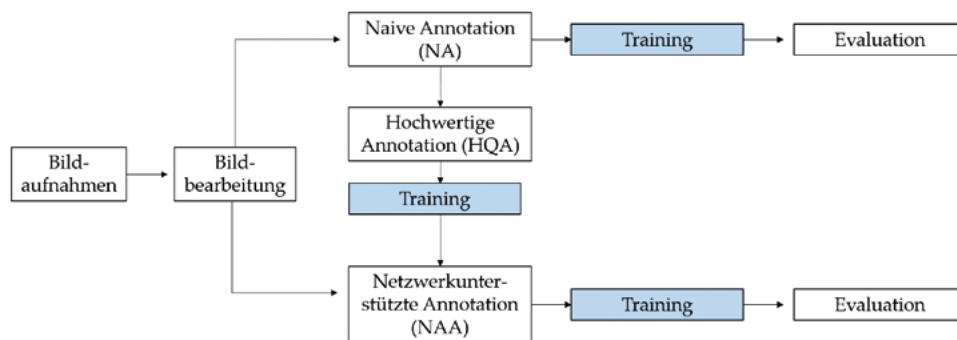


Abb. 1: Arbeitsablauf, der jeden Schritt der Annotation und des Netzwerktrainings zeigt (© Volkmann)

Fig. 1: Workflow showing each step of annotation and network training (© Volkmann)

Nach zwei Monaten der NA wurde ein Intra- und Inter-Beobachterabgleich zur pixelgenauen Annotation durchgeführt. Im ersten Inter-Beobachterabgleich wurden 50 zufällig ausgewählte Bilder von den Beobachtern annotiert und für den Intra-Beobachterabgleich bewertete ein Beobachter dieselben Bilder zweimal mit einem Zeitintervall von fünf Tagen.

Ein zweiter Test zur Übereinstimmung zwischen den Beobachtern wurde nach drei weiteren Monaten der Annotation durchgeführt. Hier wurden 132 Bilder (20 Bilder von 12 verschiedenen Aufnahmetagen) zufällig ausgewählt, von den menschlichen Beobachtern gelabelt und auf pixelgenaue Übereinstimmung getestet. Um die Leistungsfähigkeit der Beurteilung und der Segmentierung zu überprüfen, wurde die Intersection over Union (IoU) berechnet, welche als Standardmaß für die Segmentierung dient (Rahman und Wang 2016) und die Abweichung zwischen „Ground Truth“ und „vorhergesagten Bereichen“ bewertet (Li et al. 2021).

Ein zufällig ausgewählter Anteil aus diesen Bildern wurde anschließend zum Trainieren und Validieren eines neuronalen Netzwerkes genutzt (80 % Training, 20 % Validierung). Für die erkannten und annotierten Verletzungen wurde die Übereinstimmung zwischen menschlichen Beobachtern und Netzwerk mittels einer Metrik berechnet, die nicht die exakte pixelgenaue Segmentierung in den Fokus setzte, sondern eher die robuste Erkennung der Verletzungen. In Anlehnung an klassische Detektionsaufgaben wurden die einzelnen annotierten bzw. detektierten Verletzungen mit einer Bounding Box umrandet. Die einzelnen Bounding Boxen wurden unter Verwendung des IoU und eines Schwellenwerts von 0,5 in erfolgreiche Erkennungen (true positive, TP), falsche Erkennungen (false positive, FP) und verpasste Erkennungen (falsche negative, FN) klassifiziert. Aus diesem Prozess wurden neben dem kombinierten F1-Score auch die Metriken Precision und Recall errechnet.

Der nächste Schritt bestand darin, qualitativ hochwertige Annotationen (HQA) zu generieren (Abb. 1). Mittels einer modifizierten Software wurden drei menschlichen Beobachtern auf kleinen Bildstücken potenzielle Verletzungen gezeigt. Die Beobachter sollten die Annotationen aus dem ersten Schritt (NA) bewerten, d. h. sie mussten entscheiden, ob die angezeigte Annotation tatsächlich eine Verletzung war oder nicht. Dabei wurde jedes einzelne Bildstück von allen dreien bewertet, bevor es mit den jeweiligen Meinungen als „fertig“ gespeichert wurde. So wurde ein Bildstück, für das bereits eine Bewertung vorlag, als nächstes einem zweiten Betrachter präsentiert und so weiter, bis drei Beobachter-Meinungen vorlagen. Auf diese Weise wurden alle auf einem Bild vorhandenen Annotationen ein zweites Mal begutachtet. Anschließend wurden diese HQA als weitere Trainingsdaten für das Netzwerk verwendet.

Dieses Netzwerk wurde genutzt, um netzwerkunterstützte Annotationen (NAA) zu erstellen. Hierfür wurde die für die NA genutzte Software um eine weitere Funktion erweitert, indem ein Human-in-the-Loop-Ansatz implementiert wurde. Die menschlichen Beobachter ($n = 2$) konnten nun durch das (mit HQA) trainierte Netzwerk Detektionen auf unbekanntem Bildern labeln lassen. Die vorgegebenen Annotationen wurden den menschlichen Beobachtern zur erneuten Ansicht angezeigt und von ihnen bearbeitet, indem Annotationen hinzugefügt, gelöscht oder überarbeitet wurden. Diese Annotationen ergaben die netzwerkunterstützten Annotationen (NAA). Anschließend wurde das neuronale Netz erneut mit den NAA trainiert (Abb. 1).

Ob die Übereinstimmung zwischen pixelgenauen Annotationen des Netzwerkes und menschlichen Beobachtern durch die Verwendung von HQA tatsächlich verbessert werden konnte, wurde schließlich durch den Vergleich der Ergebnisse nach dem Training des gleichen Datensatzes (3.400 Bilder) mit den NA sowie mit den NAA überprüft, indem jeweils die Metriken Precision, Recall sowie F1-Score für das Netzwerk errechnet wurden.

3 Ergebnisse

3.1 Naive Annotation

Mit der ersten entwickelten Software wurden mehr als 19.500 Bilder annotiert, aus denen 3.400 Bilder nach dem Zufallsprinzip als Trainingsdaten verwendet wurden. Diese Auswahl wurde getroffen, um einen fairen Vergleich mit dem gleich großen Trainingsdatensatz in der netzwerkunterstützten Annotation, wie in Abschnitt 3.3 beschrieben, zu ermöglichen.

Der Inter-Beobachterabgleich zwischen den menschlichen Beobachtern erreichte Werte von 0,25 bis maximal 0,43 IoU (Tab. 1). Diese Werte wurden unter Berücksichtigung der von Landis und Koch (1977) vorgeschlagenen Klassifizierungswerte als nicht akzeptabel angesehen. Auch die Intra-Beobachter-Reliabilität erreichte mit einem Wert von 0,56 IoU nur eine leicht mäßige Übereinstimmung.

Tab. 1: Pixelgenaue Übereinstimmung beim ersten Test (1) der Inter-Beobachterübereinstimmung zwischen den drei Beobachtern (OBS1–3) und der Intra-Beobachterzuverlässigkeit (OBS1 versus OBS1a) und beim zweiten Test (2) der Inter-Beobachterübereinstimmung zwischen drei Beobachtern (OBS1–3)

Tab. 1: Pixel-exact agreement resulting from the first test (1) of inter-observer agreement between the three observers (OBS1–3) and intra-observer-reliability (OBS1 versus OBS1a) and the second test (2) of inter-observer agreement between the three observers (OBS1–3)

Vergleich	IoU ¹⁾ (1)	IoU ¹⁾ (2)
OBS1 versus OBS2	0,27	0,30
OBS1 versus OBS3	0,43	0,36
OBS2 versus OBS3	0,25	0,29
OBS1 versus OBS1a	0,56	

¹⁾ IoU = Intersection over Union.

Die Ergebnisse des Vergleichs zwischen den Annotationen der menschlichen Beobachter und des Netzwerkes sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tab. 2: Ergebnisse der Übereinstimmung zwischen menschlichen Beobachtern und Netzwerk nach dem Training mit den naiven Annotationen (NA) und den netzwerkunterstützten Annotationen (NAA). Intersection over Union (IoU) gemittelt über die einzelnen Detektionen; Werte für F1-Score, Precision und Recall angeführt.

Tab. 2 Results of the agreement between human observers and network after training with the naive annotations (NA) and the network-assisted annotations (NAA). Intersection over union (IoU) averaged over the individual detections; values for F1-Score, precision, and recall are listed.

	NA	NAA
F1-Score	0,07	0,14
Precision	0,21	0,11
Recall	0,04	0,19

3.2 Hochwertige Annotation

Es wurden insgesamt 24.173 Meinungen zu den NA aus dem ersten Schritt von den Beobachtern abgegeben und in der modifizierten Software für die HQA gespeichert. Aus dieser Gesamtzahl ergaben sich 6.895 Annotationen, bei denen die geforderten drei Meinungen der menschlichen Beobachter vorlagen. Davon wurden 865 Annotationen (12,6 %) als „keine Verletzung“ und 6.030 als „Verletzung“ (87,4 %) gewertet. Bei 5.621 Annotationen (81,5 %) stimmten alle drei Beobachter überein, in 1.274 Fällen (18,5 %) waren sie sich nicht einig.

Mit der Anzahl von 6.895 Annotationen wurden insgesamt 1.363 Bilder bewertet, die dann HQA aufwiesen, wobei ein Bild mehrere Annotationen zeigen konnte.

3.3 Netzwerkunterstützte Annotation

Insgesamt wurden 3.400 Bilder als NAA bearbeitet. Die errechnete Übereinstimmung zwischen dem Netzwerk und dem menschlichen Beobachter erreichte dabei einen F1-Score von 0,14 sowie einen Recall-Wert von 0,19 und einer Precision von 0,11 (Tab. 2). Die Übereinstimmung zwischen Mensch und Netzwerk, das zuerst mit NA trainiert wurde und dann mit NAA, konnte verbessert werden (Abb. 2).

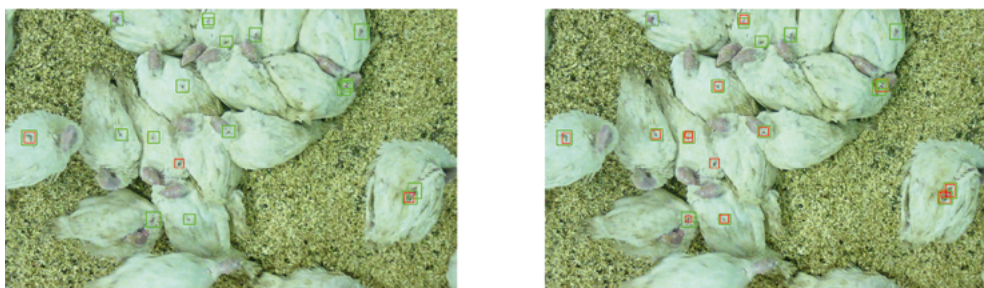


Abb. 2: Beispielbilder, die vom neuronalen Netz annotiert wurden. Auf der linken Seite wurde das Netzwerk mit 3.400 Bildern trainiert, die mit naiven Annotationen der menschlichen Beobachter versehen waren; auf der rechten Seite wurde es mit 3.400 Bildern trainiert, die durch netzwerkunterstützte Annotationen der menschlichen Beobachter gelabelt waren. Die menschlichen Annotationen sind mit grünen Bounding-Boxen und die des Netzwerks mit roten Bounding-Boxen umrahmt. (© Volkmann)

Fig. 2: Example images that were annotated by the neural network. On the left side, the network was trained with 3,400 images labeled with naive annotations of human observers; on the right side, it was trained with 3,400 images labeled by network-assisted annotations obtained from human observers. The human annotations are framed with green bounding boxes and those of the network are framed with red bounding boxes. (© Volkmann)

4 Diskussion

Das übergeordnete Ziel der vorliegenden Studie war es, ein automatisiertes System unter der Nutzung eines neuronalen Netzwerkes zu entwickeln, das in der Lage ist, auftretende Verletzungen im Putenbestand zu detektieren.

Bei den Untersuchungen zeigte sich, dass eine sichere und einheitliche Annotation von Verletzungen bei schlechten Sichtverhältnissen (resultierend aus Bewegung der Puten oder Verdunklung des Stalles mittels Jalousien), durch hohe Bestandsdichten mit einer unklaren Differenzierung der Einzeltiere oder durch Schattenwurf – beispielweise bei sich putzenden oder liegenden Tieren – erheblich erschwert wurde. Vergleichbare Probleme bei der Bildbeurteilung wurden für den Nachweis von Schwanzläsionen bei Schweinen berichtet, bei denen verschwommene Bilder oder Verfärbungen die Beobachtungen erschwerten (Brünger et al. 2019).

In der vorliegenden Studie wurde das neuronale Netzwerk mit den manuell annotierten Daten der menschlichen Beobachter trainiert. Mit den einzelnen Arbeitsschritten und der Softwareentwicklung sollten diese Trainingsdaten verbessert werden, da neuronale Netze nur so gute Ergebnisse erzielen können, wie die Daten, mit denen sie trainiert werden (Brünger et al. 2019). Nach dem Training mit den NA erreichte die Übereinstimmung zwischen dem Netzwerk und den menschlichen Beobachtern einen F1-Score von 0,07, mit einer Precision von 0,21 und einem Recall von 0,04. Da die Precision als Verhältnis der TP-Detektionen zu allen Detektionen beschreibt, weist ein niedriger Wert von 0,21 auf eine hohe Rate an FP-Detektionen hin. Bedenklicher war, dass der erzielte Recall von 0,04 auf eine noch höhere Anzahl FN-Annotationen hindeutete, da der Recall den Anteil der Detektionen misst, die richtig erkannt wurden. Die erreichten Zahlen deuteten stark auf eine Notwendigkeit der Verbesserung der Trainingsdaten hin.

Als Konsequenz wurde das Annotationsverfahren durch zusätzliche Zwischenschritte versucht zu verbessern. Dafür wurden bereits vorliegende Annotationen (NA) von drei trainierten Beobachtern bewertet, um damit HQA als nächste Trainingsdaten für das Netzwerk zu generieren. Aufgrund des Personal- und Arbeitseinsatzes wurden in diesem Arbeitsschritt für HQA deutlich weniger Bilder annotiert als in den anderen. Allerdings stellte die Bewertung der 1.363 Bilder neben der dreifachen Verifizierung durch die Beobachter sicher, dass das Netzwerk im Anschluss Bildausschnitte mit und ohne Verletzungen sah, aber nie Bilder, die unsichere Bereiche enthielten, sondern nur Bildausschnitte, bei denen sich die drei Beobachter einig waren. Dieser Arbeitsschritt lieferte HQA als neue Trainingsdaten für das Netzwerk und außerdem sollte damit der Arbeitsaufwand für die menschlichen Beobachter im nachfolgenden Annotationsprozess durch die Vorab-Annotation des Netzwerkes (für die NAA) reduziert werden.

Nach dem Training mit den NAA erreichte die Übereinstimmung der Annotationen zwischen Netzwerk und Menschen einen F1-Score von 0,14, mit einer Precision von 0,11 und einem Recall von 0,19. Im Vergleich zum Netzwerk, das mit den NA trainiert wurde, nahm die Precision ab, was auf etwas mehr Fehlalarme hindeutet. Wichtiger ist aber,

dass der Recall auf einen Wert von 0,19 gestiegen ist. Dieses Ergebnis zeigt, dass das Netzwerk einige weitere FP-Annotationen erzielte, aber nicht mehr Detektionen übersah. Diese Ergebnisse sind positiv in Hinblick auf ein langfristiges Ziel zu bewerten, da nicht erkannte Verletzungen den Sinn eines automatischen Monitorings verfehlen.

Zusammenfassend ist ein in dieser Studie erreichter F1-Score von 0,14 bei der Annotation sicherlich kein zufriedenstellender Wert. Hier erreichen andere Studien F1-Score Werte über 0,90 (Van Der Eijk et al. 2021). Da die Übereinstimmung in der vorliegenden Studie pixelgenau über alle Detektionen berechnet und gemittelt wurde, ist es aber möglich, dass das Netzwerk auch alle Annotationen auf einem Bild ähnlich wie die menschlichen Beobachter markierte, jedoch seine Annotationen beispielsweise einen geringeren Umfang hatten. Derartige Unterschiede in der Größe der Annotation würden natürlich auch zu Unterschieden in der Anzahl der markierten Pixel und somit zu einer verringerten Übereinstimmung führen. Die Arbeit an den HQA konnte jedoch schließlich eine Verdoppelung des F1-Scores realisieren. Die verschiedenen Arbeitsschritte können somit als sinnvoll angesehen werden, auch wenn das System selbst noch mehr entscheidender Verbesserungen bedarf.

Ein grundsätzlicher Diskussionspunkt bei der Entwicklung eines Systems, welches Verletzungen im Putenbestand detektieren soll, bleibt jedoch, dass ein solches System zwar dazu dienen kann, auf bereits vorhandene Pickverletzungen aufmerksam zu machen, um nach Ursachen zu suchen, Gegenmaßnahmen einzuleiten und die verletzten Tiere zu separieren. Leider bietet es aber keine prophylaktische Möglichkeit, Pickverletzungen im Putenbestand von vornherein zu verhindern.

Literatur

- Berk, J.; Stehle, E.; Bartels, T. (2017): Beschäftigungsmaterial: eine Möglichkeit zur Reduktion von „Beschädigungspicken“ bei Mastputen mit unkupierten Schnäbeln? Der praktische Tierarzt 99, S. 190-201, doi: 10.2376/0005-9366-16033
- Brünger, J.; Dippel, S.; Koch, R.; Veit, C. (2019): ‘Tailception’: using neural networks for assessing tail lesions on pictures of pig carcasses. *Animal* 13, pp. 1030-1036, doi: 10.1017/S1751731118003038
- Carpentier, L.; Vranken, E.; Berckmans, D.; Paeshuyse, J.; Norton, T. (2019): Development of sound-based poultry health monitoring tool for automated sneeze detection. *Computers and Electronics in Agriculture* 162, pp. 573-581, doi: 10.1016/j.compag.2019.05.013
- Dalton, H.A.; Wood, B.J.; Torrey, S. (2013): Injurious pecking in domestic turkeys: development, causes, and potential solutions. *World’s Poultry Science Journal* 69, pp. 865-876, doi: 10.1017/S004393391300086X
- Gonzalez, J.J.; Nasirahmadi, A.; Knierim, U. (2020): Automatically Detected Pecking Activity in Group-Housed Turkeys. *Animals (Basel)* 10, doi: 10.3390/ani10112034
- Huber-Eicher, B.; Wechsler, B. (1997): Feather pecking in domestic chicks: its relation to dustbathing and foraging. *Animal Behaviour* 54, pp. 757-768, doi: 10.1006/anbe.1996.0506

- Krautwald-Junghanns, M.-E.; Ellerich, R.; Mitterer-Istyagin, H.; Ludewig, M.; Fehlhäber, K.; Schuster, E.; Berk, J.; Dressel, A.; Petermann, S.; Kruse, W.; Noack, U.; Albrecht, K.; Bartels, T. (2011): Examination of the prevalence of skin injuries in debeaked fattened turkeys. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 124, S. 8-16
- Kulke, K.; Spindler, B.; Kemper, N. (2016): A waiver of beak-trimming in turkeys - Current situation in Germany. *Züchtungskunde* 88, S. 456-474
- Landis, J.R.; Koch, G.G. (1977): The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, pp. 159-174
- Li, G.; Huang, Y.; Chen, Z.; Chesser, G.D.; Purswell, J.L.; Linhoss, J.; Zhao, Y. (2021): Practices and Applications of Convolutional Neural Network-Based Computer Vision Systems in Animal Farming: A Review. *Sensors* 21, doi: 10.3390/s21041492
- ML Niedersachsen (2021): Tierschutzplan Niedersachsen, Puten. https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/tiergesundheit_tierschutz/tierschutzplan_niedersachsen_2011_2018/puten/puten-110863.html, Zugriff am 20.07.2021
- Peña Fernández, A.; Norton, T.; Tullo, E.; van Hertem, T.; Youssef, A.; Exadaktylos, V.; Vranken, E.; Guarino, M.; Berckmans, D. (2018): Real-time monitoring of broiler flock's welfare status using camera-based technology. *Biosystems Engineering* 173, pp. 103-114, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2018.05.008
- Pereira, D.F.; Miyamoto, B.C.B.; Maia, G.D.N.; Tatiana Sales, G.; Magalhães, M.M.; Gates, R.S. (2013): Machine vision to identify broiler breeder behavior. *Computers and Electronics in Agriculture* 99, pp. 194-199, doi: 10.1016/j.compag.2013.09.012
- Rahman, M.; Wang, Y. (2016): Optimizing Intersection-Over-Union in Deep Neural Networks for Image Segmentation 10072, pp. 234-244
- Sherwin, C.M.; Lewis, P.D.; Perry, G.C. (1999): Effects of environmental enrichment, fluorescent and intermittent lighting on injurious pecking amongst male turkey poults. *Br Poult Sci* 40, pp. 592-598, doi: 10.1080/00071669986954
- Spindler, B.; Bisping, M.; Giersberg, M.; Hartung, J.; Kemper, N. (2017): Development of pecking damage in Turkey hens with intact and trimmed beaks in relation to dietary protein source. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 130, S. 241-249, doi: 10.2376/0005-9366-16041
- Van Der Eijk, J.A.J.; Guzhva, O.; Voss, A.; Almekinders, T.; Gunnink, H.; Melis, S.; Giersberg M.F.; De Jong, I.C. (2021): Automated assessment of broiler resource-use via computer vision. In: Book of abstracts No., EAAP-72nd Annual Meeting, Davos, Schweiz, 30. August – 3. September, p. 431
- Vieira Rios, H.; Waquil, P.D.; Soster de Carvalho, P.; Norton, T. (2020): How Are Information Technologies Addressing Broiler Welfare? A Systematic Review Based on the Welfare Quality® Assessment. *Sustainability* 12, doi: 10.3390/su12041413

Danksagung

Wir bedanken uns bei M. Steinert, C. Czanecki und Dr. C. Sürle für ihre Mitwirkung bei der Organisation und für die Betreuung der Tiere sowie bei K. Göbel für seine technische Unterstützung. Das Projekt „RedAlert“ wurde gefördert durch den „Innovationspreis Tierwohl“ der Gesellschaft zur Förderung des Tierwohls in der Nutztierhaltung mbH.

Provision of ramps in rearing aviaries for laying hens leads to altered behavior and biomechanical properties

Rampen in Aufzuchtvolieren für Legehennen beeinflussen das Verhalten und die Bruchfestigkeit der Knochen

MICHAEL J. TOSCANO, ARIANE STRATMANN

Summary

To ensure that laying hens can make full use of the various resources within an aviary barn and develop optimum bone health while minimizing keel bone fractures, appropriate cognitive and bone development during rearing is critical. Our project examined the provision of ramps during the rearing period which birds could use voluntarily from ten days of age. We hypothesized that the provision of ramps would influence how pullets distribute within the aviary and how birds vertically move between the aviary tiers leading to greater bone strength in birds with access to ramps. The study used two flocks of laying hen chicks (Lohmann Selected Leghorn; 4,800 chicks/flock) that were reared in one of two commercial rearing facilities with each divided into four pens (600 chicks/pen) to allow for treatment assignments. In two pens of each facility, ramps were installed connecting each of the three tiers providing a walking path which birds could access from ten days of age. Video recordings were made to determine the relative distribution of birds and the number of transitions between each tier. At 16 weeks of age, ten birds per pen per flock were killed and the tibia and humerus collected for biomechanical assessment. Chicks/pullets within pens provided ramps demonstrated a rapid use of the upper tiers of the aviary paralleling greater usage of ramps between all aviary levels. Despite the ramp and tier usage following the predicted pattern, differences in bone strength were opposite than expected and may reflect the different behaviors pens with ramps and without ramps would allow. Our effort supports the position that provision of ramps within a commercial system will lead to voluntary usage of the ramps with long term effects on the distribution of birds in the system throughout the rearing period.

Zusammenfassung

Für die Haltung von Legehennen in Volieren, muss während der Aufzucht sichergestellt werden, dass die Junghennen ihre kognitiven und physischen Eigenschaften optimal ausbilden. In diesem Projekt wurden Auswirkungen von Rampen in der Aufzuchtvoliere, welche ab dem 10. Lebensstag zur Verfügung standen, auf die Entwicklung dieser Eigenschaften untersucht. Es wurde angenommen, dass Rampen die Verteilung der Tiere über

die verschiedenen Volierenetagen sowie die Art und Weise wie Tiere sich in der Voliere bewegen, beeinflussen. Außerdem wurde vermutet, dass sich die Knochenstärke der Tiere, aufgrund des unterschiedlichen Bewegungsverhaltens und der Belastung, unterscheidet. Für die Studie wurden zwei Umtriebe mit jeweils 4800 Tieren (Lohmann Selected Leghorn (LSL)) in einem semikommerziellen Aufzuchtstall gemacht, welcher in zwei Seiten mit jeweils vier Abteilen, in welchen jeweils 600 Tiere gehalten wurden, aufgeteilt war. Pro Seite wurden in zwei Abteilen Rampen installiert, welche die verschiedenen Volierenetagen miteinander verbanden. Die anderen beiden Abteile wurden als Kontrolle verwendet. Anhand von Videoaufnahmen wurden in verschiedenen Alterswochen und Tageszeitpunkten die Verteilung der Tiere und die Anzahl Etagenwechsel erfasst. Im Alter von 16 Wochen wurden in beiden Herden zehn Tiere pro Abteil getötet und Tibiotarsus und Humerus für Bruchfestigkeitstests seziiert. Küken bzw. Junghennen mit dem Zugang zu Rampen nutzten die oberen Volierenetagen schneller und häufiger und zeigten außerdem mehr Etagenwechsel im Vergleich zu Tieren ohne Zugang zu Rampen. Entgegen der Annahme hatten Tiere ohne Zugang zu Rampen stärkere Tibiotarsi, was auf ein unterschiedliches Bewegungsverhalten, beeinflusst durch die Bereitstellung von Rampen, zurückgeführt werden könnte. Diese Studie zeigt, dass Junghennen Rampen in kommerziellen Aufzuchtvolieren nutzen und diese einen langfristigen Vorteil in Bezug auf die Verteilung und das Bewegungsverhalten der Tiere haben.

1 Introduction and target

Aviaries provide many benefits that are believed to lead to improved welfare, most importantly the ability to perform a greater repertoire of highly motivated behaviors (Aerni et al. 2005). Aviaries require that hens develop spatial-cognitive abilities and musculoskeletal properties necessary (Kozak et al. 2016a, LeBlanc et al. 2018b, 2018a) to access resources located throughout the system at different tiers. One specific problem that likely results during the laying period from a combination of improper bone development and poor navigation skills is keel bone fractures. Keel fractures are common in cage-free systems with reports of 40 % or more of laying hens within North American (Petrik et al. 2015) and European (Käppeli et al. 2011, Rodenburg et al. 2008, Wilkins et al. 2011) flocks manifesting some level of fracture. The high frequency of keel damage in hens is now considered one of the greatest welfare problems facing the commercial laying hen industry (Harlander-Matauschek et al. 2015) with concomitant detriments to productivity (Rufener et al. 2019). Although the precise cause of keel injury is unknown (Toscano et al. 2020), previous investigations have suggested that locomotion within the aviary (Stratmann et al. 2015a) or specific arrangement and positions of internal structures that likely affect movement (Heerkens et al. 2015, Richards et al. 2011, Stratmann et al. 2015b, Wilkins et al. 2011) contribute to keel damage.

Stratmann et al. (2015a) investigated ramps as a mean to facilitate inter-tier movement by hens and found ramp introduction was associated with reduced incidence of falls and collisions as well as keel bone fractures, a finding supported by others (Heerkens et al. 2016, Norman et al. 2021). Given the relatively poor flight abilities of laying hens (compared to smaller, more agile bird species) (Tobalske 2015), the facilitation of walking to access various levels by providing ramps for routine movement is likely a safer mode of locomotion (vs. flying behavior) within the confined conditions of aviaries.

The aims of the study were to investigate the effects of providing ramps during the pullet rearing phase under semi-commercial conditions and to compare behavior and bone health of pullets without access to ramps. We hypothesized that the provision of ramps would influence how pullets distribute within the aviary and how birds vertically move between the aviary tiers. As ramps would provide earlier access to upper aviary tiers and thus associated resources, we expected that pullets with ramps would use the upper levels earlier and distribute more evenly across the aviary tiers. In addition, as ramps provide a different way of moving between aviary tiers, we predicted that pullets with access to ramps would have improved mechanical bone properties such as greater shear strength and bone stiffness.

2 Material und methods

2.1 Animals and housing

Two flocks of Lohmann Selected Leghorn (LSL) laying hen chicks were raised from day of hatch until 18 weeks of age (WOA) in a rearing facility with one flock from May to October 2017 and the other flock from January to May 2018. Each flock consisted of 4,800 chicks ($N = 4,800$ chicks per flock, $N = 9,600$ chicks in total) that were assigned to eight pens (600 birds / pen) of our on-site commercial rearing facility (Aviforum, Zollikofen, CH). The four pens on one barn side contained an aviary structure with vertical tiers stacked directly on one another. The remaining four pens on the other barn side contained an aviary with tiers stacked in an offset configuration.

The direct aviary consisted of two tiers where feeding chains and nipple drinkers were provided on both tiers with perches raised 50 cm above both tiers. Platforms were provided on both sides of the direct rearing aviary to facilitate up- and downward movements. The total height of the direct aviary from floor to top perches was 195 cm. The offset aviary consisted of three tiers with feeding chains provided on the first and second tier and drinkers on each tier. Perches were placed on the first and third tier with a total height of 241 cm in the offset rearing aviary. To provide additional grid area, one platform per pen was placed along the wall in the offset aviary pens (width x length: 81 x 310 cm).

Aside from differences in the aviary structure, the eight pens were identical in terms of animal numbers and bird density. Birds had access to a covered outside area (one porch per pen, with porch size varying between 15 and 21 m²) that was equipped with five wooden perches. Daily access to the porch was allowed starting at five WOA until the end of the rearing phase from 10:00 until 16:00 h. Due to different seasons and associated outdoor temperatures, the second flock had later access to the porch (starting with eight WOA) than the first flock. Artificial light was provided depending on WOA according to the LSL standard rearing procedure. Light was programmed with a one-minute dimming phase in the morning and ten minutes dimming in the evening plus natural daylight through windows that were automatically opened and closed. In all pens, a standard feed was provided, and floors were covered with wood shavings. Chicks were initially contained on the lowest tier in each aviary until seven days after hatch. Afterwards the first tier was opened, and birds had access to the whole pen including the litter. In the offset aviary structure, access to the litter in each pen was facilitated with ramps (122 x 59 cm) on both sides connecting the litter and the first tier (32.5 cm distance) whereas in the direct aviary structure, wooden bars were provided on both sides connecting the litter and the first tier (36 cm distance). These structures were provided in all pens until four WOA, after which the structures were removed as the pullets were able to jump these distances without the structures.

2.2 Experimental design

For both flocks, two pens within each aviary structure contained ramps between tiers whereas the other two pens were left as controls without ramps. The configuration resulted in a 2 x 2 factorial design: aviary structure (direct and offset) x ramp treatment (ramp and control) with $n = \text{two pens} / \text{aviary structure} / \text{flock}$. Within the four ramp treatment pens, ramps were installed in a manner that allowed all vertical tiers of the pens to be accessed by walking rather than flying or jumping. Ramps were 24 cm wide with a mesh size of 2 x 2 cm and varied in length depending on their location within the aviary.

2.3 Data collection

Video recordings were used to quantify the number of: a) birds on top tier) and b) transitions between tiers. Birds on tier 2 were counted on both pen sides at 3, 4, 5, 8, 11 and 14 WOA at four times per day during 15-minute periods within each recording day. Time of day (TOD) included 1) after lights on, 2) midday, 3) the dusk phase and 4) after lights off. For each 15- minute period, birds were counted at the first, eighth and 16th minute per TOD. To standardize bird counting, a specific area within the top tier on both pen sides that was comparable between pens and treatments was labelled on the videos in which the birds were counted only. The observed area of the top tier per pen was 3.6 m², distributed between pen sides.

The number of transitions between the lower and middle tier and the number of transitions between the middle and top tier were counted at 3, 4, 8 and 14 WOA at the same three TOD as for pullet distribution. For each TOD, videos were analyzed continuously for two minutes and the number of transitions pullets made between tiers were counted. For each transition it was noted whether the transition was conducted with or without a ramp. The protocol for video recordings as well as analyses were identical for both flocks.

At 16 WOA, 80 pullets per flock (ten birds per pen per flock) were weighed, killed and the tibia and humerus removed, cleaned, and stored at $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ until assessment. Humeri and tibiae underwent three-point biomechanical testing to assess bone strength and flexibility.

2.4 Statistical analyses

Data were analyzed using linear mixed-effects models (LMER) and generalized linear mixed-effects models (GLMER) in R (R Core Team, 2017) and RStudio as the user interface (RStudio Team, 2018) applying the package lme4 (Bates et al. 2015). Model assumptions were checked visually using q-q plots for LMER and the package DHARMA (Hartig 2018) for GLMER to check for a normal error distribution and homoscedasticity of the residuals.

3 Results

3.1 Behavior

The number of pullets on the top tier was related to the interaction of age and treatment ($\chi^2 = 291.5$, $p < 0.001$) as well as the interaction of TOD and treatment ($\chi^2 = 21.5$, $p < 0.001$). The number of pullets on the top tier was higher in the ramp treatment compared to the control group at 3, 4, 5 ($p > 0.001$) and 8 WOA ($p = 0.03$) with the difference between the treatments decreasing with increasing age. A tendency for greater numbers of pullets on the top tier in the ramp group was found at 11 WOA ($p = 0.08$). Numbers of birds present on the top tier were similar for both treatments at 15 WOA ($p = 0.4$) (Fig. 1). In addition, more pullets were observed on the top tier at all TOD ($p < 0.001$), with the difference most pronounced during the dusk phase and after lights off compared to the morning and midday. The number of transitions pullets made between aviary tiers was related to the interaction of age and treatment ($\chi^2 = 46.7$, $p < 0.001$) as well as the interaction of TOD and treatment ($\chi^2 = 55.7$, $p < 0.001$). More transitions between tiers were observed in the ramp treatment compared to the control group ($p < 0.001$) where the magnitude of the difference decreased with increasing age (Fig. 2). Transitions were observed more often among pullets in the ramp treatment compared to the control group during all TOD ($p > 0.001$) with the difference being more pronounced after lights on in the morning compared to midday and the dusk phase. The percentage of transitions

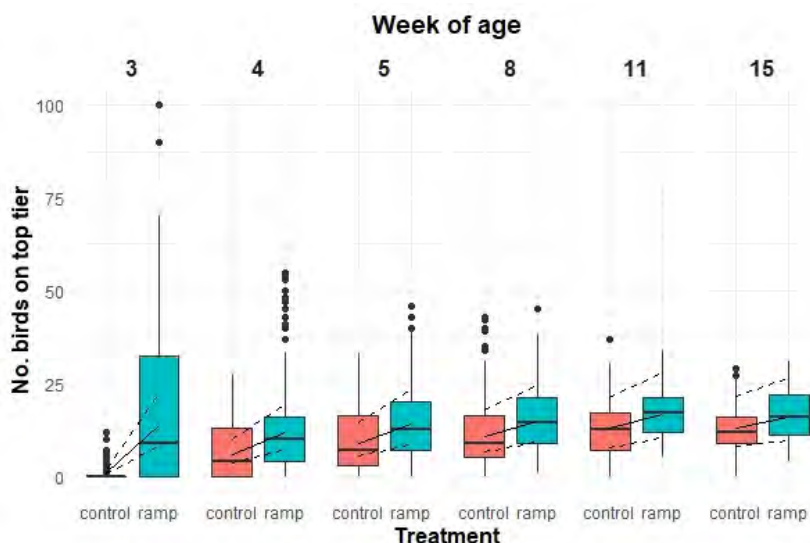


Fig. 1: Effect of week of age and treatment on the number of laying hen pullets on the top tier of the rearing aviary. Boxplots represent raw data. The solid line represents the estimated means and the dashed lines the 95 % confidence intervals.

Abb. 1: Einfluss der Alterswoche und der Versuchsgruppe auf die Anzahl Junghennen auf der oberen Volierenetage. Die Kastengrafik zeigt die Rohdaten. Die durchgehende sowie die beiden gestrichelten Linien stellen die Verteilung aufgrund der Modellberechnung dar.

pullets made between tiers using ramps was related to age as well as to paths between specific tiers. Overall, the percentage of transitions with ramps compared to transitions without ramps was high but decreased with increasing pullet age ($\chi^2 = 43.2$, $p < 0.001$). However, even at 14 WOA about 80 % of all transitions observed in the ramp group were made by pullets using ramps. Pullets made transitions between the middle tier to the top tier more often using ramps compared to transitions between the lower tier to the middle tier ($\chi^2 = 18.5$, $p < 0.001$).

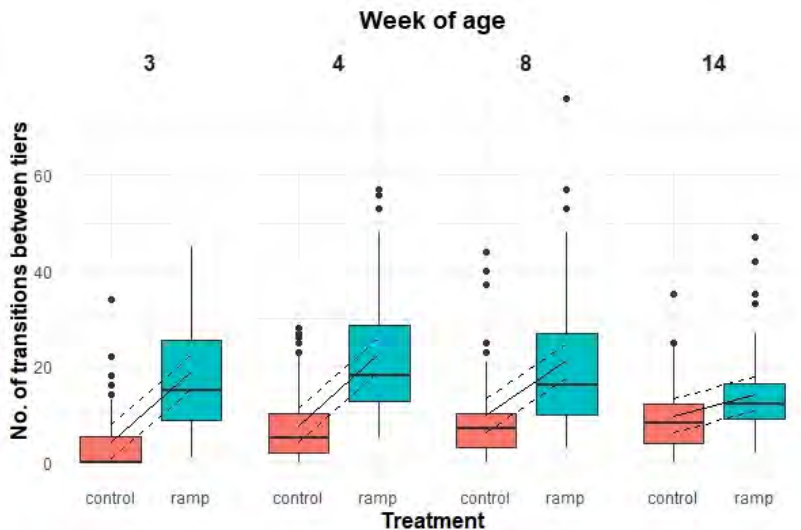


Fig. 2: Effect of age and ramp treatment on the number of transitions by pullets between tiers in the rearing aviary. Boxplots represent raw data. The solid line represents the estimated means and the dashed lines the 95 % confidence intervals.

Abb. 2: Einfluss der Alterswoche und der Versuchsgruppe auf die Anzahl Wechsel zwischen den Volierenetagen. Die Kastengrafik zeigt die Rohdaten. Die durchgehende gestrichelte Linie stellt die Verteilung aufgrund der Modellberechnung dar.

3.2 Bone properties

Both ultimate shear strength and bone stiffness of pullet long bones were linked to bone type with humeri having a higher ultimate shear strength ($\chi^2 = 7.8$, $p = 0.005$) and stiffness ($\chi^2 = 588.3$, $p < 0.001$) compared to tibiae. Total work to fracture was affected by an interaction of treatment and bone type ($\chi^2 = 7.2$, $p = 0.007$) with tibiae from pullets reared without ramps needing more total work to fracture compared to tibiae from pullets reared with ramps. Work to fracture values for the humerus did not differ between treatment groups.

4 Discussion

Our study investigated whether provision of ramps between tiers of a rearing aviary would lead to chicks/pullets performing more and earlier inter-tier transitions, a more balanced distribution of birds across tiers, and altered musculoskeletal characteristics. The findings largely supported our expectations with strong differences between treatments that were age- and time of day-dependent.

During earliest observations at three WOA, pullets housed with ramps were already accessing the top tier in greater numbers compared to pullets in pens without ramps. Within pens containing ramps, transitions were most active on the ramps leading to the top tier. Aviary systems, including rearing aviaries, are characterized by the presence of multiple vertical tiers; therefore, enhancing birds' access to the tiers and associated resources is key to optimizing welfare. Ramps minimize the difficulty in transitioning (i. e., otherwise via jumping) between tiers by providing a direct walking path. The lack of ramps in the control pens likely hindered the capacity of pullets, particularly at the youngest ages, to access the middle and upper tiers as indicated by the comparatively few control pullets in the top tier in the first weeks of observation. The benefit of ramps to encourage vertical movement is also supported by Norman et al. (2021) who found pullets at upper perches as early as one WOA when provided ramps. Although the pattern for greater number of birds at the top tier continued in the current study, treatment differences were eliminated after eleven WOA, likely due to the control birds' increasingly enhanced ability to transition without ramps. Our data support the position that laying hen chicks are motivated to access elevated positions from early age and will do so when provided appropriate accommodations (i. e., ramps). We believe this will be important for animal welfare by better preparing them for the laying barn as well as ensuring improved access to all resources during rearing.

In addition to chicks accessing the top tiers earlier and in greater numbers, ramps also generally provided for a greater number of transitions across all tiers. Increased transitions were observed in the ramp treatment from the first time point and continuing forward in time with the smallest magnitude of difference at 14 WOA suggesting differences were equalizing between eight and 14 WOA. Similar findings at 14 WOA have been reported elsewhere in both commercial (Norman et al. 2021) and non-commercial settings (Norman et al. 2018). Even at 14 WOA, where the difference between the treatment and the control values was the smallest of all time points, the number of transitions by pullets in the control pens did not appear to reach the values of pullets in the ramp treatment suggesting birds of the latter never achieved their full potential for transitions. Future work should include additional time points to determine whether increased resolution of observations would provide for alternative interpretations.

Beyond gross treatment by age differences in total transitions, transitions between specific tiers manifested treatment and age patterns that were not evaluated statistically but, nonetheless, are interesting to examine. Transitions between low/mid and mid/high

tiers for pullets in ramp pens was relatively the same at all time points (range: 42–60 %) whereas the majority of transitions within control pens occurred between the low-to-mid tiers at the first time point (direct: 86 %; offset: 100 %) and remained above 63 % until eight WOA. Although comparable numbers of pullets in both treatments were accessing the upper tiers by four WOA, the greater number of overall transitions and the more uniform distribution among tiers in the ramp treatment suggests less impediments to the birds' natural inclination for movement throughout the rearing phase.

Whereas differences in pullet distribution until three WOA were likely due to their physical inability to perform certain types of transitions, differences in the types of transitions after four WOA likely reflect preferences and confidence in how birds choose to navigate. Within ramp pens, the most transitions occurred by walking on ramps with no less than 55 % of all transitions involving ramps at all observed ages (though the percentage varied with location and type of aviary structure). For instance, transitions using ramps within the offset pens between the middle and top tiers never fell below 93 % (at 14 WOA). However, ramp use to transition between low and middle tiers declined to 55 % by 14 WOA, a value that likely reflects the ability of pullets at this age to use perches as a midway point when transitioning. Nonetheless, the continued high rate of transitions via walking on ramps when birds could voluntarily transition by other means (e.g., jumping, flying) confirms the benefit of ramps to accommodate the pullets' natural behavior.

While we were not able to make statistical comparisons between types of aviary structures, the inclusion of two rearing systems did allow for a side-by-side comparison. Beyond the already noted variation across barn systems for type of transitions, there were also variations in the number of pullet on the top tier, especially in the early rearing phase (i.e., 3 and 4 WOA) with four to ten times more birds in the direct/ramp compared to offset/ramp pens. Interestingly, the combination of differing numbers of pullets on the top tier despite of similar transitions between types of aviary structures suggests birds were reaching the top tier but not necessarily remaining in the offset aviary structure. It is likely that the lack of a feeder (and accessible drinker) on the top tier of the offset structure reduced the pullets' incentive to remain on the top tier for reasons beyond roosting.

Despite treatment differences in the distribution and behavior of pullets across the observed ages, we were surprised at the reversal of expected effects on bone health and offer several potential explanations. Firstly, although animals within ramp pens clearly made more vertical transitions between tiers, we do not have any indication of activity within tiers or on the litter, i.e., motion in the horizontal plane. Pullets in control pens may have compensated for fewer transitions between levels by increasing horizontal activity within the tiers leading to comparable or greater amount of bone loading. Alternatively, because animals within control pens did gradually increase transitions among tiers from four WOA onwards, this delayed response may have been adequate to compensate for the large treatment differences observed in transitions at earlier ages. Lastly, musculoskeletal differences among treatments could also be attributed to the methods

used to transition by pullets within the different treatments. Animals within control pens, unable to walk between tiers, would be required to do some combination of jumping and flying that would involve a greater magnitude of bone loading than walking (Kozak et al. 2016b). In this scenario, we could expect jumping activity of control pullets to lead to the increased work to fracture in control birds.

Our study evaluated the voluntary use of ramps provided within a commercial rearing aviary system and confirmed that ramps were actively used by the animals throughout the rearing period. Ramps appeared to be the preferred means of moving between aviary levels and allowed hens to distribute themselves throughout the aviary and likely benefit from the distributed resources between tiers. Treatment differences were observed in bone health but in the opposite direction to what was expected, suggesting birds without ramps were likely compensating by adopting alternative behaviors such as greater intra-tier activity.

References

- Aerni, V.; Brinkhof, M.W.G.; Wechsler, B.; Oester, H.; Fröhlich, E. (2005): Productivity and mortality of laying hens in aviaries: a systematic review. *Worlds. Poult. Sci. J.* 61, pp. 130-142
- Bates, D.; Maechler, M.; Bolker, B.; Walker, S. (2015): Fitting Linear Mixed-Effects Models Using {lme4}. *J. Stat. Softw.* 67, pp. 1-48, <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- Harlander-Matauschek, A.; Rodenburg, T.B.; Sandilands, V.; Tobalske, B.W.; Toscano, M.J. (2015): Causes of keel bone damage and their solutions in laying hens. *Worlds Poult. Sci. J.* 71, pp. 461-472, <https://doi.org/10.1017/S0043933915002135>
- Hartig, F. (2018): DHARMa: residual diagnostics for hierarchical (multi-level/mixed) regression models
- Heerkens, J.L.T.; Delezie, E.; Ampe, B.; Rodenburg, T.B.; Tuytens, F.A.M. (2016): Ramps and hybrid effects on keel bone and foot pad disorders in modified aviaries for laying hens. *Poult. Sci.* 95, pp. 2479-2488, <https://doi.org/https://doi.org/10.3382/ps/pew157>
- Heerkens, J.L.T.; Delezie, E.; Rodenburg, T.B.; Kempen, I.; Zoons, J.; Ampe, B.; Tuytens, F.A.M. (2015): Risk factors associated with keel bone and foot pad disorders in laying hens housed in aviary systems. *Poult. Sci.* 95, pp. 482-488
- Käppeli, S.; Gebhardt-Henrich, S.G.; Fröhlich, E.; Pfulg, A.; Stoffel, M.H. (2011): Prevalence of keel bone deformities in Swiss laying hens. *Br. Poult. Sci.* 52, pp. 531-536, <https://doi.org/10.1080/00071668.2011.615059>
- Kozak, M.; Tobalske, B.; Martins, C.; Bowley, S.; Wuerbel, H.; Harlander-Matauschek, A. (2016a): Use of space by domestic chicks housed in complex aviaries. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 181, pp. 115-121, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2016.05.024>
- Kozak, M.; Tobalske, B.; Springthorpe, D.; Szkotnicki, B.; Harlander-Matauschek, A. (2016b): Development of physical activity levels in laying hens in three-dimensional aviaries. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 185, pp. 66-72

- LeBlanc, C.; Tobalske, B.; Bowley, S.; Harlander-Matauschek, A. (2018a): Development of locomotion over inclined surfaces in laying hens. *Animal* 12, pp. 585-596
- LeBlanc, C.; Tobalske, B.; Szkotnicki, B.; Harlander-Matauschek, A. (2018b): Locomotor behavior of chickens anticipating incline Walking. *Front. Vet. Sci.* 4, p. 233
- Norman, K.I.; Weeks, C.A.; Pettersson, I.C.; Nicol, C.J. (2018): The effect of experience of ramps at rear on the subsequent ability of layer pullets to negotiate a ramp transition. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 208, pp. 92-99, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.08.007>
- Norman, K.I.; Weeks, C.A.; Tarlton, J.F.; Nicol, C.J. (2021): Rearing experience with ramps improves specific learning and behaviour and welfare on a commercial laying farm. *Sci. Rep.* 11, p. 8860, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88347-9>
- Petrik, M.T.; Guerin, M.T.; Widowski, T.M. (2015): On-farm comparison of keel fracture prevalence and other welfare indicators in conventional cage and floor-housed laying hens in Ontario, Canada. *Poult. Sci.* 94, pp. 579-585
- R Core Team (2017): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.r-project.org/>
- 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. *Vet. Rec.* 169, p. 338, <https://doi.org/10.1136/vr.d4603>
- Rodenburg, T.B.; Tuytens, F.A.M.; Reu, K. De; Herman, L.; Zoons, J.; Sonck, B. (2008): Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems : an on-farm comparison. *Anim. Welf.* 17, pp. 363-373
- RStudio Team (2018): RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc.
- Rufener, C.; Baur, S.; Stratmann, A.; Toscano, M.J. (2019): Keel bone fractures affect egg laying performance but not egg quality in laying hens housed in a commercial aviary system. *Poult. Sci.* 98, <https://doi.org/10.3382/ps/pey544>
- Stratmann, A.; Fröhlich, E.K.F.; Gebhardt-Henrich, S.G.; Harlander-Matauschek, A.; Würbel, H.; Toscano, M.J. (2015a): Modification of aviary design reduces incidence of falls, collisions and keel bone damage in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 165, pp. 112-123, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.01.012>
- Stratmann, A.; Fröhlich, E.K.F.; Harlander-Matauschek, A.; Schrader, L.; Toscano, M.J.; Würbel, H.; Gebhardt-Henrich, S.G.S.G. (2015b): Soft Perches in an Aviary System Reduce Incidence of Keel Bone Damage in Laying Hens. *PLoS One* 10, e0122568, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122568>
- Tobalske, B.W. (2015): Understanding the natural morphology and locomotion of aves in terms of keel damage for commercial hens. In: *Proceedings of the Poultry Science Association 104th Annual Meeting*. Louisville, Kentucky, p. 69
- Toscano, M.J.; Dunn, I.C.; Reiner, C.J.P.; Elson, K.; Petow, S. (2020): Explanations for keel bone fractures in laying hens: considering alternatives other than high egg production No Title. *Poult. Sci.* 99, pp. 4183-4194
- Wilkins, L.J.; McKinstry, J.L.; Avery, N.C.; Knowles, T.G.; Brown, S.N.; Tarlton, J.; Nicol, C.J. (2011): Influence of housing system and design on bone strength and keel bone fractures in laying hens. *Vet. Rec.* 169, p. 414, <https://doi.org/10.1136/vr.d4831>

Use of light cues encourages ramp use in the early life of laying hen chicks

Lichtreize fördern die Nutzung von Rampen in der frühen Lebensphase von Legehennenküken

ALEX JOHNY, MICHAEL TOSCANO, ARIANE STRATMANN

Summary

Provision of ramps in aviaries during the rearing phase has been shown to increase transitions between tiers and decrease the prevalence of keel bone damage in the laying phase. Given the long-term benefits of early ramp use, we aimed to utilize the chick's innate preferences for light cues to encourage earlier and increased ramp use during their early life. We compared two light cues: an LED strip placed vertically on the ramp that blinked in a sequential manner (dotter) and flickering LED strips that were placed horizontally at the top and bottom of the ramps (flicker) to a control that had non-operational LED strips. We used 12 identical pens ($n = 4/\text{treatment}$), which had two vertically stacked tiers connected by two ramps with 22 Lohmann Selected Leghorn chicks per pen. The birds got access to ramps from two days of age (DOA). Light cues were provided in ten-minute bouts for approximately 30 % of the total light period per day until 70 DOA. We counted the number of inter-tier transitions using ramps and the number of active uses of the ramps that did not result in a transition by scan sampling recorded videos. We also collected the same behaviours when the light cues were off for dotter and flicker treatments to obtain a within light cue treatment comparison. GLMM analysis revealed that birds in the dotter group showed slightly more and flicker birds slightly fewer transitions compared to the birds from the control group. Within light treatments comparison showed that both dotter and flicker birds performed more transitions when the cues were on compared to when the cues were off. Also, flicker birds performed fewer active behaviours on the ramps than dotter birds when the cues were on; an effect that changed with increasing age. We conducted a behavioural test during 63–77 DOA to test the impact of vertical space use in relation to the treatments on the spatial cognition of chicks which revealed no differences between the treatments. To conclude, our results suggest that light cues in general lead to more transitions and more active behaviours on ramps, especially during the first three weeks of chicks' life.

Zusammenfassung

Die Bereitstellung von Rampen in Volieren während der Aufzuchtphase verbessert die Bewegungen zwischen den Volierenetagen und hat Einfluss auf die Prävalenz von Brustbeinschäden in der Legephase. In Anbetracht der langfristigen Vorteile einer frühen Rampennutzung wurde in dieser Untersuchung die angeborene Präferenz der Küken für Lichtreize genutzt, um eine frühere und stärkere Rampennutzung während der frühen Lebensphase zu fördern. Dafür wurden die folgenden zwei Lichtreize und eine Kontrollgruppe miteinander verglichen: 1) Ein LED-Streifen, der vertikal auf der Rampe angebracht war und sequenziell blinkte (Dotter), 2) flackernde LED-Streifen, die horizontal am oberen und unteren Ende der Rampen angebracht waren (Flicker) und 3) eine Kontrollgruppe, die nicht funktionierende LED-Streifen auf den Rampen hatte. Wir verwendeten 12 identische Abteile ($n = 4$ /Versuchsgruppe), welche mit zwei übereinanderliegenden Ebenen, die durch zwei Rampen verbunden waren, ausgestattet waren und 22 Lohmann Selected Leghorn Küken pro Abteil enthielten. Die Tiere hatten ab einem Alter von zwei Tagen Zugang zu den Rampen. Die Lichtreize wurden bis zum 70. Lebensstag für eine Dauer von jeweils zehn Minuten für etwa 30 % der Gesamtlichtdauer pro Tag präsentiert. Die Anzahl der Etagenwechsel mithilfe der Rampen und die Anzahl der aktiven Nutzung der Rampen ohne Etagenwechsel wurden mithilfe der Scan-sampling-Methode von Videos erfasst. Die gleichen Verhaltensweisen wurden auch erfasst, wenn die Lichtreize nicht aktiv waren, um einen Vergleich innerhalb der Lichtreiz-Versuchsgruppen zu erhalten. Die GLMM-Analyse ergab, dass die Tiere der Dotter-Gruppe etwas mehr und die Tiere der Flicker-Gruppe etwas weniger Etagenwechsel im Vergleich zur Kontrolle zeigten. Innerhalb der Lichtreiz-Gruppen zeigte sich, dass Tiere aus beiden Gruppen mehr Etagenwechsel ausführten, wenn die Lichtreize eingeschaltet waren im Vergleich zu ausgeschalteten Lichtreizen. Außerdem zeigten die Tiere in der Flicker-Gruppe weniger aktive Verhaltensweisen auf den Rampen im Vergleich zu Tieren in der Dotter-Gruppe; ein Effekt, welcher sich mit zunehmendem Alter veränderte. Ein Verhaltenstest, welcher die Auswirkungen der vertikalen Raumnutzung in Abhängigkeit der Versuchsgruppen im Zeitraum von 63–77 Tagen testen sollte, zeigte keine Unterschiede in der räumlichen Wahrnehmung der Küken zwischen den Versuchsgruppen. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass unsere Ergebnisse darauf hindeuten, dass Lichtreize im Allgemeinen zu mehr Etagenwechsel und aktiveren Verhaltensweisen auf Rampen führen, insbesondere in den ersten drei Lebenswochen der Küken.

1 Introduction and purpose

The laying hen industry is transitioning towards cage-free systems such as aviaries driven by public opinion to keep the hens in the highest possible welfare conditions. Modern aviaries are better for laying hen welfare, as they provide more freedom of movement and access to essential resources such as litter, nest boxes, and elevated surfaces (Lay et al. 2011). However, they are also complex structures with the resources differentially located across vertically stacked tiers. The ability of a bird to successfully negotiate horizontally and vertically separated elevated structures within the aviary is not only important for finding food, water, and other resources but also influences the risk of keel bone fractures. Although causes of keel bone damages (KBD) are multifactorial, falls and collisions from failed landings are thought to be a leading contributory factor for its prevalence in aviary systems (Campbell et al. 2016, Stratmann et al. 2019).

Provision of ramps connecting different tiers has proved to be fruitful in reducing falls and collisions within the aviary, keel fractures, footpad disorders, and increasing movements between tiers in the laying phase (Stratmann et al. 2015, Heerkens et al. 2016). A growing pool of research focusing on the provision of ramps during rearing has shown that laying hen chicks performed more inter-tier transitions and showed increased use of elevated structures when provided with ramps (Norman et al. 2021, Stratmann et al. unpublished). The early life use of ramps also had long-term welfare benefits, such as a reduction in KBD and performing fewer behaviours indicative of hesitancy before transitions during lay (Norman et al. 2021). Notably, the birds prefer to use ramps for inter-tier transitions in both the rearing and laying phases even when it is physically possible for the birds to jump/fly between tiers (Stratmann et al. unpublished). Although not investigated in the context of ramp use, the increase in early-life use of vertical space can have long-term welfare benefits in the spatial cognitive capabilities of the birds. Hens reared in a complex aviary environment have been shown to perform better in spatial memory tasks than those reared in a barren cage environment (Tahamtani et al. 2015). Given the welfare benefits of ramps and increased vertical locomotion in general, particularly during the early life period, it is important to consider how to maximise these benefits and explore factors that could further increase ramp use.

Artificial stimuli that can tap into the chick's behavioural tendencies offer a commercially viable alternative to promote and guide beneficial behaviours in laying hen chicks. Meyer et al. (2019) used slowly moving, small particle-sized red laser dots projected onto broiler pen floors throughout the rearing period as an environmental enrichment to motivate physical movement in broiler chicks. The device was able to increase walking distance, and active behaviours in broiler chicks. Mascalzonia et al. (2010) have shown that domestic chicks have an innate sensitivity to moving objects that are self-propelled and a series of experiments by Simner (1973, 1974, 1975) have shown that flickering light elicits an approach response in chicks. Studies have also shown that chicks show

an innate approach preference for blue colour, and that the strength of this preference increases with exposure to blue light in early life (Salzen et al. 1971).

In this experiment, we aimed to utilize these innate behavioural tendencies of the chicks to encourage use of ramps in the early life of laying hen chicks. We also aimed to study the long-term welfare benefits of an increase in vertical space use due to increased ramp use in the spatial cognitive capabilities of the pullets. We hypothesized that light cues presented on the ramps would lead to an increased use of ramps for inter-tier transitions and other active behaviours performed on the ramp compared to a control group. The increased usage of ramps due to light cues would then result in positive benefits on the spatial cognitive capabilities of the birds.

2 Material and methods

2.1 Animals and housing

We used 12 identical pens (2 m × 2 m × 2.5 m, (L × W × H)) that were custom-build in one of the barns of the ZTHZ research facility, Switzerland. The pens had two vertically stacked tiers connected by two ramps made of metal grids (130 cm L, 24 cm W, at an angle of 35°) and a litter area spread with wood shavings (2 m × 0.75 m (L × W)). The first tier (2 m × 1.15 m (L × W) and at the height of 0.25 m from the ground) and the second tier (2 m × 0.6 m (L × W) and at the height of 1.2 m from the ground) were made of plastic slats. Two round metal perches of 2 m in length were provided at the heights of 0.28 and 0.55 m above the second tier. The birds had ad libitum access to food and water. Water was provided through nipple drinkers situated on the first tier. Feed was provided in a feeder plate on the first tier for the first two weeks of age (WOA). The feeder plate was removed at three WOA and replaced with a feed dispenser in the litter area. The birds were also provided with a feeder plate on the second tier until five WOA. The pens were visually isolated from each other, but auditory and olfactory contact was still possible. Daylight was blocked from entering the barn to prevent any influences due to differential lighting in the pens on bird behaviour. Each pen had an artificial light source hung from the ceiling that illuminated the pen uniformly. Each pen was populated with 22 Lohmann Selected Leghorn (LSL, white hybrid) day-old female chicks (N = 264 chicks in total) resulting in 22 chicks per pen. The birds were confined to the first tier until five days of age (DOA), after which they got access to the litter area. The ramps were accessible at two DOA from 08:00 to 16:00. From three DOA, the birds got uninterrupted access to ramps. The birds were reared until 18 WOA, following the standard management practice recommended by the breeder.

2.2 Experimental design

We tested two different light cues (both blue (RGB = [0, 0, 205]) coloured LED strips) and compared them against a control group with no light cues resulting in four pens per treatment. The light cues varied in placement and lighting pattern as following:

- **Dotter:** an LED strip was placed vertically along the centre of the ramp. The LED bulbs were programmed to go on and off sequentially to simulate the motion of a small moving particle. Each bulb had a flash duration of 10 ms, and consecutive flashes were separated by 400 ms. The bulbs started flashing from the top and continued to the bottom. After the flash of the bottom-most bulb, the sequence continued upwards. The strip was 96 cm long and had 28 bulbs in total. It took 24 s for the sequence to move from top to bottom and vice versa, at a speed of 4 cm/s.
- **Flicker:** two LED strips of 24 cm each were placed horizontally along the top and bottom of the ramp. Each strip had seven LED bulbs. The LED bulbs flickered at four flashes per second at a flash duration of 8 ms.
- **Control:** the ramps in the control pens were fitted with non-functional LED strips both vertically along the ramp identical to dotter treatment and horizontally at the top and bottom identical to the flicker treatment.

In addition, ramps in both light cue treatments were outfitted with non-functional LED strips placed in the positions of the other light treatment to ensure that the ramps looked identical except when the cues were applied.

The light cues were applied continuously on DOA 2 from 08:00 to 16:00 to facilitate the formation of a preference to the light stimuli as chicks are more responsive and learn best during this early sensitive period (Gray 1960). From three DOA, the light cues were employed in 10 min bouts with an interval of 20 min between each bout. Light cues were not provided for 1:30 hours in the dawn and 1:20 hours at dusk, a period where maximal feeding occurs (Savory 1980). The light cues were not applied during the routine care management of the chicks which took place at predetermined slots of an hour in the morning and 40 minutes in the afternoon. The number of light cue bouts were reduced as the chicks aged. Light cues were applied for approximately 33.3 % (16 bouts) of the total light period at first WOA, after which it was reduced sequentially to 20.4 % (nine bouts) of the total light period at five WOA continued and the same until ten WOA.

2.3 Data collection

2.3.1 Video observations

The behaviour of the chicks was video recorded at regular intervals until the ninth WOA using cameras (Samsung SCO-2080R, IR, Samsung Techwin CO., Korea) fitted in each pen and a customized recording software (Multieye HybridRecorder Version 2.3.1.8, Artec Technologies AG, Diepholz, Germany). Recorded videos were analysed on pen level at 3, 4, 10, 11, 17, 24, 31, 38 and 59 DOA. For each day the analysis included two comparisons: 1) comparison between the three groups (i. e., dotter vs. flicker vs. control while cues were on) and 2) comparison between light cue treatments (i. e., dotter vs. flicker) and

cue status (i. e., cue on vs. cue off). For the first analysis, four light cue bouts were chosen for each day by dividing the light period into four quarters and taking the fifth and sixth minute of the first light bout that occurred in each quarter for analysis. This method was chosen to control for circadian rhythm-related activity patterns due to the changing day length period. For the second analysis, two minutes when the lights cues were off, which succeeded the light bouts by twenty minutes, were additionally analysed. For example, if the light cue bout was applied from 09:00 to 09:10, the 9:05 and 9:06th minute were analysed for the cue on period, and 9:25 and 9:26th minutes were chosen for the cue off period. For both analyses, various behaviours performed on the ramps were assessed per bout, which are described in Table 1.

Tab. 1: Scheme of assessed behaviours analysed from videos indicative of ramp use

Tab. 1: Beurteilungsschema mit Verhaltensweisen, welche anhand der Videos ausgewertet wurden und die Nutzung der Rampen aufzeigen

Ramp use behaviour		
Transition ¹⁾		No transition
Mode of transition		Active use of ramps without transition
Using ramps Walk, run, WAIR ²⁾ on ramp	Without using ramps Jump or fly from one tier to another	

¹⁾ A transition was defined as a bird moving from one tier to the other. No distinction about the moving direction (up- or downwards) was made. Whenever a bird used the ramp but did not reach the tier it was heading to, it was not considered a transition; see "no transition".

²⁾ WAIR = Wing assisted inclined running.

2.3.2 Behavioural test

The birds underwent a spatial cognition test during the 10th and 11th WOA. The test involved birds navigating two ramps made of metal grid connecting two platforms at two different heights to reach a food reward. The test was conducted in a specially made pen (3 m × 2 m × 2.5 m, L × W × H) located in a room adjacent to the barn. The first ramp connected the floor to a platform (P1) at a height of 1 m. The second ramp connected P1 to another platform (P2) located 90° to its right, at a height of 2 m from the ground and at a distance of 1 m from P1. A removable platform (P3) was located at the side opposite to P1. P3 was identical to P1 and was involved in training the birds but not during the test. The animals were first habituated to a food reward (i. e., grapes) in their home pens. After food reward habituation, six birds were arbitrarily caught and leg ringed for individual level identification and habituated to the test arena in groups of three. Three birds that were most responsive to the food reward were selected for the test from each pen and habituated individually. The birds were then trained to access the reward from P3 using a ramp. The birds were trained until they ate the reward from P3 three times consecutively. All birds except one learned to access the reward from P3 after seven learning trails. The birds were then trained to eat from P2.

The training objective was twofold – to train the bird to the resource location at P2 and to habituate the birds to the height. The birds were prevented from flying or jumping down by covering the sides of the P2 using metal grids. The bird was placed on P2 by the researcher, and the reward cup was then placed on the P2 after tapping the cup on the platform. For the test, the birds were placed on the floor, and the reward was placed on P2 by the researcher after tapping the cup on P2. The researcher moved back to the wall of the test arena. The birds were given five minutes to access the reward. We recorded the time taken to reach P2 and behaviours indicative of hesitancy such as head orientations, crouched walk, pause on the ramp, and turning around while using the ramp using the ethogram from Pettersson et al. (2017).

2.3.3 Statistical analyses

All analyses were performed using R (version 4.1.1, R Core Team, 2021). We used a generalized linear mixed effects model (GLMM) approach to account for the hierarchical structure of the data. For behavioural analysis from videos, the data was modelled using R package *glmmTMB* (Brooks et al. 2017) with negative binomial as family and a zero inflation parameter. The model assumptions of the GLMM models were inspected using the R package *DHARMA* (Hartig 2020). The results of the spatial cognition data were analysed using linear mixed effects models using *lme4* package (Bates et al. 2015). The model assumptions were checked visually by plotting the model residuals. The time taken to reach the reward was analysed after applying a square root transformation, and the number of hesitancy behaviours was log-transformed before analysis.

3 Results

Birds almost exclusively used ramps for transitions with 91.1 % of all transitions occurring through ramps. There were no differences in mode of transition between groups (Kruskal-Wallis chi-squared = 4.43, $df = 4$, $p = 0.35$) with 89.5 %, 90.8 % and 92.9 % of all transitions occurring through ramps in the control, dotter, and flicker groups, respectively. There were no transitions observed on the 3rd DOA.

Dotter birds showed slightly more, but non-significant (IRR (incidence rate ratio) = 1.31, SE = 0.35, 95 % CI [0.77, 2.22], $z = 1.01$, $p = 0.31$) and flicker birds slightly fewer (IRR = 0.70, SE = 0.20, 95% CI [0.40, 1.21], $z = -1.28$, $p = 0.20$) transitions using ramps than the control group. For active use of ramps without transitions, birds from both dotter (IRR = 1.20, SE = 0.21, 95 % CI [0.85, 1.70], $z = 1.02$, $p = 0.31$) and flicker groups (IRR = 1.17, SE = 0.22, 95 % CI [0.82, 1.68], $z = 0.88$, $p = 0.38$) performed more active behaviours compared to the control group, although non-significant. When all behaviours performed on ramps were combined (i.e., transitions on ramps + active use of ramps without transitions), birds from the dotter group (IRR = 1.25, SE = 0.19, 95 % CI [0.93, 1.68], $z = 1.50$, $p = 0.13$) showed a non-significant increase in the number of all

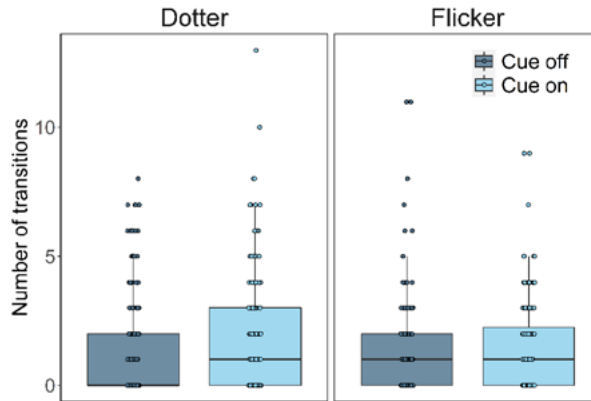


Fig. 1: Inter-tier transitions performed using ramps: comparison between light treatments (dotter vs. flicker) and cue status (cue on vs. cue off) (GLMM, main effects: cue status, $p = 0.004$)

Abb. 1: Etagenwechsel, welche mit Rampen durchgeführt wurden. Die Grafik stellt den Vergleich zwischen den beiden Lichtreizen (Dotter und Flicker) und der Phase (Licht an vs. Licht aus) dar (GLMM, Haupteffekte: Phase, $p = 0.004$)

behaviours performed on the ramps than the control group while the flicker group did not differ from the control group (IRR = 1.00, SE = 0.16, 95 % CI [0.73, 1.36], $z = 0.007$, $p = 0.99$). There was an overall increase in performing behaviours on ramps with increasing age (IRR = 1.01, SE = 0.0035, 95 % CI [1.00, 1.02], $z = 2.70$, $p = 0.007$).

The comparison between the two light treatments (cue on vs. cue off between dotter and flicker) revealed that birds in both groups performed more transitions when the cues were on (IRR = 1.47, SE = 0.20, 95 % CI [1.13, 1.91], $z = 2.89$, $p = 0.004$) compared to when the cues were off (Fig. 1). The interaction of treatment and cue status revealed that there was a trend for dotter birds to perform more transitions using ramps when the cues were on compared to when cues were on in the flicker treatment (IRR = 0.72, SE = 0.13, 95 % CI [0.01, 1.04], $z = -1.76$, $p = 0.08$). For active behaviours on ramps there was an effect of the interaction between treatment, DOA and cue status (Fig. 2). Birds in the flicker group performed fewer active behaviours on the ramps than birds in the dotter group when the cues were on. This difference was reversed with increasing age in the flicker group whereas in the dotter group it stayed constant over time (IRR = 0.98, SE = 0.008, 95 % CI [0.96, 1.01], $z = -2.26$, $p = 0.024$).

In the spatial cognition test, all birds except four reached P2, which were excluded from the analysis. Although non-significant, the spatial cognition test revealed that the flicker group birds took longer to reach the reward (Estimate (Est) = 12.05, SE = 17.57, 95 % CI [0.69, 209.74], $z = 1.71$, $p = 0.09$) and showed slightly more number of behaviours indicative of hesitancy (Est = 1.46, SE = 0.35, 95 % CI [0.92, 2.33], $t = 1.59$, $p = 0.111$) than the birds in the control group. No difference between dotter and control groups was found in terms of time taken to reach the reward or the number of behaviours indicative of hesitancy.

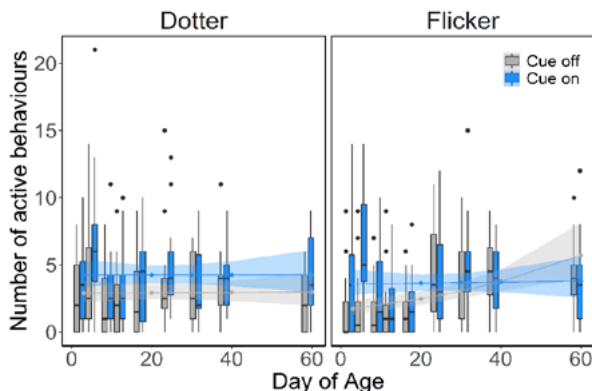


Fig. 2: Active behaviours performed on ramps that did not result in transitions: comparison between light treatments (dotter vs. flicker) and cue status (cue on vs. cue off) with increasing age (GLMM, interaction treatment x cue status x DOA, $p = 0.024$). Boxplots represent raw data and solid and dashed lines model estimates with 95 % confidence intervals.

Abb. 2: Aktive Verhaltensweisen durchgeführt auf den Rampen, welche nicht in einem Etagenwechsel resultierten. Die Grafik stellt den Vergleich zwischen den beiden Lichtreizen (Dotter und Flicker) und der Phase (Licht an vs. Licht aus) mit zunehmendem Alter dar (GLMM, Interaktion Lichtreiz x Phase x Alterstag, $p = 0.024$). Die Kastengrafik repräsentiert die Rohdaten und die durchgehende sowie die beiden gestrichelten Linien die Modellschätzungen mit 95 % Konfidenzintervallen.

4 Discussion

Results of the current study showed that light cues influenced the ramp use behaviour of birds. Application of light cues led to birds performing more transitions and more active behaviours on the ramps. In addition, the dotter treatment was able to encourage more transitions as well as more active behaviours on the ramps than the flicker treatment, specifically consistently over a longer period. This suggests that the chicks were not only attracted to the blue coloured LED light per se but also to other features of the light such as the position or the movement pattern. Unlike the dotter light cue, where birds showed a consistent response to the cue over the observation period of 60 DOA, birds in the flicker group were responsive to the cues in their early life period, approximately until 21 DOA, with a decrease in response afterwards. Potential differences in perception of the two light cues and thus explaining the differences found in behaviour include light pattern, position, and intensity of the cues. The light pattern (moving vs. flickering) probably has the biggest effect on the chick's behaviour as other studies demonstrated the effect of moving objects on chick behaviour. For example, a light pattern as in the dotter treatment was used by Meyer et al. (2019), who showed that use of a moving red dot projected to the barn floor was able to increase the walking distance in broiler chicks. The authors hypothesized that laser dots might have stimulated pecking behaviour, a documented response to small particles in broilers (Hogan 1973) pecks were directed primarily at food. As an alternative, visual-based foraging and predatory behaviour nat-

ural to the chicken's jungle fowl ancestors may explain the reaction to a moving light dot (Fernández-Juricic 2004). We observed that the chicks in the dotter groups sometimes pecked and followed the blue light dot. It is possible that the predatory nature of the domestic fowl as well as the preference of domestic chicks for self-propelled objects (Mascalzonia et al. 2010) may explain the success of the dotter treatment in improving ramp use in laying hen chicks. The early response to the light cue shown by birds in the flicker group maybe has to do with an early life preference for flickering light, which may diminish over time. Simner (1973) showed that birds show an approach preference to flickering light until three DOA, after which the response of the chicks to the cue was not studied. From our results, it seems that the response of the chicks to flickering light diminishes with age.

Even though birds clearly perceived and reacted to the difference between the cues being on or off in both light treatments, the comparison across all three groups including the control showed no difference in the number of transitions or active behaviours performed by the birds. As there were no light cues present in the control group, thus no comparison between cue on or off possible, other explanations than the light cue are needed to explain the effect found in the control group. Hens are highly social animals that show high levels of social learning and social facilitation (Nicol 2004). Even though no visual contact between chicks existed due to the visual barrier between pens, they could still hear each other which may have resulted in chicks in the control group being affected by birds in the adjacent pens reacting to the light cues. Thus, a socially facilitated increase in activity among control chicks could possibly be one reason that we did not find differences between the light treatments and the control.

Next to effects of light cues on ramp usage, our study demonstrated the behavioural progression of ramp use in chicks. Even though the ramps were accessible from two DOA, no transitions were observed at three DOA and very few transitions were seen at four DOA. However, birds were actively using the ramps at these ages by walking, running, and performing wing assisted inclined running on the ramps. Only from the second week of age onwards the birds showed inter-tier transitions, which points to a self-regulated behavioural progression in the use of ramps. As a standard management procedure during the rearing phase, producers mostly restrict the chicks to the first tier for the first three to four weeks of age to make sure the birds stay close to the heat source and to food and water. Producers are also concerned about birds failing to find their way back from elevated surfaces to the food and water source. Even though conducted in a small experimental setting, we could not confirm any of these concerns and if anything we were even able to show that birds gradually increase the use of ramps and circulate well in the system when provided with ramps.

The spatial cognition test revealed no differences between the light treatments and the control group in the time taken to reach the reward nor in the number of hesitancy behaviours. Even though other studies (Gunnarsson et al. 2000, Tahamtani et al. 2015) have found that hens reared with access to vertical surfaces have better spatial cognitive

capabilities, in the current study birds in all pens had access to vertical surfaces from two DOA, which probably led to a ceiling effect when comparing the control group with the light treatments. In addition, we did not find differential use of ramps for transitions across treatments which further explains the lack of difference in spatial cognition results between light treatments and the control group. Although not significant, the birds from the flicker treatment took longer than both the control and dotter birds to reach the reward. These birds also performed slightly fewer number of transitions than the other treatments. Norman et al. (2019) conducted a battery of tests to investigate impact of early use of elevated surfaces on spatial cognition in layer chicks which did not reveal any substantial effects of early use of vertical space on spatial cognition. Comprehensive studies on the effect of vertical space use on spatial cognition as well as brain regions associated with spatial cognitive skills are required to shed light on the impact of elevated surfaces use during the developmental stages of laying hen chicks.

In summary, the results from the study have provided evidence that the application of light cues improved the use of ramps for transitions as well as promoted active use of ramps that did not result in transitions. Light cues used in this experiment thus offer to be a commercially applicable artificial cue that can be used to encourage vertical space use in laying hen chicks.

References

- Bates, D.; Mächler, M.; Bolker, B.; Walker, S. (2015): Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *J. Stat. Softw.* 67, pp. 1-48
- Brooks, M.E.; Kristensen, K.; van Benthem, K.J.; Magnusson, A.; Berg, C.W.; Nielsen, A.; Skaug, H.J.; Mächler, M.; Bolker, B.M. (2017): glmmTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *R J.* 9, pp. 378-400
- Campbell, D.L.M.; Goodwin, S.L.; Makagon, M.M.; Swanson, J.C.; Siegford, J.M. (2016): Failed landings after laying hen flight in a commercial aviary over two flock cycles. *Poult. Sci.* 95, pp.188-197
- Fernández-Juricic, E. (2004): Spatial and temporal analysis of the distribution of forest specialists in an urban-fragmented landscape (Madrid, Spain): Implications for local and regional bird conservation. *Land. Urban Plan* 69, pp. 17-32
- Gunnarsson, S.; Yngvesson, J.; Keeling, L.J.; Forkman, B. (2000): Rearing without early access to perches impairs the spatial skills of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 67(3), pp. 217-228
- Gray, P.H. (1960): Evidence that retinal flicker is not a necessary condition of imprinting. *Science* 132, pp. 1834-1835
- Hartig, F. (2020): DHARMA: Residual Diagnostics for Hierarchical (Multi-Level / Mixed) Regression Models. R package version 0.2.0. <https://CRAN.R-project.org/package=DHARMA>, accessed 09.2021

- Heerkens, J.L.T.; Delezie, E.; Ampe, B.; Rodenburg, T.B.; Tuytens, F.A.M. (2016): Ramps and hybrid effects on keel bone and foot pad disorders in modified aviaries for laying hens. *Poult. Sci.* 95, pp. 2479-2488
- Hogan, J.A. (1973): Development of food recognition in young chicks: I. Maturation and nutrition. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 83, pp. 355-366
- Lay, D.C.; Fulton, R.M.; Hester, P.Y.; Karcher, D.M.; Kjaer, J.B.; Mench, J.A.; Mullens, B.A.; Newberry, R.C.; Nicol, C.J.; O'Sullivan, N.P.; Porter, R.E. (2011): Hen welfare in different housing systems. *Poult. Sci.* 90, pp. 278-294
- Mascalzonia, E.; Regolina, L.; Vallortigarab, G. (2010): Innate sensitivity for self-propelled causal agency in newly hatched chicks. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107, pp. 4483-4485
- Meyer, M.M.; Johnson, A.K.; Bobeck, E.A. (2019): A novel environmental enrichment device improved broiler performance without sacrificing bird physiological or environmental quality measures. *Poult. Sci.* 98, pp. 5247-5256, <https://doi.org/10.3382/ps/pez417>
- Nicol, C.J. (2004): Development, direction, and damage limitation: Social learning in domestic fowl. *Animal Learning & Behavior* 32(1), pp. 72-81
- Norman, K.I.; Adriaense, J.E.; Nicol, C.J. (2019): The impact of early structural enrichment on spatial cognition in layer chicks. *Behavioural processes*, 164, pp.167-174
- Norman, K.I.; Weeks, C.A.; Tarlton, J.F.; Nicol, C.J. (2021): Rearing experience with ramps improves specific learning and behaviour and welfare on a commercial laying farm. *Sci. Rep.* 11, pp. 1-14
- Pettersson, I.C.; Weeks, C.A.; Nicol, C.J. (2017): The effect of ramp provision on the accessibility of the litter in single and multi-tier laying hen housing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 186, pp. 35-40
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Salzen, E.A.; Lily, R.E.; McKeown, J.R. (1971): Colour preference and imprinting in domestic chicks. *Anim. Behav.* 19, pp. 542-547
- Savory, C.J. (1980): Diurnal feeding patterns in domestic fowls: A review. *Appl. Anim. Ethol.* 6, pp. 71-82
- Simner, M.L. (1973): The development of visual flicker rate preference in the newly hatched chick. *Dev. Psychobiol.* 6, pp. 377-384
- Simner, M.L. (1974): Effects of early posthatch exposure to intermittent light on visual flicker rate preference in chicks. *J. Comp. Physiol. Psychol.* 87, pp. 267-271
- Simner, M.L. (1975): Reinforcing properties belonging to different rates of intermittent light for the newly hatched chick. *Behav. Biol.* 15, pp. 225-230
- Stratmann, A.; Fröhlich, E.K.F.; Gebhardt-Henrich, S.G.; Harlander-Matauschek, A.; Würbel, H.; Toscano, M.J. (2015): Modification of aviary design reduces incidence of falls, collisions and keel bone damage in laying hens. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 165, pp. 112-123
- Stratmann, A.; Mühlemann, S.; Vögeli, S.; Ringgenberg, N. (2019): Frequency of falls in commercial aviary-housed laying hen flocks and the effects of dusk phase length. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 0-1
- Tahamtani, F.M.; Nordgreen, J.; Nordquist, R.E.; Janczak, A.M. (2015): Early life in a barren environment adversely affects spatial cognition in laying hens (*Gallus gallus domesticus*). *Front. Vet. Sci.* 2

Acknowledgement

This project was funded by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No 812777. Many thanks Thomas Heinzl and Markus Schwab for building the pens and cues used in the study. We thank the Aviform staff for the daily animal care.

Können Gefiederschäden und Hautverletzungen bei Legehennen valide, reliabel und praktikabel aus der Distanz erhoben werden?

Can plumage damage and skin lesions in laying hens be assessed validly, reliably and feasibly from a distance?

DANIEL GIESEKE, ALIENA GAUER, SABINE HARTMANN, KATHARINA RIEDL, UTE KNIERIM

Zusammenfassung

Es wurde untersucht, ob Gefiederschäden und Hautverletzungen bei Legehennen aus der Distanz valide, reliabel und praktikabel erhebbar sind. Zwei geschulte Personen beurteilten unabhängig voneinander auf sechs Betrieben 50 Legehennen aus einer Entfernung von 100 cm und zusätzlich mit dem KTBL-Leitfaden aus der Nähe (Validität). Darüber hinaus wurden 100 Tiere durch beide Personen und 30 Tiere zweimalig durch eine Person beurteilt (Reliabilität). Zudem erfolgte die Erfassung der Zeitdauer für die Erhebung von 100 Tieren (Praktikabilität). Übereinstimmungen wurden mittels des prevalence-adjusted bias-adjusted kappa (PABAK) berechnet. Die mittleren Prävalenzen für Gefiederschäden lagen bei der Beurteilung aus der Distanz bei 51 % und für Hautverletzungen bei 6 %. Die Beurteilungen aus der Nähe ergaben Gefiederschäden von 82 % und Hautverletzungen von 57 %. Zwischen den Methoden wurde bei Gefiederschäden eine akzeptable ($> 0,40$ bis $0,60$) und bei Hautverletzungen eine schlechte Übereinstimmung ($\leq 0,40$) festgestellt. Die Reliabilität zwischen und innerhalb der Beurteiler war jedoch gut ($> 0,60$) bis sehr gut ($> 0,80$). Die Erhebung der Indikatoren aus der Distanz bei 100 Legehennen dauerte im Mittel etwa 49 min (31 bis 69 min). Somit können die Beurteilungen aus der Distanz zwar reliabel durchgeführt werden und sind praktikabel, es besteht aber die Gefahr einer Unterschätzung des tatsächlichen Ausmaßes von Schädigungen. Für Kontrollen ist die Methode daher nicht zu empfehlen.

Summary

This study investigated whether plumage damage and skin lesions in laying hens can be assessed validly, reliably and feasibly from a distance. Two trained persons independently assessed 50 laying hens on six farms from a distance of 100 cm and additionally with the KTBL-guideline at close range (validity). Furthermore, 100 animals were assessed by both persons and 30 animals were assessed twice by one person (reliability). Additionally, the time required for the assessment of 100 animals was recorded (feasibility). Agreements were calculated using the prevalence-adjusted bias-adjusted kappa (PABAK). Mean prevalences for plumage damage were 51 % and for skin lesions 6 % when

assessed from a distance. The close assessments revealed plumage damage of 82 % and skin lesions of 57 %. Acceptable agreement (> 0.40 to 0.60) was found between methods for plumage damage and poor agreement (≤ 0.40) for skin lesions. However, inter- and intra-observer reliability was good (> 0.60) to very good (> 0.80). The assessment of indicators from a distance in 100 laying hens took on average 49 min (31 to 69 min). Although results show that assessments from a distance can be reliable and feasible, there is a risk that the actual extent of damage is underestimated. Therefore, for controls this method is not recommended.

1 Einleitung

Federpicken und Kannibalismus gehören zu den größten Tierwohlproblemen in der Legehennenhaltung (Bestman et al. 2009). Das Bepicken und Ausreißen von Federn kann zu hohen Gefiederverlusten führen und ist für die Tiere schmerzhaft (Bilcik und Keeling 1999, Rodenburg et al. 2013). Durch das Herausziehen der Federn können Verletzungen entstehen, die wiederum von anderen Tieren bepickt werden können (Kjaer und Sorensen 2002, Keppler 2008). Im Rahmen von Qualitätssicherungssystemen (z. B. Tierschutz-Audits, Bio-Kontrollen) soll u. a. überprüft werden, in welchem Ausmaß diese Verhaltensstörungen in den Herden auftreten. Zur Beurteilung von Federpicken und Kannibalismus können dabei die tierbezogenen Indikatoren Gefiederschäden und Hautverletzungen verwendet werden (Riber und Hinrichsen 2016). Diese werden üblicherweise an einer Stichprobe von Legehennen aus der Nähe beurteilt (Welfare Quality 2009, Knierim et al. 2020). Das erforderliche Fangen der Tiere ist jedoch sehr zeitaufwändig und mit Stress für die Tiere verbunden (Bright et al. 2006, Kjaer et al. 2011). Im Rahmen dieser Studie sollte daher untersucht werden, ob sich Gefiederschäden und Hautverletzungen aus der Distanz sicher und wiederholbar erheben lassen. Hierfür wurde ein neu entwickeltes Boniturschema in Praxisbetrieben hinsichtlich der erforderlichen Kriterien Validität (Gültigkeit), Reliabilität (Wiederholbarkeit) und Praktikabilität (Zeitdauer) getestet.

2 Material und Methoden

Das Boniturschema zur Erhebung von Gefiederschäden und Hautverletzungen aus der Distanz wurde auf der Grundlage des KTBL-Leitfadens für Geflügel (Knierim et al. 2020) entwickelt. Die Definitionen der einzelnen Boniturstufen wurden für eine Erhebung aus der Distanz optimiert. Eine Übersicht zu den Boniturschemata des KTBL-Scores und des Distanz-Scores findet sich in Tabelle 1. Zur Beurteilung der Legehennen hinsichtlich Gefiederschäden und Hautverletzungen sollen die Körperregionen Rücken, Flügel und Legebau aus einer Entfernung von etwa 100 cm angeschaut werden. Bei der einen Hälfte der empfohlenen Stichprobe von 100 Tieren soll der Rücken mit Hals und Schwanzober-

seite sowie der sichtbare Anteil der Flügel von oben betrachtet werden (z.B. im Scharraum), bei der anderen Hälfte der Legebauch mit Schwanzunterseite von unten (z.B. in der Voliere). Legehennen aus dem gesamten Stallbereich und aus allen Volierebenen sollen dabei einbezogen werden. Die Datenerhebung fand im Zeitraum von Februar bis April 2021 auf sechs ökologisch wirtschaftenden Betrieben statt. Die Legehennen wurden in Voliersystemen mit Außenklimabereich und einem tagsüber nutzbaren Freiland-Auslauf gehalten. Die durchschnittliche Herdengröße (Tiere mit gleichem Schlupfdatum im selben Stallgebäude) betrug 6.000 Legehennen (3.000 bis 12.000 Tiere) und das mittlere Alter der Legehennen lag bei 56 Lebenswochen (H1: 79. LW; H2: 24. LW; H3: 35. LW; H4: 76. LW; H5: 44. LW; H6: 78. LW). Es wurden vier Herden mit braunem Gefieder (Lohman Brown) und zwei Herden mit weißem Gefieder (Lohman Sandy) in die Untersuchung einbezogen, um die Eignung des Distanz-Scores für unterschiedliche Gefiederfarben zu untersuchen.

Tab. 1: Boniturschema für Gefiederschäden und Hautverletzungen für die Erhebung aus der Nähe (KTBL-Score) bzw. aus der Entfernung (Distanz-Score)

Tab. 1: Scoring schemes for plumage damage and skin lesions for assessment at close range (KTBL-score) or from a distance (distance-score)

Indikator	Bonitur-note	KTBL-Score	Distanz-Score
Gefiederschäden	0	Kein Gefiederverlust: maximal zwei fehlende Federn an einer Stelle	Keine unbefiederten Stellen
	1	Leichter Gefiederverlust: mindestens eine kleine federlose Stelle (ab drei fehlenden Federn) bis < 5 cm längster Durchmesser	Begrenzte unbefiederte Hautstellen < 5 cm längster Durchmesser
	2	Starker Gefiederverlust: mindestens eine große federlose Stelle ≥ 5 cm längster Durchmesser	Ausgedehnte unbefiederte Hautstellen ≥ 5 cm längster Durchmesser
Hautverletzungen	0	Keine Hautverletzungen	keine sichtbaren Hautverletzungen
	1	Leichte Hautverletzungen: maximal zwei kleine (< 1 cm) Hautverletzungen (frisch oder verkrustet) pro Region	Begrenzte Hautverletzungen: Maximal eine Hautverletzung < 1 cm längster Durchmesser (frisch oder verkrustet)
	2	Starke Hautverletzungen: ab drei kleine (< 1 cm) Hautverletzungen oder mindestens eine große (≥ 1 cm) Hautverletzung (frisch oder verkrustet) pro Region	Ausgedehnte Hautverletzungen: Mehr als eine Hautverletzung < 1 cm oder mindestens eine Hautverletzung ≥ 1 cm längster Durchmesser (frisch oder verkrustet)

Die Indikatoren des neu entwickelten Distanz-Scores wurden von zwei geschulten Beurteilern angewandt. Für die Einschätzung der Validität (Gültigkeit) wurden 50 Legehennen sowohl aus einer Entfernung von etwa 100 cm mit dem Distanz-Score, als auch nach dem KTBL-Praxisleitfaden für Legehennen aus der Nähe beurteilt und die Ergebnisse verglichen. Zur Überprüfung der Reliabilität (Wiederholbarkeit) wurden jeweils 100 Legehennen durch beide Personen unabhängig voneinander (Inter-Observator-Reliabilität) und 30 Legehennen zweimalig durch eine Person (Intra-Observator-Reliabilität) aus der Distanz beurteilt. Übereinstimmungen zwischen den Methoden und den Beurteilern wurden mittels des prevalence-adjusted bias-adjusted kappa (PABAK) berechnet. Zudem erfolgte die Erfassung der benötigten Zeitdauer für die Erhebung der Stichprobe von 100 Tieren aus der Distanz (Praktikabilität).

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Validität

Die mittleren Prävalenzen für sämtliche Gefiederschäden (Note 1 + 2) lagen bei der Beurteilung aus der Distanz bei 51 %, während die Beurteilung aus der Nähe mit 82 % einen deutlich höheren Wert aufwies (Tab. 2). Hinsichtlich der schweren Gefiederschäden (Note 2) ergab sich mit einer Prävalenz von 44 % aus der Distanz und 67 % aus der Nähe ein ähnliches Bild. Es zeigte sich eine deutliche Verschlechterung des Gefieders mit zunehmendem Alter der Herde. Diese Entwicklung wurde auch in anderen Studien beobachtet (Bilcik und Keeling 1999, Huber-Eicher und Sebö 2001). Bei der Erhebung aus der Distanz wurden die Gefiederschäden in den meisten Fällen deutlich unterschätzt, d. h. es wurden weniger und kleinere federlose Stellen gefunden als bei der Erhebung mit dem KTBL-Score aus der Nähe. Auffällig ist insbesondere die Herde 3, bei der sich aus der Entfernung keinerlei Gefiederschäden zeigten. Bei der Beurteilung aus der Nähe konnten jedoch viele kleinere, z. T. aber auch größere federlose Stellen nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da das Gefieder bei der Beurteilung mit dem KTBL-Boniturschema mit der Hand zurückgestrichen wird. Dadurch können auch kleinere und verdeckte Gefiederschäden erkannt werden. Der Nachteil des Übersehens von kleineren oder von Federn überdeckten größeren Gefiederschäden bei der Beurteilung aus der Distanz wurde in der Literatur bereits beschrieben (Bright et al. 2006, Keppler 2008, Freytag et al. 2016). Die Prävalenzen zeigen außerdem, dass die Erkennung von Gefiederschäden und Hautverletzungen nicht abhängig von der Gefiederfarbe war. Die beiden Betriebe mit weißer Genetik (H5, H6) unterschieden sich nicht wesentlich von den anderen Betrieben mit brauner Genetik. Eine Beurteilung aus der Distanz ist demnach unter Inkaufnahme der möglichen Unterschätzung von Schäden unabhängig von der Gefiederfarbe möglich.

Eine noch deutlichere Diskrepanz zwischen den beiden Erhebungsmethoden zeigte sich bei den Hautverletzungen. Mit dem Distanz-Score wurden nur sehr wenige Hautver-

letzungen festgestellt (6 %), während der Anteil an Tieren bei dem KTBL-Score deutlich höher war (57 %). Dabei erhielten viele der Legehennen sogar die Boniturnote 2, d.h. sie wiesen mehr als zwei kleine oder mindestens eine große Hautverletzung auf. Der Effekt des unterschiedlichen Herdenalters war hier nicht so stark ausgeprägt wie bei den Gefiederschäden. Zwar nahmen die Prävalenzen mit zunehmendem Alter tendenziell zu, jedoch gab es auch einige jüngere Herden mit zahlreichen Hautverletzungen (Herden 3 + 5). Freytag et al. (2016) fanden ebenfalls keinen linearen Anstieg der Hautverletzungen im Verlauf der Legeperiode. Ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Gefiederschäden und Hautverletzungen konnte nicht nachgewiesen werden. Beispielsweise zeigte Herde 4 eine Prävalenz von 100 % Tieren mit Gefiederschäden, von denen jedoch nur 50 % auch Hautverletzungen zeigten. In der Literatur wurde beschrieben, dass Federpicken und Kannibalismus zwar häufig, jedoch nicht zwingend gemeinsam auftreten (Savory 1995).

Tab. 2: Vergleich der Prävalenzen von Gefiederschäden und Hautverletzungen zwischen Distanz-Score und KTBL-Score (Beurteiler 1; n = 50 Legehennen; PABAK)

Tab. 2: Comparison of prevalences of plumage damage and skin lesions between distance-score and KTBL-score (assessor 1; n = 50 laying hens; PABAK)

Herde	Gefiederschäden					Hautverletzungen				
	Distanz-Score		KTBL-Score		PABAK	Distanz-Score		KTBL-Score		PABAK
	Note 1+2	Note 2	Note 1+2	Note 2		Note 1+2	Note 2	Note 1+2	Note 2	
H1	80	78	98	94	0,70	18	4	68	38	0,10
H2	0	0	18	0	0,73	0	0	10	2	0,85
H3	0	0	82	24	-0,23	0	0	54	22	0,19
H4	70	42	100	94	0,13	4	0	50	22	0,28
H5	66	54	96	90	0,37	10	0	80	68	-0,20
H6	90	90	98	98	0,88	6	0	80	40	-0,20
MW	51	44	82	67	0,43	6	1	57	32	0,17

MW = Mittelwert

Basierend auf den Einzeltierbeurteilungen betrug der PABAK bei den Gefiederschäden im Mittel der einzelnen Herdenergebnisse 0,43, wobei die Spanne zwischen den Herden sehr groß war (-0,23 bis 0,88). Ein PABAK über 0,40 kann ggf. noch als akzeptabel eingestuft werden, anzustreben sind aber deutlich höhere Werte (Knierim und Winckler 2009). Eine gute Übereinstimmung zwischen Distanz-Score und KTBL-Score wurde bei den Gefiederschäden vor allem in Herden mit sehr niedrigen oder sehr hohen Prävalenzen von Tieren mit Boniturnote 2 erzielt, da die großen federlosen Stellen auch aus der Distanz relativ gut zu erkennen waren. Die häufig auftretenden kleinen federlosen Stellen < 5 cm konnten hingegen nur aus der Nähe unter Zurückstreichen des Gefieders sicher nachgewiesen werden. Kjaer et al. (2011) wiesen ebenfalls eine signifikant schlechtere Identifizierung von Gefiederschäden aus der Distanz nach. In der Literatur sind jedoch auch abweichende Ergebnisse zu finden. In einer Studie von Bright et al. (2006) wurde

ebenfalls ein Distanz-Score mit einer Bonitur aus der Nähe verglichen. Die beiden Scores waren signifikant positiv korreliert (Pearson-Korrelationskoeffizient +0,89) und die Differenz der Residuen niedrig (0,04 bis 0,13), sodass die Autoren von einer guten Übereinstimmung zwischen den beiden Methoden ausgehen (Bright et al. 2006). Möglicherweise hatten das Alter der Herde und deren Gefiederzustand einen Effekt auf das Ergebnis. Die Herde war zum Zeitpunkt der Erhebung mit 73 Lebenswochen schon relativ alt und wies gravierende Gefiederschäden auf (Bright et al. 2006). In der vorliegenden Studie wurden hingegen Herden mit unterschiedlichem Alter und Gefiederzustand berücksichtigt, sodass wahrscheinlich mehr kleinere federlose Stellen vorhanden waren. Kaesberg (2018) wies ebenfalls einen klaren linearen Zusammenhang zwischen den Ergebnissen eines visuellen Scores und einer ausführlichen Bonitur aus der Nähe nach. Das Boniturschema lässt sich mit dem Distanz-Score der vorliegenden Studie jedoch nicht unmittelbar vergleichen, da hier bereits geringfügige Beschädigungen des Gefieders und nicht nur sichtbare Hautstellen einbezogen werden. Darüber hinaus beschränkt sich der visuelle Score auf die von oben sichtbaren Körperregionen Hals, Rücken und Flügel (Kaesberg 2018). Für den Distanz-Score wird hingegen auch der Legebauch beurteilt, bei dem Gefiederschäden aus der Entfernung möglicherweise schwerer festzustellen sind (Kjaer et al. 2011). Bei den Hautverletzungen war die Übereinstimmung zwischen den beiden Methoden mit einem PABAK von 0,17 (-0,20 bis 0,85) noch deutlich schlechter als bei den Gefiederschäden. Lediglich in der jungen Herde 2 (24. LW) mit sehr wenigen nachgewiesenen Hautverletzungen wurde eine zufriedenstellende Übereinstimmung erzielt. Die untersuchten Herden hatten vor allem viele kleine Hautverletzungen, die aus der Entfernung nicht sicher erkannt werden konnten. Diese sind oftmals durch die Flügel oder einzelne Federn verdeckt und können nicht wie bei der Nahbeurteilung durch ein Zurückstreichen des Gefieders mit der Hand identifiziert werden (Freytag et al. 2016). Möglicherweise hätte es eine bessere Übereinstimmung bei Legehennen mit größeren Verletzungen ≥ 1 cm gegeben, aber diese kamen in der Stichprobe kaum vor. Die Ergebnisse unserer Studie bestätigen die Einschätzung von Keppler (2008), dass Hautverletzungen aus der Entfernung nur unzureichend beurteilt werden können.

3.2 Reliabilität

In Tabelle 3 sind die von Beurteilern 1 und 2 in der Stichprobe von 100 Legehennen aus der Distanz ermittelten Prävalenzen für Gefiederschäden und Hautverletzungen dargestellt. Diese waren in den meisten Fällen auf einem vergleichbaren Niveau. Die durchschnittlichen Prävalenzen waren bei beiden Beurteilern identisch, lediglich die Maximalwerte bei Gefiederschäden und Hautverletzungen unterschieden sich um wenige Prozentpunkte. Die Übereinstimmung zwischen den Beurteilern war bei Gefiederschäden mit einem mittleren PABAK von 0,95 (0,84 bis 1,00) dementsprechend als sehr gut ($> 0,80$) einzustufen (nach Landis und Koch 1977). Das Ergebnis des Übereinstimmungstests wurde nur geringfügig von der Höhe der Prävalenzen beeinflusst. Die PABAK-Werte waren in Herden mit sehr geringen Gefiederschäden (H2, H3) und in Herden mit

sehr hohen Gefiederschäden (H1, H5, H6) am besten. Bei diesen Merkmalsausprägungen konnten die Beurteiler das Ausmaß an Gefiederschäden leicht aus der Distanz erkennen. In Herde 4 mit einer mittleren Prävalenz von etwa 50 % betroffenen Tieren und einem relativ hohen Anteil an begrenzten unbefiederten Hautstellen fiel der Beurteilerabgleich mit einem PABAK von 0,84 jedoch nur minimal schlechter aus. Die sichtbaren Hautverletzungen lagen insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau und in einigen Herden (H2, H5) wurde aus der Distanz kein einziges verletztes Tier nachgewiesen. Die Beurteilerübereinstimmung bei Hautverletzungen war mit einem mittleren PABAK von 0,98 (0,90 bis 1,00) in allen Herden sehr gut. Dies ist jedoch vor allem darauf zurückzuführen, dass beide Beurteiler die möglicherweise vorhandenen Hautverletzungen gleichermaßen nicht gesehen haben. Bright et al. (2006) fanden bei der Erhebung aus der Distanz zwischen zwei Beurteilern ebenfalls eine signifikante, positive Korrelation (Pearson-Korrelationskoeffizient +0,84) und eine niedrige Differenz der Residuen (-0,04 bis 0,06). Kappa-Werte zwischen 0,68 und 0,88 wurde in Abhängigkeit von der Körperregion von Decina et al. (2019) nachgewiesen. Von schlechteren Übereinstimmungen zwischen verschiedenen Beurteilern mit PABAK-Werten zwischen 0,35 und 0,55 berichteten Kjaer et al. (2011).

Tab. 3: Vergleich der Prävalenzen von Gefiederschäden und Hautverletzungen zwischen Beurteiler 1 und 2 (Distanz-Score; n = 100 Legehennen; PABAK)

Tab. 3: Comparison of prevalences of plumage damage and skin lesions between assessor 1 and 2 (distance-score; n = 100 laying hens; PABAK)

Herde	Gefiederschäden					Hautverletzungen				
	Beurteiler 1		Beurteiler 2		PABAK	Beurteiler 1		Beurteiler 2		PABAK
	Note 1+2	Note 2	Note 1+2	Note 2		Note 1+2	Note 2	Note 1+2	Note 2	
H1	85	72	85	73	0,97	14	3	13	4	0,90
H2	0	0	0	0	1,00	0	0	0	0	1,00
H3	4	4	2	2	1,00	2	2	1	1	1,00
H4	50	21	52	20	0,84	1	0	2	1	0,97
H5	70	44	72	42	0,91	0	0	0	0	1,00
H6	76	56	78	58	0,96	1	0	0	0	0,99
MW	48	33	48	33	0,95	3	1	3	1	0,98

MW = Mittelwert

Die wiederholte Beurteilung durch eine Person ergab bei Gefiederschäden mit 0,96 (0,85 bis 1,00) und bei Hautverletzungen mit 0,95 (0,75 bis 1,00) eine gute (> 0,60) bis sehr gute (> 0,80) Übereinstimmung. Damit konnte nachgewiesen werden, dass der Distanz-Score konsistent erhebbar ist. Decina et al. (2019) ermittelten mit einem Kappa-Wert von 0,85 ebenfalls eine sehr gute Übereinstimmung innerhalb einer Person bei der Beurteilung aus der Distanz.

3.3 Praktikabilität

Für die Bonitierung der empfohlenen Stichprobengröße von 100 Tieren wurden im Mittel 49 (31 bis 69) Minuten benötigt. Der durchschnittliche Zeitaufwand pro Tier betrug 30 (19 bis 41) Sekunden. Eine Übersicht zum Zeitaufwand bei den einzelnen Betriebsbesuchen gibt Abbildung 1. Die große Streuung zwischen den einzelnen Datenerhebungen stand in erster Linie mit dem jeweiligen Gefiederzustand in Zusammenhang. Bei einer sehr guten Befiederung der Legehennen verlief die Bonitierung relativ schnell, während mit zunehmender Verschlechterung des Gefiederzustands die Erhebungsdauer anstieg. Die Beurteilung der Legehennen war in schlecht befiederten Herden mit einem höheren Zeitaufwand verbunden, da bei der Einschätzung des Ausmaßes der unbefiederten Stellen und der Zählung der Hautverletzungen eine intensivere Betrachtung der Legehennen erforderlich war.

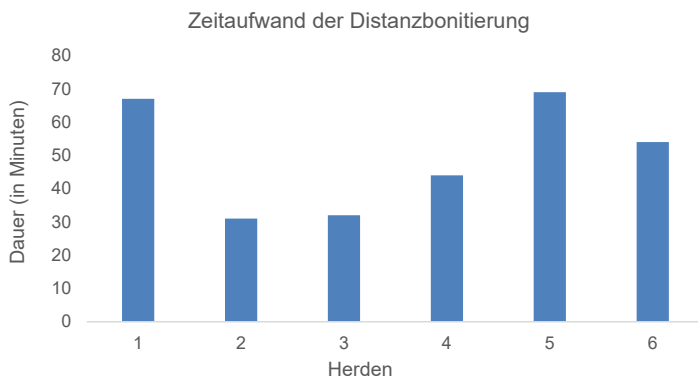


Abb. 1: Zeitaufwand für die Beurteilung von 100 Legehennen mit dem Distanz-Score

Fig. 1: Time required for assessing 100 laying hens with the distance-score

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Erhebungsdauer war die Schreckhaftigkeit der Herden. Bei ruhigen Herden konnten sich die Beurteiler den Legehennen problemlos auf die vorgegebene Distanz von 100 cm annähern und die Beurteilung der Gefiederschäden und Hautverletzungen durchführen. In schreckhaften Herden dauerte die Annäherung teilweise deutlich länger und die Beurteilungen einzelner Tiere mussten zum Teil abgebrochen werden, da die Tiere sich plötzlich fortbewegten. Decina et al. (2019) ermittelten vergleichbare Werte für die Erhebung aus der Distanz. Für die Beurteilung von 50 Legehennen wurden in dieser Studie etwa 30 min benötigt. Der Zeitaufwand für die Datenerhebung mit dem Distanz-Score ist jedoch deutlich höher als der für den schnellen Hensenscore, mit dem geübte Betrachter für 600 Tiere etwa 20 bis 30 min benötigen (Freytag et al. 2016). Im Gegensatz zu einer Bonitierung aus der Nähe stellt die Distanzerhebung hingegen eine Zeitersparnis dar. Für die Beurteilung einer Stichprobe von 50 Legehennen mit dem KTBL-Score wurden geschätzt etwa 120 min brauchen. Es ist davon auszugehen, dass die Erhebungsdauer mit einer größeren Routine in der Datenerhebung auch noch weiter reduziert werden kann.

4 Schlussfolgerungen

Eine Beurteilung von Gefiederschäden und Hautverletzungen aus der Distanz bietet Vorteile hinsichtlich der Praktikabilität und ist reliabel von verschiedenen Beurteilern durchführbar. Die Ergebnisse sind jedoch aufgrund einer Unterschätzung des tatsächlichen Ausmaßes der Schädigungen nicht ausreichend valide und die Methode ist daher insbesondere für Hautverletzungen nicht zu empfehlen. Zum sicheren Nachweis von Gefiederschäden und Hautverletzungen im Rahmen von Qualitätssicherungssystemen sollten die Legehennen aus der Nähe beurteilt werden.

Literatur

- Bestman, M.; Koene, P.; Wagenaar J.-P. (2009): Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period. *Applied Animal Behaviour Science* 121, pp. 120–125
- Bilčík, B.; Keeling, L.J. (1999): Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behaviour in laying hens. *British Poultry Science* 40, pp. 444–451
- Bright, A.; Jones, T.A.; Dawkins, M. (2006): A non-intrusive method of assessing plumage condition in commercial flocks of laying hens. *Animal Welfare* 15, pp. 113–118
- Decina, C.; Berke, O.; van Staaveren, N.; Baes, C.F.; Harlander-Matuscheck, A. (2019): Development of a scoring system to assess feather damage in Canadian laying hen flocks. *Animals* 9, pp. 436–445
- Freytag, S.; Kemper, N.; Spindler, B. (2016): Einfluss des Zugangs zu Beschäftigungsmaterial auf das Verhalten und die Herdengesundheit von Jung- und Legehennen in Praxisbetrieben. Abschlussbericht. Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
- Huber-Eicher, B.; Sebö, F. (2001): The prevalence of feather pecking and development in commercial flocks of laying hens. *Applied Animal Behaviour Science* 74, pp. 223–231
- Kaesberg, A.-K. (2018): Untersuchungen zur Prävention von und frühzeitigen Reaktion auf Federpicken und Kannibalismus bei Legehennen. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München
- Keppler, C. (2008): Untersuchungen wichtiger Einflussfaktoren auf das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei unkupierten Legehennen in Boden- und Volierenhaltungen mit Tageslicht unter besonderer Berücksichtigung der Aufzuchtphase. Dissertation, Universität Kassel
- Kjaer, J.; Sorensen, P. (2002): Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine and cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. *Applied Animal Behaviour Science* 76, pp. 21–39
- Kjaer, J.; Glawatz, H.; Scholz, B.; Rettenbacher, S.; Tauson, R. (2011): Reducing stress during welfare inspection: validation of a non-intrusive version of the LayWel plumage scoring system for laying hens. *British Poultry Science* 52, pp. 149–154

- Knierim, U.; Winckler, C. (2009): On-farm welfare assessment in cattle: Validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality® approach. *Animal Welfare* 18, pp. 451–458
- Knierim, U.; Gieseke, D.; Michaelis, S.; Keppler, C.; Spindler, B.; Rauch, E.; Petermann, S.; Andersson, R.; Schultheiß, U.; Zapf, R. (2020): *Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Geflügel*. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.
- Landis, J.R.; Koch, G.G. (1977): The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, pp. 159–174
- Riber, A.B.; Hinrichsen, L.K. (2016): Feather eating and its associations with plumage damage and feathers on the floor in commercial farms of laying hens. *Animal* 10, pp. 1218–1224
- Rodenburg, T.B.; van Krimpen, M.M.; De Jong, I.C.; De Haas, E.N.; Kops, M.S.; Riedstra, B.J.; Nordquist, R.E.; Wagenaar, J.P.; Bestman, M.; Nicol, C.J. (2013): The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles. *World's Poultry Science Journal* 69, pp. 361–374
- Savory, C.J. (1995): Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal* 51, pp. 215–219
- Welfare Quality® (2009): *Welfare Quality® assessment Protocol for poultry (broilers, laying hens)*. Welfare Quality® Consortium, Lelystad, Netherlands. <http://www.welfare-qualitynetwork.net/media/1293/poultry-protocol-watermark-6-2-2020.pdf>, Zugriff am 11.07.2021

Danksagung

Das Projekt „Entwicklung von tierbezogenen Indikatoren zur Bewertung des Tierwohls in der Legehennenhaltung“ wurde finanziell von der Tierschutzorganisation VIER PFOTEN Stiftung für Tierschutz, Österreich, Wien unterstützt. Wir danken den teilnehmenden Betrieben für die Möglichkeit der Datenerhebung in ihren Legehennenställen.

Auswirkungen langfristiger kognitiver Stimulation auf das spätere Verhalten von Ziegen in einem räumlichen und einem instrumentellen Kognitionstest

Effects of long-term cognitive stimulation on subsequent behavioural responses in a spatial and an instrumental problem-solving test

KATRINA ROSENBERGER, MICHAEL SIMMLER, NINA KEIL, JAN LANGBEIN, CHRISTIAN NAWROTH

Zusammenfassung

In der vergleichenden Kognitionsforschung werden häufig dieselben Tiere in verschiedenen Experimenten verwendet. Es ist bekannt, dass Tiere in nachfolgenden Tests, die ähnliche Fähigkeiten erfordern, bereits Erlerntes anwenden können. Jedoch ist noch unklar, ob sich auch ihre Verhaltensantwort in späteren, konzeptionell unterschiedlichen, kognitiven Tests ändert. Wir untersuchten 54 weibliche Milchziegen und 54 weibliche nigerianische Zwergziegen an zwei verschiedenen Standorten unter vergleichbaren Bedingungen. Die Ziegen wurden randomisiert einer von drei Behandlungen zugeordnet: COG (n = 36), POS (n = 36) und ISO (n = 36). Über einen Zeitraum von 4-5 Monaten wurden die COG-Tiere mehreren kognitiven Tests (Diskriminierungs- und Umkehrlerntests und kognitive Testbatterie) ausgesetzt. Die POS-Tiere wurden keinen kognitiven Tests ausgesetzt, erhielten aber eine ähnliche Menge an Belohnungen vom Experimentator in der Testarena wie die COG-Tiere. Die ISO-Ziegen nahmen weder an kognitiven Tests teil, noch erhielten sie Belohnungen – allerdings wurden sie über einen ähnlichen Zeitraum wie alle anderen Ziegen in der Testarena isoliert. Danach untersuchten wir die Leistung der Ziegen in zwei konzeptionell unterschiedlichen Kognitionstests: einem räumlichen A-nicht-B-Umwegtest (ABT) und einem instrumentellen Problemlösetest (PLT). Im ABT wurden Präzision und Latenzzeit gemessen, mit der die Ziegen den Weg um einen Zaun fanden, bevor (= A-Situation) und nachdem (= B-Situation) die Position der Lücke im Zaun verändert wurde. Im PLT wurde erfasst, ob die Ziegen den Deckel eines Behälters berührten und anschließend öffneten sowie die Latenzzeit bis zum Berühren/Öffnen. Die Auswertung erfolgte mit linearen gemischten Modellen bzw. für binäre Antworten mit generalisierten linearen gemischten Modellen mit Logit Link-Funktion.

In Bezug auf ihre Präzision war kein Unterschied zwischen den Behandlungsgruppen im ABT nachweisbar, weder in der A- (POS-COG: $p = 0,83$, ISO-COG: $p = 0,87$, ISO-POS: $p = 0,96$) noch in der B-Situation (POS-COG: $p = 0,13$, ISO-COG: $p = 0,19$, ISO-POS: $p = 0,81$). Auch die Latenzzeit bis zum Passieren des Zauns ergab keine statistischen Behandlungsunterschiede in der A- (POS-COG: $p = 0,80$, ISO-COG: $p = 0,84$, ISO-POS: $p = 0,96$) oder der B-Situation (POS-COG: $p = 0,19$, ISO-COG: $p = 0,67$, ISO-POS: $p = 0,37$). Im PLT wurde kein Effekt der Behandlung auf die Wahrscheinlichkeit der Tiere,

den Behälter zu berühren (POS-COG: $p = 0,37$, ISO-COG: $p = 0,23$, ISO-POS: $p = 0,71$) und der Latenzzeit bis sie ihn berührten (POS-COG: $p = 0,18$, ISO-COG: $p = 0,93$, ISO-POS: $p = 0,21$), gefunden. An beiden Standorten öffnete keine der Zwergziegen den Behälter. Bei den Milchziegen wurde kein Effekt der Behandlung auf die Wahrscheinlichkeit, dass diese den Behälter öffnen, festgestellt (POS-COG: $p = 0,65$, ISO-COG: $p = 0,58$, ISO-POS: $p = 0,33$). Milchziegen der POS-Behandlung zeigten jedoch eine längere Latenzzeit bis zum Öffnen des Deckels als die der ISO-Behandlung (POS-COG: $p = 0,32$, ISO-COG: $p = 0,22$, ISO-POS: $p = 0,03$).

Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass kognitive Stimulation in dieser Form, sowie die Gewöhnung/Interaktion an den Menschen während der Tests, die Verhaltensantwort in nachfolgenden, konzeptuell unterschiedlichen Tests bei Ziegen nicht substantiell beeinflussen. Die großen beobachteten Unterschiede zwischen Zuchtlinien und Standorten unterstreichen jedoch die Wichtigkeit, verschiedene Phänotypen und an verschiedenen Forschungsstandorten zu testen (Rosenberger et al. 2021).

Summary

In comparative cognitive research, the same animals are often tested in different experiments. It is known that animals can apply what they have learned in subsequent tests that require similar mental processes. However, it is unclear whether subject's test performance on subsequent, conceptually different, cognitive tasks is also altered. We studied 54 female dairy goats and 54 female Nigerian dwarf goats at two different sites under comparable conditions. Goats were randomly assigned to one of three treatments: COG ($n = 36$), POS ($n = 36$), and ISO ($n = 36$). Over a period of 4-5 months, the COG animals were subjected to several cognitive tests (discrimination and reversal learning tests, and a cognitive test battery). The POS animals were not exposed to any cognitive tests but received a similar number of rewards as the COG animals from the experimenter in the test arena. The ISO goats neither participated in cognitive tests nor received rewards. However, they were isolated for a similar time as the other goats in the test arena. We then examined the goats' performance in two conceptually different cognitive tests: a spatial A-not-B detour test (ABT) and an instrumental problem-solving test (PST). In the ABT, accuracy and latency were measured with which the goats found their way around a fence before (= A-trials) and after (= B-trials) the position of the gap in the fence was changed. In the PST, we recorded whether the goats touched and subsequently opened the lid of a container, as well as the latency to touch/open it. The data was analysed using linear mixed models or, for binary responses, generalized linear mixed models with logit link function.

In terms of accuracy, no difference between the treatment groups was detectable in the ABT, neither in the A (POS-COG: $p = 0,83$, ISO-COG: $p = 0,87$, ISO-POS: $p = 0,96$) nor in the B-trials (POS-COG: $p = 0,13$, ISO-COG: $p = 0,19$, ISO-POS: $p = 0,81$). Similar-

ly, no statistical treatment differences were detected for the latency to cross the fence in A (POS-COG: $p = 0.80$, ISO-COG: $p = 0.84$, ISO-POS: $p = 0.96$) and B trials (POS-COG: $p = 0.19$, ISO-COG: $p = 0.67$, ISO-POS: $p = 0.37$). In the PST, no effect of treatment was found on the probability of goats to touch the container (POS-COG: $p = 0.37$, ISO-COG: $p = 0.23$, ISO-POS: $p = 0.71$) or the latency until they touched it (POS-COG: $p = 0.18$, ISO-COG: $p = 0.93$, ISO-POS: $p = 0.21$). At both sites, none of the dwarf goats opened the container. In dairy goats, no effect of treatment was found on the probability of dairy goats to open the container (POS-COG: $p = 0.65$, ISO-COG: $p = 0.58$, ISO-POS: $p = 0.33$). However, dairy goats in the POS group showed a longer latency to open the lid as compared to the ISO group (POS-COG: $p = 0.32$, ISO-COG: $p = 0.22$, ISO-POS: $p = 0.03$).

Our results suggest that cognitive stimulation in this form, as well as habituation/interaction with humans during testing, does not affect performance in subsequent conceptually different cognitive tests in goats. The large differences observed between selection lines and locations however underline the importance of testing different phenotypes at multiple research stations (Rosenberger et al. 2021).

Literatur

Rosenberger, K.; Simmler, M.; Langbein, J.; Keil, N.; Nawroth, C. (2021): Performance of goats in a detour and a problem-solving test following long-term cognitive test exposure. *Royal Society Open Science* 8: 210656.

Danksagung

Dieses Projekt wurde finanziell gefördert durch die DFG und den SNF. Wir danken Agroscope Tänikon und FBN Dummerstorf für die Infrastruktur und finanzielle Unterstützung, Andreas Hagenbüchle, Barbara Ammann und Axel Braatz für die gute Pflege der Tiere, und Hans-Ruedi Ott, Richard Heeb, Urs Marolf, Katrin Siebert und Heinz Deike für jegliche Art von technischer Unterstützung und den Aufbau der Testarena.

Einfluss von Freundschaft und Rangordnung auf die Fress- und Liegedauer von Ziegen im Stall

The effect of friendship and social hierarchy on feeding and lying behaviour in goats

EDNA HILLMANN, LORENZ GYGAX UND LAURA HEMSING

Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde der Einfluss der Rangordnung sowie der sozialen Toleranz („Partnerschaften“) auf die Fress- und Liegedauer von Hausziegen im Stall beschrieben. Nach Bestimmung der Rangordnung in vier behornen Ziegenherden wurde das Verhalten der Tiere für 14 Tage auf Video aufgezeichnet mittels 5-Minuten-Intervallsampling ausgewertet. In nur zwei der vier Gruppen konnten überhaupt Partnerschaften adulter Ziegen beschrieben werden. Nicht der Rangindex, in gewisser Weise aber der Anteil Partnerinnen in der Herde hatte einen positiven Einfluss auf die Liegedauer im Stall. Gleichzeitig fraßen ranghohe Ziegen im Stall etwas länger als rangtiefe, die Rolle von Partnerschaften war hier weniger klar. Der insgesamt geringe Einfluss von Partnerschaften und Rangordnung auf das Verhalten im Stall widerspricht bisherigen Studien. Ein Grund hierfür könnten das großzügige Platzangebot und die reichhaltige Strukturierung gewesen sein. Die unter diesen Bedingungen gefundene geringe Anzahl Partnerschaften wirft die Frage auf, ob eine zu strenge Definition gewählt und dadurch Partnerschaften übersehen wurden. Andererseits ist es denkbar, dass Ziegen nur bei eingeschränktem Platzangebot die räumliche Nähe von nichtverwandten Herdenmitgliedern überhaupt tolerieren. In diesem Fall wäre das Auftreten von räumlicher Nähe zwischen nichtverwandten Ziegen zusätzlich zum Aspekt von affiliativem Verhalten Ausdruck von zu engen Platzverhältnissen.

Summary

In this study, we examined the effect of social rank and social tolerance (“partnerships”) on lying and feeding duration in the barn. After determining the social hierarchy, we observed four groups of horned goats using video footage for 14 days. Behaviour was recorded using scan sampling in intervals of 5 min. Partnerships between adult goats were found in only two groups. Instead of rank, the proportion of partners increased the lying duration in the barn. As expected, high-ranking goats had a longer feeding duration compared to low-ranking goats, while the effect of partnerships was less clear. Altogether, the effects of social rank and partnerships were weak, raising the question if the definition of partnership was too narrow. On the other hand, goats may avoid close proximity to herd members if space allowance allows for. In this case, close proximity of goats might result not only from affiliative behaviour, but from insufficient space allowance.

1 Einleitung und Zielsetzung

Die strikte Rangordnung in einer Ziegenherde regelt den Zugang zu Ressourcen wie Futter- und Liegeplätzen dadurch, dass rangtiefe Tiere vor ranghöheren ausweichen (Côté 2000). Ein frühzeitiges Ausweichen, ohne dass es zu körperlichen Auseinandersetzungen kommt, wurde vor allem für horntragende Ziegen als primäres submissives Verhalten beschrieben (Keil et al. 2013, Waiblinger et al. 2010). Eine Möglichkeit trotz strikter Rangordnung die soziale Toleranz zu erhöhen, könnten affiliative Beziehungen („Freundschaften“) sein, die durch eine geringe gegenseitige Individualdistanz erkennbar sind (Miranda de la Lama und Matiello 2010, Aschwanden et al. 2008).

In den Beobachtungen von Barroso et al. (2000) zeigte sich, dass ranghohe Tiere die besten Futterplätze beanspruchen und diese auch verteidigten. Ranghohe Ziegen wechselten die Futterplätze, noch bevor das gesamte Futter am vorherigen Platz aufgebraucht war, vermutlich um an das schmackhaftere Futter von anderen Plätzen zu gelangen.

Steht nur ein limitiertes Platzangebot am Fressplatz zur Verfügung, kommt es vermehrt zu agonistischen Interaktionen und die Fressdauer der Tiere verringert sich (Jørgensen et al. 2006, Loretz et al. 2004). Damit auch für rangniedrige Tiere eine ausreichende Futteraufnahme sichergestellt werden konnte, war eine Heugabe ad libitum von Vorteil. Auf diese Weise konnten die Futterzeiten einzelner Ziegen über die gesamte Tageszeit verteilt werden (Keil et al. 2013).

Das Platzangebot hat auch einen großen Einfluss auf das Liegeverhalten von Ziegen im Stall. Je stärker in früheren Studien die Liegefläche reduziert wurde, desto weniger Zeit verbrachten die Tiere mit Liegen (Andersen und Bøe 2006). Dies betraf vor allem rangtiefe Tiere. Das gemeinsame Liegen mit Körperkontakt konnte beim geringsten Platzangebot deutlich häufiger beobachtet werden als bei größerem. Gab es weniger Ebenen im Liegebereich, verstärkte sich das Liegen mit Liegepartnern. Waiblinger und Kollegen (2010) vermuteten, dass das Liegen mit Körperkontakt nicht gesucht wurde, sondern die Tiere das Liegen mit Körperkontakt nur aufgrund des geringeren Platzangebotes tolerierten, dieses bei größerem Platzangebot jedoch vermeiden.

Nach eigener Recherche gibt es kaum Untersuchungen zum Anteil affiliativer Beziehungen („Partnerschaften“) eines Tieres und zum Effekt dieses Anteils auf das Fress- und Liegeverhalten. Daher wurde in dieser Arbeit nicht nur der Einfluss des Ranges, sondern auch die Anzahl an Partnerinnen beim Liegen und Fressen auf die Liege- bzw. Fressdauer untersucht.

Ziel dieser Arbeit war, den Einfluss der Rangordnung sowie der sozialen Toleranz („Partnerschaften“) auf die Fress- und Liegedauer von Hausziegen im Stall zu beschreiben. Wir erwarteten, dass ranghohe Tiere, aber auch solche mit vielen affiliativen Beziehungen längere Fress- und Liegezeiten aufweisen als rangtiefe Ziegen und solche mit wenig affiliativen Beziehungen in der Herde.

2 Material und Methoden

2.1 Tiere und Tierhaltung

Die Studie fand im Juni und August 2020 auf der Lehr- und Versuchsstation Tiere der Humboldt-Universität zu Berlin in Dahlem statt. Zu diesem Zeitpunkt wurden 22 weibliche adulte Tiere, acht Jungziegen und 20 Lämmer in vier Tiefstreu­ställen mit permanentem Zugang zu einem Auslauf mit Klettermöglichkeiten und einer Weide gehalten (Tab. 1). Ausgestattet waren die Ställe mit Podesten, verschiedenen Heusäcken, mehreren Heuraufen, Tränkebecken und Mineralsteinen. Drei der Ställe verfügten über ein Palisadenfangfressgitter, der vierte stattdessen über eine freistehende 2,5 m lange Heuraufe. Die Anordnung der Gestaltungsobjekte in den Ställen war aufgrund der unterschiedlichen Gegebenheiten nicht einheitlich. Die Heugabe erfolgte ad libitum, und morgens wurden zusätzlich etwa 450 g Kraftfutter pro Tier gefüttert.

Tab. 1: Übersicht zur Zusammensetzung der vier beobachteten Gruppen, zum Platzangebot im Stall, Fressbereich und Auslauf

Tab. 1: Overview on number of animals per age category and space allowance

Charakteristika der Ziegen und Ställe characteristics of goats and barns	Minimum – Maximum minimum – maximum
Anzahl Ziegen pro Gruppe no. of goats per group	5–19
Anzahl Tiere 2–7 Jahre no. of goats 2–7 years old	3–10
Anzahl Tiere 1–2 Jahre no. of goats 1–2 years old	0–6
Anzahl Tiere 0–1 Jahr no. of goats 0–1 years old	2–9
Platz pro Tier in m ² space allowance per goat	2.6–5.9
Fressplätze pro Tier no. of feeding places per goat	1,9–3,4
Auslauffläche pro Tier in m ² space allowance per goat outdoors	19–120

2.2 Beobachtung

Um die Rangbeziehungen zu ermitteln, wurde mittels Direktbeobachtung für jedes Tier der Rangindex nach Aschwanden et al. (2008) ermittelt. An drei bis fünf Tagen wurden die Türen zum Auslauf für einen Zeitraum von je 30 Minuten geschlossen und das Verhalten der Tiere im Stall beobachtet. Die Anzahl an Beobachtungstagen richtete sich nach der Größe der Herde. Bei einer kleineren Herde konnten die Rangbeziehungen in kürzerer Zeit beobachtet und bestimmt werden. Mithilfe einer Matrix wurden die Dominanzbeziehungen als Quotient aus der Anzahl dominierter Herdenmitglieder und der Anzahl möglicher Rangbeziehungen berechnet. Dieser Quotient liegt zwischen 0,0 (rangtief) und 1,0 (ranghoch). Der Rang galt dann als geklärt, wenn ein Tier mindestens zwei dominante Interaktionen mehr gegenüber der anderen Ziege gezeigt hat als umgekehrt. Dyaden, welche ohne Interaktion oder unentschieden blieben, wurden als nicht geklärt in die Berechnung mit einbezogen.

Zur Bestimmung der Fress- und Liegedauern wurden über einen Zeitraum von 14 Tagen täglich in der Zeit von 2–4, 12–14 und 16–18 Uhr Videoaufzeichnungen im Stall durchgeführt. Dadurch wurde gewährleistet, dass nur zu Zeiten gefilmt wurde, in denen die Tiere nicht durch die Anwesenheit von Personen beeinflusst wurden. Mithilfe der Scan Sampling Methode (Naguib und Krause 2019) wurde das Verhalten jeder einzelnen Ziege in einem Fünf-Minuten-Intervall ausgewertet (Tab. 2). Die Lämmer wurden bei der Bestimmung der sozialen Hierarchie sowie der Liege- und Fresspartnerinnen nicht tierindividuell, sondern nur als „Lamm“ berücksichtigt.

Tab. 2: Ethogramm der ausgewerteten Verhaltensweisen

Tab. 2: Ethogram of behaviours that were analysed

Verhalten behaviour	Definition definition
Liegen lying	Das Tier befindet sich in Brust-Bauchlage oder in Seitenlage auf dem Untergrund, die Beine können dabei angewinkelt oder ausgestreckt sein.
Stehen standing	Alle Beine befinden sich stehend auf dem Untergrund
Fressen feeding	Futter wird mit dem Maul aufgenommen, der Kopf steckt im Fressgitter/Heuraufe
NA NA	Tier ist in dem Bildausschnitt nicht zu sehen oder zu erkennen.
Gemeinsames Liegen lying together	Tiere liegen mit Körperkontakt, d.h. sie liegen mit einem beliebigen Körperteil direkt aneinander. Gemeinsames Liegen unter Podest/Raufe, dabei auch ohne sichtbaren Körperkontakt
Gemeinsames Fressen feeding together	Die Tiere fressen im Fressgitter direkt nebeneinander. Maximaler Abstand beim Fressen ca. 30 cm; Fressen an derselben Seite der Heuraufe, am selben Heusack
Liegepartnerschaft friendship lying	≥ 1 Scan einer Dyade mit gemeinsamem Liegen
Fresspartnerschaft friendship feeding	≥ 5 Scans einer Dyade mit gemeinsamem Fressen

2.3 Statistische Auswertung

Der Anteil an Liege- und Fresspartnerinnen wurde für jede Ziege anhand der Quotienten aus der Anzahl Dyaden einer Ziege mit Liege- und Fresspartnerschaften geteilt durch die mögliche Partnerinnenanzahl berechnet. Zusätzlich wurden der Rangindex und der Anteil Partnerschaften normalisiert. Das hatte den Vorteil, dass die Skala aller erklärenden Variablen die gleiche Spannweite hatte und Steigungskoeffizienten direkt verglichen werden konnten. Die statistische Analyse wurde anhand eines linearen, gemischten Effekte Modells in R Version 4.0.3 (R Core Team 2020) unter Verwendung der Methode „lmer“ (Paket lme4, Bates et al. 2015) ausgewertet.

Als Zielvariablen gingen die absoluten Scans von Fressen und Liegen im Stall in die Auswertung ein (bei einer totalen Beobachtungszeit von 75 Scans pro Tier und Tag). Die Anzahl der Partnerinnen während des Fressens und Liegens sowie der Rangindex dienten hierbei als erklärende Variablen in einem Haupteffektmodell. Die zufälligen Effekte waren das Tier, geschachtelt in der Gruppe, zum anderen die gruppenspezifischen Tageseffekte. Mittels Residuenanalyse wurden die Modellannahmen geprüft. Zur Berechnung der p-Werte wurden drei Modelle unter Verwendung eines parametrischen Bootstrap (Canty und Ripley 2020) mit unterschiedlicher Anzahl an fixen Effekten berechnet (Halekoh und Højsgaard 2014).

3 Ergebnisse

In nur zwei der vier Gruppen konnten überhaupt Partnerschaften adulter bzw. subadulter Ziegen beschrieben werden. Insgesamt 82 % der Tiere lagen im Stall nie in Körperkontakt zu einer anderen Ziege, und etwa 56 % der Tiere hatten im Stall keine Fresspartnerin. Der prozentuale Anteil der beobachteten Scans mit Fresspartnerin lag etwa bei 4,5 % und mit Liegepartnerin bei etwa 2,5 %, d.h. die Tiere wurden nur sehr selten beim gemeinsamen Fressen oder Liegen beobachtet. Am häufigsten waren Muttertiere in räumlicher Nähe zu ihrem jüngsten Lamm zu beobachten, was aber in der Auswertung nicht berücksichtigt wurde.

Bei der absoluten Liegedauer im Stall zeigte sich kein klarer Zusammenhang mit dem Rangindex ($p = 0,78$; Abb. 1 links), wohl aber eine Zunahme der Liegedauer mit steigendem Anteil an Liegepartnerinnen ($p = 0,09$; Abb. 1 rechts).

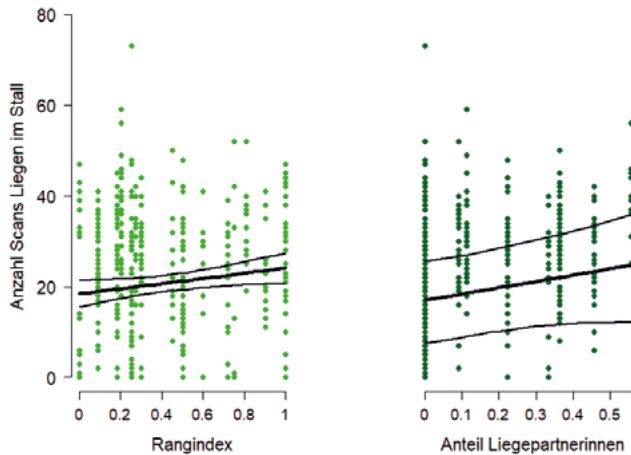


Abb. 1: Die absolute Anzahl Scans Liegen im Stall in Abhängigkeit vom Rangindex (links) bzw. Liegepartnerinnen (rechts). Rohdaten als Punkte, Modellschätzungen mit 95 % Konfidenzintervall als Linien.

Fig. 1: Number of scans lying in the barn in dependence of the rank index (left); and proportion of lying partners (right). Observed numbers given as points, model estimates with 95 % confidence intervals as lines.

Mit steigendem Rangindex erhöhte sich die absolute Fressdauer der Tiere im Stall ($p = 0,04$; Abb. 2 links). Der Anteil Fresspartnerinnen an der Gesamtherde hatte einen numerischen, aber keinen statistisch nachweisbaren Einfluss ($p = 0,26$; Abb. 2 rechts).

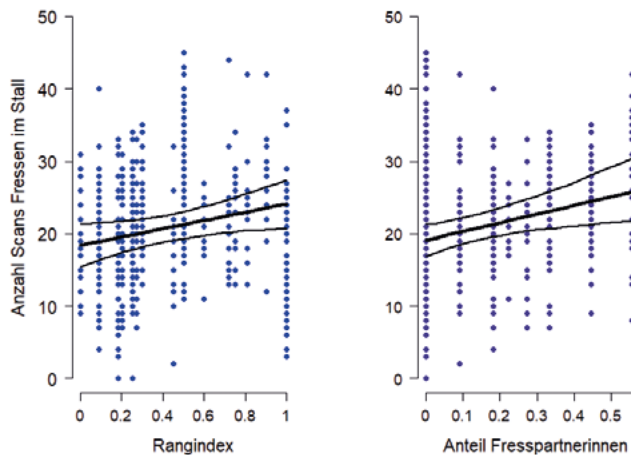


Abb. 2: Die absolute Anzahl Scans „Fressen im Stall“ in Abhängigkeit vom Rangindex (links) bzw. vom Anteil Fresspartnerinnen (rechts). Rohdaten als Punkte, Modellschätzungen mit 95 % Konfidenzintervall als Linien.

Fig. 2: Number of scans "feeding in the barn" in dependence of rank index (left); and the proportion of feeding partners (right). The observed numbers are given as points, model estimates with 95 % confidence intervals as lines.

4 Diskussion

Ziegen mit einem höheren Rang lagen zwar nicht länger als solche mit tiefem Rang, solche mit mehr Liegepartnerinnen lagen im Stall aber länger als Tiere mit weniger Liegepartnerinnen. Erwartungsgemäß fraßen ranghohe Ziegen im Stall etwas länger als rangtiefere Tiere (ausgedrückt als Anzahl Scans pro Tier und Tag). Mit mehr Fresspartnerinnen fraßen sie auch etwas länger als Ziegen mit wenig Fresspartnerinnen, wobei dieser Zusammenhang statistisch nicht nachweisbar war.

Ranghohe Tiere weichen anderen Ziegen selten aus (Côté 2000), was die längere Fressdauer einer ranghohen Ziege im Stall erklären kann (Hillmann et al. 2014).

Es ist grundsätzlich plausibel anzunehmen, dass Tiere Vorteile haben, wenn sie zu mehreren Gruppenmitgliedern eine soziale Toleranz aufweisen, also Liege- und Fresspartnerinnen haben, und/oder ranghoch sind. Beides ermöglicht den Zugang zu (knappen) Ressourcen, wie Liegeplatz oder Futter.

So spielte in früheren Untersuchungen neben dem sozialen Rang auch das Platzangebot eine große Rolle im Zusammenhang mit agonistischem Verhalten (Andersen und Bøe 2006, Loretz et al. 2004, Jørgensen et al. 2006). Da das Platzangebot in der vorliegenden Arbeit größer war als in den genannten Studien, könnte dies den geringfügigen Zusammenhang zwischen Rang und Liege- bzw. Fressdauer erklären.

Ebenso deutlich wird dies bei den Ergebnissen zum affiliativen Verhalten, ausgedrückt durch Fress- und Liegepartnerschaften. In den beiden Gruppen mit dem größten Platzangebot ($> 4 \text{ m}^2/\text{Tier}$) wurden keine Partnerschaften beobachtet. Die beiden anderen Gruppen verfügten mit $> 2,5 \text{ m}^2/\text{Tier}$ im Vergleich über ein geringeres, wenn auch immer noch großzügiges Platzangebot (EU-Öko-Verordnung 889/2008 $1,5 \text{ m}^2$, Tierschutzverordnung Schweiz $1,7$ bis $2,2 \text{ m}^2$), und alle Tiere hatten zudem permanent Zugang zu einem Auslauf. Es wurde gezeigt, dass affiliatives Verhalten bei einer Reduzierung des Platzangebots im Liegebereich zunimmt, und dass Ziegen bei einer höheren Besatzdichte eher bereit sind gemeinsam zu liegen (Waiblinger et al. 2010). Das großzügige Platzangebot, kombiniert mit einer reichhaltigen Strukturierung der Stallfläche mit Podesten kann ebenso dazu geführt haben, dass die Tiere weniger gemeinsam und nebeneinander lagen (Andersen und Bøe 2006). Dies ist insofern erstaunlich, als die Herdenzusammensetzung sehr stabil war.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Nutzung des Auslaufes nicht berücksichtigt, doch kann dieser aufgrund zusätzlicher räumlicher Trennung, erweitertem Platzangebot und zusätzlicher Möglichkeit zur Futteraufnahme und zum Liegen ein „sich aus dem Weg gehen“ noch weiter verstärkt haben. Man kann daher schlussfolgern, dass Ziegen unter sehr großzügigen Bedingungen, also einem Platzangebot von 4 m^2 , zwei Fressplätzen pro Tier und Weidezugang eine vom sozialen Rang nahezu unbeeinflusste Liege- und Fressdauer zeigen und beim Liegen Körperkontakt zu anderen adulten Ziegen vermeiden.

Insgesamt stellt sich aufgrund der hier gezeigten Ergebnisse die Frage, ob ein empfohlenes Platzangebot von $1,5$ bis $2,5 \text{ m}^2$ bei einem Tier-Fressplatz-Verhältnis von $1:1$ bis $1:1.25$ als tiergerecht bezeichnet werden kann.

Literatur

- Andersen, I.L.; Bøe, K.E. (2006): Resting pattern and social interactions in goats – The impact of size and organisation of lying space. *Applied Animal Behaviour Science* 108 (2007), pp. 89–103
- Aschwanden, J.; Gygax, L.; Wechsler, B.; Keil, N. (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
- Barroso, F.; Alados, C.; Boza, J. (2000): Social hierarchy in the domestic goat: effect on food habit and production, *Applied Animal Behaviour Science* 69, pp. 35–53
- Bates, D.; Mächler, M.; Bolker, B.; Walker, S. (2015): Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67(1), pp. 1–48
- Canty, A.; Ripley, B. (2020): boot: Bootstrap R (S-Plus) Functions. R package version 1.3-25
- Côté, S. D. (2000): Dominance hierarchies in female mountain goats: stability, aggressiveness and determinants of rank. *Behaviour* 137(11), pp. 1541–1566
- Europäische Union (2008): Verordnung (EG) Nr. 889/2008 vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle (https://www.gfrs.de/fileadmin/files/eg_vo_889-2008.pdf, Zugriff am 10.10.2021)
- Halekoh, U.; Højsgaard, S. (2014): A Kenward-Roger Approximation and Parametric Bootstrap Methods for Tests in Linear Mixed Models – The R Package pbrtest. *Journal of Statistical Software* 59(9), pp. 1–30, doi: 10.18637/jss.v059.i09
- Jørgensen, G.H.; Andersen, I.L.; Bøe, K.E. (2006): Feed intake and social interactions in dairy goats – The effects of feeding space and type of roughage. *Applied Animal Behaviour Science* 107, pp. 239–251
- Hillmann, E.; Hilfiker, S.; Keil, N.N. (2014): Effects of restraint with or without blinds at the feed barrier on feeding and agonistic behaviour in horned and hornless goats. *Applied Animal Behaviour Science* 157, pp. 72–80
- Keil, N.; Aschwanden, J.; Patt, A. (2013): Sozialverhalten der Ziegen und Implikationen für Stallhaltung und Management. 13. Internationale Fachtagung der DVG zu Fragen von Verhaltenskunde, Tierhaltung und Tierschutz, 11.–13.04.2013
- Loretz, C.; Wechsler, B.; Hauser, R. (2004): A comparison of space requirements of horned and hornless goats at the feed barrier and in the lying area. *Applied Animal Behaviour Science* 87, pp. 275–283
- Miranda de la Lama, G.; Matiello, S. (2010): The importance of social behaviour for goat welfare in livestock farming. *Small Ruminant Research* 90, pp. 1–10
- Naguib, M.; Krause, T.E. (2019): Methoden der Verhaltensbiologie, Springer-Verlag GmbH, <https://doi.org/10.1007/978-3-662-60415-1>
- R CORE TEAM (2020): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Schweizerischer Bundesrat (2008): Tierschutzverordnung (<https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2008/416/de>, abgerufen am 10.10.2021)
- Waiblinger, S.; Schmied-Wagner, C.; Nordmann, E.; Mersmann, D.; Szabo, S.; Graml, C.; von Hof, J.; Maschat, K.; Grubmüller, T.; Winckler, C. (2010): Haltung von behornten und unbehornten Milchziegen in Großgruppen. Endbericht zum Forschungsprojekt 100191, Wien, Eigenverlag

Milchschafe und -ziegen bevorzugten Einzelkomponenten gegenüber der Mischration

Single components are preferred over mixed rations by dairy sheep and goats

ROXANNE BERTHEL, FRIGGA DOHME-MEIER, NINA KEIL

Zusammenfassung

Futtermischrationen sind darauf ausgelegt, Wiederkäuer mit einer ausgewogenen Ration zu versorgen. Da sie die Futterselektion möglichst unterbinden, ist fraglich, ob sie dem selektiven Futteraufnahmeverhalten von Schafen und Ziegen ausreichend entsprechen können. In dieser Studie wurde die Akzeptanz einer Grundfutter-Mischration bei Milchschaafen und -ziegen untersucht.

Jeweils zwölf Paare von Milchschaafen und -ziegen bekamen gleichzeitig drei verschiedene Rationen angeboten. Zwei Rationen bestanden aus Einzelkomponenten, d. h. aus Heu (H) oder Grassilage (G) mit vergleichbarer Nährstoffzusammensetzung. Das dritte Futter war die Mischration (MR) aus diesen beiden Komponenten in einem Verhältnis von 50:50 auf Trockensubstanzbasis (TS). Das Futter wurde ad libitum angeboten. Jede Ration wurde an fünf aufeinanderfolgenden Tagen sechsmal täglich (um 9:00, 10:00, 12:00, 15:00, 16:00 und 18:00 Uhr) rückgewogen, um den Futterverzehr zu berechnen. Die Auswirkungen der Futterart, der Tageszeit, der Tierart und ihrer Wechselwirkungen auf die Futteraufnahme wurden mit einem linearen gemischte Effekte Modell analysiert.

Die Schafe fraßen im Durchschnitt täglich 2,16 kg TS (+/-0,49 Standardabweichung) G, 0,95 kg TS (+/-0,37) H und 0,56 kg TS (+/-0,38) MR, während die Ziegen 1,70 kg TS (+/- 0,58) G, 1,08 kg TS (+/-0,30) H und 0,19 kg TS (+/-0,18) MR verzehrten. Die Vorliebe für G war bei Schafen somit ausgeprägter als bei Ziegen und Schafe zeigten eine höhere Akzeptanz für MR. Außerdem unterschieden sich die Anteile der drei aufgenommenen Rationen im Laufe des Tages zwischen den Tierarten. Schafe nahmen zwischen 9:00–10:00 Uhr und 15:00–16:00 Uhr mehr G als H und MR auf und verringerten die Aufnahme von G zugunsten von H und MR während der anderen Tageszeiten. Im Gegensatz dazu fraßen die Ziegen zwischen 9:00–10:00 Uhr und 15:00–16:00 Uhr eine ähnliche Menge an H und G und gar keine MR und bevorzugten G gegenüber H während der anderen Tageszeiten.

Diese Ergebnisse zeigten, dass Milchschafe und -ziegen lieber Grassilage und Heu als Einzelkomponenten fressen als die gleichen Komponenten in einer gemischten Ration im Verhältnis 50:50. Erklärungen dafür könnten sein, dass die Tiere über den Tag variable Mischungsverhältnisse suchen und/oder dass durch das Mischen haptische oder andere

sensorische Reize der einzelnen Komponenten verlorengehen oder erheblich vermindert sein könnten.

Summary

As in cattle, mixed rations for sheep and goats aim to provide the animals with a balanced ration. However, this type of feed reduces the possibility of the behavioural pattern of small ruminants to diversify their feed and to select food components. This study investigated the acceptance of a mixed ration in dairy sheep and goats.

Twelve pairs each of dairy sheep and goats were offered three different feeds simultaneously. Two feeds consisted of single components, i.e. of hay (H) or grass silage (G) of equal nutritional value (Tab. 1). The third feed was the mixed ration (M) out of the two on a 50:50 DM ratio. Feeds were offered at libitum, and the intake of each ration was recorded 6 times a day (at 09, 10, 12, 15, 16, 18 h) for five consecutive days. The effects of feed type, time of day, experimental day, species, and all their interactions on feed intake were analysed by a linear mixed effects model.

Sheep and goats had a mean daily intake of 2.16 kg DM (+/-0.49) and 1.70 kg DM (+/-0.58) of G, of 0.95 kg DM (+/-0.37) and 1.08 kg DM (+/-0.30) of H and of 0.56 kg DM (+/-0.38) and 0.19 kg DM (+/-0.18) of M, respectively. Feed intake was consistent over experimental days. However, the preference for G was more prominent in sheep than goats, and sheep showed a higher acceptance for M. Furthermore, throughout the day, the proportions of the three feeds consumed differed between species. Sheep ate more G than H and M at 9–10 h and 15–16 h and reduced intake of G in favour of H and M during the other periods of the day. In contrast, goats ate a similar amount of H and G at 9–10 h and 15–16 h and preferred G over H during the other periods of the day.

These results show that dairy sheep and goats prefer to feed on grass silage and hay offered as single components rather than on the same components in a mixed ration of 50:50%. Explanations for this could be that the animals seek variable mixing ratios throughout the day and/or that haptic or other sensory stimuli of the individual components are lost or significantly reduced through mixing.

1 Einleitung und Studienziel

Mit der Intensivierung der Milchproduktion bei Schafen und Ziegen ist zu erwarten, dass bei diesen Tierarten auch vermehrt Mischrationen verfüttert werden, da diese bei der Fütterung von Milchkühen viele Vorteile aufweisen (Schingoethe 2017). Durch das Mischen der Einzelkomponenten soll insbesondere eine ausgewogene Ernährung für jedes Tier innerhalb einer Herde und über den gesamten Tagesverlauf gewährleistet werden. Das Anbieten separater Komponenten birgt das Risiko, dass einzelne Tiere den Zugang

zu bevorzugten Futtermitteln (z. B. Kraftfutter, Mineralien) monopolisieren oder dass die Selektion auf bestimmte Nährstoffe innerhalb des Futters dazu führt, dass rangniedere Tiere Futter von geringerer Qualität erhalten, wenn nicht alle Tiere gleichermaßen Zugang zum Futter haben.

Es ist jedoch bekannt, dass Schafe und Ziegen in natürlicher und seminatürlicher Umgebung selektiv fressen und ihre Futteraufnahme an ihren Nährstoffbedarf anpassen (Bartolomé et al. 1998, González-Pech et al. 2015, Gurung et al. 1994). Dieses Verhalten ist eine evolutionäre Anpassung an die Verfügbarkeit von Futterpflanzen, die in Bezug auf Nährstoffqualität und -quantität je nach Standort und Jahreszeit stark variieren (González-Pech et al. 2015). Die Vorfahren von Schafen und Ziegen, die vorwiegend in harschen Habitaten lebten, konnten durch die Futterselektion eine möglichst ausgewogene Nährstoffzufuhr realisieren, was für das Funktionieren des Pansens entscheidend ist. Es wurde gezeigt, dass kleine Wiederkäuer tatsächlich in der Lage sind, ihre Futterauswahl an die Bedingungen im Pansen (Forbes 2007) und ihrer Gesundheit anzupassen (Villalba und Landau 2012). Die Selektion von Futterkomponenten und -bestandteilen zeigen Ziegen und Schafe auch bei der Stallhaltung (Wahed und Owen 1986). Da Mischrationen darauf ausgelegt sind, die Futterselektion möglichst zu unterbinden, ist somit fraglich, ob diese dem selektiven Futteraufnahmeverhalten von Schafen und Ziegen ausreichend entsprechen können.

Ziel dieser Studie war es, die Akzeptanz einer Grundfutter-Mischration (von Grassilage und Heu) in Gegenwart ihrer Einzelkomponenten bei Schafen und Ziegen zu ermitteln. Alle drei Rationen wiesen eine vergleichbare und an den Bedarf angepasste Nährstoffzusammensetzung auf. Eine Futterselektion war daher aufgrund der Nährstoffversorgung nicht notwendig, sodass erwartet werden konnte, dass alle drei Rationen durchschnittlich in gleicher Menge aufgenommen werden würden.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchstiere

Vierundzwanzig weibliche Milchziegen (zehn Saanen, elf Gemsfärbige Gebirgsziegen, drei Saanen x Gemsfärbige-Kreuzungen) und 24 weibliche Milchschafe (20 Lacaunne, 4 Ostfriesen) wurden für den Versuch verwendet. Die Tiere wurden paarweise getestet, um keinen Stress durch Einzelhaltung zu verursachen. Somit ergaben sich 12 Ziegen- und 12 Schafpaare als Versuchseinheit. Alle Tiere waren drei Jahre alt und noch nie in Laktation. Das durchschnittliche Lebendgewicht vor dem Versuch betrug 67,46 kg für die Ziegen bzw. 78,42 kg bei den Schafen und nahm während der Versuchsphase um durchschnittlich 1,96 bzw. 1,19 kg zu.

Die Genehmigung zur Durchführung des Tierversuchs erfolgte vom Kantonalen Veterinäramt Thurgau, Schweiz (Genehmigungsnummer TG10/18).

2.2 Unterbringung während des Versuchs

Außerhalb der Versuchsphase wurden die Schafe und Ziegen in Gruppen gehalten. Während der Versuchsphase wurden die Tiere in Paarbuchten (2,4 m x 3,5 m) in einem Außenklimastall untergebracht. Jede Bucht verfügte über einen erhöhten Fressbereich mit zwei Fressplätzen, die durch eine feste Wand auf der Standfläche getrennt waren, jedoch innerhalb des Futtertrogs Sichtkontakt beim Fressen gewährleisteten. Der Liegebereich war mit Sägemehl eingestreut. Die Ziegenbuchten waren zusätzlich mit einem runden Tisch im Liegebereich ausgestattet, um Klettern und erhöhtes Liegen zu ermöglichen. Die Tiere blieben maximal sechs aufeinanderfolgende Tage in diesen Versuchsställen (fünf Versuchstage plus ein Gewöhnungstag). Die Abmessungen des Versuchsstalls erlaubten es, acht Paare gleichzeitig zu untersuchen (vier Ziegen- und vier Schafpaare), sodass die Tiere in drei Versuchsdurchgängen getestet wurden.

2.3 Versuchsfütterung

Es wurden gleichzeitig drei verschiedene Rationen gefüttert, die im Protein- und Fasergehalt und dem berechneten Energiegehalt sehr ähnlich waren (Tab. 1). Zwei davon waren Einzelkomponenten-Rationen aus Heu (H) oder aus Grassilage (G), die auf 3–4 cm Länge geschnitten waren. Die dritte Ration war eine Mischration (MR), die aus dem gleichen Heu und der gleichen Grassilage im Verhältnis von 50:50 auf Trockensubstanzbasis bestand.

Tab. 1: Chemische Zusammensetzung von Heu und Grassilage und der daraus gebildeten Mischration
Tab. 1: Chemical composition of hay, grass silage and the mixed ration

	Einheit	Heu	Grassilage	MR
Trockensubstanz (TM)	%	91,2	31,4	50,7
Rohprotein	g/kg TM	115,7	129,7	126,7
Lignozellulose (ADF)	g/kg TM	281,0	272,0	271,3
Zellwände (NDF)	g/kg TM	541,0	459,3	513,0
Milchproduktionspotenzial (NEL)*	MJ/kg TM	4,7	4,9	4,8
APDE*	g/kg TM	76,7	67,3	73,4
APDN*	g/kg TM	73,3	81,7	80,2

MR = Mischration; * = berechnet (Agroscope 2021); APDE = absorbierbares Protein im Darm, welches aus fermentierbaren Energie gebildet wurde; APDN = absorbierbares Protein im Darm, welches aufgrund aus abbaubarem Rohprotein gebildet wurde

Die drei Rationen wurden in separaten Kunststoffbehältern nebeneinander in den Futtertrögen angeboten. Die Position der drei Behälter wurde täglich nach dem Zufallsprinzip gewechselt, um eine Interaktion mit möglichen Seitenpräferenzen zu vermeiden. Jede Ration wurde zu 100% der täglichen TS-Aufnahme der Tiere angeboten. Der individuelle TS-Verzehr wurde anhand der maximalen Futteraufnahme der Tiere in früheren Versuchen mit ähnlichen Rationen geschätzt.

Alle drei Futterrationen waren den Tieren aus vorhergehenden Versuchen bekannt. Dennoch erfolgte eine Habituiierungsphase vor Versuchsstart (Meier et al. 2012). Zehn Tage vor den Versuchen erhielten alle Tiere im Gruppenstall täglich eine der drei Versuchsrationen ab libitum, wobei die Ration täglich gewechselt wurde, sodass alle Tiere Erfahrungen mit jedem Futtermittel hatten. Insgesamt erhielten sie vor der Versuchsphase an vier Tagen die Mischration, an drei Tagen Grassilage und an drei Tagen Heu.

2.4 Versuchsaufbau

Die Versuchsphase dauerte fünf Tage. Fünfzig Prozent der Tagesration an Frischfutter wurde morgens um 9:00 Uhr verabreicht und um 15:00 Uhr wieder auf 50% der Tagesration aufgefüllt. Jeder Futterbehälter wurde sechsmal am Tag rückgewogen, und zwar um 10:00, 12:00, 15:00, 16:00 und 18:00 Uhr und um etwa 8:30 Uhr am nächsten Morgen, um die Futterraufnahme jeder Ration über den Tag zu berechnen.

Die drei Futterrationen wurden jeden Tag beprobt und für jede der drei Gruppen gepoolt auf ihre Inhaltsstoffe analysiert. Jede einzelne Futterprobe wurde für 48 Stunden bei 60 °C getrocknet, um den Trockensubstanzgehalt zu bestimmen und dann je Gruppe zusammen gemahlen und nasschemisch analysiert.

2.5 Datenanalyse

Für die statistischen Analysen und die Datenvisualisierung wurde das Open-Source-Programm R Studio Pro, Version 1.2.5042 1, verwendet. Als Messwert für Futterpräferenz wurden die Verzehrmenen jeder Futterration herangezogen. Zur Vergleichbarkeit wurden diese jeweils täglich auf ihre Trockensubstanz berechnet und anschließend auf das Lebendgewicht (LG = Körpergewicht $\text{kg}^{0.75}$) des Tierpaares bezogen (Summe des LG beider Individuen), im Folgenden als TS-Verzehr bezeichnet.

Mittels eines linearen gemischten Effekte Modells wurde der Effekt der Futterration auf den TS-Verzehr der Tiere berechnet, einschließlich aller interaktiver Effekte der Tierart und den verschiedenen Zeitabschnitten über den Tag. Das Modell wurde schrittweise um die Interaktionen reduziert und mit dem vollen Modell verglichen, um die Bedeutung jeder Interaktion an der Gesamtvarianz der Daten zu schätzen.

Weiter wurde untersucht, ob es Präferenzen für die einzelnen Futterrationen gab. Hierfür wurde davon ausgegangen, dass – falls keine Präferenzen vorliegen – der erwartete TS-Verzehr ein Drittel der Summe des TS-Verzehrs der drei Futterrationen für jeden Zeitpunkt und für jedes Paar wäre (= Summe des TS-Verzehrs von Heu, Gras und MR geteilt durch 3). Dieser Wert wurde mit den tatsächlichen Verzehrswerten (als Faktor mit vier Stufen) zu jedem Zeitabschnitt in einem linearen gemischten Effekte Modell verglichen. Bei Vorliegen einer signifikanten Abweichung wurde ein paarweiser Post-hoc-Vergleich berechnet (package „emmeans“), um den Unterschied zwischen dem erwarteten Verzehr und den drei einzelnen Futterrationen zu ermitteln, wobei der p-Wert mit einem Tukey-Verfahren für Mehrfachtests angepasst wurde.

Um Mehrfachmessungen pro Gruppe (fünf Tage), pro Versuchstag (sechsmal) und pro Paar zu berücksichtigen, wurden diese Faktoren als genestete Zufallseffekte, ebenso wie das Datum als gekreuzter Zufallseffekt in die Modelle aufgenommen. Die Modellresiduen der Daten wurden mithilfe des DHARMA-Pakets grafisch dargestellt und visuell auf Normalverteilung und Homoskedastizität geprüft. Um die Modellvoraussetzungen zu erfüllen, erfolgte eine Transformation des TS-Verzehrs mit der Quadratwurzel.

3 Ergebnisse

Die tägliche Futteraufnahme von Grassilage war sowohl bei Schafen mit ca. 2,2 kg TS als auch bei Ziegen mit 1,7 kg TS hoch (Tab. 2). Der Verzehr von MR war bei beiden Tierarten sehr gering und wurde von Ziegen zu den Hauptfresszeiten zwischen 9:00–10:00 Uhr und 15:00–16:00 Uhr gar nicht gefressen (Tab. 2).

Tab. 2: Mittlerer Trockensubstanzverzehr (in Gramm pro Tier) von Ziegen und Schafen zu verschiedenen Tageszeiten

Tab. 2: Mean dry matter intake (in gram per day) of goats and sheep at different periods of the day

	9:00–10:00	10:00–12:00	12:00–15:00	15:00–16:00	16:00–18:00	18:00–n.M.	Pro Tag	SD
Ziegen								
Grassilage	237,6	194,6	284,30	221,4	313,5	445,4	1696,8	± 584
Heu	251,0	86,6	180,9	190,1	104,1	263,0	1075,6	± 299
MR	0,0	9,2	24,3	0,0	15,5	152,6	201,5	±183
Total	488,6	290,42	489,5	411,5	433,0	861,0	2973,8	
<i>Pro Stunde</i>	<i>488,6</i>	<i>145,21</i>	<i>163,1</i>	<i>411,5</i>	<i>216,5</i>	<i>57,4</i>		
Schafe								
Grassilage	451,5	193,1	346,8	310,9	370,3	486,6	2159,2	± 491
Heu	139,4	113,5	159,8	77,2	170,0	286,3	946,2	± 368
MR	32,8	44,3	87,0	39,3	83,9	273,5	560,8	± 379
Total	623,7	350,9	593,5	427,4	624,2	1046,4	3666,1	
<i>Pro Stunde</i>	<i>623,7</i>	<i>175,4</i>	<i>197,8</i>	<i>427,4</i>	<i>312,1</i>	<i>69,7</i>		

n. M. = nächster Morgen; MR = Mischration

Die Modellberechnung ergab, dass sich der anteilige Verzehr der drei Rationen zu den unterschiedenen Tageszeiten zwischen Schafen und Ziegen unterschied (Interaktion Tierart : Futterration : Tageszeit, $\chi^2 = 88,0$; $p < 0,001$). Es gab vor allem generell unterschiedliche Verzehrsmengen für Heu, Grassilage und MR zwischen den Tierarten (Interaktion Tierart : Futterration, $\chi^2 = 88,9$; $p < 0,001$), sowie Verzehrsmengenunterschiede der drei Rationen zu den unterschiedenen Tageszeiten (Interaktion Futterration : Zeit, $\chi^2 = 75,8$; $p < 0,001$). Ein Unterschied im allgemeinen Verzehr zu den unterschiedenen Tageszeiten war zwischen Ziegen und Schafen nicht nachweisbar (Interaktion Tierart : Zeit, $\chi^2 = 9,3$; $p = 0,10$).

Der TS-Verzehr aller drei Rationen unterschied sich bei Schafen signifikant von der erwarteten TS-Aufnahme, wobei Grassilage deutlich mehr ($t = 12,5$; $p < 0,001$) und Heu ($t = 5,3$; $p < 0,001$) und MR weniger als erwartet gefressen wurden ($t = 11,2$; $p < 0,001$). Die Ziegen zeigten ebenfalls einen höheren TS-Verzehr bei Grassilage ($t = 10,4$; $p < 0,001$) und einen niedrigeren bei MR ($t = 15,4$; $p < 0,001$), aber eine TS-Aufnahme von Heu, die dem erwarteten Wert entsprach ($t = 1,7$; $p = 0,68$).

4 Diskussion

Die Ergebnisse dieser Studie konnten zeigen, dass bei freier Wahlmöglichkeit zwischen Grassilage, Heu und einer Mischration aus denselben Futterkomponenten Milchschafe und -ziegen eine sehr deutliche Präferenz für die Einzelkomponenten gegenüber der Mischration zeigten.

Die Mischration wurde in den Nebenfresszeiten zwar immer wieder gefressen, der Verzehr war zu den Hauptfresszeiten für Schafe aber nur minimal und die Ziegen frassen sie nahezu gar nicht. Alle drei angebotenen Futterrationen hatten vergleichbare und an die Bedürfnisse der getesteten Tiere angepasste Nährstoffgehalte. Eine rein auf Futterqualität basierende Auswahl der Futteraufnahme (Forbes 2007) hätte im Durchschnitt zu einem ausgeglichenen Futterverzehr der drei angebotenen Futterrationen führen müssen. Dies zeigt, dass kleine Wiederkäuer ihre Futteraufnahme zumindest nicht ausschließlich aufgrund vom Makronährstoff regulieren. Anzumerken ist, dass die Versuchstiere nicht in Laktation oder trächtig waren und damit das Verhalten nicht uneingeschränkt übertragbar ist. Zumindest in Studien mit Ziegen konnte bisher jedoch kein Zusammenhang der Futterpräferenz mit dem physiologischen Stadium von Trächtigkeit oder Laktation gefunden werden (Morand-Fehr 2003).

Eine Erklärung, warum die Einzelkomponenten Grassilage und Heu gegenüber der Mischration deutlich bevorzugt wurden, könnte sein, dass für Ziegen und Schafe auch sensorische Eigenschaften (z.B. Haptik, Geruch) für die Futterauswahl wichtig sind (Scherer et al. 2019). Es ist möglich, dass die sensorischen Eigenschaften von Heu (u. a. trocken) bzw. Grassilage (u. a. feucht) durch das Mischen in der Mischration verloren gingen oder erheblich vermindert wurden. Diese Vermutung müsste in weiteren Studien gezielt untersucht werden, um die Akzeptanz von Mischrationen verbessern zu können.

Eine weitere Erklärung für die vorliegenden Ergebnisse könnte das vorgegebene Mischverhältnis der Mischration (Heu zu Grassilage 50:50) sein. Meier et al. (2012) schlussfolgerten, dass Wiederkäuer ihre Futteraufnahme zu Hauptfresszeiten auf Futtereigenschaften wie den Geruch basieren, während sie im Laufe des Tages andere Futtermittel konsumieren, um das Pansenmilieu zu optimieren. Bei beiden Tierarten unterschied sich das Verhältnis der drei Futterkomponenten zwischen den Hauptfresszeiten nach der Befüllung der Futterbehälter mit frischem Futter (zwischen 9:00–10:00 und 15:00–16:00 Uhr) und den sekundären Mahlzeiten (andere Perioden über den Tag),

obwohl es aufgrund der Nährstoffzusammensetzung der drei Rationen keinen Anlass gab, die Aufnahme anpassen zu müssen. Die Schafe zeigten zu keiner der Tageszeiten ein Mischungsverhältnis von Grassilage zu Heu wie in der Mischration. Die Ziegen frassen zwar zu den Hauptfresszeiten Heu und Grassilage im Verhältnis von etwa 50:50 (aber keine Mischration), wichen aber in den Nebenfresszeiten davon ab. Diese tageszeitabhängige Variation in der Futteraufnahme kann somit mit einer Mischration mit konstantem Mischverhältnis nicht erreicht werden. Es ist möglich, dass durch ihre evolutionäre Anpassung bei Schafen und Ziegen das Verhalten, eine Vielzahl verschiedener Pflanzen zu suchen und zu fressen (Sanon et al. 2007), sehr stark ausgeprägt ist, da es unter natürlichen Bedingungen eine ausgewogene Ernährung sicherstellt (Provenza et al. 2007).

Insgesamt lässt sich aus den Resultaten schlussfolgern, dass Ziegen und Schafe es bevorzugen, die Einzelkomponenten Heu und Grassilage unvermischt und in unterschiedlichen Anteilen über den Tag verteilt zu fressen. In der Praxis wird jedoch eine große Variation an Futterkomponenten und den sich daraus ergebenden Mischrationen gefüttert (Wiederkehr et al., 2021). Um zu beurteilen, ob Milchschafe und -ziegen generell Einzelfuttermittel gegenüber Mischrationen bevorzugen, müsste eine Vielzahl an verschiedenen Mischrationen gegen ihre jeweiligen Einzelfuttermittel untersucht werden. Von besonderem Interesse wäre hier das Fressverhalten bei Totalmischrationen zu untersuchen, welche alle nötigen Futterkomponenten für die optimale Versorgung der Tiere beinhalten inklusive aller Mineralzusätze und Salze sowie Kraftfutter für Tiere in der Produktionsphase.

Literatur

- Bartolomé, J.; Franch, J.; Plaixats, J.; Seligman, N. (1998): Diet selection by sheep and goats on Mediterranean heath-woodland range. *Rangeland Ecology/Management Journal of Range Management Archives* 51(4), pp. 383–391, <https://doi.org/10.2307/4003322>
- Forbes, J.M. (2007): A personal view of how ruminant animals control their intake and choice of food: minimal total discomfort. *Nutrition Research Reviews* 20(2), pp. 132–146, <https://doi.org/10.1017/SO954422407797834>
- González-Pech, P.G.; Torres-Acosta, J.F.D.J.; Sandoval-Castro, C.A.; Tun-Garrido, J. (2015): Feeding behavior of sheep and goats in a deciduous tropical forest during the dry season: The same menu consumed differently. *Small Ruminant Research* 133, pp. 128–134, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.08.020>
- Gurung, N.K.; Jallow, O.A.; McGregor, B.A.; Watson, M.J., McIlroy, B.K.M.H.; Holmes, J.H.G. (1994): Complementary selection and intake of annual pastures by sheep and goats. *Small Ruminant Research* 14(3), pp. 185–192, [https://doi.org/10.1016/0921-4488\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0921-4488(94)90039-6)
- Meier, J.S.; Kreuzer, M.; Marquardt, S. (2012): Design and methodology of choice feeding experiments with ruminant livestock. *Applied Animal Behaviour Science*, 140(3–4), pp. 105–120, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.04.008>

- Morand-Fehr, P. (2003): Dietary choices of goats at the trough. *Small Ruminant Research* 49(3), pp. 231–239, [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(03\)00141-X](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(03)00141-X)
- Provenza, F.D.; Villalba, J.J.; Haskell, J.; MacAdam, J.W.; Griggs, T.C.; Wiedmeier, R.D. (2007): The Value to Herbivores of Plant Physical and Chemical Diversity in Time and Space. *Crop Science* 47(1), pp. 382–398, <https://doi.org/10.2135/cropsci2006.02.0083>
- Sanon, H.O.; Kaboré-Zoungrana, C.; Ledin, I. (2007): Behaviour of goats, sheep and cattle and their selection of browse species on natural pasture in a Sahelian area. *Small Ruminant Research*, 67(1), pp. 64–74, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.09.025>
- Scherer, R.; Gerlach, K.; Südekum, K.H. (2019): Decision-making of goats when exposed to choice feeding: Triggered by taste or smell? *Applied Animal Behaviour Science* 210, pp. 46–51, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.10.007>
- Schingoethe, D.J. (2017): A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 100(12), pp. 10143–10150, <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12967>
- Villalba, J.J.; Landau, S.Y. (2012): Host behavior, environment and ability to self-medicate. *Small Ruminant Research* 103(1), pp. 50–59, <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.10.018>
- Wahed, R.; Owen, E. (1986): Comparison of sheep and goats under stall-feeding conditions: roughage intake and selection. *Animal Science* 42(1), pp. 89–95, <https://doi.org/10.1017/S0003356100017761>
- Wiederkehr, D.; Purtschert, L.; Frick, A.; Keil, N.; Berthel, R.; Scheurer, A. (2021): Management der Winterfütterung auf Milchziegen- und Milchschaftbetrieben. *Forum Kleinwiederkäuer* 4

Danksagung/Förderhinweis

Finanzierung durch BLV (2.19.e).

Dank geht an das Zentrum für tiergerechte Haltung für Wiederkäuer und Schweine für den fachlichen Austausch und die Unterstützung, an das technische und tierpflegerische Personal in Tänikon und an die Praktikantin Alisha Deichelbohrer für ihre tatkräftige Unterstützung bei der Ausführung des Experiments und an Sébastien Dubois und sein Team vom Kompetenzbereich Methodenentwicklung und Analytik, Agroscope Posieux für die Durchführung der chemischen Analysen.

Weideschlachtung bei Rindern: Zuschauer nicht vergessen

On-farm slaughter in cattle: Don't forget the bystanders

WOLF LAST, EDNA HILLMANN, LORENZ GYGAX[✉]

Zusammenfassung

Wenn es um Vor- und Nachteile der Weideschlachtung geht, steht meist das zu schlachtende Tier im Fokus. In der vorliegenden Untersuchung wurden nun die Reaktionen der Begleittiere von zu schlachtenden Tieren in einem Weideschlachtsystem beurteilt. Das Betäuben durch Bolzenschuss sowie das Töten durch Kehlschnitt fanden in einem Fangstand statt. Beobachtet wurde die Herde an Tagen mit Schlachtung und an einem Kontrolltag, an dem die Tiere zur Kastration durch die Anlage getrieben wurden. Grundsätzlich fanden alle Arbeiten durch den Tieren bekannte Personen statt – jedoch mit Ausnahmen. Die Begleittiere zeigten an Schlachttagen eine größere Wahrscheinlichkeit im Treibgang Widerstand zu leisten und den Fangstand galoppierend zu verlassen. Die Wahrscheinlichkeit einer solchen Reaktion nahm mit zunehmender Distanz zu einem geschlachteten Tier wieder ab. Dies gibt Hinweise darauf, dass die Schlachttage eine gewisse Belastung der zuschauenden Tiere mit sich brachten. Ob diese Belastung jedoch direkt von der Schlachtung oder indirekt durch das vermutlich angespanntere Verhalten der beteiligten Personen verursacht ist, kann mit der aktuellen Studie nicht geklärt werden.

Summary

Whenever advantages and disadvantages of on-farm slaughter are discussed the to-be-slaughtered animal is in the focus. In this current study, the reactions of the animals accompanying the to-be-slaughtered animal were assessed in an on pasture slaughter system. Stunning with a captive-bolt pistol and killing by bleeding the neck arteries took place in a squeeze. The herd was observed on days with slaughtering and on a control day, on which the animals were driven through the system for castrating some animals. In principle, all tasks were performed by the same people on all days with some exceptions. The bystanders showed a higher probability of resistance in the chute and of leaving the squeeze galloping on slaughter days in comparison with the control day. This probability decreased with increasing distance after a slaughtered animal. This indicates that this form of on pasture slaughter inflicted a certain strain on the on-looking animals. Whether this strain was caused directly by the witnessing of another animal being slaughtered or by the behaviour of the people involved cannot be resolved based on the current study.

1 Einleitung und Zielsetzung

Bis 2011 waren in Deutschland auf landwirtschaftlichen Betrieben nur Notschlachtungen erlaubt. Heute dürfen im Freiland gehaltene Tiere auf den Betrieben geschlachtet werden, wenn eine entsprechende Bewilligung vorliegt und ein Schlachthaus zur Zerlegung der Körper innerhalb einer Stunde erreicht werden kann (BMJ 2007/2020 § 12, Abschnitt 2). Eine sogenannte Weideschlachtung wird in Bezug auf das Tierwohl positiv gesehen, weil ein Transport der zu schlachtenden Tiere nicht nötig ist und weil davon ausgegangen wird, dass der Tod für die Tiere unerwartet und damit ohne Angst eintritt (Schiffer et al. 2013, 2014).

Es gibt jedoch verschiedene Formen der Weideschlachtung. Tiere können dabei direkt auf der Weide oder in einem bestimmten Auslaufbereich aus der Herde mit der Kugel geschossen werden (Schiffer et al. 2013, 2014). Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist es, dass die Tiere für die Tötung in keine andere Umgebung oder Situation gebracht werden müssen. Es ist jedoch ein guter Schütze nötig, damit auch mit dieser Vorgehensweise eine sichere Betäubung auf Antrieb erreicht werden kann. Alternativ werden die Tiere auf der Weide durch einen Treibgang in einen Fangstand getrieben, wo die zu schlachtenden Tiere betäubt und getötet werden. Die Kontrolle dieser Tiere ist in diesem System einfacher, die restlichen Tiere einer Herde werden aber wie bei einer anderweitigen Behandlung auch durch die Fangeinrichtungen getrieben, was zu einer Belastung führen kann. Umgekehrt ist der Schlachtprozess für die Tiere einer Herde dann nicht außergewöhnlich, wenn sie ein solches Prozedere gewohnt sind und allenfalls sogar eine gewisse Belohnung im Verlauf der Prozedur erwarten. Hier werden Schlachtungen in einem solchen System ohne vorherige Gewöhnung untersucht.

In allen bisherigen Überlegungen stand das zu schlachtende Tier im Fokus der Aufmerksamkeit, die Auswirkungen auf die zuschauenden Tiere wurden entsprechend bisher vernachlässigt (Schiffer 2015). Diese sollten in die Gesamtbetrachtung miteinbezogen werden, insbesondere weil sie ja wiederholt Zeugen der Tötung eines Herdenmitglieds werden können.

Hier sollte nun ein erstes Mal untersucht werden, ob Tiere einer Mutterkuhherde auf die Tötung von Herdenmitgliedern in einem Fangstand mit Verhaltensänderungen reagieren, die auf Stress hinweisen können (Widerstand im Treibgang, Aufmerksamkeit in Richtung von Spuren der Schlachtung und Austrittsgeschwindigkeit aus dem Fangstand). Diese Reaktionen am Schlachttag wurden mit denen eines Tages verglichen, an dem einige Kälber unblutig kastriert wurden. Basierend auf bisherigen Untersuchungen zur fehlenden Stressreaktion bei zuschauenden Tieren in Schlachthöfen oder bei der Weideschlachtung (Grandin 1994, Schiffer 2015, Schiffer et al. 2015, Probst et al. 2017) erwarteten wir auch in diesem System keine erhöhte Stressreaktion an den Schlachttagen.

2 Material und Methoden

2.1 Tiere und Tierhaltung

Die Studie wurde von Juli bis Dezember 2020 an einer Herde von Hereford Mutterkühen im Bezirk Teltow-Fläming (Brandenburg, Deutschland) durchgeführt. Die Herde wurde ganzjährig auf rotierenden Weiden gehalten und von November bis März mit Silage zugefüttert. Sie bestand zu Beginn der Studie aus 62 adulten Kühen und 31 Ochsen älter als 24 Monate (im Schnitt waren die adulten Tiere 42 ± 43 Monate alt) sowie 17 weiblichen und 14 (unkastrierten) männlichen Tieren jünger als 24 Monate. Da alle Situationen Standardabläufen auf dem Betrieb entsprachen, wurde die Beobachtung durch den zuständigen Veterinär nicht als Tierversuch nach dem Gesetz eingestuft und es musste keine Tierversuchsbewilligung eingeholt werden.

Zur Schlachtung bzw. Kastration wurde die Herde erst mit Futter auf eine kleine Weidefläche (0,4 ha), die auch normalerweise zur Verfügung stand, gelockt und dort eingesperrt. Die Tiere konnten dann in eine angrenzend eingezäunte Sortierbucht getrieben werden (200 m²; alle Zäune 1,6 m hoch). Dort wurden die Tiere mithilfe von Schwingtoren in Untergruppen von etwa zehn Tieren geteilt und über eine kleinere Wartebucht in einen Treibgang (0,8 x 12 m) geführt. In diesem konnten Tiere von beiden Seiten getrieben werden und er endete in einem Behandlungsstand (Modell S04, Priefert Ranch Equipment, Mount Pleasant, TX, USA). Der Treibgang wurde jeweils komplett geleert, bevor die nächste Untergruppe aus der Wartebucht in den Treibgang gelassen wurde. Die zu behandelnden oder zu schlachtenden Tiere wurden im Treibgang anhand ihrer Ohrmarke identifiziert. Die Tiere in derselben Untergruppe hinter dem zu behandelnden / zu schlachtenden Tier blieben während der Behandlung / Schlachtung im Treibgang.

Ein zu schlachtendes Tier wurde im Behandlungsstand vereinzelt und dessen Kopf fixiert. Ein ausgebildeter Schlachter betäubte dann das Tier mit einem Bolzenschuss und entblutete es mit einem Schnitt in die Halsschlagadern. Nach dem Ausbluten wurde das tote Tier mit einem Frontlader auf einen Anhänger gehoben. Nachdem alle an einem Tag zu schlachtenden Tiere aufgeladen waren (im Maximum zwei; an einem Tag eine zusätzliche Notschlachtung), fuhr der Schlachter mit den Tieren zu einem nahen Schlachthof, um die Tiere zu zerteilen. Das Durchtreiben der Tiere an einem Schlachttag dauerte etwa 2,5 h.

Am Kontrolltag wurden neun Bullenkälber durch einen Tierarzt sediert, aus dem Fangstand entlassen und anschließend auf der Weide mit der Burdizzo-Zange unblutig kastriert

Zur Auswertung wurden die Daten von einem Kontrolltag (51 Tiere beobachtet) und drei Schlachttagen (jeweils 31, 31 und 39 Tiere beobachtet) berücksichtigt.

2.2 Beobachtung

Zur Erfassung des Verhaltens der Tiere wurden die Aufzeichnungen von drei Camcordern (HDR-CX240E, Sony, Minato, Japan) eingesetzt. Einer zeigte den Treibgang von der Seite, einer den Treibgang aus der Sicht des Behandlungsstandes (von oben) und einer war frontal zum Ausgang des Behandlungsstandes aufgestellt.

Die Tieridentifikation erfolgte aufgrund der Ohrmarken in den Videobildern und von Listen der Ohrmarkennummern, die in Direktbeobachtung erstellt bzw. auf die Tonspur der Videos gesprochen wurden. Tiere unter 24 Monaten konnten sich im Treibgang umdrehen und aneinander vorbeigehen. Darum wurden sie für die Auswertung nicht berücksichtigt.

Bei den Tieren, die älter als 24 Monate waren und an den Beobachtungstagen weder behandelt noch geschlachtet wurden, wurden anhand der Videoaufzeichnungen folgende Indikatoren erfasst:

Widerstand: Der Widerstand im Treibgang wurde als nicht vorhanden, leicht oder stark eingestuft (Burdick et al. 2011, Chen et al. 2015, Grandin und Shivley 2015, Daigle et al. 2020). Dabei wurde jedes Tier von dem Zeitpunkt an beobachtet, in dem es den Treibgang vollständig betreten hatte, bis es ihn wieder vollständig verlassen hatte. Kein Widerstand wurde erfasst, wenn ein Tier allein durch Ansprache konstant vorwärtsgetrieben werden konnte. Bei leichtem Widerstand stoppte das Tier mindestens einmal pro 5 m, starker Widerstand wurde notiert bei > 5-mal / 5 m stoppen. Entsprechend war die Geschwindigkeit des Tieres ungleichmäßig. Die Treiber mussten leichte Handklatscher einsetzen (starker Widerstand: starke Handschläge oder Stock). Starker Widerstand konnte nur in neun von 152 Passagen beobachtet werden, sodass nur leichter oder starker versus kein Widerstand statistisch analysiert wurde.

Riechen: ja oder nein. Bei einem Tier wurde riechen erfasst, wenn es direkt beim Austreten aus dem Behandlungsstand seine Nase für mindestens eine Sekunde an die Stelle am Boden senkte, wo Körperflüssigkeiten des geschlachteten Tieres vorhanden sein konnten (Anil et al. 1997, Neuhaus 2015, Maestro 2019). Riechen konnte insgesamt nur in fünf von 152 Austritten beobachtet werden und wurde daher nicht weiter ausgewertet.

Hohe Austrittsgeschwindigkeit: ja oder nein. Eine hohe Austrittsgeschwindigkeit aus dem Behandlungsstand war gegeben, wenn ein Tier nach Verlassen des Standes die ersten zehn Meter galoppierend zurücklegte (Vilensky et al. 1991, Curley et al. 2006, Burdick et al. 2011, Veters et al. 2013, Chen et al. 2015).

Zudem wurde für jedes Tier die Zugehörigkeit zur Untergruppe, die Position nach dem behandelten oder geschlachteten Tier und die Gesamtposition erfasst. Alle Untergruppen zwischen zwei behandelten oder geschlachteten Tieren wurden als eine Untergruppeneinheit betrachtet. Die Position nach dem behandelten oder geschlachteten Tier war die Angabe, als wievieltes Tier ein Rind nach dem behandelten oder geschlachteten durch den Fangstand ging. Die Gesamtposition entsprach der Angabe, als wievieltes Tier an einem gegebenen Tag ein Rind durch den Fangstand ging.

2.3 Statistische Auswertung

Die Datenauswertung erfolgte basierend auf generalisierten gemischte Effekte Modellen in R Version 4.0.4 (R Core Team 2020) mithilfe des Pakets `blme` (Chung et al. 2013, einer Erweiterung des Pakets `lme4`, Bates et al. 2015). Vorhandener Widerstand und hohe Austrittsgeschwindigkeit dienten als dichotome Zielvariablen in je einem eigenen Modell.

Die Art der Behandlung (Faktor mit zwei Stufen: Kontrolle – Schlachtung), die Position nach dem behandelten Tier (kontinuierlich), die Gesamtposition (kontinuierlich) sowie alle möglichen Interaktionen wurden als fixe Effekte berücksichtigt. Um die Schätzung der Effekte (und die p-Werte) sinnvoll interpretieren zu können, wurde für die Art der Behandlung ein Summenkontrast benutzt und die kontinuierlichen Variablen wurden normalisiert. Die Identität der Tiere (wiederholt über die Tage) und die Untergruppeneinheit (spezifisch für jeden der Tage) wurden als zufällige Effekte berücksichtigt. Die Modellannahme wurde grafisch überprüft (Paket `DHARMA`, Hartig 2020) und keine relevanten Abweichungen festgestellt.

Das Design der Studie (nur ein Kontrolltag, nur eine Herde) lässt per se keine schließende Statistik mit hoher externer Validität zu. Somit diente die Auswertung hier vor allem dazu, Hypothesen zu generieren. Die Interpretation der Daten stützen wir entsprechend auf die Modellschätzungen (Anhang, Tab. 1).

3 Ergebnisse

Insgesamt zeigte sich ein ähnliches Muster für die Wahrscheinlichkeit von großem Widerstand im Treibgang und einer hohen Geschwindigkeit beim Austritt (Abb. 1 und 2). Unabhängig von der Art des Tages (Kontrolle oder Schlachtung) nahm die Wahrscheinlichkeit dieser Reaktionen mit zunehmend späterer Position in der Gesamtreihenfolge zu (Abb. 1 und 2, dargestellt von oben nach unten). Insbesondere für die hohe Austrittsgeschwindigkeit nahm an den Kontrolltagen diese Wahrscheinlichkeit ebenfalls mit der Position nach dem behandelten Tier zu, was insgesamt zu einer immer größeren Wahrscheinlichkeit der Reaktionen im Gesamtablauf führt. An den Schlachttagen nahm die Wahrscheinlichkeit der Reaktionen mit der Position nach dem behandelten Tier jedoch ab. Insgesamt war die Wahrscheinlichkeit einer Reaktion an den Schlachttagen jedoch größer als an den Kontrolltagen (Abb. 1 und 2).

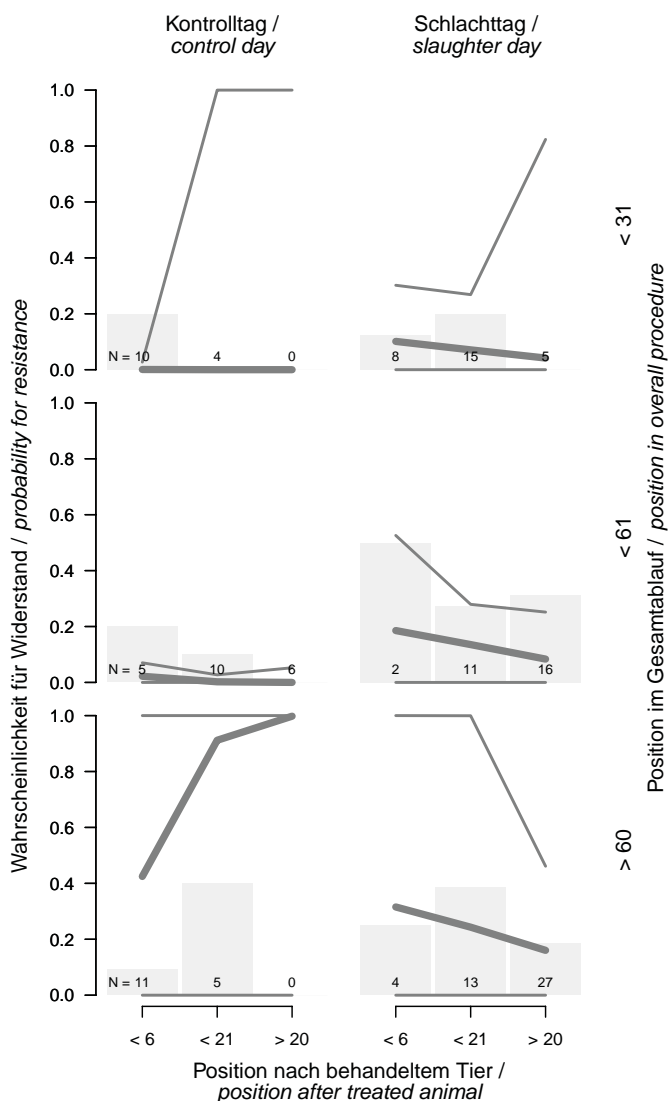


Abb. 1: Die Wahrscheinlichkeit eines Widerstands im Treibgang in Abhängigkeit vom Typ des Tages, der Position nach dem behandelten Tier und der Gesamtposition. Beobachtete Anteile als graue Säulen unter Angabe der Anzahl Beobachtungen. Modellschätzungen mit 95 % Konfidenzintervall als Linien. Für die Schätzungen wurden die Positionen 3, 12, 25 für die Position nach dem behandelten Tier und 15, 45, 75 für die Gesamtposition gewählt.

Fig. 1: Probability of resistance in the chute in dependence of the type of day, the position after the treated animal and the overall position. The observed proportions are given as grey bars with the number of observations indicated. Model estimates with 95 % confidence intervals as lines. For the estimates, positions 3, 12, 25 and 15, 45, 75 for the position after the treated animal and overall were chosen, respectively.

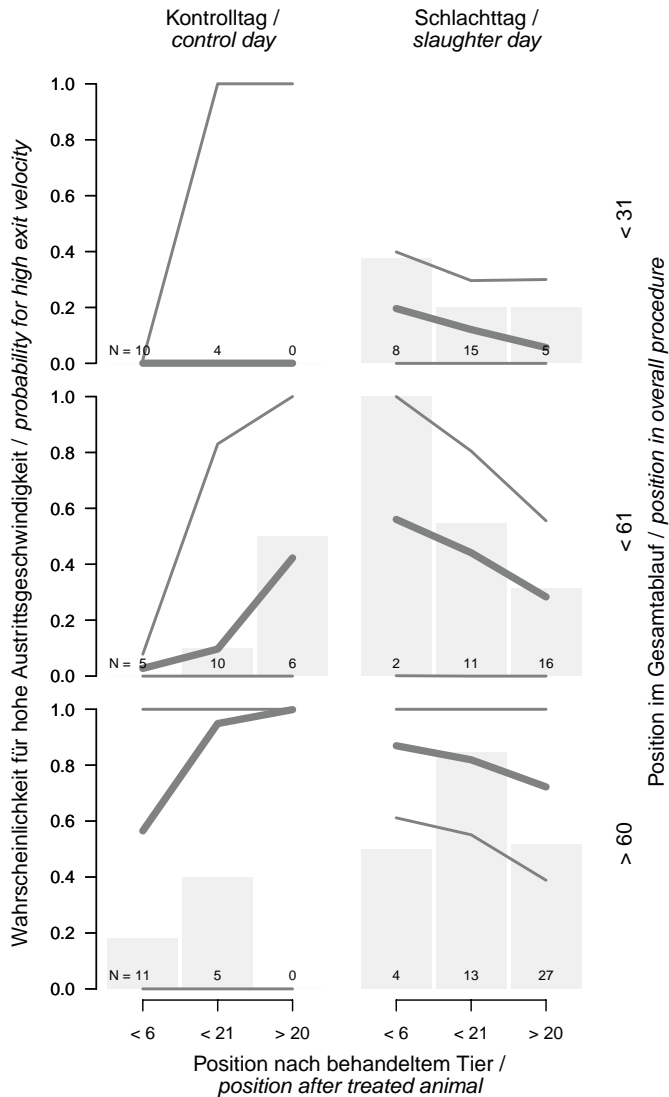


Abb. 2: Die Wahrscheinlichkeit einer hohen Austrittsgeschwindigkeit beim Verlassen des Behandlungsstandes in Abhängigkeit vom Typ des Tages, der Position nach dem behandelten Tier und der Gesamtposition. Beobachtete Anteile als graue Säulen unter Angabe der Anzahl Beobachtungen. Modellschätzungen mit 95 % Konfidenzintervall als Linien. Für die Schätzungen wurden die Positionen 3, 12, 25 für die Position nach dem behandelten Tier und 15, 45, 75 für die Gesamtposition gewählt.

Fig. 2: Probability of a high exit velocity while leaving the treatment crate in dependence of the type of day, the position after the treated animal and the overall position. The observed proportions are given as grey bars with the number of observations indicated. Model estimates with 95 % confidence intervals as lines. For the estimates, positions 3, 12, 25 and 15, 45, 75 for the position after the treated animal and overall were chosen, respectively.

4 Diskussion

Diese Studie wurde nur auf einem Betrieb und anhand von drei Beobachtungstagen mit Schlachtungen und einem Kontrolltag mit anderen Behandlungen durchgeführt. Sie muss also als pilotartig und explorativ gelten und kann dazu dienen, Hypothesen zur weiteren Untersuchung zu generieren.

Es war auffällig, dass die Rinder, die eine Schlachtung beobachten konnten, nur sehr selten die Stellen berochen, wo es möglicherweise direkte Spuren der Schlachtung gab. Dies weist darauf hin, dass es während des Durchtreibens durch den Behandlungsstand wenig direkte Aufmerksamkeit zu den Anzeichen einer Tötung gab. Auf der anderen Seite wurde ersichtlich, dass die Tiere an Schlachttagen im Vergleich zum Kontrolltag im Mittel (mit sehr großer Variabilität und entsprechend großen Konfidenzintervallen) häufiger einen hohen Widerstand im Treibgang vor dem Behandlungsstand wie auch eine hohe Austrittsgeschwindigkeit aus dem Behandlungsstand zeigten. Gleichzeitig nahm diese Reaktion an den Schlachttagen mit zunehmender Distanz zu einem geschlachteten Tier ab, während die Wahrscheinlichkeit dieser Reaktionen am Kontrolltag generell mit der Position im Gesamt Ablauf zuzunehmen schien. Dies weist auf eine gewisse erhöhte Stressreaktion an Schlachttagen hin, die im Widerspruch zu bisherigen Untersuchungen steht (Grandin 1994, Schiffer 2015, Schiffer et al. 2015, Probst et al. 2017).

Qualitative Beobachtungen der anwesenden Personen, die an den Schlachttagen im Vergleich zum Kontrolltag zusätzliches Personal umfasste, legen nahe, dass das Verhalten dieser Personen eine Stressreaktion der nicht direkt betroffenen Rinder zumindest mitbeeinflusst haben könnte. Dieser Aspekt sollte in zukünftigen Studien spezifisch erfasst und möglichst experimentell variiert werden. Es scheint plausibel, dass sich eine erhöhte Anspannung des Personals an einem Schlachttag (pers. Mitteilung der Betriebsleiterin) auf die Reaktion der Tiere auswirkt. Zusätzlich wäre es von Interesse zu untersuchen, inwiefern eine verstärkte Routine der Nutzung des Treibgangsystems von Seiten der Tiere die Belastung der Schlachttagge vermindern kann.

Literatur

- Anil, M.H.; McKinstry, J.L.; Sheldon, O.; Spear, S.; Taylor, I. (1997): Behavioural responses of sheep to the sight and smell of blood. BSAP Occasional Publication 20, pp. 98-99, <https://doi.org/10.1017/S0263967X00043494>
- Bates, D.; Mächler, M.; Bolker, B.; Walker, S. (2015): Fitting linear mixed-effects models using lme4. *Journal of Statistical Software* 67(1), pp. 1-51, <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>
- BMJ (Deutsches Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz) (2007): Verordnung über Anforderungen an die Hygiene beim Herstellen, Behandeln und Inverkehrbringen von bestimmten Lebensmitteln tierischen Ursprungs (Tierische Lebensmittel-Hygieneverordnung - Tier-LMHV), überarbeitet 2020, <https://www.gesetze-im-internet.de/tier-lmhv/>, Zugriff am 20.12.2020

- Burdick, N.C.; Randel, R.D.; Carroll, J.A.; Welsh, T.H. (2011): Interactions between Temperament, Stress, and Immune Function in Cattle. *International Journal of Zoology* 2011(3), pp. 1-9, <https://doi.org/10.1155/2011/373197>
- Chen, Y.; Arsenault, R.; Napper, S.; Griebel, P. (2015): Models and methods to investigate acute stress responses in cattle. *animals* 5, pp. 1268–1295, <https://doi.org/10.3390/ani5040411>
- Chung, Y.; Rabe-Hesketh, S.; Dorie, V.; Gelman, A.; Liu, J. (2013): A nondegenerate penalized likelihood estimator for variance parameters in multilevel models. *Psychometrika* 78(4), pp. 685–709, <https://doi.org/10.1007/s11336-013-9328-2>
- Curley, K.O.; Paschal, J.C.; Welsh, T.H.; Randel, R.D. (2006): Technical note: Exit velocity as a measure of cattle temperament is repeatable and associated with serum concentration of cortisol in Brahman bulls. *Journal of Animal Science* 84(11), pp. 3100–3103, <https://doi.org/10.2527/jas.2006-055>
- Daigle, C.L.; Hubbard, A.J.; Grandin, T. (2020): The use of traditional fear tests to evaluate different emotional circuits in cattle. *Journal of Visualized Experiments: JoVE* 158, <https://doi.org/10.3791/60641>
- Grandin, T. (1994): Euthanasia and slaughter of livestock. *Journal American Veterinary Medical Association* 204, pp. 1354–1360
- Grandin, T.; Shivley, C. (2015): How farm animals react and perceive stressful situations such as handling, restraint, and transport. *animals* 5, pp. 1233–1251, <https://doi.org/10.3390/ani5040409>
- Hartig, F (2020): DHARMA: Residual diagnostics for hierarchical (multi-level / mixed) regression models. R package version 0.3.3.0, <https://CRAN.R-project.org/package=DHARMA>, accessed 03.13.2021
- Maestro, A. (2019): Schöner töten. Ethisch vertretbarer Fleischkonsum. Tierwohllabel sollen verhindern, dass Nutztiere im Stall leiden. Einen qualvollen Tod im Schlachthof kennzeichnen sie aber nicht. In: *Die Tageszeitung*, 03.22.2019, <https://taz.de/Ethisch-vertretbarer-Fleischkonsum/!5579609/>, accessed 03.03.2021
- Neuhaus, C. (2015): Tod auf der Weide. Ein Bauernhof auf der Forch führt erstmals Versuche mit Weideschlachtung durch. In: *Neue Züricher Zeitung*, 06.10.2015
- Probst, J; Meili, E.; Spengler, N. (2017): Auswirkungen von Stressoren vor der Schlachtung auf Rinder bei zwei verschiedenen Schlachtmethoden (Bolzenschuss im kleinen Schlachthof und Kugelschuss auf der Weide). In: *Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Ökologischen Landbau weiterdenken - Verantwortung übernehmen - Vertrauen stärken*, Hg. S. Wolfrum, H. Heuwinkel, H. J. Reents, K. Wiesinger, K.-J. Hülsbergen, Berlin, Verlag Dr. Köster, S. 764–767
- R Core Team (2020) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, <https://www.R-project.org/>, accessed 03.13.2021
- Schiffer, K. (2015): On-farm slaughter of cattle via gunshot method. Dissertation, Aachen, Shaker Verlag GmbH
- Schiffer, K.; Retz, S.K.; Sundrum, A.; Friedrich, M.; Stehling, C.; Seuß-Baum, I.; Hensel, O. (2015): Comparison of beef quality traits and exsanguinated blood characteristics between cattle slaughtered on-farm via gunshot method and cattle slaughtered ordinarily at the abattoir. In: *On-farm slaughter of cattle via gunshot method*, K.J. Schiffer Ed., Aachen, Shaker Verlag GmbH, pp. 184–218

- Schiffer, K.J.; Retz, S.K.; Richter, U.; Algers, B.; Hensel, O. (2014): Assessment of key parameters for gunshot used on cattle: a pilot study on shot placement and effects of diverse ammunition on isolated cattle heads. *Animal Welfare* 23(4), pp. 479-489, <https://doi.org/10.7120/09627286.23.4.479>
- Schiffer K.J.; Retz S.K.; von Wenzlawowicz M.; Hensel O. (2013) Stress-free slaughter of outdoor cattle. In: *The ethics of consumption*, Hg. Röcklinsberg H., Sandin P. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, pp. 516-521, https://doi.org/10.3920/978-90-8686-784-4_82
- Vetters, M.D.D.; Engle, T.E.; Ahola, J.K.; Grandin, T. (2013): Comparison of flight speed and exit score as measurements of temperament in beef cattle. *Journal of Animal Science* 91(1), pp. 374-381, <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5122>
- Vilensky, J.A.; Njock Libii, J.; Moore, A.M. (1991): Trot-gallop gait transitions in quadrupeds. *Physiology & Behavior* 50(4), pp. 835-842, [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(91\)90026-K](https://doi.org/10.1016/0031-9384(91)90026-K)

Danksagung

Wir danken Kathelijne Brand und ihrem Team, dass wir die Beobachtungen auf ihrem Betrieb durchführen durften und Harald Grethe für sein Interesse an der Arbeit und das Zweitgutachten.

Anhang

Tab. 1: Schätzung der Effektstärken als Odds-Ratio (inkl. 95 % Konfidenzintervalle) der fixen Effekte und Varianzkomponenten der zufälligen Effekte sowie Teststatistik und p-Werte (Likelihood-ratio-Test) basierend auf dem generalisierten gemischte-Effekte Modell für die beiden Zielvariablen Widerstand und hohe Austrittsgeschwindigkeit

Tab. A1: Estimates of effect sizes expressed as odds-ratios (incl. 95 % confidence intervals) of the fixed effects and variance components of the random effects as well as test statistics and p-values (likelihood-ratio test) based on the generalised linear mixed-effects model for the outcome variables resistance and high exit velocity.

Erklärende Variablen / predictors	Zielvariablen / outcome variables			
	Widerstand / resistance		Hohe Austrittsgeschwindigkeit / high exit velocity	
Fix / fixed	OR [CI]	χ^2 / p	OR [CI]	χ^2 / p
Globaltest / global test		$\chi^2_7 = 1.30$ $p = 0.17$		$\chi^2_7 = 36.38$ $p < 0.0001$
Typ des Tages / type of day (td)	0.10 [0.00, 3.80]	$\chi^2_1 = 6.53$ $p = 0.01$	0.42 [0.00, 1.66 · 10 ⁴]	$\chi^2_1 = 1.59$ $p = 0.21$
Position nach behandeltem Tier / position after treated animal (pta)	0.06 [0.00, 1.39]	$\chi^2_1 = 6.38$ $p = 0.01$	2.46 [0.00, 2.20 · 10 ³⁷]	$\chi^2_1 = 0.00$ $p = 1.00$
Gesamtposition / overall position (op)	67.82 [0.00, 2.04 · 10 ¹⁶⁹]	$\chi^2_1 = 4.65$ $p = 0.03$	20.83 [0.00, 1.71 · 10 ⁵⁰]	$\chi^2_1 = 1.61$ $p = 0.20$
td x pta	0.13 [0.00, 2.42 · 10 ⁰⁵]	$\chi^2_1 = 2.76$ $p = 0.10$	6.80 [0.01, 5.99 · 10 ⁵²]	$\chi^2_1 = 2.70$ $p = 0.10$
td x op	36.65 [0.00, 1.62 · 10 ¹⁵⁸]	$\chi^2_1 = 3.01$ $p = 0.08$	4.63 [0.00, 1.03 · 10 ³⁵]	$\chi^2_1 = 0.20$ $p = 0.65$
pta x op	88.17 [0.00, 2.56 · 10 ¹⁷⁷]	$\chi^2_1 = 3.62$ $p = 0.06$	3.63 [0.00, 1.77 · 10 ³⁹]	$\chi^2_1 = 0.03$ $p = 0.87$
td x pta x op	85.90 [0.00, 1.41 · 10 ¹⁷²]	$\chi^2_1 = 3.43$ $p = 0.06$	3.06 [0.00, 7.02 · 10 ⁴⁰]	$\chi^2_1 = 0.00$ $p = 1.00$
Zufällig / random	OR [CI]		OR [CI]	
Tier / animal	1.06 [0.49, 1.16 · 10 ⁰⁴]	-	1.99 [0.58, 7.86 · 10 ⁰³]	-
Untergruppeneinheit / subgroup unit	2.09 [0.38, 1.70 · 10 ⁰⁴]	-	0.35 [0.16, 2.66 · 10 ⁰³]	-

Inner- und zwischenartliche Verhaltensinteraktionen bei gemeinsamer Weidehaltung von Jungrindern und Masthühnern

Intra- and interspecific behavioural interactions of co-grazing young cattle and broiler chickens

LISA SCHANZ, SARA HINTZE, SEVERIN HÜBNER, KERSTIN BARTH, CHRISTOPH WINCKLER

Zusammenfassung

Eine Diversifizierung der (Bio-)Nutztierhaltung, also die Haltung von mehr als einer Tierart auf einem Betrieb, könnte zu einer nachhaltigeren Landwirtschaft beitragen. Bisherige Studien untersuchten im Kontext der Beweidung durch zwei Tierarten vor allem Tiergesundheit und Leistung, nicht jedoch das Verhalten der Tiere.

Deshalb wurden in vier sechswöchigen Durchgängen je eine Gruppe von zehn Jungrindern und 55 bis 60 Masthühner gemeinsam auf der Weide gehalten, um inner- und zwischenartliche Interaktionen zu untersuchen. Einmal wöchentlich wurden die Tiere morgens und abends für jeweils 120 Minuten beobachtet und das Auftreten von definierten inner- und zwischenartlichen Interaktionen kontinuierlich erfasst.

Interaktionen pro zehn Tiere je Tierart traten zwischen den beiden Tierarten durchschnittlich 5-mal pro Stunde auf, zwischen Rindern 25-mal pro Stunde und zwischen Broilern 27-mal pro Stunde. Innerhalb und zwischen Tierarten zählten jeweils sowohl positive (z.B. Annäherung) als auch negative Interaktionen (z.B. Verdrängung) zu den häufigsten Verhaltensweisen.

Summary

A diversification of (organic) livestock farming, i.e., keeping more than one livestock species on a farm, could contribute to more sustainable farming. Previous studies on multi-species livestock farming focused on animal health and performance, but not behaviour.

Therefore, we observed in four six-week cycles a group of ten young cattle and 55–60 broiler chickens on pasture together to study intra- and interspecies interactions. Once a week animals were observed in the morning and evening for 120 minutes each and the occurrence of pre-defined behaviours was recorded continuously.

Interactions per ten animals per species occurred 5 x/h between species, 25 x/h between cattle and 27 x/h between broilers. For both intra- and interspecies interactions, the most commonly observed behaviours were positive (e.g. approach) and negative (e.g. displacement).

1 Einleitung und Zielsetzung

In den letzten Jahrzehnten spezialisierten sich landwirtschaftliche Nutztierhaltende Betriebe häufig auf einen Produktionszweig. Diese Spezialisierung kann langfristig zum Beispiel zu einer verringerten Produktivität des Bodens oder weniger widerstandsfähigen Tieren führen (Matson et al. 1998, Green et al. 2005).

Gemischte Tierhaltung, d. h. die Haltung von mehreren Tierarten, kann vor allem im Bio-Bereich zu verbesserter Nachhaltigkeit beitragen. Nach Martin et al. (2020) reichen die möglichen Vorteile von einer erhöhten ökonomischen Stabilität aufgrund einer zweiten unabhängigen Einkommensquelle über eine effizientere Ressourcennutzung bei Nutzung von Weideflächen mit zwei Tierarten mit unterschiedlichen Nahrungspräferenzen und Verbisstiefen bis zu verbesserter Tiergesundheit und Leistung in rotierenden oder gleichzeitig genutzten Weidesystemen, zum Beispiel durch reduzierten Parasitenbefall oder eine schnellere Gewichtszunahme.

Die Tierartenkombination Rind und Huhn ist auf gemischten Praxisbetrieben relativ häufig vertreten, teilweise auch mit gemeinsamer Beweidung. Gemeinsame Weidehaltung von Rindern und Hühnern soll zu einer besseren Auslaufnutzung durch Hühner und einer Reduktion der Hühnerverluste durch Greifvögel beitragen. Es gibt bisher jedoch keine Untersuchungen zum Verhalten zwischen den Tierarten oder innerhalb einer Tierart bei gemeinsamer Beweidung. Ziel dieses Versuches war es deshalb, inner- und zwischenartliche Interaktionen bei Jungrindern und Masthühnern bei gemeinsamer Weidehaltung zu beschreiben und zu quantifizieren sowie die Nähe der Tiere zueinander zu erheben.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Tiere und Haltungsbedingungen

In vier Durchgängen (je zwei in 2019 und 2020) wurden jeweils zehn Jungrinder (Deutsch Holstein schwarzbunt) und 55 bis 60 Broiler (ISA JA 757) ab der fünften Lebenswoche für sechs Wochen bis zur Schlachtung der Broiler im Alter von zehn Wochen gemeinsam auf einem wechselnden Weidestück (35 x 88 m) gehalten. Der Weidewechsel erfolgte wöchentlich (Abb. 1).

Die Broiler hatten Zugang zu einer mit Stroh eingestreuten Hütte (3 x 4,6 m) ausgestattet mit Sitzstangen, Wasserzugang und Kraftfutter. Die Tür der Hütte öffnete und schloss sich automatisch über einen Lichtsensor gesteuert am Beginn bzw. Ende der Dämmerung.

Die Junginder, zum Zeitpunkt des Versuchs zwischen fünf und 14 Monaten alt, wurden direkt vor Versuchsbeginn im Stall gehalten, hatten aber zuvor mehrere Tage auf einer Weide verbracht. Auf den Versuchsflächen hatten die Rinder freien Zugang zu Wasser und wurden einmal täglich mit Kraftfutter gefüttert.



Abb. 1: Versuchsfläche mit sechs wöchentlich wechselnden Weidestücken und Schema zur Erfassung der Position aller Tiere in 16 Sektoren und der Broilerhütte in rot (© Lisa Schanz)

Fig. 1: Experimental pasture with six weekly switched plots and the schema to assess the position of each animal within 16 sectors and the red broiler hut (© Lisa Schanz)

2.2 Verhaltensbeobachtungen

Verhaltensbeobachtungen fanden einmal wöchentlich in der Morgendämmerung und in der Abenddämmerung für jeweils 120 Minuten statt (insgesamt 96 Stunden: 2 Std x 2 Beobachtungen am Tag x 1 Tag pro Woche x 6 Wochen pro Durchgang x 4 Durchgänge). Es wurde kontinuierlich das Auftreten von neun verschiedenen Interaktionen zwischen Rindern, neun verschiedenen Interaktionen zwischen Broilern und 14 verschiedenen Interaktionen zwischen den Tierarten (z.B. Vertreiben, Abb. 2, und Annähern) erhoben (Tab. 1). Zusätzlich wurde in 6-Minuten-Intervallen die Anzahl der Broiler außerhalb der Hütte und die Position aller sichtbaren Tiere in einem von 16 Sektoren (gleichmäßige für die Beobachterin sichtbare Unterteilung der Weide, Abb. 1) notiert.

Für die Überprüfung der Beobachterübereinstimmung beobachtete im ersten Durchgang ein zweiter unabhängiger Beobachter dieselben Tiere. Die Übereinstimmung wurde anhand von Spearman-Rangkorrelationen für das Auftreten der Verhaltensweisen, die insgesamt häufiger als zehnmal beobachtet wurden sowie die Summe aller Häufigkeiten berechnet.

Tab. 1: Ethogramm für inner- und zwischenartliche Interaktionen bei gemeinsamer Beweidung von Jungrindern und Masthühnern

Tab. 1: Ethogram for intra- and interspecies interactions between young cattle and broiler chickens when on pasture together

Tier 1	Verhalten	Tier 2	Definition des Verhaltens
Rind	leckt	Rind Broiler	Ein Individuum leckt den Körper oder den Kopf eines anderen (ausgenommen die Anogenitalregion); mehr als zwei aufeinanderfolgende Leckbewegungen. Als neues Event gezählt nach einer zweistündigen Pause.
Rind	springt auf	Rind	Sprung mit beiden Vorderbeinen auf Rücken, Körper oder Kopf eines anderen Rindes. Als neues Event gezählt nach einer zweistündigen Pause.
Rind	Spielkampf/ hornen	Rind	Spielerisches Reiben der Hornbasis am Körper eines anderen Rindes; mindestens drei aufeinanderfolgende Reibebewegungen. Als neues Event gezählt nach einer zweistündigen Pause.

Fortsetzung der Tabelle nächste Seite

Tier 1	Verhalten	Tier 2	Definition des Verhaltens
Rind Broiler	verdrängt	Rind Broiler	Ein Individuum bewegt sich (mehr als vier Schritte) zügig und zielgerichtet auf das Zieltier zu und überschreitet einen 1-Meter-Radius um das Zieltier, woraufhin sich das Zieltier innerhalb von drei Sekunden um eine Körperbreite oder eine halbe Körperlänge (Rinder) oder mindestens zwei Körperlängen (Broiler) fortbewegt.
Rind Broiler	nähert sich	Rind Broiler	Ein Individuum bewegt sich (mehr als vier Schritte) zügig und zielgerichtet auf das Zieltier zu und überschreitet einen 1-Meter-Radius um das Zieltier, woraufhin das Zieltier für mindestens drei Sekunden verweilt und somit die Nähe des aktiven Tiers toleriert. Als neues Verhalten gezählt, wenn der 1-Meter-Radius verlassen und dann erneut überschritten wird.
Rind Broiler	folgt	Rind Broiler	Ein Individuum geht hinter oder neben einem anderen Individuum in ähnlicher Geschwindigkeit für mindestens zwei Körperlängen. Als neues Event gezählt nach einer zweistündigen Pause.
Rind Broiler	jagt	Rind Broiler	Ein Individuum folgt einem anderen Individuum und nähert sich diesem und verjagt es auf eine aggressive Weise (z. B. Rind senkt Kopf oder Broiler flattert mit Flügeln) für mindestens fünf aufeinanderfolgende Sekunden. Als neues Event gezählt nach einer zweistündigen Pause.
Rind	nähert Flotzmaul an	Rind Broiler	Ein Rind berührt (fast) den Kopf oder Körper mit Maul/Nase. Entweder mit Kontakt oder Abstand (bis zu ca. 10 cm). Als neues Event gezählt nach einer zweistündigen Pause.
Rind Broiler	scheucht auf	Rind Broiler	Ein Individuum nähert sich einem liegenden Individuum zielstrebig und bringt es mit oder ohne Körperkontakt dazu aufzustehen und evtl. sich fortzubewegen.
Broiler	Spielkampf	Broiler	Zwei Broiler rennen aufeinander zu, bleiben stehen und starren sich bewegungslos für mindestens zwei Sekunden an oder picken mindestens zweimal nach dem anderen Broiler oder treten mit den Füßen mindestens einmal nach dem anderen Broiler.
Broiler	pickt	Rind Broiler	Broiler pickt mindestens einmal auf Körper oder Kopf eines anderen Individuums. Als neues Event gezählt nach einer zweistündigen Pause.
Broiler	Gruppenrennen	Broiler	Drei oder mehr Broiler rennen in der Nähe voneinander in die gleiche Richtung und enden vor der Broilerhütte. Als neues Event gezählt nach einer zweistündigen Pause.
Broiler	sucht Schutz bei	Rind	Broiler überschreitet bei Erscheinen eines Greifvogels, Flugzeugs oder andern Objekts 1-Meter-Radius von Rind.
Broiler	sucht Schutz in Hütte	Broiler	Mehr als zwei Broiler suchen bei Erscheinen eines Greifvogels, Flugzeugs oder anderen Objekts die Hütte auf. Mindestens 50 % einer rennenden Gruppe müssen die Hütte betreten.

Die erhobenen Daten wurden deskriptiv ausgewertet. Die Anzahl der inner- und zwischenartlichen Interaktionen wurden pro zehn Tiere je Tierart und Stunde berechnet. Die Nähe der Tierarten zueinander wurde aus der Perspektive beider Tierarten berechnet, indem der Anteil der Sektoren mit beiden Tierarten durch die Anzahl der Sektoren mit Rindern bzw. Hühnern geteilt wurde. Dadurch ergab sich der prozentuelle Anteil der Fälle, in dem sich Hühner bzw. Rinder in einem Sektor aufhielten, in dem die jeweils andere Tierart beobachtet wurde.



Abb. 2: Bilderabfolge für Rind vertreibt Masthuhn (© Lisa Schanz)

Fig. 2: Picture sequence for young cattle displacing broiler chicken (© Lisa Schanz)

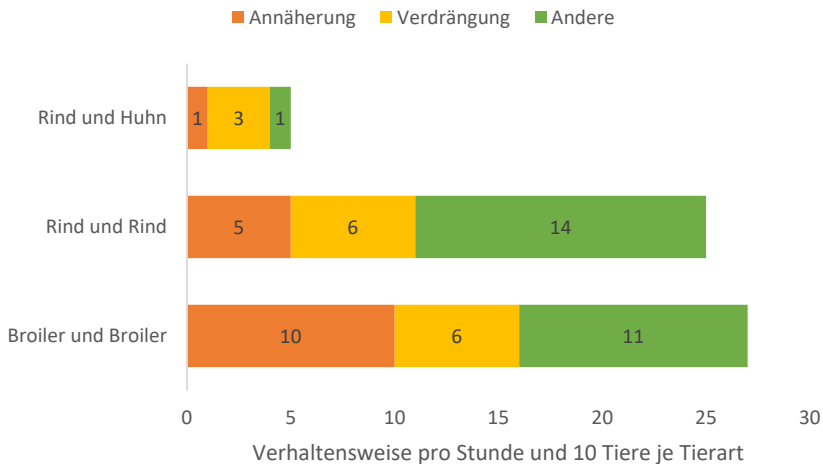


Abb. 3: Anzahl der zwischen- und innerartlichen Interaktionen bei gemeinsam geweideten Jungrindern und Masthühnern

Fig. 3: Number of inter- and intraspecific interactions for co-grazing young cattle and broiler chickens

3 Ergebnisse

Bei der gemeinsamen Weidehaltung fanden verschiedene inner- und zwischenartliche Interaktionen statt. Für 16 innerartliche (Rind: 9, Broiler: 7) und vier zwischenartliche Interaktionen lag eine ausreichend große Stichprobe für die Berechnung der Beobachterübereinstimmung vor: Die Korrelationskoeffizienten bewegten sich zwischen 0,5 und 1. Zwischenartliche Interaktionen pro zehn Tieren je Tierart traten im Durchschnitt 5-mal pro Stunde auf, während innerartliche Interaktionen bei Rindern 25-mal und bei Broilern 27-mal pro Stunde beobachtet wurden (Abb. 3). Die im Durchschnitt am häufigsten beobachteten zwischenartlichen Interaktionen waren „Rind verdrängt Broiler“ (3-mal pro Stunde) und „Broiler nähert sich Rind“ (1-mal pro Stunde). Pro zehn Tieren wurden innerartliche Annäherung (Rinder: 5-mal pro Stunde, Broiler: 10-mal pro Stunde) und Verdrängung (Rinder: 6-mal pro Stunde, Broiler: 6-mal pro Stunde) bei beiden Tierarten als häufigste Interaktionen beobachtet (Abb. 3).

Wenn Broiler in einem Sektor beobachtet wurden, konnten in 26 % der Fälle auch Rinder in diesem beobachtet werden, und wenn Rinder in einem Sektor beobachtet wurden, konnten in 9 % der Fälle auch Broiler in diesem Sektor beobachtet werden.

4 Diskussion

Die vorliegende explorative Studie beschreibt erstmals inner- und zwischenartliche Interaktionen von Rindern und Broilern bei gemeinsamer Weidehaltung. Innerhalb und zwischen Tierarten zählten jeweils sowohl positive (z.B. Annäherung) als auch negative Interaktionen (z.B. Verdrängung) zu den häufigsten Verhaltensweisen. Es war wahrscheinlicher Rinder in einem Sektor zu beobachten in dem Broiler beobachtet wurden, als Broiler in einem Sektor, in dem Rinder beobachtet wurden. Dies könnte darauf hindeuten, dass Rinder die Nähe zu Broilern suchten.

Weiterführende Untersuchungen an gemischten und nicht gemischten Gruppen könnten klären, ob zwischenartliche Interaktionen die Häufigkeit von innerartlichen Interaktionen beeinflussen und die Haltung mit einer zweiten Tierart eine positive Bereicherung der Umwelt darstellt.

Literatur

Green, R.E.; Cornell, S.J.; Scharlemann, J.P.W.; Balmford, A. (2005): Farming and the Fate of Wild Nature, *Science*, 307(5709), pp. 550–555. doi: 10.1126/science.1106049

Martin, G.; Barth, K.; Benoit, M.; Brock, C.; Destruel, M.; Dumont, B.; Grillot, M.; Hübner, S.; Magne, M.; Moerman, M.; Mosnier, C.; Parsons, D.; Ronchi, B.; Schanz, L.; Steinmetz, L.; Werne, S.; Winckler, C.; Primi, R. (2020): Potential of multi-species livestock farming to improve the sustainability of livestock farms: A review. *Agricultural Systems* 181, 102821

Matson, P. A.; Naylor, R.; Ortiz-Monasterio, I. (1998): Integration of Environmental, Agroeconomic, and Economic Aspects of Fertilizer Management, *Science*, 280(5360), pp. 112–114

Förderhinweis

Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des H2020 ERA-net Core Organic Cofund Projekts MIX-ENABLE durchgeführt und durch das österreichische Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus unterstützt.

Auswirkung der Stallhaltung während der heißesten Tageszeit auf die Hitzestressbelastung von weidenden Milchkühen

Effect of keeping grazing dairy cows in the barn during the hottest time of the day on heat stress response

ALICE PONTIGGIA, ANDREAS MÜNGER, MIRJAM HOLINGER, STEFANIE AMMER, RUPERT BRUCKMAIER, FRIGGA DOHME-MEIER, NINA KEIL

Zusammenfassung

Direkte Sonneneinstrahlung kombiniert mit der internen metabolischen Wärmeproduktion machen weidende Milchkühe besonders anfällig für Hitzestress. Hitzestress beeinträchtigt die Leistung, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere. Ziel der Studie war, unter moderaten Klimabedingungen das Hereinholen von Milchkühen in den Stall während der heißesten Tageszeit als Maßnahme zur Reduzierung von Hitzestress zu evaluieren. Die Vaginaltemperatur, die Herz- und Atemfrequenz sowie die Fress-, Wiederkau- und Liegedauer von insgesamt 38 Holstein-Milchkühen wurde über 12 Perioden mit moderatem Hitzestress im Sommer 2018 und 2019 erhoben. Vormittags waren alle Kühe auf der Weide. Um 11:30 Uhr wurde die Hälfte der Tiere bis zum Nachmittagsmelken in den Stall geholt, in dem signifikant kühlere Bedingungen herrschten. Die Daten wurden pro Tag für AM (09:00–11:00 Uhr) und PM (12:30–14:30) analysiert. Während AM unterschieden sich die Milchkühe nicht in den erhobenen Indikatoren. Während PM stiegen Vaginaltemperatur sowie die Herz- und die Atmungsfrequenz mit zunehmender Hitzebelastung und waren bei den im Stall gehaltenen Kühen tiefer als bei den Kühen auf der Weide. Während PM verringerte sich die Fressdauer mit zunehmender Hitzebelastung bei den Kühen auf der Weide. Ein Einfluss der Hitzebelastung auf die Wiederkaudauer und Liegedauer war nicht nachweisbar. Milchkühe während der heißesten Tageszeit im Stall zu halten, verringert offenbar die Belastung durch steigende Temperaturen und dürfte daher eine geeignete Abkühlungsmaßnahme sein.

Summary

Direct solar radiation coupled with internal metabolic heat production make grazing dairy cows particularly vulnerable to heat stress. Heat stress impairs performance as well as animal health and welfare. The objective of this study was to evaluate the effect of keeping grazing dairy cows in the barn during the hottest time of day as a measure to reduce heat stress under moderate climate. Vaginal temperature, heart and respiratory rates, and feeding, ruminating and lying behavior of 38 Holstein dairy cows were

collected over 12 periods of moderate heat stress during summer 2018 and 2019. In the morning, all cows were on pasture. At 11:30 hours, half of the animals were brought into the barn until afternoon milking, where significantly cooler conditions prevailed. The data was analyzed per day for AM (9:00–11:00) and PM (12:30–14:30). During AM, dairy cows did not differ in the measured indicators. During PM, vaginal temperature, heart- and respiration rate increased with increasing heat load and were lower in cows kept inside the barn than in cows remaining on pasture. During PM, feeding duration decreased with increasing heat load in cows remaining on pasture. An influence of heat load on the ruminating and lying behavior was not detectable. Keeping dairy cows inside the barn during the hottest part of the day apparently reduces the exposure to rising temperatures and thus seems to be an appropriate cooling measure.

1 Einleitung und Zielsetzung

Hitzestress tritt auf, wenn die äußeren Umweltbedingungen und die internen Stoffwechselforgänge eine Wärmebelastung verursachen, die die Thermoregulationskapazität des Organismus überfordern, sodass sich dadurch die Körperkerntemperatur erhöht (Bernabucci et al. 2010). Die negativen Auswirkungen von Hitzestress auf die Gesundheit und Produktivität von Milchkühen wurden in subtropischen und tropischen Regionen gut erforscht (Renaudeau et al. 2012, West et al. 2003). Während Hitzeperioden reduzieren Milchkühe ihre Futterraufnahme, was zu tieferen Milchleistungen und Veränderungen der Milchzusammensetzung führen kann (West et al. 2003). Außerdem beeinträchtigt Hitzestress die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere (Silanikove 2000). Ähnliche negative Auswirkungen von Hitzestress auf Futterraufnahme, Milchleistung und -zusammensetzung sowie auf den Stoffwechsel wurden auch unter moderaten Klimabedingungen beobachtet (Ammer et al. 2018, Van Laer et al. 2015).

Der Einfluss von Hitzestress auf die Futterraufnahme lässt sich damit erklären, dass sich durch eine verringerte Trockensubstanzaufnahme und verkürzte Wiederkäuzeiten (Ammer et al. 2018, Moretti et al. 2017) die metabolische Wärmeproduktion vermindert (Kadzere et al. 2002). Weiter versuchen Kühe unter Hitzestress vermehrt Körperwärme abzugeben. Dazu erhöhen Kühe zum Beispiel ihre Atem- (Kadzere et al. 2002) und Herzfrequenz (Jo et al. 2021). Hitzegestresste Milchkühe in Laufstallhaltung verringern zudem die Liegezeit, um die Wärmeabgabe im Stehen zu erleichtern (Herbut und Angrecka 2018).

Die kontinuierliche direkte Sonneneinstrahlung, kombiniert mit der internen metabolischen Wärmeproduktion durch die ruminalen Fermentationsprozesse und die Milchsynthese, machen weidende Milchkühe besonders anfällig für Hitzestress (Gauly et al. 2013, West 2003). Insbesondere der Anstieg der Vaginaltemperatur ist bei weidenden Milchkühen ein aussagekräftiger Indikator für Hitzestress (Hoffmann et al. 2020). Für Weidesysteme ist Zugang zu Schatten eine effiziente Kühlungsmaßnahme für hitzigestresste Kühe (Kendall et al. 2006, Van Laer et al. 2015). In intensiven Weidesystemen mit

Umtriebsweide ist es jedoch oft schwierig, angemessene Schattenstrukturen anzubieten (Van Laer et al. 2014). Um die Kühe vor der stärksten Sonneneinstrahlung zu schützen, besteht die Möglichkeit, die Kühe nur morgens nach dem Melken und nachts zu weiden, während sie nachmittags im Stall zu lassen (Thanner et al. 2014).

Ziel dieser Studie war, unter moderaten Klimabedingungen zu evaluieren, inwieweit das Hereinholen in den Stall während der heißesten Tageszeit eine wirkungsvolle Maßnahme zur Reduzierung von Hitzestress bei weidenden Milchkühen ist. Die Datenaufnahme erfolgte in Perioden mit moderatem Hitzestress, der physiologisch mithilfe der Körperkerntemperatur (Vaginaltemperatur), Atem- und Herzfrequenz erfasst wurde. Zudem wurde ebenfalls das Fress-, Wiederkau-, und Liegeverhalten der Kühe analysiert. Es wurde angenommen, dass Kühe, die während der heißesten Tageszeit im Stall gehalten werden, eine niedrigere Vaginaltemperatur, eine langsamere Atem- und Herzfrequenz sowie eine längere Fress-, Wiederkau- und Liegedauer im Vergleich zu ausschließlich auf der Weide gehaltenen Kühen aufweisen.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Versuchstiere und Haltung

Die Datenaufnahme erfolgte an insgesamt 38 Milchkühen der Rasse Holstein ($2,6 \pm 1,4$ Laktationen (Mittelwert \pm SD); während der Sommerperioden 2018 (06. Juni bis 7. September) und 2019 (15. Juni bis 1. September). In jedem Versuchsjahr wurden 24 Kühe getestet, sodass im Sommer 2019 zehn der 24 Kühe aus dem Sommer 2018 wieder eingesetzt wurden. Vor Beginn der Datenerfassung hatten die Kühe 2018 und 2019 eine Milchleistung von $35,2 \pm 5,4$ kg Milch/Tag bzw. $32,1 \pm 6,1$ kg Milch/Tag und waren 103 ± 26 Tage bzw. 125 ± 20 Tage in Laktation. Alle Kühe erhielten nach dem Melken Kraftfutter (mineralisierte Getreidemischung) entsprechend der aktuellen Milchleistung (tägliche Gabe: mindestens 1,8 kg bis maximal 4,2 kg). Wasser und nicht jodiertes Viehsalz stand ad libitum zur Verfügung.

Auf der Weide war keine Beschattung vorhanden. Alle Tiere weideten in Kleingruppen zu je vier Kühen in sechs nebeneinanderliegenden Parzellen. Die Tiere der Weidegruppen (12 Tiere, drei Gruppen) erhielten Vollweide und kamen nur zum Melken in den Stall (04:00–08:00 Uhr und 14:45–17:30 Uhr). Die Tiere der Stallgruppen (12 Tiere, drei Gruppen) weidete nach dem Morgenmelken bis 11:30 Uhr und wurden anschließend bis zum Melken am Nachmittag in den Laufstall gebracht, wo sie Zugang zu Heu hatten. Nach dem Melken am Nachmittag gingen alle Kühe wieder auf die Weide.

2.2 Material und Methoden

Die Lufttemperatur (T, °C), die relative Luftfeuchtigkeit (RH, %), die Windgeschwindigkeit (WS, m/s) und die Sonneneinstrahlung (Rad, W/m²) wurden kontinuierlich jede Minute von einer lokalen Wetterstation (Onset, Bourne, USA) auf der Weide aufgezeichnet.

Die T und die RH wurden alle zehn Minuten von Sensoren im Stall aufgezeichnet (Testo 175 H1, Testo Spa, IT). Ein Anemometer erfasste die WS im Stall (Strömungssensor SS 20.501, SCHMIDT® Technology, St. Georgen, DE). Diese Parameter wurden zur Berechnung des Comprehensive Climate Index (CCI) auf der Weide und im Stall verwendet, der die gefühlte Temperatur in °C widerspiegelt (Mader et al. 2010, 2011).

Die Daten wurden während insgesamt 12 Versuchsperioden (sechs 2018 und sechs 2019) erhoben. In den jeweils zwei aufeinanderfolgenden Versuchsperioden wurden die Weidegruppen und Stallgruppen getauscht, sodass jedes Tier seine eigene Kontrolle war (cross-over design). Aus den 12 Versuchsperioden wurde je eine geeignete Stichprobe aus 1–3 Tagen mit CCI_{PM} im Stall $< CCI_{PM}$ auf der Weide für die Analysen ausgewählt (was für 84 % der Versuchstage der Fall war). Insgesamt gingen 27 Tage in die Analyse ein. Es wurden jeweils zwei Zeitintervalle pro Tag, vormittags von 09:00 bis 11:00 Uhr (AM) und nachmittags von 12:30 bis 14:30 Uhr (PM) ausgewertet.

Ein modifizierter interner Medikamentenfreisetzer (Eazy-Breed™ CIDR®, Par-sippany, USA), der mit einem Temperaturlogger (Star-Oddi, DST micro-T logger, Garðabær, IS) ausgestattet war, wurde in die Vagina jeder Kuh eingeführt, um die Vaginaltemperatur alle zehn Minuten zu erfassen. Die Atemfrequenz wurde während AM und PM von zwei Beobachtern direkt in Intervallen von zehn Minuten im Wechsel zwischen den sechs Gruppen erhoben. Die Herzfrequenz wurde mit dem PolarTeam Pro System (Polar Electro Oy, Kempele, Finnland) aufgezeichnet.

Die Fress- und Wiederkaudauer wurden kontinuierlich mit dem Rumiwatch-Halfter (Itin + Hoch GmbH, Fütterungstechnik, Liestal, CH) und die Liegedauer mit einem am Bein befestigten Beschleunigungssensor (MSR145 data logger, MSR Electronics GmbH, Seuzach, CH) erfasst.

2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte in R (Version 4.1.0). Um die Autokorrelation innerhalb eines Tages zu umgehen, wurden die Daten auf einzelne Beobachtungen pro Tag, Tier und Zeitfenster (AM/PM) zusammengefasst. Für die Zielvariablen (Vaginaltemperatur, Atem-, Herzfrequenz, Fressdauer, Wiederkaudauer und Liegedauer) sowie den CCI wurde der jeweilige Mittelwert über die Beobachtungsdauer (2 h) berechnet.

Es wurde getestet, inwieweit sich die beiden Zeitfenster sowie die Bedingungen während PM auf der Weide und im Stall hinsichtlich des CCI unterschieden (T-Test für verbundene Stichproben). Die weitere Datenauswertung erfolgte mit gemischten Effekte Modellen. Es wurde untersucht, ob sich die Tiere der Stall- und Weidegruppen während AM und PM in Vaginaltemperatur, Herzfrequenz, Atemfrequenz und den Verhaltensindikatoren unterscheiden.

Weiter wurde für die Beobachtungsperiode während PM separat für die Stall- und Weidegruppe untersucht, inwieweit die Hitzebelastung (CCI) einen Einfluss auf die untersuchten Zielvariablen hatte. Um das Versuchsdesign abzubilden und die wiederholten Messungen pro Tier zu berücksichtigen, wurde in die Modelle als zufällige Effekte die Tieridentität genestet in der Gruppe und der Tag genestet in der Periode aufgenommen.

3 Ergebnisse

3.1 Klimatische Bedingungen

Während der analysierten Tage betrug der durchschnittliche CCI in 24 h auf der Weide $24,2 \pm 2,4$ °C (min–max = 18,8–28,5 °C), was einem THI von $64,6 \pm 2,8$ (min–max = 57,8–68,8) entspricht. Der durchschnittliche CCI_{AM} auf der Weide betrug $27,5 \pm 3,8$ °C (min–max = 19,6–33,3 °C). Der durchschnittliche CCI_{PM} im Stall betrug $27,9 \pm 2,0$ °C (min–max = 23,6–31,1 °C) und auf der Weide $32,0 \pm 2,7$ °C (min–max = 26,9–36,3 °C). Auf der Weide war der CCI_{AM} damit um etwa 4,5 °C tiefer als der CCI_{PM} ($p < 0,001$). Es wurde kein Unterschied zwischen CCI_{PM} im Stall und CCI_{AM} auf der Weide gefunden ($p = 0,48$). Im Stall war der CCI_{PM} um etwa 4,1 °C tiefer als der CCI_{PM} auf der Weide ($p < 0,001$).

3.2 Unterschiede zwischen den Behandlungsgruppen während AM (beide auf der Weide)

Die Vaginaltemperatur ($p = 0,214$; Tab. 1), die Atemfrequenz ($p = 0,999$), die Fressdauer ($p = 0,168$), die Wiederkaudauer ($p = 0,665$) und die Liegedauer ($p = 0,834$) während der zwei Stunden am Vormittag unterschieden sich nicht zwischen Weide- und Stallgruppe. Die Herzfrequenz war mit einer Differenz von 1,4 Schlägen/min in der Stallgruppe höher als in der Weidegruppe ($p = 0,040$).

3.3 Unterschiede zwischen Weide- (auf der Weide) und Stallgruppe (im Stall) während PM

Die Weidegruppe hatte eine höhere Vaginaltemperatur ($p < 0,001$), eine höhere Atemfrequenz ($p < 0,001$) und eine höhere Herzfrequenz ($p < 0,001$) als die Stallgruppe. Die Tiere in der Weidegruppe fraßen länger ($p < 0,001$), kauten weniger wieder ($p < 0,001$) und lagen ($p < 0,001$) weniger als die Stallgruppe.

3.4 Einfluss der Hitzebelastung (CCI) auf die untersuchten Indikatoren während PM

Die Vaginaltemperatur (Weidegruppe: $p < 0,001$; Stallgruppe: $p = 0,015$) und die Atemfrequenz korrelierten positiv mit dem CCI der Weide- sowie der Stallgruppe (beide $p < 0,001$). Die Herzfrequenz korrelierte positiv mit dem CCI der Weidegruppe ($p = 0,031$), während kein Effekt in der Stallgruppe nachweisbar war ($p = 0,726$).

Die Fressdauer korrelierte negativ mit dem CCI der Weidegruppe ($p < 0,01$), während kein Effekt in der Stallgruppe nachweisbar war ($p = 0,118$). Es gab keinen nachweisbaren Effekt des CCI auf die Wiederkaudauer der Weide- ($p = 0,548$) und der Stallgruppe ($p = 0,739$). In der Weide- ($p = 0,409$) und in der Stallgruppe ($p = 0,481$) war kein Effekt des CCI auf die Liegedauer nachweisbar.

Tab. 1: Übersicht über die analysierten Indikatoren (Vaginaltemperatur, Atemfrequenz, Herzfrequenz, Fressdauer, Wiederkaudauer und Liegedauer (Mittelwert \pm SD)) während AM (9:00–11:00) und PM (12:30–14:30). Beide Gruppen befanden sich AM auf der Weide, PM befand sich die Weidegruppe auf der Weide, die Stallgruppe im Stall.

Tab. 1: Summary (mean \pm SD) of the analyzed indicators (vaginal temperature, respiration rate, heart rate, feeding, ruminating and lying) during AM (9:00–11:00) and PM (12:30–14:30). Both groups were on pasture AM, for PM the pasture group was on pasture, the barn group in the barn.

Indikator	Einheit	AM		PM	
		Weidegruppe	Stallgruppe	Weidegruppe	Stallgruppe
Vaginaltemperatur	°C	38,4 \pm 0,2	38,4 \pm 0,2	38,8 \pm 0,4	38,5 \pm 0,3
Atemfrequenz	Atemzüge pro Minute	54,2 \pm 15,7	53,4 \pm 17,7	67,9 \pm 20,5	46,6 \pm 13,2
Herzfrequenz	Herzschläge pro Minute	74,6 \pm 8,6	76,0 \pm 8,5	77,8 \pm 9,6	69,2 \pm 8,3
Fressdauer	Minuten	84,0 \pm 32,6	85,4 \pm 34,1	31,2 \pm 28,5	6,96 \pm 10,4
Wiederkaudauer	Minuten	7,75 \pm 15,9	7,56 \pm 15,6	16,8 \pm 21,5	64,0 \pm 20,8
Liegedauer	Minuten	14,4 \pm 24,3	14,5 \pm 24,1	23,3 \pm 28,7	69,1 \pm 38,2

Fettgedruckte Schätzwerte: Vergleich Weide- vs. Stallgruppe $p < 0,05$

Tabelle 2 zeigt eine Modellschätzung der analysierten Indikatoren in Beziehung zum Comprehensive Climate Index (CCI) während PM (12:30–14:30).

Tab. 2: Modellschätzung (geschätzte Veränderung pro Einheit CCI Anstieg) der analysierten Indikatoren (Vaginaltemperatur, Atemfrequenz, Herzfrequenz, Fressdauer, Wiederkaudauer, und Liegedauer) in Beziehung zum Comprehensive Climate Index (CCI) während PM (12:30–14:30). Die Weidegruppe befand sich auf der Weide, die Stallgruppe im Stall.

Tab. 2: Model estimation (estimated change per unit increase in CCI) of the analyzed indicators (vaginal temperature, respiration rate, heart rate, feeding, ruminating and lying) in relation to the Comprehensive Climate Index (CCI) during PM (12:30–14:30). The pasture group was on pasture, the barn group in the barn.

Indikator	Einheit	Weidegruppe		Stallgruppe	
		geschätzte Veränderung	95%-Konfidenzintervall	geschätzte Veränderung	95%-Konfidenzintervall
Vaginaltemperatur	°C	0,063	0,039; 0,086	0,027	0,006; 0,047
Atemfrequenz	Atemzüge pro Minute	3,8	2,1; 5,7	2,3	1,3; 3,4
Herzfrequenz	Herzschläge pro Minute	0,57	0,056; 1,1	0,24	-0,63; 1,00
Fressdauer	Minuten	-4,6	-7,1; -2,0	-0,65	-1,5; 0,18
Wiederkaudauer	Minuten	-0,49	-1,9; 1,1	0,24	-1,3; 1,7
Liegedauer	Minuten	-1,26	-4,1; 1,8	0,76	-2,0; 3,4

Fettgedruckte Schätzwerte: Einfluss CCI auf Indikator $p < 0,05$

4 Diskussion

In dieser Studie wurde das Hereinholen von weidenden Milchkühen in den Stall während der heißesten Tageszeit als Maßnahme zur Reduzierung von Hitzestress unter moderaten Klimabedingungen evaluiert. Der gemessene CCI war im Stall an den untersuchten Tagen geringer als auf der Weide und die physiologischen Indikatoren von Hitzestress zeigten eine geringere Belastung der Kühe im Stall im Vergleich zur Weide. Die erhobenen Verhaltensindikatoren unterschieden sich ebenfalls zwischen den Behandlungsgruppen, jedoch dürften diese Unterschiede eher auf die unterschiedlichen Haltungs- als Klimabedingungen zurückzuführen sein.

Unter moderaten klimatischen Bedingungen liegt die Schwelle für Hitzestress für Milchkühe bei einem durchschnittlichen täglichen THI-Wert von > 60 (Brügemann et al. 2012). An den untersuchten Tagen war der durchschnittliche tägliche THI-Wert > 65 , sodass davon auszugehen ist, dass die untersuchten Kühe einer moderaten Hitzebelastung ausgesetzt waren. Zwischen der Weide- und der Stallgruppe wurden am Vormittag kaum Unterschiede bei den erhobenen Indikatoren festgestellt. Der nachweisbare Unterschied in der Herzfrequenz von 1,4 Schlägen pro Minute zwischen der Weide- und der Stallgruppe dürfte biologisch nicht relevant sein. Somit kann davon ausgegangen werden, dass für beide Gruppen die gleiche Ausgangsbasis für die Untersuchung des Effekts der Stallhaltung während der heißesten Tageszeit gegeben war. Hierfür wurden nur Tage betrachtet, an denen der CCI im Stall tiefer war als auf der Weide, was der Mehrheit der gemessenen Tage entsprach (84 %).

Die Ergebnisse zeigen, dass die Milchkühe während PM auf zunehmende Hitzebelastung (CCI) mit einem Anstieg der Vaginaltemperatur und Atemfrequenz reagierten. Die im Stall gehaltenen Kühe hatten während PM eine um $0,3\text{ °C}$ niedrigere durchschnittliche Vaginaltemperatur als die Kühe auf der Weide. Die durchschnittliche Atemfrequenz der Kühe im Stall während PM war um 21 Atemzüge pro Minute geringer als bei den Kühen auf der Weide. Darüber hinaus wurde eine als hoch einzustufende durchschnittliche Atemfrequenz (> 60 Atemzüge pro Minute) nur bei den weidenden Kühen beobachtet. Weiter senkte der Stallaufenthalt die durchschnittliche Herzfrequenz der Kühe um 8,6 Schläge pro Minute. Ein Effekt von CCI auf die Herzfrequenz konnte aber nur bei den Kühen auf der Weide beobachtet werden. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass nicht nur die günstigeren klimatischen Bedingungen, sondern auch andere Faktoren für die tiefere Herzfrequenz im Stall verantwortlich sind, wie zum Beispiel die reduzierte Bewegung (siehe Liegezeit). Insgesamt zeigen diese Daten jedoch, dass sich der Hitzestress der Kühe durch das Hereinholen in den Stall verringern ließ. In weiteren Untersuchungen müsste geklärt werden, welche Zeitfenster hinsichtlich der Uhrzeit und Dauer die größte Wirkung haben und inwieweit sich auch in anderen Ställen ähnliche CCI-Gradienten erzielen lassen.

Zwischen den beiden Gruppen gab es nachweisbare Unterschiede in der Fress- und Wiederkaudauer sowie der Liegedauer. Die Kühe im Stall verbrachten weniger Zeit mit

Fressen, kauen mehr wieder und lagen mehr als die Kühe auf der Weide. Ein Effekt des CCI auf diese Verhaltensweisen konnte jedoch nur bei der Fressdauer auf der Weide beobachtet werden. Hier verringerte sich erwartungsgemäß die Fressdauer mit steigendem CCI. Entgegen den Erwartungen zeigten die Kühe keine deutliche Verringerung der Wiederkau- und Liegedauer mit zunehmendem Hitzestress. Die gefundenen Unterschiede dürften somit eher auf die sich stark unterscheidenden Haltungsbedingungen zurückzuführen sein als auf die unterschiedliche Hitzebelastung. Anscheinend waren andere Faktoren, wie z. B. die verfügbare Fläche oder die Futterqualität hier von größerer Bedeutung.

Basierend auf den Ergebnissen dieser Studie lässt sich zusammenfassend sagen, dass im Stall gehaltene Milchkühe während der heißesten Tageszeit geringere physiologische Reaktionen auf Hitze gegenüber Kühen auf der Weide zeigten. Unter der Voraussetzung von ähnlichen Klimabedingungen im Stall und auf der Weide wie in dieser Studie gemessen, dürfte die Stallhaltung während der heißesten Tageszeit somit eine effiziente Kühlungsmaßnahme für Kühe sein.

Literatur

- Ammer, S.; Lambert, C.; von Soosten, D., Zimmer, K., Meyer, U., Dänicke, S., Gauly, M. (2018): Impact of diet composition and temperature-humidity index on water and dry matter intake of high-yielding dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 102(1), pp. 103-113, doi: 10.1111/jpn.12664
- Bernabucci, U.; Lacetera, N.; Baumgard, L.H.; Rhoads, R.P.; Ronchi, B.; Nardone, A. (2010): Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal* 4(7), pp. 1167-1183, doi: 10.1017/S175173111000090X
- Brügemann, K.; Erhard, G.; König von Borstel, U.; König, S. (2012): Defining and evaluating heat stress thresholds in different dairy cow production systems. *Archiv für Tierzucht* 55(1), pp. 13-24, doi: 10.5194/aab-55-13-2012
- Gauly, M.; Bollwein, H.; Breves, G.; Brügemann, K.; Dänicke, S.; Daş, G.; Demeler, J.; Hansen, H.; Isselstein, J.; König, S.; Lohölter, M.; Martinsohn, M.; Meyer, U.; Potthoff, M.; Sanker, C.; Schröder, B.; Wrage, N.; Meibaum, B.; von Samson-Himmelstjerna, G.; Stinshoff, H.; Wrenzycki, C. (2013): Future consequences and challenges for dairy cow production systems arising from climate change in Central Europe – a review. *Animal* 7(5), pp. 843-859, doi: 10.1017/S1751731112002352
- Herbut, P.; Angrecka, S. (2018): Relationship between THI level and dairy cows' behaviour during summer period. *Italian Journal of Animal Science* 17(1), pp. 226-233, doi: 10.1080/1828051x.2017.1333892
- Hoffmann, G.; Herbut, P.; Pinto, S.; Heinicke, J.; Kuhla, B.; Amon, T. (2020): Animal-related, non-invasive indicators for determining heat stress in dairy cows. *Biosystems Engineering* 199, pp. 83-96, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2019.10.017
- Jo, J.-H.; Ghassemi Nejad, J.; Peng, D.-Q.; Kim, H.-R.; Kim, S.-H.; Lee, H.-G. (2021): Characterization of short-term heat stress in Holstein dairy cows using altered indicators of metabolomics, blood parameters, milk microRNA-216 and characteristics. *Animals* 11(3), pp. 722-741, doi:10.3390/ani11030722

- Kendall, P.E.; Nielsen, P.P.; Webster, J.R.; Verkerk, G.A.; Littlejohn, R.P.; Matthews, L.R. (2006): The effects of providing shade to lactating dairy cows in a temperate climate. *Livestock Science* 103(1–2), pp. 148–157, doi: 10.1016/j.livsci.2006.02.004
- Kadzere, C.T.; Murphy, M.R.; Silanikove, N.; Maltz, E. (2002): Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science* 77(1), pp. 59–91, doi: 10.1016/S0301-6226(01)00330-X
- Mader, T.L.; Johnson, L.J.; Gaughan, J.B. (2010): A comprehensive index for assessing environmental stress in animals. *Journal of Animal Science* 88(6), pp. 2153–2165, doi: 10.2527/jas.2009-2586
- Mader, T.L.; Johnson, L.J.; Gaughan, J.B. (2011): Erratum to “A comprehensive index for assessing environmental stress in animals” (*Journal of Animal Science* 88(6), pp. 2153–2165). *Journal of Animal Science* 89(9), p. 2955, doi: 10.2527/jas.2011-89-9-2955
- Moretti, R.; Biffani, S.; Chessa, S.; Bozzi, R. (2017): Heat stress effects on Holstein dairy cows' rumination. *Animal* 11(12), pp. 2320–2325, doi: 10.1017/S1751731117001173
- Renaudeau, D.; Collin, A.; Yahav, S.; de Basilio, V.; Gourdiene, J.L.; Collier, R.J. (2012): Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal* 6, pp. 707–728, doi: 10.1017/s1751731111002448
- Silanikove, N. (2000): Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science* 67(1–2), pp. 1–18, doi: 10.1016/S0301-6226(00)00162-7
- Thanner, S.; Schori, F.; Bruckmaier, R.M. (2014): Grazing behaviour, physical activity and metabolic profile of two Holstein strains in an organic grazing system. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 98(6), pp. 1143–1153, doi: 10.1111/jpn.12172
- Van Laer, E.; Moons, C.P.H.; Sonck, B.; Tuytens, F.A.M. (2014): Importance of outdoor shelter for cattle in temperate climates. *Livestock Science* 159(1), pp. 87–101, doi: 10.1016/j.livsci.2013.11.003
- Van Laer, E.; Tuytens, F.A.M.; Ampe, B.; Sonck, B.; Moons, C.P.H.; Vandaele, L. (2015): Effect of summer conditions and shade on the production and metabolism of Holstein dairy cows on pasture in temperate climate. *Animal* 9(9), pp. 1547–1558, doi: 10.1017/S1751731115000816
- West, J.W.; Mullinix, B.G.; Bernard, J.K. (2003): Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 86(1), pp. 232–242, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73602-9
- West, J.W. (2003): Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 86(6), pp. 2131–2144, doi: 10.3168/jds.S0022-0302(03)73803-X

Danksagung

Das Projekt wurde von den schweizerischen Bundesämtern für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) sowie für Landwirtschaft (BLW) und der Fondation Sur-la-Croix, Basel, finanziell unterstützt. Vielen Dank an das Team von Agroscope Posieux (CH) für die Haltung und Pflege der Milchkühe und der Mithilfe bei den Versuchen.

Zeigen Milchkühe individuelle Tagesmuster bei der Nutzung von Funktionsbereichen im Stall und in ihrer Aktivität?

Do dairy cows show daily, individually distinct patterns in area use and activity?

JOANNA STACHOWICZ, ROLAND NASSER, FELIX ADRION, CHRISTINA UMSTÄTTER

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurde untersucht, ob Milchkühe individuelle Tagesmuster bei der Nutzung von Funktionsbereichen im Stall und in ihrer Aktivität aufweisen. Wären solche Muster gegeben, könnten diese bzw. deren Abweichungen potentiell für die automatisierte Früherkennung von Tierwohlproblemen bei Nutztieren eingesetzt werden. Die Studie wurde an einer Herde Milchkühe vom Schweizer Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung Agroscope durchgeführt. In dem Versuch wurden 20 laktierende Kühe der Rassen Schweizer Braun- und Fleckvieh eingesetzt. Die Tiere wurden in einem Liegeboxenlaufstall gehalten. Die Fütterung und das Melken erfolgten zu festen Uhrzeiten am Morgen und Abend. Die Nutzung der Funktionsbereiche Liegen, Fressen und Laufen wurde mit dem Sensorsystem SMARTBOW® (Zoetis, Weibern, Österreich) und die Aktivität mit IceTag Pedometern (IceRobotics Ltd, Edinburgh, UK) über einen Zeitraum von sieben Tagen, in Minutenabständen erhoben. Die Auswertung der Verhaltenszeitreihen erfolgte mittels einer hierarchischen agglomerativen Clusteranalyse. In einem zweiten Schritt wurden die von der Clusteranalyse generierten Distanzen zwischen den Tagen extrahiert und innerhalb sowie zwischen Kühen verglichen. Dafür wurde die Effektgröße unter Anwendung des Cohen's d ermittelt. Die durchschnittliche Dauer der Besuche in den drei Funktionsbereichen war für alle Kühe ähnlich (Mittelwertspanne \pm SD, Fressbereich: 214,3–431,6 \pm 56,5, Liegebereich: 418,6–716,0 \pm 84,8 und Laufbereich: 313,5–625,0 \pm 84,0). Eine größere Varianz zeigte sich jedoch in der durchschnittlichen Aktivität zwischen den Kühen (Mittelwertspanne \pm SD, 2.223,3–6.082,4 \pm 907,9). Für die Nutzung der Funktionsbereiche sowie für die Aktivität waren die aus der Clusteranalyse extrahierten durchschnittlichen Distanzen zwischen den Tagen eines Individuums kleiner, als die Distanzen zwischen Tagen unterschiedlicher Individuen. Allerdings waren die Distanzen innerhalb der Individuen immer noch so groß, dass verschiedene Tage einzelner Kühe nicht näher gruppiert werden konnten, als Tage von unterschiedlichen Kühen. In der vorliegenden Studie konnten keine offensichtlich konsistenten, individuellen Tagesmuster in der Nutzung von Funktionsbereichen im Stall und in der Aktivität von Milchkühen festgestellt werden. Allerdings waren die Tage von einzelnen Kühen ähnlicher als Tage von unterschiedlichen Kühen. Das heißt es ist möglich, dass individuelle Tagesmuster trotzdem vorhanden waren, nur, dass diese eine höhere Variabilität aufwiesen und somit mit einer Clusteranalyse nicht identifiziert werden konnten.

Summary

The present study investigated whether dairy cows exhibit daily, individually distinct patterns in the utilization of functional areas in the barn and in activity. The presence of such patterns or their deviation could potentially be used for the automated detection of issues in livestock. The study was conducted on a herd of dairy cows at the Swiss centre of excellence for agricultural research, Agroscope. For the study, 20 lactating cows of the breeds Brown Swiss and Swiss Fleckvieh were used. The cows were kept in a cubicle housing system. They received feed and they were milked during fixed times in the morning and evening. Area use was recorded with the sensor system SMARTBOW® (Zoetis, Weibern, Austria) and activity with IceTag pedometers (IceRobotics Ltd, Edinburgh, UK). All data was collected for seven consecutive days with a resolution of 1 minute. To analyse the behavioural time series a hierarchical agglomerative cluster analysis was applied. In a second step, the distances between days, which were calculated by the clustering process, were extracted and compared within and between cows. For the comparison the effect size was determined using the Cohen's *d*. The average duration of visits to the three functional areas was similar for all the cows (Mean Range \pm SD, feeding area: 214.3–431.6 \pm 56.5, lying area: 418.6–716.0 \pm 84.8 and walking area: 313.5–625.0 \pm 84.0). In contrast, a higher variation was found between cows in the average daily activity (Mean Range \pm SD, 2,223.3–6,082.4 \pm 907.9). Further, for area use and for activity, the average distances between days, calculated by the cluster analysis, were smaller for individual than for different cows. The Cohen's *d* indicated a medium difference of 0.49 for activity and of 0.50 for area use. Yet, the distances between days within cows were still too large to allow a closer grouping of days of individual cows compared to days of different cows. The present study could not detect overt consistent daily, individually distinct patterns in area use and in activity of dairy cows. However, the days within cows were more similar than days between cows. Hence, it could be that daily individually distinct patterns in cows were actually present, but less robust and therefore not detectable with a Cluster analysis.

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Bestimmung von Verhalten kann Aufschluss über den Zustand eines Tieres geben und stellt somit ein wichtiges Werkzeug in der angewandten Ethologie dar. Demnach ist die Entdeckung von neuen tierbasierten Variablen sowie die Erprobung von Datenanalysemethoden ein wesentliches Ziel, das verfolgt wird. Lange Zeit wurden Verhaltensweisen weitgehend anhand z. B. ihrer Intensität, Häufigkeit oder Dauer beurteilt. Mandel et al. (2017) konnten beispielsweise zeigen, dass Kühe mit Metritis eine kürzere Dauer in der Bürstennutzung auswiesen als Kontrollkühe. Wallenbeck und Keeling (2013) haben dagegen die Häufigkeit der Besuche an elektronischen Fütterungsautomaten sowie den Futteraufnahme als Indikator für Schwanzbeißen bei Schweinen untersucht. Weiter

wurde zur Bestimmung des Auftretens von Östrus bei Milchkühen die Intensität an Aktivität verwendet (Løvendahl und Chagunda 2010). Im Gegensatz dazu wurden komplexere Verhaltensmuster weitgehend vernachlässigt.

Langsam jedoch richtet sich der Fokus von Forschenden zunehmend auf die Quantifizierung von z.B. den direktionalen, sequentiellen oder zeitlichen Strukturen von Verhalten. Kalueff und Tuohimaa (2004) berichteten, dass gestresste Mäuse eine andere Mikrostruktur in der Ausführung ihrer Körperpflege aufwiesen, als nicht gestresste Mäuse. Weiter zeigte die Studie von Maria et al. (2004), dass die Komplexität von Bewegungsabläufen bei Hühnern unter Stress abnahm, jedoch bereichernde Bedingungen zu einer höheren Komplexität von Verhaltensweisen wie Sitzen, Fressen und Ausruhen führten. Eine aktuellere Arbeit von Rufener et al. (2018) untersuchte Verhaltenszeitreihen von Legehennen mittels einer Clusteranalyse. Die Autoren konnten zeigen, dass Hennen sehr konsistente Tages- und individuell-spezifische Bewegungs- und Raumnutzungsmuster aufweisen. Da ein klar definierter Rhythmus als Charakteristik für einen gesunden Organismus angesehen wird (Berger et al. 2003), zeigen die Resultate Potenzial auf rhythmisches Verhalten von Tieren durch das Clustern von Zeitreihen zu identifizieren.

Für die Untersuchung von Zeitreihen sind kontinuierliche Daten erforderlich, die mittels tierbezogenen Sensoren erhoben werden können. Für Milchkühe gibt es bereits eine Reihe kommerziell verfügbarer Sensoren und aus diesem Grund stellen sie eine geeignete Versuchstierart für die Untersuchung von Verhaltenszeitreihen dar. Insbesondere Sensoren die Daten zur Aktivität sowie zur Nutzung von Funktionsbereichen erheben, können nützliche Informationen über die zeitliche Koordination des Kuhverhaltens liefern.

In der vorliegenden Studie wurde daher mit visuell explorativen sowie statistischen Ansätzen untersucht, ob Milchkühe konsistente, individuell ausgeprägte Tagesmuster bei der Nutzung von Funktionsbereichen im Stall und in ihrer Aktivität aufweisen. Wir gehen davon aus, dass i) Milchkühe konsistente Tagesmuster in der Aktivität sowie in der Nutzung von Funktionsbereichen ausüben und dass ii) ähnlichere Tagesmuster innerhalb als zwischen Kühen gefunden werden.

2 Material und Methoden

2.1 Tiere und Haltung

Die Studie wurde mit einer Milchviehherde vom Schweizer Kompetenzzentrum des Bundes für landwirtschaftliche Forschung Agroscope durchgeführt. Die Kühe wurden in einem natürlich belüfteten Liegeboxenlaufstall gehalten. Das Tier-Liegeplatz- sowie Tier-Fressplatz-Verhältnis betrug 1:1. Der Laufbereich bestand aus den Gängen zwischen Fressbereich und Liegeboxen und wies zwei Tränken, einen Kraftfutterautomaten und eine Bürste auf. Zweimal täglich wurden die Kühe zu festen Uhrzeiten am Morgen und Abend gefüttert sowie gemolken. Die Herde bestand aus den Rassen Braunvieh ($n = 13$) und Schweizer Fleckvieh ($n = 7$). Alle Kühe befanden sich zwischen dem 64. und 187. Laktationstag (Mittelwert \pm SD: 121 ± 42 Tage).

2.2 Datenerhebung

Die Nutzung der Funktionsbereiche wurde mit dem Sensorsystem SMARTBOW® (Zoetis, Weibers, Österreich) erhoben. Dabei handelt es sich um ein System mit Echtzeit-Ortung, das aus Ohrmarken und an der Wand montierten Antennen besteht. Über SMARTBOW® wurden die Positionen der Kühe im Stall ermittelt und mit dem Liege-, Fress- und Laufbereich im Stall abgeglichen. Dadurch konnte nachvollzogen werden, in welchem der drei Funktionsbereiche sich die Kühe zu jedem Zeitpunkt befanden. Zur Erhebung der Aktivität dienten IceTag Pedometer (IceRobotics Ltd, Edinburgh, UK), die an einem der Hinterbeine befestigt waren. Für die Auswertung wurde der Bewegungsindex verwendet. Dieser wird direkt vom System, anhand der Beschleunigung der Gliedmaßen, berechnet und reflektiert die Intensität an Aktivität. Alle Daten wurden kontinuierlich über sieben aufeinanderfolgende Tage aufgezeichnet. Aufgrund technischer Probleme und erkrankter Kühe standen am Ende sieben Tageszeitreihen von 14 Kühen für die Analyse zur Verfügung. Neben der statistischen Auswertung wurden die individuellen Zeitreihen für alle einzelnen Kühe sowie die aus dem Clusterprozess generierten Dendrogramme graphisch dargestellt und visuell explorativ untersucht.

2.3 Statistische Analyse

Für die Untersuchung wurde eine hierarchische agglomerative Clusteranalyse, unter Einbezug der Varianz-Methode Ward D, durchgeführt. Um zu bestimmen, ob die Tageszeitreihen innerhalb von Individuen ähnlicher sind als zwischen Individuen, fanden Distanzmaße Anwendung, die einen Zeitsprung (Time Warp) erlauben. Damit ist es möglich, gleiche Sequenzen zu identifizieren, die zeitlich verschoben sind. Für die Nutzung der Funktionsbereiche (kategorische Variable) wurde Time Warp Edit Distance und für Aktivität (kontinuierliche Variable) Dynamic Time Warping als Distanzmaß verwendet. In einem zweiten Schritt wurden die durch den Clusterprozess berechneten Distanzen zwischen den Tagen extrahiert und innerhalb und zwischen Kühen statistisch verglichen. Dazu erfolgte die Bestimmung der Effektgröße mittels Cohen's d.

3 Ergebnisse

Die durchschnittliche Dauer der Besuche in den drei Funktionsbereichen war für alle Kühe ähnlich (Mittelwertspanne \pm SD, Fressbereich: 214,3–431,6 \pm 56,5, Liegebereich: 418,6–716,0 \pm 84,8 und Laufbereich: 313,5–625,0 \pm 84,0). Eine größere Varianz war jedoch in der durchschnittlichen Aktivität zwischen Kühen zu beobachten (Mittelwertspanne \pm SD, 2.223,3 und 6.082,4 \pm 907,9).

Die Dendrogramme ergaben, dass verschiedene Tage von einzelnen Kühen nicht näher geclustert werden konnten, als Tage von unterschiedlichen Kühen. Für die Nutzung der Funktionsbereiche konnten höchstens drei von sieben Tagen einer Kuh gruppiert werden (Abb. 1), während es für die Aktivität bis zu sieben Tage einer Kuh waren (Abb. 2). Die

visuelle Beurteilung der individuellen Zeitreihenplots hat ebenfalls keine klaren Tagesmuster in der Aktivität (Abb. 3) und in der Nutzung der drei Funktionsbereiche (Abb. 4) aufzeigen können.

Allerdings war für die Nutzung der drei Funktionsbereiche (Abb. 5) und für die Aktivität (Abb. 6) die durchschnittliche Distanz zwischen den Tagen eines Individuums kleiner, als die Distanz zwischen Tagen unterschiedlicher Individuen. Der Cohen's d hat eine mittlere Effektstärke von 0,50 für Nutzung der Funktionsbereiche und von 0,49 für Aktivität ergeben.

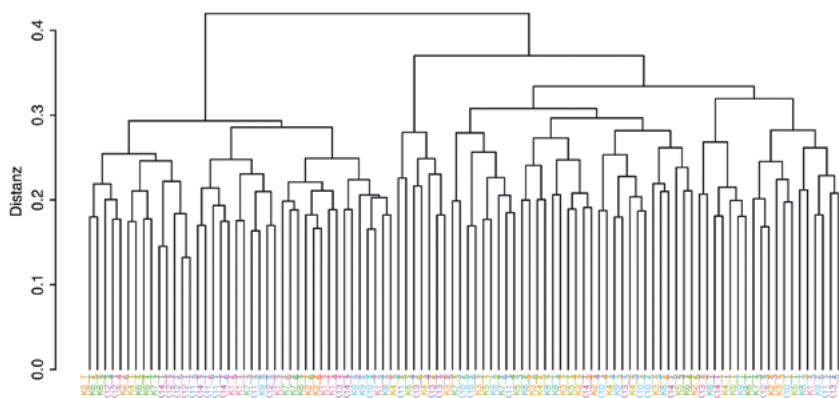


Abb. 1: Das Dendrogramm zeigt die Gruppierung der Tage (T1-7) von allen Kühen (K1-14) basierend auf der Clusteranalyse zur Nutzung der drei Funktionsbereiche

Fig. 1: The dendrogram shows the grouping of days (T1-7) of all cows (K1-14), based on the Cluster analysis of area use

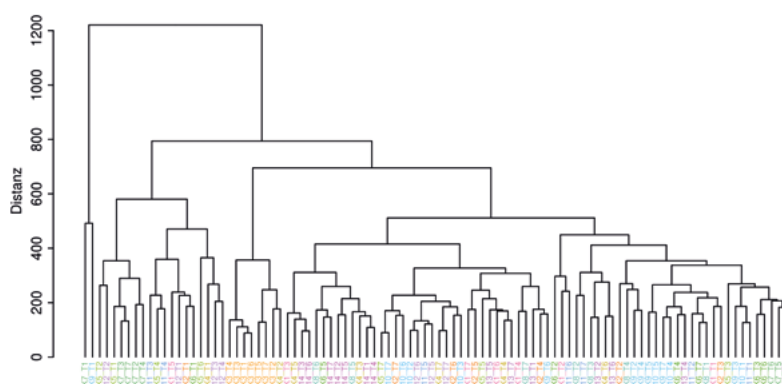


Abb. 2: Das Dendrogramm zeigt die Gruppierung der Tage (T1-7) von allen Kühen (K1-14) basierend auf der Clusteranalyse zur Aktivität

Fig. 2: The dendrogram shows the grouping of days (T1-7) of all cows (K1-14), based on the Cluster analysis of activity

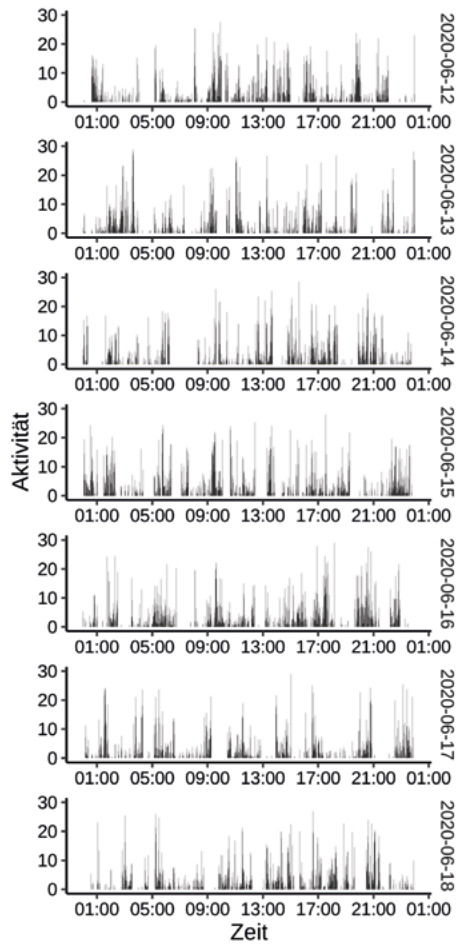


Abb. 3: Grad an Aktivität einer einzelnen Kuh über sieben aufeinanderfolgende 24-h-Perioden
 Fig. 3: Degree of activity of a single cow over seven consecutive 24 hours periods

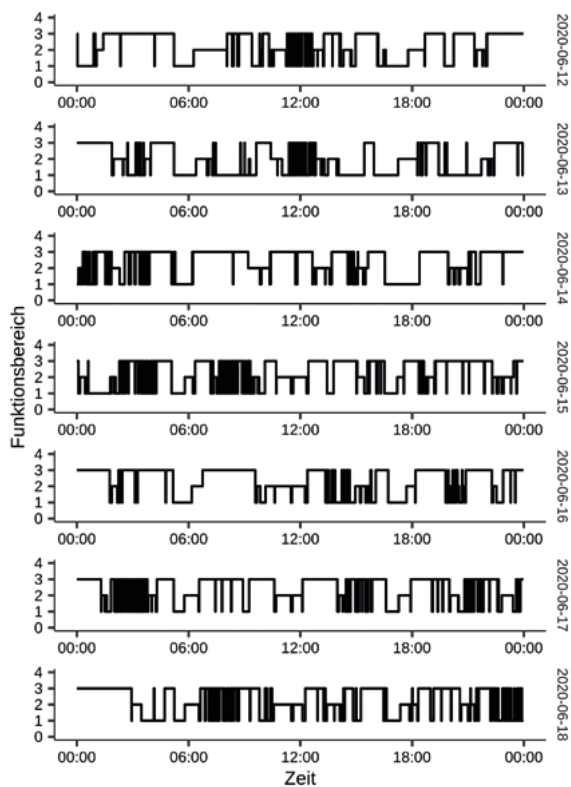


Abb. 4: Tagesmuster der Nutzung von Funktionsbereichen einer einzelnen Kuh über sieben aufeinanderfolgende 24-h-Perioden

Fig. 4: Daily patterns of area use of a single cow over seven consecutive 24 hours periods

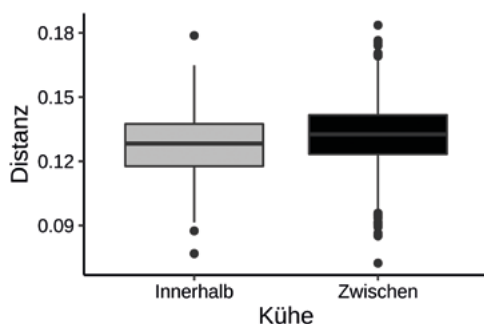


Abb. 5: Die Boxplots zeigen die Distanzen zwischen den Tagen von individuellen und unterschiedlichen Kühen, extrahiert aus dem Clusterprozess zur Nutzung der Funktionsbereiche

Fig. 5: The Boxplots show the distances between days for individual and for different cows, extracted from the clustering process of area use

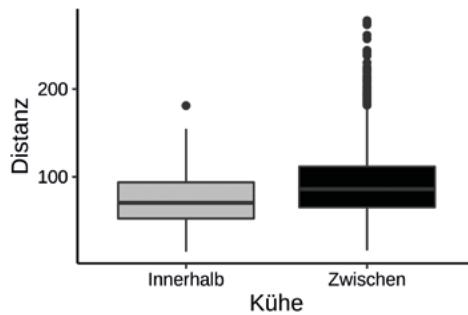


Abb. 6: Die Boxplots zeigen die Distanzen zwischen den Tagen, von individuellen und unterschiedlichen Kühen, extrahiert aus dem Clusterprozess von Aktivität

Fig. 6: The Boxplots show the distances between days for individual and for different cows, extracted from the clustering process of activity

4 Diskussion

Die visuelle Inspektion der durch die Clusteranalyse generierten Dendrogramme zeigte auf, dass Tage von individuellen Kühen nicht näher gruppiert werden konnten, als Tage von verschiedenen Kühen. Das deutet darauf hin, dass die Kühe keine individuell spezifischen Muster in der Nutzung der Funktionsbereiche sowie in ihrer Aktivität aufwiesen. Eine Synchronisation im Verhalten der Kühe (King et al. 2016), könnte das Fehlen von individuellen Mustern erklären. Einen möglichen Hinweis dafür, dass die Kühe in dem vorliegenden Versuch ihr Verhalten tatsächlich zu einem gewissen Teil synchronisiert haben, liefert die Dauer der Besuche in den drei Funktionsbereichen, die für alle Kühe sehr ähnlich war. Ob nun aber die fehlende Gruppierung ausschließlich durch synchronisiertes Verhalten zustande gekommen ist oder ob die Kühe einfach keine konsistenten Tagesmuster ausgeübt haben, kann durch die Clusteranalyse nicht aufgeschlüsselt werden.

Ein Blick auf die graphisch dargestellten individuellen Tageszeitreihen der Aktivität und der Nutzung der Funktionsbereiche ließ keine klaren Tagesmuster im Verhalten erkennen. Im Gegensatz dazu ergaben die aus der Clusteranalyse extrahierten Distanzen, dass Tage von individuellen Kühen ähnlicher waren, als Tage von unterschiedlichen Kühen. Demzufolge kann angenommen werden, dass die Kühe allenfalls doch individuell spezifische Tagesmuster in der Aktivität und in der Nutzung von Funktionsbereichen aufwiesen, nur, dass diese weniger robust waren.

Kühe üben einen multimodalen Aktivitätsrhythmus aus (Refinetti et al., 2016). Das bedeutet, dass ein Wechsel zwischen Aktivitäts- und Ruhephasen alle paar Stunden stattfindet. Darüber hinaus können Kühe zu einem gewissen Teil auch nachts aktiv sein (Gib et al. 1998). Dies hat sich in dieser Studie ebenfalls gezeigt. Beide Faktoren bieten mehr Raum für Abweichungen. Folglich können sie zu einer höheren Variabilität in den zeitlichen Verhaltensmustern führen, als es z.B. für strikt tagaktive Tierarten oder für solche, die einen uni bzw. bi-modalen Aktivitätsrhythmus aufweisen, der Fall wäre.

Weiter ist bei der Anwendung einer Clusteranalyse zu bedenken, dass nicht die Identifizierung eines generellen Tagesmusters angestrebt, sondern jede Abweichung in der Zeitreihe berücksichtigt wird. Folglich wird die Erkennung von Verhaltensmustern, die eine höhere Plastizität in ihrer zeitlichen Struktur aufweisen, erschwert.

Es lässt sich schlussfolgern, dass in der vorliegenden Arbeit keine konsistenten individuell spezifischen Tagesmuster bei Milchkühen gefunden werden konnten, weder bei der Aktivität noch bei der Nutzung von Funktionsbereichen. Allerdings ist es möglich, dass solche Muster trotzdem vorhanden sind, aber aufgrund einer höheren Variabilität mittels einer Clusteranalyse nicht ermittelt werden können.

Literatur

- Berger, A.; Scheibe, K.-M.; Michaelis, S.; Streich, W.J. (2003): Evaluation of living conditions of free-ranging animals by automated chronobiological analysis of behavior. *Behavior Research Methods, Instruments & Computers* 35(3), pp. 458–466
- Gib, M.J.; Huckle, C.A.; Nuthall, R. (1998): Effect of time of day on grazing behaviour by lactating dairy cows. *Grass and Forage Science* 53, pp. 41–46
- Kalueff, A.V.; Tuohimaa, P. (2004): Grooming analysis algorithm for neurobehavioural stress research. *Brain Research Protocols* 13, pp. 151–158, doi.10.1016/j.brainresprot.2004.04.002
- King, M.T.M.; Crossley, R.E.; DeVries, T.J. (2016): Synchronization of Dairy Cows Does Not Limit the Behavioral Response to Treatment in Mixed Treatment Experimental Designs. *Frontiers in Veterinary Science* 3, 98, doi.10.3389/fvets.2016.00098
- Løvendahl, P.; Chagunda, M.G.G. (2010): On the use of physical activity monitoring for estrus detection in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, pp. 249–259, doi.10.3168/jds.2008-1721
- Mandel, R.; Nicol, C.J.; Whay, H.R.; Klement, E. (2017): Short communication: Detection and monitoring of metritis in dairy cows using an automated grooming device. *Journal of Dairy Science* 100, pp. 5724–5728, doi.10.3168/jds.2016-12201
- Maria, G.A.; Escós, J.; Alados, C.L. (2004): Complexity of behavioural sequences and their relation to stress conditions in chickens (*Gallus gallus domesticus*): a non-invasive technique to evaluate animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 86, pp. 93–104, doi.10.1016/j.applanim.2003.11.012
- Refinetti, R.; Wassmer, T.; Basu, P.; Cherukalady, R.; Pandey, V.K.; Singaravel, M.; Giannetto, C.; Piccione, G. (2016): Variability of behavioral chronotypes of 16 mammalian species under controlled conditions. *Physiology & Behavior* 161, pp. 53–59, doi.10.1016/j.physbeh.2016.04.019
- Rufener, C.; Berezowski, J.; Maximiano Sousa, F.; Abreu, Y.; Asher, L.; Toscano, M.J. (2018): Finding hens in a haystack: Consistency of movement patterns within and across individual laying hens maintained in large groups. *Scientific Reports* 8, pp. 12303, doi.10.1038/s41598-018-29962-x
- Wallenbeck, A.; Keeling, L.J. (2013): Using data from electronic feeders on visit frequency and feed consumption to indicate tail-biting outbreaks in commercial pig production. *Journal of Animal Science* 91, pp. 2879–2884, doi.10.2527/jas.2012-5848

Polysomnographische Untersuchungen zum Schlafverhalten von Fohlen

Polysomnographic studies on the sleep behaviour of foals

ANTONIA ZANKER, ANNA-CAROLINE WÖHR, SVEN REESE, MICHAEL ERHARD

Zusammenfassung

In der hier vorliegenden Studie wurde zum ersten Mal das Schlafverhalten gesunder Fohlen in ihrem heimatlichen Umfeld über 48 Stunden polysomnographisch untersucht, da es bis dato keine Referenzwerte für polysomnographische Daten bei Fohlen gibt. Über zehn angebrachte Becherelektroden wurden Hirnströme mittels Elektroenzephalographie, Augenbewegungen mittels Elektroofukulographie und Muskelaktivität mittels Elektromyographie aufgezeichnet. Drahtlose Polysomnographen ermöglichten es, die Messungen in den Heimatställen der Fohlen durchzuführen. Darüber hinaus wurde jedes Fohlen gleichzeitig mit Infrarot-Videokameras überwacht. Durch Kombination der aufgezeichneten Daten wurde die Einteilung des Schlaf- und Liegeverhaltens der Fohlen über 48 Stunden ermittelt, wobei die Vigilanzzustände in Wach, Leichtschlaf, Slow-Wave-Schlaf und Rapid-Eye-Movement-Schlaf und die Körperpositionen in Stehen, Saugen, Brust-Bauch-Lage- und Seitenlage unterteilt wurden. Die Ergebnisse der qualitativen Analysen zeigten, dass sich die Gehirnwellen der Fohlen in ihrer Morphologie von denen unterscheiden, die zuvor für erwachsene Pferde berichtet wurden. Die Ergebnisse dieser kombinierten Messungen ermöglichen es, den Tagesablauf der Fohlen entsprechend ihrer Schlaf- und Aktivitätszeiten zu optimieren.

Summary

Since there are no reference values for polysomnographic data in foals yet, ten healthy foals were measured polysomnographically over 48 hours within their first week of life in this study. Brain waves were recorded via ten attached cup electrodes using electroencephalography, eye movements via electrooculography, and muscle activity via electromyography. Wireless polysomnographs made it possible to perform the measurements in the foals' home stalls. In addition, each foal was simultaneously monitored with infrared video cameras. By combining the recorded data, the classification of the foals' sleep and recumbency behavior over 48 hours was determined, with vigilance states divided into awake, light sleep, slow-wave sleep, and rapid-eye-movement sleep, and body positions divided into standing, suckling, sternal- and lateral recumbency. The results of the qualitative analyses showed that foal brainwaves differed in morphology from those previously reported for adult horses. The results of our combined measurements allow us to optimize the daily schedule of foals according to their sleep and activity times.

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Funktion des Schlafes ist weder in der Human- noch in der Veterinärmedizin abschließend geklärt. In der Humanmedizin ist es bereits möglich, anhand von Veränderungen des Schlafverhaltens und durch polysomnographische Aufzeichnungen Diagnosen zu stellen, Therapien zu optimieren und prognostische Aussagen bezüglich der Hirnentwicklung zu treffen (Gerla et al. 2008). Die Möglichkeiten der polysomnographischen Messungen bei Pferden haben sich in den letzten 20 Jahren entwickelt und deutlich verbessert. Durch kabellose Gerätschaften und nicht-invasive Elektroden ist es mittlerweile möglich, polysomnographische Messungen im Stall durchzuführen (Lewin 1998, Kalus 2014, Güntner 2010). Darüber hinaus wurden mithilfe von Elektroenzephalogramm (EEG), Elektrookulogramm (EOG) und Elektromyogramm (EMG) Daten generiert, die es erlauben, den Schlaf adulter Pferde in verschiedene Vigilanzstadien zu unterteilen (Williams et al. 2008, Kalus 2014). Die Polysomnographie bei adulten Pferden wurde bisher zur Verhaltensforschung (Williams et al. 2008, Ruckebusch 1972, Dallaire und Ruckebusch 1974a,b, Hale und Huggins 1980), zur Untersuchung der Auswirkungen von Sedativa und Narkotika (Auer et al. 1979, Purohit et al. 1981, Mysinger et al. 1985, Ekström et al. 1993, Short und Ekström 1993, Miller et al. 1995, Johnson und Taylor 1997, Williams et al. 2012, Haga und Dolvik 2005) und zur Diagnose von Krankheiten (Lapras et al. 1968, Lacombe et al. 2001, Fuchs 2017, Dunigan et al. 1995) eingesetzt. Die bisherigen polysomnographischen Messungen an Fohlen umfassten Untersuchungen zu Sedativa (Mysinger et al. 1985), zu Krankheiten (Aleman et al. 2006, Baird 1973, Beatty et al. 1986), und zur Anbringung von Elektroden (Lewin 1998). In verschiedenen Beobachtungsstudien wurde das Liegeverhalten von jungen Fohlen aufgezeichnet (Boy und Duncan 1979, Barber und Crowell-Davis 1994, Crowell-Davis 1994, Murase et al. 2018). Ein Fohlen in liegender Position kann jedoch wach oder schlafend sein, wodurch die alleinige Aufzeichnung des Liegeverhaltens keine Unterscheidung zwischen den Vigilanzstadien erlaubt (Kalus 2014, Williams et al. 2008). Soweit uns bekannt ist, gibt es bislang weder polysomnographische Messungen an gesunden Fohlen über mehrere Tage und Nächte, noch Studien zu qualitativen und quantitativen Auswertungen von polysomnographischen Daten bei Fohlen. Ziel dieser Studie war es daher, das Schlaf- und Liegeverhalten von gesunden Fohlen in deren gewohnter Umgebung zu messen. Anhand der polysomnographischen Daten und synchronen Videoaufzeichnungen über 48 Stunden war es möglich, sowohl Messwerte für die verschiedenen Vigilanzstadien der Fohlen anzugeben, als auch Anzahl und Dauer von Schlaf-, Liege- und Trinkzeiten. Die Ergebnisse sollen als Grundlage für weitere Untersuchungen zu Medikamentenwirkung, Früherkennung von Erkrankungen und für die Diagnose von Gehirnschäden dienen und außerdem die Fohlenhaltung in Bezug auf Stallzeiten optimieren.

2 Material und Methoden

2.1 Auswahl der Fohlen, Haltungsbedingungen und Messdauer

Insgesamt wurden im Zeitraum von März bis Juni 2019 vier Stutfohlen und sechs Hengstfohlen verschiedener Rassen jeweils über einen Zeitraum von 48 Std polysomnographisch gemessen. Die Messungen der Fohlen wurden in deren heimatlichen Stallungen durchgeführt. Die Fohlen mussten gesund sein und mit ihren Müttern in einer Box gehalten werden. Sowohl die polysomnographischen Messungen, als auch die zusätzlichen Videoaufzeichnungen erfolgten bei jedem Fohlen über 48 Stunden.

2.2 Verwendete Geräte

Bei dem zur Messung verwendeten Polysomnographen handelte es sich um den tragbaren SOMNOscreenTMplus® der Firma SOMNOmedics GmbH (D-97236 Randersacker). Die Datenübertragung auf das Notebook erfolgte mit einer 16Bit-Auflösung über ein am Somnoscreen angebrachtes Funkmodul (Reichweite bis zu 100 m). Die synchron laufende Infrarotkamera war über ein Netzkabel an das Notebook angeschlossen. Der Polysomnograph befand sich in einer Schutzhülle und wurde mit einem Gurt am distalen Teil des Halses des jeweiligen Fohlens befestigt. Insgesamt waren zehn goldbeschichtete Napfelektroden mit einem Durchmesser von ca. 1 cm und einer kleinen mittigen Öffnung über jeweils 1 m lange, verschieden farbige Kabel miteinander verbunden. Der Kabelbaum selbst konnte als Stecker in den Polysomnographen eingesteckt werden.

2.3 Durchführung der Messungen

Die Elektroden wurden auf zuvor rasierte und mit Alkohol entfettet Hautstellen angebracht. Während aller Manipulationen der Fohlen wurden diese von fachkundigen Personen fixiert, wobei ein Arm um die Brust des Fohlens gelegt wurde, der andere um das Hinterteil des Fohlens. Die Anbringung erfolgte modifiziert nach dem gleichen Schema wie es in vorangegangenen Arbeiten angewandt wurde (Güntner 2010, Kalus 2014, Fuchs 2017) (Abb. 1). Die Napfelektroden wurden mit einer speziellen Klebeleitpaste für Napfelektroden befüllt und ihr Rand und Stiel wurden mit UHU®-Alleskleber super bestrichen. Diese Kombination ermöglichte eine sichere Anbringung der Elektroden am Fohlenkopf. Zur zusätzlichen Fixation und zum Schutz der Elektroden wurden diese mit snogg® Animal Polster, einem selbstklebenden Schaumstoff, abgedeckt. Um die Fohlen vor einem Hängenbleiben mit den Elektrodenkabeln zu schützen, wurde ihnen ein „Sleezy“®, eine Art Kopfhäube aus Stoff, übergezogen (Abb. 1).

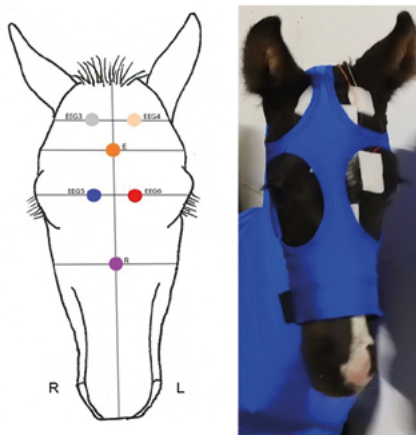


Abb. 1: Links: Schematisches Elektrodenanbringungsschema modifiziert nach Kalus (2014) und Güntner (2010); rechts: Fohlen mit aufgeklebten Elektroden unter AnimalPolster und Sleezy (© Zanker)

Fig. 1: Left: Schematic electrode application scheme modified according to Kalus (2014) and Güntner (2010); right: Foal with attached electrodes under AnimalPolster and Sleezy (© Zanker)

2.4 Auswertung der Daten

Ein manuelles Editieren der Daten ist unabdingbar, da die automatische Analysesoftware DOMINO® auf die Auswertung humaner Schlafprofile ausgelegt ist. Im Editiermodus der Analysesoftware ist ein manuelles Zuordnen der Schlafstadien zu jeder Epoche (30-Sekunden-Intervall) möglich. Die Vigilanzstadien wurden in Wach, Leichtschlaf, Tiefschlaf und REM-Schlaf unterteilt, die Körperlagen in Stehen, Trinken, Brust-Bauch-Lage und Seitenlage. Die statistische Auswertung der Daten und die Erstellung von Grafiken erfolgte mit Microsoft Excel und der Statistiksoftware SPSS in den Versionen 25.0 und 26.0.

3 Ergebnisse

3.1 Qualitative Bestimmung der Schlafstadien

Im Wachzustand zeigte sich im EEG ein sehr breites Frequenzspektrum mit meist gemischten Frequenzen und unterschiedlich hohen Amplituden. Ein Großteil der Wachsequenzen war durch Kau-, Muskel- und Bewegungsartefakte überlagert. Das EMG wies im Vergleich zu den anderen Vigilanzstadien die höchste Spannung auf. Kaubewegungen waren durch sehr hohe Ausschläge und Frequenzen im EMG erkennbar. Je nach Aufmerksamkeitsstadium der Fohlen waren im EOG sowohl schnelle (REMs) als auch langsamere (SEMs) Augenbewegungen erkennbar. Bei sehr starken Bewegungen (Kopfschütteln, Herumspringen, Wälzen) waren keine EEG-, EOG- oder EMG-Wellen erkennbar (Abb. 2). Messwerte sind für den Wachzustand bei Fohlen nicht anzugeben, da es keine aussagekräftigen, artefaktfreien Aufzeichnungen des Wachzustandes gab.

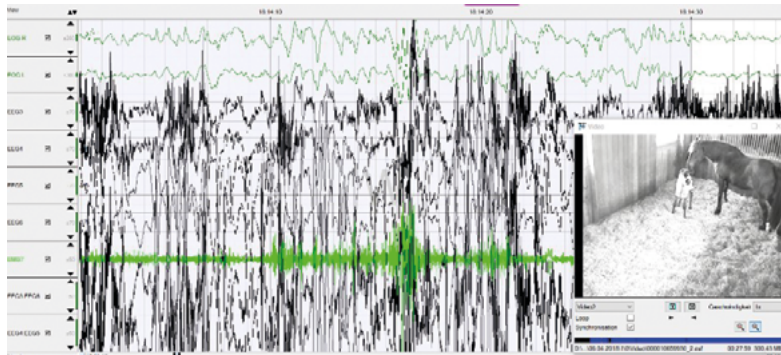


Abb. 2: Polysomnographische Aufzeichnungen des Wachzustandes eines Fohlens (Fohlen Nr. 2) im Stehen. Zu sehen sind die Augenbewegungen im EOG, die Ableitungen der vier EEGs, das EMG und die Ableitungen der EEGs zueinander (y-Achse von oben nach unten: EOG R und EOG L; EEG 3-EEG 6; EMG; EEG 3:EEG 6; EEG 4:EEG 5): Die EEGs sind von Artefakten überlagert, das EMG ist hochgespannt und in den EOGs sind viele Augenbewegungen erkennbar (© Zanker).

Fig. 2: Polysomnographic recordings of the awake state of a foal (foal no. 2) in standing position. Eye movements in the EOG, the leads of the four EEGs, the EMG, and the leads of the EEGs to each other are shown (y-axis from top to bottom: EOG R and EOG L; EEG 3-EEG 6; EMG; EEG 3:EEG 6; EEG 4:EEG 5): The EEGs are overlaid with artifacts, the EMG is high-voltage, and many eye movements are evident in the EOGs (© Zanker).

Das EEG des Leichtschlafs zeigte grundsätzlich ein sehr gleichmäßiges Erscheinungsbild mit EEG-Wellen, die größtenteils innerhalb eines Referenzbereiches von $75 \mu\text{V}$ lagen (Abb. 3). Die maximalen Ausschläge aller Elektroden lagen im Durchschnitt bei $87,4 \pm 24,7 \mu\text{V}$ (Min. $35 \mu\text{V}$; Max. $188 \mu\text{V}$). Der durchschnittliche prozentuale Anteil der δ -Wellen von $n=10$ Fohlen lag bei $36,0 \%$ im Leichtschlaf, wobei sich insgesamt $22,3 \%$ der Wellen im Slow-Wave-Bereich befanden. Durchschnittlich $26,8 \%$ der Wellen lagen im θ -Frequenzbereich, $26,5 \%$ im β -Bereich und $10,8 \%$ im α -Bereich. Im EOG zeigten sich größtenteils langsame rollende Augenbewegungen. Zum Teil waren auch größere Ausschläge der EOGs zu erkennen, wobei diese im Vergleich zum REM-Schlaf meist in die gleiche Richtung gingen. Eine Übertragung der Augenbewegungen auf EEG 5 und EEG 6 war häufig darstellbar. Graphoelemente wie Spindeln und K-Komplexe waren bei jedem Fohlen auffindbar (Abb. 3).

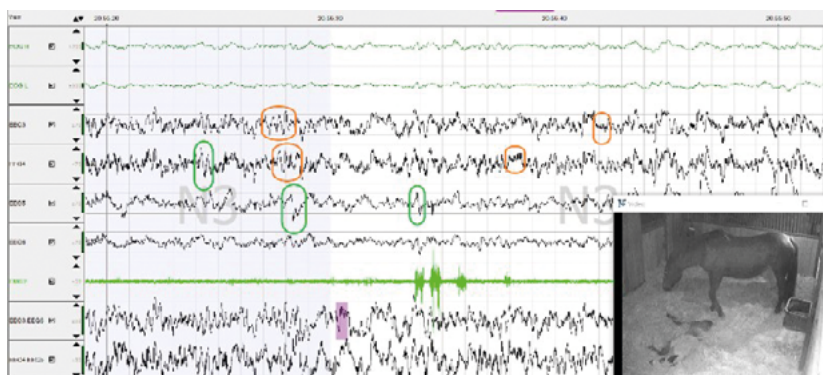


Abb. 3: Polysomnographische Aufzeichnungen des Leichtschlafs eines Fohlens (Fohlen Nr. 2) in Seitenlage. Grün umrandet sind K-Komplexe, orange umrandet Schlafspindeln (© Zanker).

Fig. 3: Polysomnographic recordings of light sleep of a foal (foal no. 2) in lateral position. K-complexes are outlined in green, sleep spindles in orange (© Zanker).

Im EEG des Tiefschlafs der Fohlen zeigte sich ein sehr hoch-amplitudiges, niederfrequentes Erscheinungsbild. Die durchschnittliche maximale Amplitudenhöhe aller Elektroden lag bei $281,6 \pm 96,8 \mu\text{V}$ (Min. $126 \mu\text{V}$; Max. $586 \mu\text{V}$). Der durchschnittliche Anteil an δ -Wellen über alle Elektroden lag bei 53,3 %, der der β -Wellen bei 14,9 % und der Anteil an α -Wellen lag bei 14,9 %. Insgesamt konnten 36,0 % der Wellen im Slow-Wave-Bereich gemessen werden. Das EOG selbst ist nicht zu beurteilen, da die EEG-Wellen auf das EOG übertragen werden. Das EMG befindet sich in einem niedriggespannten Zustand. Bei allen Fohlen waren im Tiefschlaf große Ausschläge, die über alle EEGs und beide EOGs reichten, auffindbar (Abb. 4).

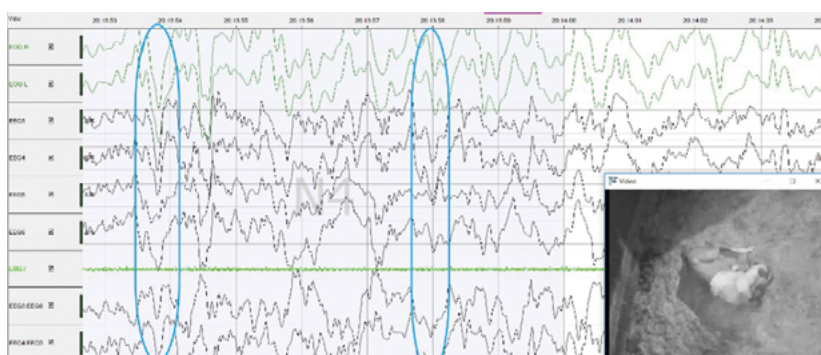


Abb. 4: Polysomnographische Aufzeichnungen des Tiefschlafs eines Fohlens (Fohlen Nr. 6) in Brust-Bauch-Lage. Große Ausschläge, die über alle EEGs und das EOG gehen, sind blau umrandet (© Zanker).

Fig. 4: Polysomnographic recordings of deep sleep in a foal (foal no. 6) in sternal recumbency. Large spikes going across all EEGs and the EOG are outlined in blue (© Zanker).

Bei allen zehn Fohlen konnten sehr wenige Episoden des REM-Schlafs festgestellt werden. In diesen Episoden zeigte sich in den EEGs eine sehr niedergespannte Aktivität innerhalb der $70 \mu\text{V}$ -Grenze. Das EMG war ebenso niedriggespannt. Im EOG konnten die gegenläufigen schnellen Augenbewegungen, die namensgebend für dieses Schlafstadium sind, festgestellt werden. Auffallend in diesem Schlafstadium war die Übertragung der Augenbewegungen auf EEG 5 und EEG 6 (Abb. 5). In diesen Aufzeichnungen waren die Augenbewegungen durch größere Ausschläge als im eigentlichen EOG gekennzeichnet.

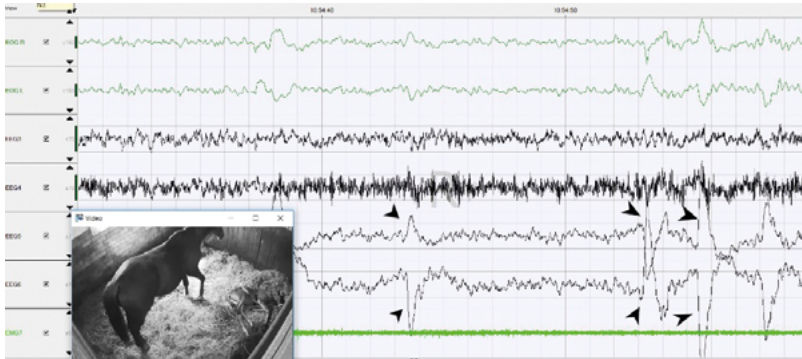


Abb. 5: Polysomnographische Aufzeichnungen des REM-Schlafs bei einem Fohlen (Fohlen Nr. 9) in Seitenlage. Die Augenbewegungen werden deutlich auf EEG 5 und EEG 6 übertragen (Pfeilspitzen) (© Zanker).

Fig. 5: Polysomnographic recordings of REM sleep in a foal (foal no. 9) in lateral recumbency. Eye movements are clearly transferred to EEG 5 and EEG 6 (arrowheads) (© Zanker).

Während des Saugens konnten in den polysomnographischen Aufzeichnungen zwei verschiedene Erscheinungsbilder festgestellt werden. Zu Beginn der Saugvorgänge waren die Aufzeichnungen häufig durch Artefakte und sehr hochgespannte EEGs gekennzeichnet. Auch im EMG waren sehr hochgespannte und hochfrequente Wellen sichtbar. Nach einiger Zeit wurden die artefaktreichen Wellen bei den meisten Saugvorgängen durch ein Leichtschlaf ähnliches Wellenbild ersetzt. Die Amplituden der EEGs befanden sich größtenteils innerhalb der $75 \mu\text{V}$ -Grenze. Im EOG waren langsam rollende Augenbewegungen zu erkennen. Die Unterscheidung zum Leichtschlaf konnte dank des hochgespannten und hochfrequenten, allerdings sehr gleichmäßig erscheinenden EMGs getroffen werden (Abb. 6). Während $56,7 \pm 4,9 \%$ der Zeit, die mit Saugen verbracht wurde, zeigten die Fohlen bei den polysomnographischen Aufzeichnungen ähnliche Erscheinungsbilder wie während des Wachzustandes. Während $43,2 \pm 4,9 \%$ der Zeit, die mit Saugen verbracht wurde, zeigten die Fohlen leichtschlafähnliche Gehirnströme.

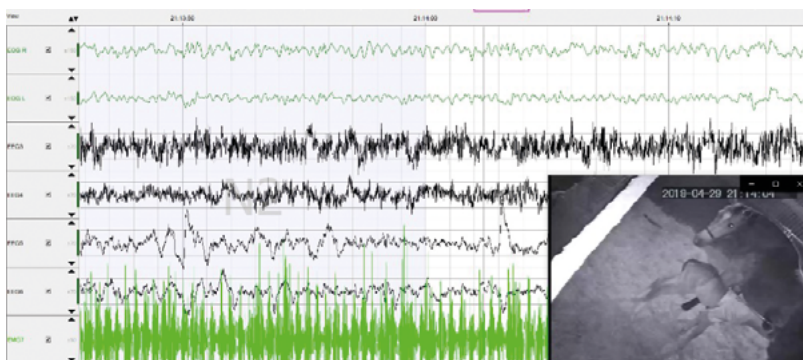


Abb. 6: Polysomnographische Aufzeichnung eines Fohlens während des Saugens (Fohlen Nr. 4). Die Gehirnströme sind mit denen des Leichtschlafs zu vergleichen. Im EEG sieht man einen konstanten, gleichmäßig hochgespannten Muskeltonus. Im EOG sind kleine Augenbewegungen erkennbar (© Zanker).

Fig. 6: Polysomnographic recording of a foal during suckling (Foal no. 4). The brain waves are comparable to those of light sleep. In the EEG, constant, uniformly high-tension muscle tone is seen. Small eye movements are visible in the EOG (© Zanker).

3.2 Quantitative Bestimmung der Schlafstadien

Der 24-Stunden-Zeitraum wurde zum einen in Tag (von 6 bis 21 Uhr) und Nacht (von 21 bis 6 Uhr) und zum anderen in Zeitabschnitte von jeweils drei Stunden unterteilt.

Es wurde der prozentuelle Anteil der jeweiligen Vigilanzstadien an der Gesamtmesszeit bestimmt (Abb. 7). So verbrachten die Fohlen sowohl tags- als auch nachtsüber signifikant ($p < 0.001$) am meisten Zeit im Wachzustand und signifikant ($p < 0.001$) am

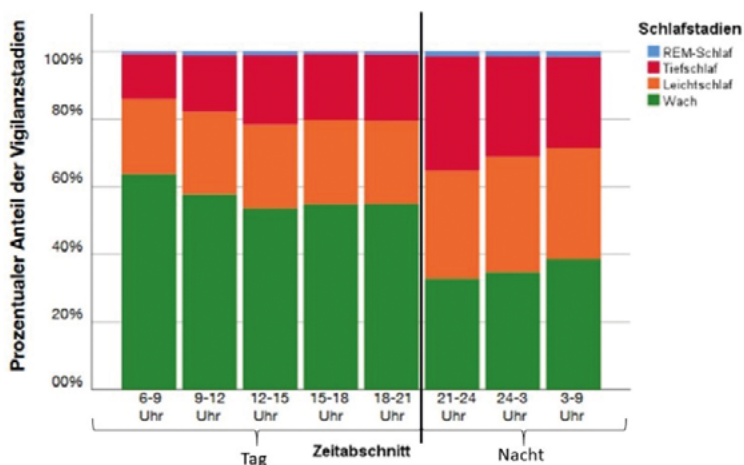


Abb. 7: Prozentualer Anteil der einzelnen Vigilanzstadien an der Gesamtmesszeit in den jeweiligen Zeitabschnitten von $n = 10$ Fohlen

Fig. 7: Percentage of each vigilance stage in the total measurement time in the respective time periods of $n = 10$ foals

wenigsten Zeit im REM-Schlaf. Die durchschnittlichen prozentualen Anteile der jeweiligen Vigilanzstadien in den unterschiedlichen Zeitabschnitten sind in Abbildung 7 dargestellt.

Im Tag-Nacht-Vergleich verbrachten die Fohlen tagsüber signifikant ($p < 0,001$) mehr Zeit im Wachzustand als nachts, wohingegen sie nachts signifikant ($p < 0,001$) mehr Zeit sowohl im Leichtschlaf als auch signifikant ($p < 0,001$) mehr Zeit im Tiefschlaf verbrachten als tagsüber. Im prozentualen Anteil des REM-Schlafs an der Gesamtmesszeit konnten im Tag-Nacht-Vergleich keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Des Weiteren wurde die Dauer der jeweiligen Vigilanzstadien ausgewertet (Abb. 8). Es zeigt sich, dass sich die Dauer der Wach- und der Tiefschlafphasen jeweils im Tag-Nacht-Vergleich unterscheidet, während die Dauer der Leichtschlaf- und REM-Schlafphasen über die Messzeit von 24-Stunden gleichbleibend ist. Einen Überblick über die durchschnittliche Dauer der jeweiligen Vigilanzstadien während der unterschiedlichen Zeitabschnitte ist in Abbildung 8 dargestellt.

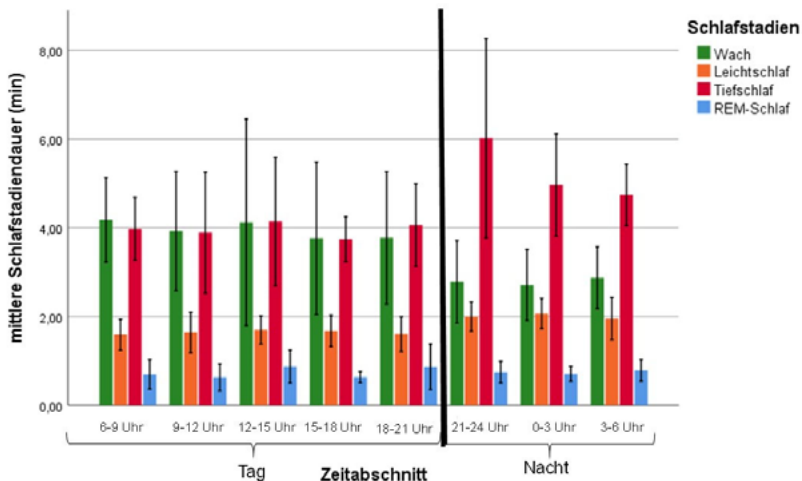


Abb. 8: Durchschnittliche Dauer der einzelnen Vigilanzstadien während der jeweiligen Zeitabschnitte von $n = 10$ Fohlen

Fig. 8: Average duration of each vigilance stage during the respective time periods of $n = 10$ foals

Die Länge der Vigilanzstadienphasen unterscheidet sich im Tag-Nacht-Vergleich innerhalb der unterschiedlichen Vigilanzstadien. So ist die Dauer der Wachphasen tagsüber signifikant ($p < 0,001$) länger als nachts, wohingegen die Dauer der Leichtschlafphasen nachts signifikant ($p < 0,001$) länger ist als tagsüber. Auch die Dauer der Tiefschlafphasen ist nachts signifikant ($p = 0,004$) länger als tagsüber. Bei der Dauer der REM-Schlafphasen kann im Tag-Nacht-Vergleich kein signifikanter ($p = 0,857$) Unterschied festgestellt werden.

4 Ausblick

Das physiologische Schlafverhalten von Fohlen mittels polysomnographischen Messungen wurde bisher nur sehr unzureichend untersucht. Durch die hier vorliegenden Untersuchungen und Ergebnisse konnte zum einen eine Methode der nichtinvasiven Elektrodenanbringung beim Fohlen etabliert werden, die sowohl im heimatischen Stall als auch in der Klinik anzuwenden ist. Zum anderen konnten Werte erfasst werden, die weiteren Studien als Grundlage für die Beurteilung des Schlafverhaltens von Fohlen dienen sollen. In weiteren Studien ist auf rassespezifische Unterschiede, verschiedene Haltungsformen und unterschiedliche Altersgruppen zu achten. Um genügend große Gruppen der gleichen Rasse, des gleichen Alters und unter gleichen Haltungsbedingungen zu generieren, ist die Zusammenarbeit mit großen Gestüten oder Zuchtbetrieben sinnvoll.

Die Ergebnisse dieser Studie sollen als Grundlage zur Auswertung von Fohlenschlaf dienen. Als langfristiges Ziel sind die frühzeitige Erkennung und prognostische Einordnung pathologischer Zustände zu nennen. Langfristig kann sich das EEG als diagnostische Möglichkeit für irreversible Hirnschäden oder Veranlagungen zu Krankheiten wie Epilepsie (Aleman et al. 2006) darstellen, die den Fohlen lange Behandlungen und Schmerzen ersparen kann. Ein weiterer Punkt für die Zukunft ist, die Besitzer aus wirtschaftlicher Sicht besser beraten zu können, wenn man frühzeitig einschätzen kann, wie hoch die prognostischen Chancen eines zum Beispiel zu früh geborenen Fohlens sind.

Wie bei erwachsenen Pferden schon geschehen, kann auch in Zukunft die Arzneimittelwirkung verschiedener Sedativa und Narkotika auf das ZNS der Fohlen mittels EEG überprüft werden. Auch dieser Punkt ist zum einen wichtig für das Tierwohl, indem Schmerzen frühzeitig aufgedeckt werden könnten, zum anderen für weitergehende Forschung der Pharmaindustrie.

Letztendlich ist auch die Optimierung der Haltungsbedingungen von Fohlen zu nennen, für die durch diese Arbeit bereits ein Grundstein gelegt wurde. So ist die Empfehlung, die aus den hier erhobenen Ergebnissen abgeleitet wurde, dass die Stallzeiten im Fohlenstall auf den Nachmittag gelegt werden und die Stallruhe spätestens um 21 Uhr beginnt.

Bei der Beobachtung des Trinkverhaltens konnte festgestellt werden, dass sich die Dauer der einzelnen Trinkvorgänge im Tag-Nacht-Vergleich nicht unterscheidet, wohingegen die Frequenz tagsüber höher ist als nachts. Die beobachteten Werte sollen als Orientierung für die Handaufzucht von Fohlen und zur Beurteilung des Trinkverhaltens dienen. Des Weiteren konnte ein beruhigender Effekt während des Saugens festgestellt werden, welcher in Zukunft für das Komfortverhalten der Fohlen und zu deren Beruhigung genutzt werden kann.

Literatur

- Aleman, M. et al. (2006): Juvenile idiopathic epilepsy in Egyptian Arabian foals: 22 cases (1985–2005). *J. Vet. Intern. Med.* 20, pp. 1443–1449
- Auer, J.A.; Amend, J.F.; Garner, H.E.; Hutcheson, D.P.; Salem, C.A. (1979): Electroencephalographic responses during volatile anesthesia in domestic ponies: a comparative study of isoflurane, enflurane, methoxyflurane, and halothane. *J. Equine Med. Surg.* 3, pp. 130–134
- Baird, J.D. (1973): Neonatal maladjustment syndrome in a thoroughbred foal. *Aust. Vet. J.* 49, pp. 530–534
- Barber, J.A.; Crowell-Davis, S.L. (1994): Maternal behavior of Belgian (*Equus caballus*) mares. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 41, pp. 161–189
- Beatty, R. et al. (1986): Cerebellar disease in Arabian horses. Proceedings of the annual convention of the American Association of Equine Practitioners 31, pp. 241–255
- Boy, V.; Duncan, P. (1979): Time-budgets of Camargue horses I. Developmental changes in the time-budgets of foals. *Behaviour* 71, pp. 187–201
- Crowell-Davis, S.L. (1994): Daytime rest behavior of the Welsh pony (*Equus caballus*) mare and foal. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 40, pp. 197–210
- Dallaire, A.; Ruckebusch, Y. (1974a): Sleep and wakefulness in the housed pony under different dietary conditions. *Can. J. Comp. Med.* 38, pp. 65–71
- Dallaire, A.; Ruckebusch, Y. (1974b): Sleep patterns in the pony with observations on partial perceptual deprivation. *Physiol. Behav.* 12, pp. 789–796
- Dunigan, C.E.; Oglesbee, M.J.; Podell, M.; Mitten, L.A.; Reed, S. M. (1995): Seizure activity associated with equine protozoal myeloencephalitis. *Prog. Vet. Neurol.* 6, pp. 50–54
- Ekström, P.M.; Short, C.E.; Geimer, T.R. (1993): Electroencephalography of detomidine-ketamine-halothane and detomidine-ketamine-isoflurane anesthetized horses during orthopedic surgery. A comparison. *Vet. Surg.* 22, pp. 414–418
- Fuchs, C. (2017): Narkolepsie oder REM-Schlafmangel? Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München
- Gerla, V.; Paul, K.; Lhotska, L.; Krajca, V. (2008): Multivariate analysis of full-term neonatal polysomnographic data. *IEEE T. Inf. Technol. B.* 13, pp. 104–110
- Güntner, K.-U. (2010): Polysomnographische Untersuchung zum Schlafverhalten des Pferdes. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München
- Haga, H.A.; Dolvik, N.I. (2005): Electroencephalographic and cardiovascular variables as nociceptive indicators in isoflurane-anaesthetized horses. *Vet. Anaesth. Analg.* 32, pp. 128–135
- Hale, L.A.; Huggins, S.E. (1980): The electroencephalogram of the normal “grade” pony in sleep and wakefulness. *Comp. Biochem. Physiol. A.* 66, pp. 251–257
- Johnson, C.B.; Taylor, P.M. (1997): Effects of alfentanil on the equine electroencephalogram during anaesthesia with halothane in oxygen. *Res. Vet. Sci.* 62, pp. 159–163
- Kalus, M. (2014): Schlafverhalten und Physiologie des Schlafes beim Pferd auf der Basis polysomnographischer Untersuchungen. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München

- Lacombe, V. et al. (2001): Diagnostic validity of electroencephalography in equine intracranial disorders. *J. Vet. Intern. Med.* 15, pp. 385–393
- Lapras, M. et al. (1968): Electroclinical study of meningo-encephalo-myelitis in horses due to equino-human (West Nile) arbovirus isolated in Camargue. *J. Med. Lyon* 49, pp. 1423–1441
- Lewin, W. (1998): Eine Methode zur nichtinvasiven EEG-Ableitung am wachen, stehenden Pferd. Dissertation, Freie Universität Berlin
- Miller, S.M.; Short, C.E.; Ekström, P.M. (1995): Quantitative electroencephalographic evaluation to determine the quality of analgesia during anesthesia of horses for arthroscopic surgery. *Am. J. Vet. Res.* 56, pp. 374–379
- Murase, H.; Matsui, A.; Endo, Y.; Sato, F.; Hada, T. (2018): Changes of lying behavior in thoroughbred foals influenced by age, pasturing time, and weather conditions. *J. Equine Sci.* 29, pp. 61–66
- Mysinger, P.W.; Redding, R.W.; Vaughan, J.T.; Purohit, R.C.; Holladay, J.A. (1985): Electroencephalographic patterns of clinically normal, sedated, and tranquilized newborn foals and adult horses. *Am. J. Vet. Res.* 46, pp. 36–41
- Purohit, R.C.; Mysinger, P.W.; Redding, R.W. (1981): Effects of xylazine and ketamine hydrochloride on the electroencephalogram and the electrocardiogram in the horse. *Am. J. Vet. Res.* 42, pp. 615–619
- Ruckebusch, Y. (1972): The relevance of drowsiness in the circadian cycle of farm animals. *Anim. Behav.* 20, pp. 637–643
- Short, C.E.; Ekström, P.M. (1993): Compressed spectral analysis of the EEG as an indicator of anesthetic quality during anesthesia for orthopedic surgery in the horses. *Proceedings of the annual convention of the American Association of Equine Practitioners* 38, pp. 69–80
- Williams, D.C. et al. (2008): Qualitative and quantitative characteristics of the electroencephalogram in normal horses during spontaneous drowsiness and sleep. *J. Vet. Intern. Med.* 22, pp. 630–638
- Williams, D. et al. (2012): Qualitative and quantitative characteristics of the electroencephalogram in normal horses after sedation. *J. Vet. Intern. Med.* 26, pp. 645–653

Ethologische und physiologische Reaktionen von Pferden auf ein variierendes Tier-Fressplatz-Verhältnis an zeitgesteuerten Heuraufen

Ethological and physiological responses of horses to a varying animal-to-feeding place ratio at time-controlled hay racks

MIRIAM BAUMGARTNER, MARGIT H. ZEITLER-FEICHT

Zusammenfassung

Automatisierte Fütterungstechniken bieten zahlreiche Vorteile für Tier und Mensch, zeigen jedoch häufig erst unter Praxisbedingungen welche Risiken damit einhergehen. In der Gruppenhaltung von Pferden werden Fütterungseinrichtungen mit Trennwände (Fressstände, Heu- und Kraftfutterabrufautomaten) und ohne (zeitgesteuerten Heuraufen) mit einer Fressplatzbreite von ca. 80 cm/Pferd eingesetzt. Bei letzteren besteht aufgrund einer fehlenden Schutzvorrichtung zwischen den Fressplätzen bzw. Durchlässen ein erhöhtes Risiko für Auseinandersetzungen, da es zu einer Unterschreitung der Individualdistanzen kommen kann. In vorliegender Studie sollte daher ermittelt werden, ab welchem Tier-Fressplatz-Verhältnis an zeitgesteuerten Heuraufen eine entspannte Raufutteraufnahme möglich ist. Erfasst wurden ethologische (aggressive Verhaltensweisen mit geringem und hohem Verletzungsrisiko; Video-Verhaltensbeobachtungen) und physiologische Parameter (Speichelcortisol). Über zwei Versuchstage je Behandlung wurden in balancierter Reihenfolge drei Tier-Fressplatz (Durchlass)-Verhältnisse (TFV) untersucht (1 : 1,2; 1 : 2; 1 : 3) sowie eine Einzelfütterung in gewohnter Umgebung (E) als Kontrolle. Es zeigte sich, dass die Pferde bei einem TFV von 1 : 3 deutlich weniger aggressive Verhaltensweisen äußerten, insbesondere solche mit hohem Verletzungsrisiko wie Beißen und Schlagen, als bei einem TFV von 1 : 1,2 oder 1 : 2 (LMM: $F_{(3,4)} = 7,411$; adjusted $R^2 = 0,733$; $p_{(TFV_{1_2})} = 0,06$, $p_{(TFV_{1_3})} = 0,02$, $p_{(TFVE)} = 0,01$). Die Speichelcortisolverlaufswerte sanken stärker bei großzügigerem TFV ($p_{(TFV_{num})} = 0,02$). Rang und Individuen zeigten keinen Einfluss. Hingegen beeinflusste der Versuchstag und damit einhergehend die Witterung trotz zufälliger Auswahl sowohl die ethologischen als auch die physiologischen Parameter. Das Fazit der Untersuchung ist, dass an zeitgesteuerten Heuraufen erst ab einem Tier-Fressplatz (Durchlass)-Verhältnis von 1 : 3 die Individualabstände zum Nachbartier gewährleistet sind und die Pferde unter ethologischen und physiologischen Aspekten stressfrei Heu aufnehmen können. Damit ist die Bewertung des TFV an zeitgesteuerten Heuraufen für die Ermittlung der Tiergerechtheit von Pferdehaltungen im Rahmen eines Beratungstools (Best-TUPferd) erstmals möglich.

Summary

Automated feeding techniques offer numerous advantages for animals and humans, but the associated benefits and risks can often only be seen under practical conditions. The space allowance at time-controlled hay racks for horses in group housing, unlike at feeding stands or transponder-controlled feed stations, currently falls below the required individual distance between the horses, which can result in a high level of aggression between the horses due to the lack of partitions between them. Hence, a feed-through at a time-controlled hay rack cannot be equated with a feeding place. In the present study, we therefore aimed to determine the minimum animal-to-feeding place ratio (AFR) at time-controlled hay racks that would allow the maintenance of individual distances of the horses and thus facilitate a relaxed roughage intake. To do so, we assessed ethological and physiological parameters (video behavioral observations and salivary cortisol levels). Over two test days per treatment, four AFRs were investigated in a balanced sequence: 1 : 1.2, 1 : 2, 1 : 3, and C (single feeding in familiar surroundings as a control). We found that the horses expressed less aggressive behavior, especially those behaviors with a high risk of injury such as biting and kicking, when there were three times as many openings as there were horses at time-controlled hay racks, as compared with only 20% more openings or twice as many openings as there were horses (LMM: $F[3,4] = 7.411$; adjusted $R^2 = 0.733$; $p_{(AFR_{1_2})} = 0.06$, $p_{(AFR_{1_2})} = 0.02$, $p_{(AFRE)} = 0.01$). The salivary cortisol levels decreased more strongly with more generous TFVs ($p_{(AFR_{num})} = 0.02$). Rank and individuals showed no influence. In contrast, the day of the experiment and the associated weather conditions, despite random selection, influenced both the ethological and the physiological parameters. Based on the results of this study, we conclude that three times as many feeding places (feed-throughs) as horses at time-controlled hay racks are necessary to ensure the welfare of the horses. This is the first time that the TFV could be evaluated as part of a consulting tool to assess animal welfare in horse husbandry (BestTUPferd).

1 Einleitung

Automatisierte Fütterungstechniken bieten Vorteile für Tierwohl und Wirtschaftlichkeit, weshalb sich diese auch in der Pferdehaltung zunehmend etablieren. Für manche Nutztierarten z.B. Schweine und Kaninchen wird gefordert, dass bei portionierter Fütterung jedem Tier ein Fressplatz zur Verfügung stehen muss. Dieser ist so zu gestalten, dass alle Tiere gleichzeitig fressen können. Für Schweine ist daher eine Mindestfressplatzbreite je Gewichtsklasse und Alter vorgeschrieben (Wissenschaftliche Dienste des Deutschen Bundestages 2019, TierSchNutzV 2021).

Für Pferde wird in den Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierenschutzgesichtspunkten (BMEL 2009) folgende Forderung gestellt: „Grundsätzlich muss jedem Pferd, auch in der Gruppe, ein Fressplatz zur Verfügung stehen. Sollte dies nicht

der Fall sein (z.B. computergesteuerte Fütterung), muss durch geeignete Maßnahmen sichergestellt werden, dass eine gleichzeitige Aufnahme, zumindest von Raufutter, für alle Pferde möglich ist.“ Konkrete Angaben zur Mindestfressplatzbreite bei Gruppenhaltung gibt das BMEL (2009) nur für Fressstände mit hochgezogenen Trennwänden. Die angegebene Fressplatzbreite von 80 cm/Pferd ist jedoch nicht gleichzusetzen mit der Mindestbreite eines Fressplatzes an einer zeitgesteuerten Heuraufe, da bei dieser kein Schutz vor dem Nachbartier besteht. Ohne Schutzvorrichtung kann die Individualdistanz der Pferde während des Fressens je nach Verträglichkeit und Nahrungsangebot bis zu mehreren Metern betragen (Zeitler-Feicht 2005).

Für das erforderliche Tier-Fressplatz-Verhältnis an zeitgesteuerten Raufen mit Durchfressgittern gibt es in der Pferdehaltung bisher lediglich Empfehlungen (u. a. Briefer et al. 2013, Zeitler-Feicht 2015) sowie Hinweise seitens der Herstellerfirmen. Wissenschaftliche Grundlagen fehlen bis dato. Daher ist es das Ziel vorliegender Studie zu untersuchen welches Tier-Fressplatz-Verhältnis an zeitgesteuerten Heuraufen notwendig ist, damit Pferde entspannt, d. h. ohne gehäuft auftretende Aggressionen und möglichst ohne physiologische Stressreaktionen fressen können.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Tiere und Versuchsbetrieb

Versuchsbetrieb war ein Offenlaufstall mit 28 verschiedenrassigen Sport- und Freizeitpferden von unterschiedlichem Alter (MW \pm SD: 13,9 \pm 4,8 Jahre alt, Spannweite: 6–23 Jahre) und Geschlecht (neun Stuten, 19 Wallache). Zwei zeitgesteuerte Heuraufen mit Durchfressgittern (32 Durchlässe, 75 cm Fressplatzbreite je Durchlass) der Fa. HIT-Aktivstall stellten Heu automatisiert bereit (Abb. 1 und 2). Der Begriff Durchlass wird nachfolgend synonym zu Fressplatz verwendet.

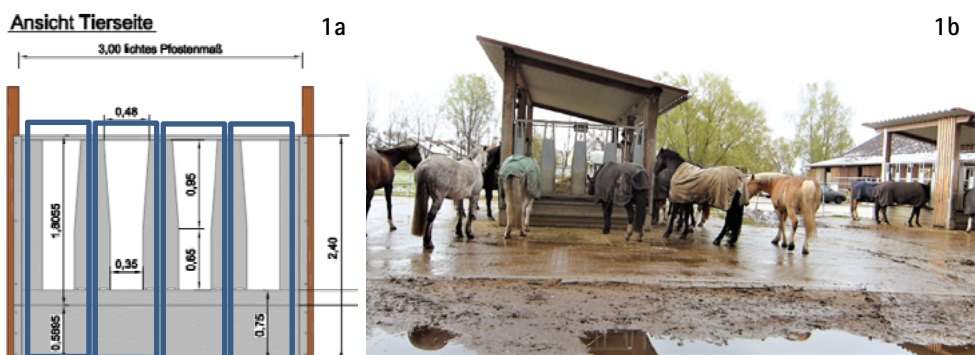


Abb.1a: Durchfressgitter mit vier Durchlässen (© HIT-Aktivstall). Pro Durchlass beträgt die Fressplatzbreite 75 cm (300 cm/4 blaue Kästen). 1b: Zwei zeitgesteuerte Heuraufen von unterschiedlicher Größe auf dem Versuchsbetrieb (© Baumgartner).

Fig. 1a: Feed-through grid with four openings (© HIT-Aktivstall). The feeding place width per opening is 75 cm (300 cm/4 blue box). 1b: Two time-controlled hay racks of different sizes on the test farm (© Baumgartner).

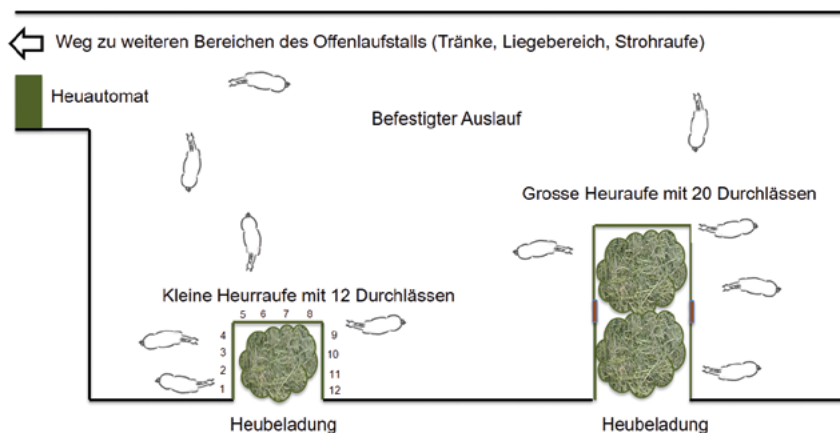


Abb. 2: Skizze des Versuchsareals im Offenlaufstall mit insgesamt 32 Fressplätzen (Durchlässen) an zwei zeitgesteuerten Heuraufen für Pferde (© Baumgartner)

Fig. 2: Draft of the experimental area of a free-range stable (barn with permanent access to a turnout area) with a total of 32 feed-throughs (openings) on two time-controlled hay racks (© Baumgartner)



Abgesehen von der nächtlichen Pause (0 bis 7 Uhr) erfolgte die Zugangsberechtigung für die Pferde in einem zweistündigen Rhythmus (Öffnungszeiten: 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23 Uhr). Dabei betrug die Berechtigungsdauer jeweils 28 Minuten, die Dauer der Zugangssperre jeweils 92 min. Somit stand den Pferden Heu über insgesamt 4,2 Std je Tag zur Verfügung. Einzelne Pferde erhielten zusätzlich Heu und Kraftfutter über einen Einzel-Abwurfautomaten. Allen Pferden stand Stroh ad libitum in einer Raufe ohne Zeitsteuerung zur Verfügung.

2.2 Verhaltensbeobachtungen

Der Grad des Stresslevels der Pferde wurde anhand von ethologischen und physiologischen Parametern überprüft. Erstere beinhalten aggressive Verhaltensweisen mit geringem und hohem Verletzungsrisiko (Tab. 1). Diese wurden, jeweils als einzelne Aktion gezählt. Im Falle einer Gegenreaktion, die mit einer Verdrängung vom Futterplatz einherging, wurde lediglich der Ausgang, d. h. die Verdrängung, registriert unter Berücksichtigung des Aggressionslevels. Es wurde keine tierindividuelle Unterscheidung für die Verhaltensbeobachtung vorgenommen.

Das Aggressionsverhalten der Pferde an den zeitgesteuerten Heuraufen wurde zu je zwei Wiederholungen je Behandlung (s. u.) in balancierter Reihenfolge zur gleichen Fütterungsphase bzw. Uhrzeit je Tag analysiert. Beginn bzw. Ende der Beobachtung war der Zeitpunkt, an dem die Raufen für die Nahrungsaufnahme geöffnet bzw. geschlossen waren (28 min analog zur 28-minütigen Zugangsberechtigung an den zeitgesteuerten Heuraufen). Die Analyse der Verhaltensbeobachtungen erfolgte anhand von Videoaufzeichnungen im „Continuous Behaviour Sampling“ nach Martin und Bateson (2007).

Tab. 1: Kategorisierung des ethologischen Parameters „Aggressive Verhaltensweisen“ (modifiziert nach Von Goldschmidt-Rotschild und Tschanz 1978, Zeitler-Feicht 2015)
 Tab. 1: Categorization of the ethological parameter "aggressive behaviors" (modified after Von Goldschmidt-Rotschild and Tschanz 1978, Zeitler-Feicht 2015)

Aggressive Verhaltensweisen Aggressive behaviors	Verletzungsrisiko Risk of injury	
	gering low	hoch high
		
	© D.Döhring	© D.Döhring
Droh mimik	X	
Droh schwingen	X	
Droh beißen (Def.: Maul ohne Körperkontakt)	X	
Schlag drohen mit der Hinterhand (Def.: Beine ohne Streckphase)	X	
Schlagen mit der Hinterhand (Def.: Beine mit Streckphase)		X
Beißen (Def.: Maul hat Körperkontakt)		X
Angehen (Def.: Aggressor bewegt sich auf ein anderes Tier mit massiver Drohmimik zu)		X
Verdrängung vom Futterplatz mit geringem Verletzungsrisiko (Def.: Drohgeste ohne hohes Aggressionsniveau, die mit einem geringen Verletzungsrisiko für den Empfänger verbunden ist)	X	
Verdrängung vom Futterplatz mit hohem Verletzungsrisiko (Def.: Drohgeste mit hohem Aggressionsniveau, die mit einem hohen Verletzungsrisiko für den Empfänger verbunden ist)		X

2.3 Speichelcortisolmessungen

Als physiologische Parameter wurden bei zehn von 28 quasi-randomisiert ausgewählten Pferden (n = 3 ranghohe, n = 4 rangmittlere und n = 3 rangniedere Pferde, 14,5 ± 4,9 Jahre alt, drei Stuten, sieben Wallache) Speichelcortisolverlaufsproben (n = 236) zu definierten Zeitpunkten vor und während der Fütterung (zwei Basalwerte + zwei Stresswerte) entnommen. Hierfür wurde das Pferd aufgehälfert und ca. eine Minute gewartet bis es fertig gekaut hatte. Die Entnahme und Aufbereitung der Speichelproben erfolgte gemäß Ishizaka et al. (2017). Indem stets die gleiche Uhrzeit ergo Fütterungsintervall gewählt wurde, konnte der circadiane Rhythmus berücksichtigt werden. Von den zehn Pferden wurde zusätzlich ein Cortisoltagesprofil erstellt.

Die Basalwerte (B) wurden für jedes Pferd zwei Mal entnommen, mit einem Abstand von ca. 30 bis 50 min zur Fütterung. Bezugsgröße für die Auswertung war der Mittelwert der zwei B-Proben. Dieser wurde mit dem Stresswert 1 (S1) und 2 (S2) verglichen. S1 wurde ca. 15 min nach Beginn der Fütterung und S2 ca. 20 min später beim Schließen der Heuraufen gezogen (Abb. 3) unter Berücksichtigung einer ca. 10-minütigen verzö-

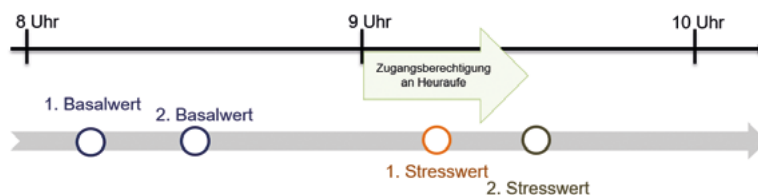


Abb. 3: Zeitpunkte der Speichelcortisolentnahme in Bezug zur Fütterung (© Baumgartner)

Fig. 3: Times of salivary cortisol collection in relation to feeding (access authorization at the time-controlled hay racks) (© Baumgartner)

gerten Diffusion des Cortisols in den Speichel nach einem stressigen Event (Shanahan 2003, Ille et al. 2013). Insgesamt wurden 350 Proben (zehn Pferde · vier Werte · acht Tage + 30 Tagesprofilwerte) gezogen und zur Auswertung aufbereitet.

2.4 Untersuchungsgegenstand

Untersuchungsgegenstand waren vier verschiedene Behandlungen, die sich hinsichtlich des Tier-Fressplatz-Verhältnisses (TFV) unterschieden:

- 1 : 1,2 = 20 % mehr Durchlässe als Pferde (Empfehlung aus der Industrie)
- 1 : 2 = doppelt so viele Durchlässe als Pferde
- 1 : 3 = dreimal so viele Durchlässe als Pferde
- E = Einzelfütterung am Putzplatz neben vertrauten Artgenossen (Kontrolle)

Die unterschiedlichen TFV wurden geschaffen, indem quasi-randomisiert zwei, 12 oder 18 Pferde ($n = 18$ von 28), die nicht zu den zehn Probanden der Speichelcortisolmessungen gehörten, 30 min vor Beginn der Zugangsberechtigung aus dem Offenlaufstall entfernt wurden. Durch die randomisierte Auswahl der Behandlungen ergab sich folgende Reihenfolge der acht Versuchstage, die sich über drei Wochen erstreckten:

1. → E	3. → 1_1,2	5. → 1_1,2	7. → 1_2
2. → 1_3	4. → E	6. → 1_3	8. → 1_2

Ein Vorversuch diente der Gewöhnung der Pferde und der Erprobung des Ablaufs.

2.5 Statistische Auswertung

Die Auswertung erfolgte deskriptiv und grafisch in Excel (2016). Für die statistische Auswertung wurden Lineare Gemischte Effekte Modelle (LMM) und Generalisierte Lineare Gemischte Modelle (GLMM) in R (R Studio Version 1.1.456, R Core Team 2018) eingesetzt. Dabei wurde der Einfluss der Behandlung, d.h. des Tier-Fressplatz-Verhältnisses, auf die abhängige Variable der Anzahl an aggressiven Verhaltensweisen überprüft. Für die Verhaltensweisen mit geringem Verletzungsrisiko konnte der zufällige Effekt des Versuchstages berücksichtigt werden, was aufgrund der geringen Häufigkeit (Mehrere

Null-Werte) für das Modell zu den Verhaltensweisen mit hohem Verletzungsrisiko nicht möglich war. Für den physiologischen Parameter wurde getestet, ob der Mittelwert der Speichelcortisol-Basalwerte 1 und 2 auf dem gleichen Niveau für jede Behandlung lag. Des Weiteren wurde der Einfluss der Basalmittelwerte im Vergleich zu Stresswert 1 und 2 in Interaktion mit den Behandlungen getestet. Dafür wurde das kategoriale und das metrische TFV herangezogen (z. B. 1 : 1,2 \pm 0,83; 1 : 3 \pm 0,33), um einen generellen und spezifischen Einfluss des TFV der unterschiedlichen TFV zu ermitteln. Zusätzliche fixe Effekte im Modell waren der Rang der Pferde und der Versuchstag. Als zufälliger Effekt wurde die Messwiederholung der Pferde je Behandlung berücksichtigt: $\text{glm}(\text{Cortisol} \sim \text{Situation} * \text{TFV}_{\text{numerisch}} + \text{Rang} + \text{Versuchstag} + (\text{TFV}_{\text{numerisch}} | \text{Pferdenummer}), \text{data} = \text{xy})$. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Ergebnisse der Verhaltensbeobachtungen

Die Anzahl der aggressiven Verhaltensweisen mit geringem Verletzungsrisiko pro Pferd und Fütterungsphase war vom Tier-Fressplatz-Verhältnis abhängig. Es konnte bei diesen Verhaltensweisen eine lineare Abnahme mit zunehmendem Angebot an Fressplätzen ermittelt werden (MW \pm SD über beide Versuchstage je Behandlung: 1 : 1,2: 8,74 \pm 2,81; 1 : 2: 3,28 \pm 0,26; 1 : 3: 1,27 \pm 0,13; E: 0,15 \pm 0,15/ Pferd/ 28 Min.; Abb. 4). Es zeigte sich auch statistisch ein Einfluss der Behandlung auf die Anzahl an aggressiven Verhaltensweisen mit geringem Verletzungsrisiko der Pferde (LMM: $F(3,4) = 7,268$; adjusted $R^2 = 0,729$; $p = 0,04$). Dies zeichnete sich insbesondere im TFV 1 : 3 und E im Vergleich zu der Referenzkategorie 1 : 1,2 ab ($p_{(\text{TFV}_{1_2})} = 0,05$, $p_{(\text{TFV}_{1_3})} = 0,02$, $p_{(\text{TFVE})} = 0,01$). Wird jedoch der Versuchstag als zufälliger Effekt berücksichtigt, ergibt sich im Vergleich des TFV 1 : 1,2 zu 1 : 2 und 1 : 3 nur noch eine Tendenz (LMM fit by REML, $df = 4$, $p_{(\text{TFV}_{1_2})} = 0,13$, $p_{(\text{TFV}_{1_3})} = 0,06$, $p_{(\text{TFVE})} = 0,04$), was insbesondere an den unterschiedlichen Häufigkeiten an aggressiven Verhaltensweisen mit geringem Verletzungsrisiko an den Versuchstagen mit der Behandlung 1 : 1,2 ersichtlich wird (Abb. 4).

Die Verhaltensweisen mit hohem Verletzungsrisiko wie Beißen und Angehen kamen ausschließlich bei den geringen Tier-Fressplatz-Verhältnissen von 1 : 1,2 und 1 : 2 vor, nicht bei dem Verhältnis 1 : 3 oder der Kontrolle (E). Damit beeinflusste die Behandlung, d. h. das TFV, die aggressiven Verhaltensweisen mit hohem Verletzungsrisiko ebenfalls (LMM: $F(3,4) = 7,411$; adjusted $R^2 = 0,733$; $p = 0,04$, $p_{(\text{TFV}_{1_2})} = 0,06$, $p_{(\text{TFV}_{1_3})} = 0,02$, $p_{(\text{TFVE})} = 0,01$). Verhaltensweisen mit hohem Verletzungsrisiko hielten sich jedoch insgesamt auf einem niedrigen Niveau (MW \pm SD: 0,021 \pm 0,24, Median: 0,15; Spannweite: 0 – 0,73/ Pferd/ 28 Min.).

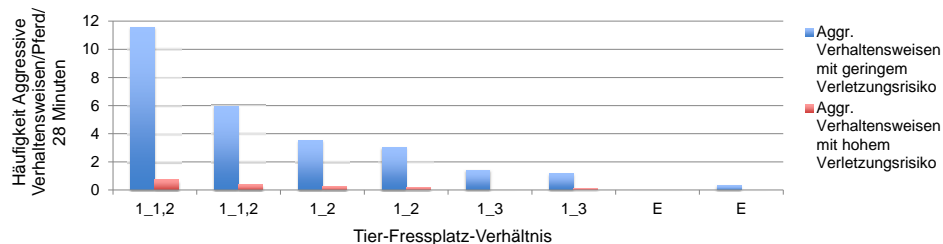


Abb. 4: Häufigkeit der aggressiven Verhaltensweisen pro Pferd während eines 28-minütigen Fütterungsintervalls an zeitgesteuerten Heuraufen bei variierendem Tier-Fressplatz-Verhältnis (1 : 1,2 = 20 % mehr Durchlässe als Pferde; 1 : 2 = doppelt so viele Durchlässe als Pferde; 1 : 3 = dreimal so viele Durchlässe als Pferde; E = Einzelfütterung als Kontrolle)

Fig. 4: Frequency of aggressive behaviors per horse during a 28-minute feeding interval at time-controlled hay racks with a varying animal-to-feeding place ratio (1 : 1,2 = 20 % more openings than horses; 1 : 2 = twice as many openings as horses; 1 : 3 = three times as many openings as horses; E = single feeding as a control)

3.2 Ergebnisse der Speichelcortisolmessungen

Die Basalwerte (B) vor Beginn der vier Behandlungen unterschieden sich nicht ($B-MW \pm SD$ je TFV: 1 : 1,2 = $1,03 \pm 0,52$; 1 : 2 = $0,85 \pm 0,30$; 1 : 3 = $0,99 \pm 0,54$; E = $1,03 \pm 0,57$ ng/ml Cortisol, $n = 80$ Werte; $n =$ zehn Pferde, LMM, adjusted $R^2 = 0,01$; $F_{(3,76)} = 1,44$; $p = 0,24$, Abb. 5 und 6), so dass gleiche Versuchsvoraussetzungen geschaffen waren. Die Stresswerte 1 und 2 ($S1 + S2$) nahmen während der Fütterung stärker bei Zunahme des TFVs ($p_{(TFV_num)} = 0,02$) ab. Während die beiden zusätzlichen Effekte Rang und Individuen die Cortisolverlaufswerte nicht beeinflussten, zeigte sich ein Einfluss des Versuchstages ($p_{(Versuchstag)} = 0,01$). Anhand des kategorialen TFVs konnte nachgewiesen werden, dass sich $S2$ im Vergleich zu B einzig in den Behandlungen TFV 1 : 3 und E im Vergleich zu der Referenz von TFV 1 : 1,2 unterschieden ($p_{(Situation3:TFV1_3)} = 0,02$; $p_{(Situation3:TFVE)} = 0,03$).

Gleiches galt für die zusätzlich ermittelten Tagesprofile der Pferde: Trotz der tendenziell abnehmenden Cortisolwerte von morgens ($MW \pm SD$: $0,85 \pm 0,27$ ng/ml Cortisol) über mittags ($0,67 \pm 0,22$ ng/ml Cortisol) bis abends ($0,68 \pm 0,24$ ng/ml Cortisol), unterschieden sich diese nicht signifikant voneinander ($n = 28$ Cortisolwerte; $n =$ zehn Pferde, adjusted $R^2 = 0,13$; $F_{(4,23)} = 1,99$; $p = 0,13$). Der Rang wurde als möglicher zusätzlicher Effekt in das Lineare Modell aufgenommen, beeinflusste die Tagesprofile jedoch nicht.

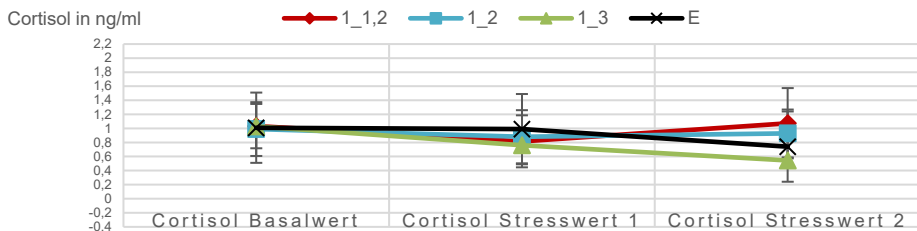


Abb. 5: Speichelcortisolverlaufswerte im ersten Durchgang (Versuchstage balanciert, jeweils der erste Tag jeder Behandlung aufgeführt: Tage 3, 7, 2, 1; n = zehn Pferde; n = 116 ausgewertete Speichelproben; Basalwert vor Fütterung, Stresswert 1 und 2 während Fütterung mit ca. 15-minütigem Abstand)

Fig. 5: Salivary cortisol levels in the first run (test days balanced, the first day of each treatment listed: days 3, 7, 2, 1; n = ten horses; n = 116 evaluated saliva samples; base value before feeding, stress values 1 and 2 during feeding with an interval of approx. 15 min)

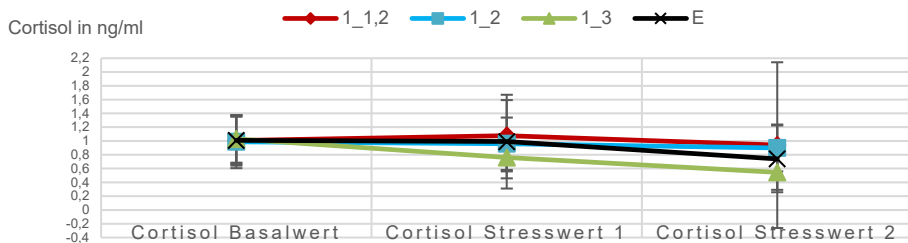


Abb. 6: Speichelcortisolverlaufswerte im zweiten Durchgang (Versuchstage balanciert, jeweils der zweite Tag jeder Behandlung aufgeführt: Tage 5, 8, 6, 4; n = zehn Pferde; n = 120 ausgewertete Speichelproben; Basalwert vor Fütterung, Stresswert 1 und 2 während Fütterung mit ca. 15-minütigem Abstand)

Fig. 6: Salivary cortisol levels in the second run (test days balanced, the first day of each treatment listed: days 3, 7, 2, 1; n = ten horses; n = 120 evaluated saliva samples; base value before feeding, stress values 1 and 2 during feeding with an interval of approx. 15 min)

4 Diskussion

Automatisierte Fütterungstechniken unterstützen Betriebsleiter dabei Pferde möglichst verhaltensgerecht (kurze Fresspausen, lange Raufutterfresszeiten) zu füttern und dabei gleichzeitig den Zugang zu begrenzen, um eine Verfettung der Pferde zu vermeiden. Daher befinden sie sich zunehmend im Einsatz auf Praxisbetrieben. Neben den Vorteilen für das Tierwohl entstehen aber auch Probleme bei computergesteuerter Fütterung wie ein erhöhtes Aggressionslevel, Blockieren von sowie Urinieren in Abrufautomaten oder auch eine unnatürliche Kopf-Hals-Haltung (Zeitler-Feicht et al. 2010 und 2011, Briefer et al. 2013, Gülden et al. 2018, Kjellberg + Morgan 2020, Raspa et al. 2021).

In vorliegender Studie wurde an zeitgesteuerten Heuraufen mit Durchfressgittern untersucht, ab welchem Tier-Fressplatz-Verhältnis Pferde entspannt Raufutter aufnehmen können. Es zeigte sich, dass Pferde weniger aggressive Verhaltensweisen, insbesondere solche mit hohem Verletzungsrisiko wie Beißen und Schlagen, äußern, wenn mehr Fressplätze pro Pferd an zeitgesteuerten Heuraufen zur Verfügung stehen. Der physiologische Parameter Speichelcortisol bestätigte den ethologischen Parameter, indem ein großzügigeres TFV dazu führte, dass der Speichelcortisol im Verlauf der Futteraufnahme stärker absank. Dies galt insbesondere für das TFV 1:3 und der Kontrolle (Einzelfütterung am Putzplatz) im Vergleich zu der Variante, die in der Praxis üblich ist (TFV von 1:1,2). Es zeigte sich jedoch auch, dass es trotz randomisierter Auswahl der Versuchstage zu einem überlagernden Effekt des Versuchstages kam. Dies wurde insbesondere an einem der Versuchstage zum TFV 1:1,2 offenkundig.

Auch wenn das Verhalten und der Stressparameter in vorliegender Studie die gleiche Richtung aufweisen, sollte die Verwendung des Speichelcortisols für Fütterungsversuche kritisch betrachtet werden. Denn insgesamt blieben im Vergleich zu anderen stressvollen Events (Variationsbreite ca. 0,5 bis ca. 8 ng/ml) wie Transport, Reiten, Kutsche fahren, Longieren, Verhaltenstests, Absetzen sowie Umstallen von Pferden vorliegende Speichelcortisolwerte auf einem niedrigen Niveau (um ca. 1 ng/ml; Schmidt et al. 2010a und 2010b, Stucke 2012, Kędzierski et al. 2016, Erber et al. 2012 und 2013, Von Lewinski et al. 2013, Mercer-Bowyer et al. 2017). Ein gleichbleibender oder absinkender Speichelcortisolspiegel wie in vorliegender Studie kommt selten vor (Glauser et al. 2015, Ishizaka et al. 2017). Eine Erklärung für die niedrigen Cortisolwerte könnte die Aktivierung des Parasympathikus während der Fütterung gewesen sein, wie es anhand der Herzfrequenzvariabilität für das Grasens auf der Weide bei Pferden bereits nachgewiesen wurde (Becker et al. 2012). Durch den stressreduzierenden Effekt des Fressens an sich könnte der Effekt des variierenden TFV überdeckt werden. Denkbar für die geringen Speichelcortisolwerte ist auch ein Gewöhnungseffekt, da die Pferde die Fütterungssituation bereits über einen langen Zeitraum gewohnt waren. So konnten Schmidt et al. (2010b) bei einem wiederholten Transport von Pferden eine Reduzierung des Speichelcortisols nachweisen. Nicht zuletzt befinden sich die Cortisolkonzentrationen im Speichel in einem deutlich geringeren Bereich als im Plasma. Daher sollten Veränderungen vorwiegend innerhalb der Individuen interpretiert werden (Schwinn et al. 2016), was in vorliegender Studie gewährleistet wurde.

Das Fazit der Untersuchung ist, dass entgegen häufiger Praxisbedingungen von lediglich 20 % mehr Fressplätzen (Durchlässe) als Pferde, sich ein tiergerechtes Tier-Fressplatz-Verhältnis, bei dem es kaum noch zu Aggressionen und Verdrängungen vom Futterplatz kommt, erst ab dreimal so viele Fressplätzen als Pferde einstellt. Erst dann sind die Individualabstände zum nächsten Nachbarn derart gewährleistet, dass die Pferde in ihrem Verhalten und ihrer Physiologie weitgehend stressfrei Heu aufnehmen können. Damit ist die Bewertung des TFV an zeitgesteuerten Heuraufen im Rahmen eines Beratungstools (BestTUPferd) zur Ermittlung der Tiergerechtigkeit von Pferdehaltungen erstmals objektiv möglich.

Literatur

Die Literatur kann beim Erstautor erfragt werden (m.baumgartner@tum.de).

Danksagung

Wir bedanken uns bei Frau Prof. Christine Aurich für den anregenden fachlichen Austausch zu Methodik und Ergebnissen sowie die Nutzung ihres Labors. Außerdem bedanken wir uns vielmals bei Samira Dietze und Veronika Plescher, die als wissenschaftliche Hilfskräfte bei der Versuchsdurchführung kompetent unterstützt und für einen reibungslosen Ablauf der Probengewinnung gesorgt haben sowie bei den Betriebsleitern und den Pferdebesitzern, die zu der Studie auf ihrem Betrieb und an ihren Pferden eingewilligt haben.

Die Förderung erfolgte im Rahmen des Projektes „Entwicklung eines Bewertungssystems zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Pferdehaltungen als Bestandteil eines Nachhaltigkeitsmanagementsystems“ aus Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank (Antragsnr.: 28LR30-015/ Z 20110).



PigsAndMore – Entwicklung eines Tierwohl-Indikator-basierten Beratungstools zur einzelbetrieblichen Optimierung der Haltung von Mastschweinen

PigsAndMore – Development of an animal welfare indicator-based consulting tool for optimizing husbandry and management of fattening pigs

**KATHARINA DAHLHOFF, NAEMI VON JASMUND, ASTRID L. VAN ASTEN,
LISA-MARIE SCHMIDT, WOLFGANG BÜSCHER**

Zusammenfassung

Ziel des Forschungsprojektes *PigsAndMore* war es, ein Assistenzsystem zu entwickeln, das eine systematische und objektive Beurteilung der Tierwohl-Situation in Schweinemastbetrieben ermöglicht. Die betriebsspezifische Analyse setzt sich dabei aus drei Komponenten zusammen: Eine vorgeschaltete, sensor- und videogestützte Screening-Phase, die Erfassung haltungs-, fütterungs- und managementbezogener Betriebsdaten sowie die Einzeltierbonitur durch geschulte Anwender. Zur Validierung der Methodik wurden verschiedene Vorversuche sowie zwei Felderhebungsphasen in nordrhein-westfälischen Praxisbetrieben durchgeführt und ausgewertet. Die Ergebnisse dienen zur Generierung von Vergleichswerten und zur Ermittlung von Ursache-Wirkungs-Beziehungen für das Assistenzsystem. Hinsichtlich des geplanten Beratungstools soll auf dieser Grundlage zukünftig die Identifizierung von Schwachstellen und Risikofaktoren in Haltung und Management sowie eine abschließende Ableitung konkreter Handlungsempfehlungen zur Verbesserung der Tierwohlsituation erfolgen.

Summary

The aim of the research project „PigsAndMore“ was to develop an assistance system that enables a systematic and objective assessment of the animal welfare situation in fattening pig farms. The farm-specific analysis consists of three components: an upstream, sensor- and video-based screening phase, the collection of husbandry-, feeding- and management-related farm data, and an individual animal assessment by trained consultants. To validate the methodology, various pretests and two field survey phases were conducted and evaluated in North Rhine-Westphalian practical farms. The results were used to generate comparative values and to determine cause-effect relationships for the assistance system. With regard to the planned advisory tool, the identification of weak points and risk factors in husbandry and management as well as a final derivation of concrete recommendations to improve the animal welfare situation will take place on this basis in the future.

1 Einleitung und Zielsetzung

Seit vielen Jahren steht die stärkere Umsetzung einer tierwohlorientierten und umweltverträglichen Schweinehaltung in Deutschland in der gesellschaftspolitischen Diskussion. Trotz zahlreicher, national und international etablierter Bewertungssysteme fehlen für die praktische Betriebsberatung weiterhin praktikable und belastbare Methoden und Daten, die geeignet sind, die Tierwohl-Situation vor Ort in den Betrieben objektiv zu erfassen und zu bewerten. Da die bisherigen Methoden vor allem wissenschaftliche bzw. dokumentarische Intentionen verfolgen, ermöglichen sie die umfassende Beratung von Betrieben einschließlich der Ableitung von konkreten Handlungsempfehlungen nur in eingeschränktem Maße.

In diesem Zusammenhang bestand das Ziel des Projektes *PigsAndMore* darin, ein softwaregestütztes Decision-Support-System für die Beratung von Mastbetrieben zu entwickeln, das wissenschaftlich validierte und in der Praxis sicher anzuwendende Tierwohl-Indikatoren enthalten sollte. Der Fokus lag dabei zum einen auf der Umfänglichkeit der Betriebsanalyse. Diese sollte sich nicht nur auf einen bestimmten Bereich fokussieren, sondern mittels einer Kombination aus verfahrens- und haltungstechnischen, fütterungs- und managementbezogenen sowie einzeltier- und buchtenspezifischen Parametern eine ganzheitliche Bewertung der Betriebssituation zulassen.

Zum anderen sollte für den zukünftigen Beratungseinsatz eine hohe Praxisrelevanz gewährleistet sowie eine konkrete Entscheidungsunterstützung für die Betriebe entwickelt werden. Durch die Kombination verschiedener Erfassungskomponenten (Screening von Tierverhalten und Stallklima, Betriebsleiterinterview sowie qualitative Stall- und Einzeltierbonitur) sollen im Rahmen des Decision-Support-Systems potentielle Schwachstellen und Risikofaktoren in den Haltungsbedingungen identifiziert und betriebsindividuelle Optimierungsvorschläge für eine verbesserte Tierwohl-Situation abgeleitet werden.

2 Material und Methoden

2.1 Aufbau und Methodik des Systems

Die betriebsspezifische Analyse setzt sich aus einer vorgeschalteten Screening-Phase, der Erfassung allgemeiner Betriebsdaten und der Bonitur ressourcen-, buchten- und einzeltierbezogener Indikatoren zusammen. Beim Einsatz des zukünftigen Beratungstools ist ein zweimaliger Betriebsbesuch geplant. Der erste Besuch dient dem Aufbau des Messsystems in einer für den Betrieb typischen Fokusbucht (Screeningphase) sowie der Durchführung des Betriebsleiterinterviews. Im Rahmen des zweiten Besuchs erfolgt der Abbau der Messtechnik sowie die Stall- und Einzeltierbonitur. In einem abschließenden Auswertungsgespräch mit dem Betriebsleiter werden die Ergebnisse des Benchmarkings (Ziel- und Grenzwerte) und die auf dem Betrieb vorliegenden Stärken und Schwächen erläutert. Auf Grundlage des hinterlegten Ursachen- und Maßnahmenkatalogs lassen

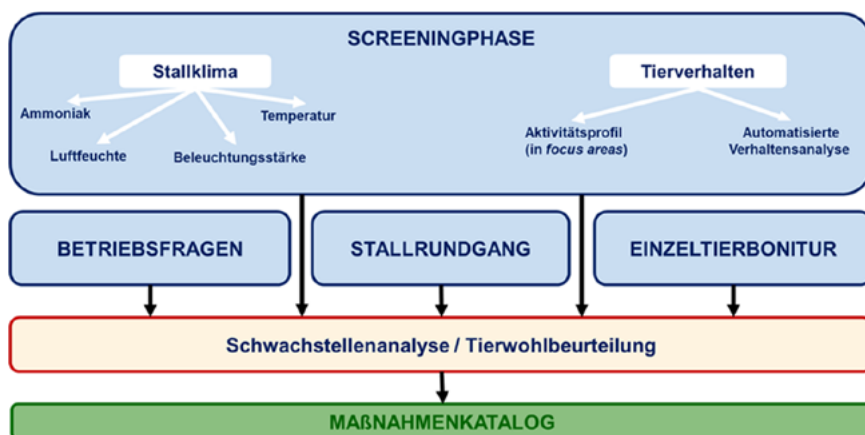


Abb. 1: Struktur und Komponenten der digitalen Schwachstellenanalyse im Projekt PigsAndMore (© Abschlussbericht 2020) Fig. 1: Structure and components of the digital weak-point analysis in the PigsAndMore project (© Final report 2020)

sich betriebs- und stallspezifische Handlungsempfehlungen ableiten, die zur Verbesserung der Tierwohlsituation sowie des Managements allgemein beitragen. Abbildung 1 verdeutlicht den Aufbau und die Inhalte des Decision-Support-Systems.

2.2 Screeningphase

Zur automatisierten Erfassung der Stallklima-Situation sowie der Aktivität der Tiere wurden mobile video- und sensorgestützte Messsysteme genutzt. Zunächst wurden diese in Vorversuchen auf dem Außenlabor der Universität Bonn, Campus Frankenforst, getestet und anschließend in elf nordrhein-westfälischen Praxisbetrieben eingesetzt. Die mobile Messtechnik vereinte die Vorteile, dass die Ist-Situation in ausgewählten Fokusbuchten zum einen objektiv und vom Menschen unabhängig und zum anderen über einen längeren Zeitraum als bei einer Einzelmessung aufgezeichnet werden konnte.

Zur Erfassung des Stallklimas wurden Sensoren und Datenlogger der Firma Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Holzkirchen, eingesetzt, die die Parameter Raumtemperatur, relative Luftfeuchte, Luftdruck und Beleuchtungsstärke erfassten. Zudem stellt auch die Ammoniakkonzentration einen wesentlichen Punkt bei der Beurteilung der Tierwohlsituation dar, weshalb ebenfalls ein Ammoniaksensor der Firma Dräger, Lübeck, eingesetzt wurde.

Zur Erfassung der Tieraktivität kamen zum einen klassische Videoaufzeichnungen zum Einsatz. Als kostengünstige und einfach anzubringende Möglichkeit wurde zum anderen die Anwendung passiver Infrarotsensoren (PID) der Firma renkforce, Conrad Electronic SE, Hirschau getestet. Diese sollten neben den Bemühungen, eine videobasierte, automatisierte Verhaltensanalyse zu entwickeln, auch das Screening des Tierverhaltens bzw. der Tieraktivität vervollständigen und vereinfachen. Anhand der PIDs können

unabhängig von den vorherrschenden Lichtverhältnissen auf der Grundlage thermischer Unterschiede die Aktivität bzw. Bewegung der Tiere gemessen werden (Besteiro et al. 2018, Ni et al. 2017, Pedersen und Pedersen 1995).

Die Durchführbarkeit der Screeningphase sowie des gesamten Bewertungssystems wurde von April bis November 2019 in elf konventionell wirtschaftenden Praxisbetrieben überprüft. Der Fokus wurde dabei auf Betriebe mit einer durchschnittlichen Gruppengröße von maximal 60 Tieren je Bucht gelegt, um einheitliche Bedingungen für Aufzeichnung und Auswertung zu schaffen. Je Betrieb waren zwei Betriebsbesuche im Abstand von ca. einer Woche nötig. Im Rahmen des ersten Betriebsbesuchs wurde ein für den Betrieb repräsentatives Abteil ausgewählt, um Daten unter „Normalbedingungen“ aufzunehmen und die späteren Werte als Referenzwerte nutzen zu können. Abteile, in denen die Tiere weniger als sieben Tage ein- bzw. umgestallt waren und in denen akute (gesundheitliche) Probleme auftraten, wurden nicht berücksichtigt. Die mobilen sensor- und videogestützten Komponenten des Messsystems wurden in dem ausgewählten Abteil über einer Fokusbucht je nach Gruppe und räumlichen Gegebenheiten stallspezifisch so angebracht, dass eine gute Aufnahme möglichst im unmittelbaren Tierbereich möglich war, ohne jedoch die Tiere zu stören oder die Technik zu gefährden.

Der zweite Betriebsbesuch wurde dazu genutzt, die Screeningtechnik abzubauen, Daten zu sichern und die umfangreiche Stall- und Einzeltierbonitur Tablet-gestützt durchzuführen.

2.3 Entwicklung der Bonitursystematik

Für eine ganzheitliche Bewertung der Betriebe sollte die zu entwickelnde Bonitursystematik verschiedene praxisbezogene Komponenten und Parameter aus den Bereichen Tierwohl und Tiergesundheit, Bau- und Produktionstechnik, Management, Fütterung sowie qualitative Haltungsbedingungen enthalten. Zur Auswahl geeigneter Indikatoren dienten die bereits etablierten Bewertungskonzepte wie das Welfare Quality® Assessment Protocol for Pigs (2009), der Deutsche Schweine-Boniturschlüssel (Bönisch et al. 2017) bzw. der Praktikerleitfaden Tierschutzindikatoren (KTBL 2016) sowie die Empfehlungen des projekteigenen Expertenbeirats als fachliche Grundlagen. Neben der Anpassung der Indikatoren an die speziellen Anforderungen des Beratungseinsatzes spielten auch die Aspekte der praktischen Umsetzbarkeit und eines ausgewogenen Aufwand-Nutzen-Verhältnisses (Arbeitszeitaufwand) eine wesentliche Rolle. Die Bonitursystematik besteht aus folgenden Komponenten, die während des Betriebsbesuchs von geschulten Beratern Tablet-gestützt erfasst wurden:

Das Betriebsleiterinterview enthält die Betriebsstammdaten und alle konstanten baulichen, verfahrenstechnischen und managementbezogenen Informationen. Darunter fallen z. B. Angaben zur Fütterungstechnik, zum Haltungs- und Lüftungssystem oder zu den eingesetzten Futtermitteln.

Im Anschluss an das Interview erfolgt die Datenerhebung im Stall. Diese wird stichprobenartig in vorausgewählten Ställen, Abteilen und Buchten des Betriebes durch-

geführt, wobei vor allem qualitative Einschätzungen der Haltungsbedingungen und umfangreiche besuchsindividuelle Informationen im Vordergrund stehen. So werden beispielsweise Daten zur Tränkehygiene, zur Qualität der Beschäftigungsmaterialien oder zu gruppenbezogenen Gesundheitsparametern (z.B. Husten, Durchfall) erhoben. Neben der Bewertung repräsentativer, allgemeingültiger Rahmenbedingungen für die Gesamtbeurteilung eines Betriebes ist im späteren Beratungseinsatz auch eine gezielte Untersuchung und Bewertung von speziellen Problembereichen (Abteile/Buchten) denkbar.

Im Rahmen des Stallrundgangs erfolgt in den untersuchten Buchten eine umfangreiche Einzeltierbewertung. Hierbei werden insgesamt 150 zufällig ausgewählte Mast Schweine aller Gewichtsklassen nach einem festen Boniturschema beurteilt (15 Tiere à zehn Buchten). Das Boniturschema beinhaltet Bewertungsscores zu allgemeinen Angaben (z.B. Geschlecht, Schwanzlänge der Tiere), Verletzungen verschiedener Körperregionen (z.B. Ohren, Schwanz, Flanke) sowie Lahmheiten und Auffälligkeiten der Tiere.

Zur Sicherstellung einer hohen Datenqualität sowie der erforderlichen Reliabilitäten für die späteren Praxistests wurden zunächst Schulungen und im Anschluss mehrere standardisierte Beobachterabgleiche (Inter- sowie Intraobserver-Variabilität) mit den Projektmitarbeiter*innen sowie Berater*innen der Landwirtschaftskammer NRW im Mastversuchsstall des Versuchs- und Bildungszentrums Haus Düsse durchgeführt. Neben der praktischen Anleitung im Stall stand auch ein anwenderorientierter Leitfaden mit Erläuterungen und Beispielbildern zu den einzelnen Parametern und Scorenoten zur Verfügung.

Die praktische Testung und Validierung der Bonitursystematik fand von Oktober 2019 bis Februar 2020 in 27 Mast Schweinebetrieben in Nordrhein-Westfalen statt. Für die Felderhebung wurden konventionell wirtschaftende Betriebe mit einer maximalen Gruppengröße von 60 Tieren und ohne Vorliegen einer aktuellen Problemsituation ausgewählt. Zusammen mit den elf oben genannten Fokusbetrieben standen somit die Datensätze von 38 landwirtschaftlichen Praxisbetrieben für die statistische Auswertung sowie zur Ableitung von ersten Referenzwerten für das Assistenzsystem zur Verfügung.

Alle besuchten Betriebe verfügten über ein geschlossenes und zwangsbelüftetes Stallsystem. Im Durchschnitt wurden je Betrieb 1.048 Mast Schweine gehalten. Bezüglich der eingesetzten Verfahrenstechniken (Zuluftführung, Lüftungsart und Fütterungssysteme) kamen jedoch alle handelsüblichen Techniken vor, sodass eine vielfältige Datengrundlage vorlag, die die verfahrenstechnische Breite in der Praxis widerspiegelt. Insgesamt wurden 385 ausgewählte Buchten untersucht und 5.550 Schweine im Rahmen der Einzeltierbonitur bonitiert.

2.4 Software-technische Umsetzung

Nach Fertigstellung der Bonitursystematik Ende 2018 wurde diese zunächst im Rahmen einer Excel-Anwendung programmiert und für den vereinfachten Testeinsatz in der landwirtschaftlichen Praxis aufbereitet.

Ab Mai 2019 erfolgte basierend auf der wissenschaftlichen Weiterentwicklung die software-technische Umsetzung einer Smartphone- und Tablet-basierten Beratungsapplikation. Neben der Anwenderfreundlichkeit im Beratungseinsatz war ein weiteres wichtiges Ziel der App, die komplexen (Betriebs-)Strukturen und vielfältigen Zusammenhänge der einzelnen Indikatoren nachvollziehbar umzusetzen. Durch die Anlage verschiedener Betriebsbesuche (Audits) erhalten die Anwender die Möglichkeit, Folgeberatungen durchzuführen, Betriebsstammdaten zu übernehmen und Änderungen umzusetzen. Definierte Auswahl- und Check-Boxen (Mehrfachantworten) sowie Bemerkungsfelder mit integrierter Spracherkennung erleichtern die einfache und standardisierte Erfassung der Daten. Mithilfe von bild- und videogestützten Visualisierungen können auch die tierbezogenen Indikatoren im Praxiseinsatz sicher und zügig erhoben werden.

Die Auswertung der Ergebnisse soll im Rahmen des geplanten Beratungstools direkt im Anschluss an die Erfassung erfolgen. Dabei werden die Werte aus der Erfassungsmatrix in den Auswertungsteil übernommen und definierten Ziel- und Grenzwerten gegenübergestellt. Bei Abweichungen werden diese vom System markiert (Ampelsystem) und als Schwachstelle dargestellt. In einem weiteren Entwicklungsschritt soll zukünftig die Verknüpfung der einzelbetrieblichen Ergebnisse mit einem Ursachen- und Maßnahmenkatalog vorgenommen werden, damit den Betrieben konkrete, auf die individuelle Situation angepasste Handlungsempfehlungen (To-Do-Listen) zur Verfügung gestellt werden können.

3 Ergebnisse

3.1 Screeningphase

Die Screeningphase brachte aufgrund der mehrtägigen Aufzeichnung der Verhaltens- und Stallklimadaten einen Zugewinn an Informationen und ermöglichte die Erstellung von Verlaufskurven und komplexen Analysen im Sinne der Status-quo-Beurteilung von Tierwohl und Stallumwelt.

Im Rahmen der in den Jahren 2018 und 2019 durchgeführten Vorversuche im Maststall des Campus Frankenforst konnte die generelle Eignung der PIDs nicht nur für die Messung der Gesamtaktivität einer Tiergruppe, sondern auch für die Erstellung von Aktivitätsprofilen in sog. „focus areas“ (Trogbereich, Beschäftigungsbereich) bestätigt werden, wenn diese sich klar von anderen Funktionsbereichen in der Bucht abgrenzen lassen (Jasmund et al. 2020). So zeigten sich beispielsweise unterschiedliche Aktivitätsprofile durch das Angebot verschiedener Beschäftigungsmaterialien, die Rückschlüsse auf deren Attraktivität für die Schweine zulassen.

Darüber hinaus konnten auf Grundlage der installierten PIDs auch für die Fokusbuchten der elf Praxisbetriebe erste gruppenspezifische Aktivitätsprofile erstellt werden (Abb. 2), die wichtige Informationen über die Ruhe- und Aktivitätsphasen der Schweine im Tagesverlauf lieferten.



Abb. 2: Darstellung eines beispielhaften Aktivitätsprofils (relative Tieraktivität in %) von Mastschweinen auf Buchtenebene über 72 Stunden (© Abschlussbericht 2020)

Fig. 2: Representation of an exemplary activity profile (relative animal activity in %) of fattening pigs at pen level over 72 hours (© Final Report 2020)

In den Vorversuchen ließen sich zudem Zusammenhänge zwischen der Tieraktivität und den Stallklimaparametern feststellen. So zeigte sich unter anderem eine Verringerung der Tieraktivität allgemein sowie der Aktivität im Trogbereich mit steigendem Temperatur-Luftfeuchte-Index (Jasmund et al. 2020).

Auch wenn die Ergebnisse zu den Stallklima-Parametern in den Praxisbetrieben sehr heterogen und nur teilweise direkt auf spezielle Produktions- und Verfahrenstechniken sowie Managementmaßnahmen zurückzuführen waren, konnte festgestellt werden, dass vor allem zu geeigneten Maßnahmen zur Verbesserung der Raumluftqualität (z.B. Ammoniakkonzentration) sowie zur Steuerung von Lichtprogrammen auf Abteilebene Beratungsbedarf bestand (Abschlussbericht 2020).

Zukünftig soll die Screeningphase im Beratungseinsatz neben dem status-quo-orientierten Ansatz auch einzelfallorientiert in Buchten mit akutem Problemgeschehen durchgeführt werden. So kann bei der Situationsbewertung ein deutlicher Zusatznutzen erzielt werden, der dem erhöhten Kosten- und Zeitaufwand gerecht wird.

3.2 Felderhebungsphase

Bei der Entwicklung des Tierwohl-Indikator-basierten Beratungstools wurde ein besonderes Augenmerk auf die Implementierung geeigneter einzeltier- und gruppenbezogener Indikatoren gelegt.

Im Rahmen der Abteilbonitur wurde zunächst ein allgemeiner Überblick über den Gesundheitszustand der Tiere auf Buchtenebene erhoben. Hierzu zählten die folgenden buchtenbezogenen Gesundheitsparameter, die bei mindestens einmaligem Vorliegen für die gesamte Gruppe gewertet wurden: In 30,6 % der 385 bonitierten Buchten wurden vereinzelt hustende Tiere, in 13,5 % der Buchten vermehrtes Niesen der Tiere sowie in 9,8 % der bonitierten Buchten Tiere mit tränenden Augen festgestellt. Dagegen fielen

die Anteile an Durchfallerkrankungen (0 % der Buchten), Kümmerern (0,5 %), erkennbaren Störungen im Bewegungsablauf (0,01 %) sowie allgemeinen Hautveränderungen (0,02 %) sehr niedrig aus.

Der Einzeltierbonitur kam aufgrund ihrer hohen Relevanz zur Tierwohlbewertung eine besondere Bedeutung zu. Zunächst wurden strichförmige (≥ 5 cm Länge) bzw. flächige Verletzungen (Durchmesser $\geq 2,5$ cm) einer Körperseite der Tiere als sog. Hautläsionen bewertet. 91,55 % der 5.550 bonitierten Schweine wiesen keine Hautläsionen im Bereich des Körpers auf. Das Merkmal „schwere Hautläsionen“ (> 15 strichförmige Verletzungen und/oder flächige Verletzung) kam lediglich bei einem Anteil von 1,98 % der Tiere vor (Dahlhoff et al. 2021).

Die häufig mit einer Tierschutzproblematik einhergehenden Verletzungen der Körperregionen Ohren und Schwänze der Tiere wurden hinsichtlich der Parameter Teilverluste, Verletzungen und nekrotische Veränderungen bewertet. Bei 90,05 % der bonitierten Tiere gab es keinerlei Teilverluste der Ohren zu verzeichnen, dagegen konnte bei 5,67 % der Ohren ein Durchbrechen der Haut festgestellt werden (flächige Veränderung des Ohrandes und /oder strichförmige Verletzungen ≥ 5 cm). Die Schwänze waren zu 95,98 % intakt, wobei ein Durchbrechen der Haut an 6,18 % der bonitierten Schwänze auftrat (Dahlhoff et al. 2021). Die nekrotischen Veränderungen an Ohren und Schwanz wurden aufgrund des hohen Anteils an nicht beurteilbaren Zuständen und der damit verbundenen unsicheren Datenlage nicht in der Auswertung berücksichtigt.

Die Daten der Einzeltierbonitur sollen zusammen mit vergleichbaren Angaben aus der Fachliteratur (Schrader et al. 2020) als erste Ziel-, Grenz- und Vergleichswerte für das (überbetriebliche) Benchmarking herangezogen werden. Auf dieser Grundlage sieht das Assistenzsystem im nächsten Schritt die Zuordnung der Abweichungen und Schwachstellen zu potentiellen Risikofaktoren und speziellen haltungs- und managementbezogenen Ursachen vor. In Ergänzung hierzu sollen bei der Bewertung auch fundierte Praxiserfahrungen aus dem Beratungsalltag berücksichtigt werden. Im Rahmen einer Delphi-Befragung mit den Referent*innen und Berater*innen der Landwirtschaftskammer NRW wurden für die stallklima- und fütterungsrelevanten Indikatoren praxisrelevante Kennzahlen, mögliche Ursachen sowie konkrete Handlungsempfehlungen für die unterschiedlichen Szenarien zusammengetragen. Diese werden zukünftig als Ursachen- und Maßnahmenkatalog für das spätere Beratungstool aufbereitet. Da bei vielen Indikatoren und Parametern jedoch häufig multifaktorielle Einflüsse bzw. unklare Abhängigkeiten vorliegen, müssen trotz der standardisierten Beurteilung im Rahmen des Assistenzsystems betriebsindividuelle Einschätzungen und Lösungsansätze zum Tragen kommen.

4 Diskussion und Ausblick

Zur Entwicklung und Validierung des Bewertungssystems *PigsAndMore* wurden verschiedene Untersuchungen und Felderhebungsphasen durchgeführt. Hierbei standen zunächst die Konzeptionierung des Messsystems und die Überprüfung der Praktikabilität sowie der Reliabilitäten der Boniturschemata im Fokus. Um die Aussagefähigkeit der Untersuchungsergebnisse weiter zu validieren, soll der Stichprobenumfang an Praxisbetrieben erweitert werden, um einen annähernd balancierten Datensatz für die Ableitung geeigneter Referenzwerte sowie für die Analyse von Ursache- Wirkungszusammenhängen zu erhalten.

Zukünftig soll die digitale Schwachstellenanalyse *PigsAndMore* verschiedenen Anwendergruppen aus Praxis, Beratung und Veterinärmedizin eine standardisierte und wissenschaftlich fundierte Dokumentations- und Bewertungsgrundlage bieten. Durch den modularen Aufbau der Software und die inhaltliche Untergliederung in allgemeine Betriebsdaten, besuchsindividuelle Angaben und die Einzeltierbonitur sind vielfältige Anwendungsbereiche und Einsatzgebiete denkbar. Möglich wäre ein Einsatz in der betrieblichen Eigenkontrolle (Light-Version), die Auditierung von Betrieben bis hin zur einzelbetrieblichen Best-Practise- bzw. High-End-Tierwohl-Beratung. Dabei spielt die Durchführung einer status-quo- oder problemorientierten Screeningphase als derzeitiges Alleinstellungsmerkmal eine wichtige Rolle, um einen erhöhten Informationsgewinn und Gesamtnutzen der Schwachstellenanalyse zu erreichen.

Zudem ist in weiteren Entwicklungsschritten die Anbindung und Verknüpfung der Ergebnisse aus *PigsAndMore* mit externen Daten (z. B. aus dem Fütterungs- oder Stallklimacomputer, Schlachtdaten) vorgesehen. Dazu wird die Schaffung und Bereitstellung geeigneter Schnittstellen erforderlich, um eine möglichst umfassende, integrierte und anwenderfreundliche Auswertung der relevanten Informationen zur Unterstützung der Betriebe zu gewährleisten.

Literatur

- Besteiro, R.; Rodríguez, M.R.; Fernández, M.D.; Ortega, J.A.; Velo, R. (2018): Agreement between passive infrared detector measurements and human observations of animal activity. *Livest. Sci.* 2018, 214, pp. 219–224
- Bönisch, K.; vom Brocke, A.; Dippel, S.; Grümpel, A.; Hagemann, L.; Jais, C.; Lösel, D.; Müller, A.; Müller, S.; Naya, A.; Schrade, H.; Späth, C.; Veit, C.; Wild, A.; Lechner, M. (2017): Deutscher Schweine-Boniturschlüssel (DSBS)
- Dahlhoff, K.; von Asten, A.L.; von Jasmund, N.; Schmidt, L.-M.; Austermann, F.; Büscher, W. (2021): Entwicklung eines digitalen Tierwohl-Indikator-basierten Beratungstools. Tagungsbandbeitrag zur 41. GIL-Jahrestagung. 08.-09.03.2021, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2021

- Jasmund, N.v.; Wellnitz, A.; Krommweh, M.S.; Büscher, W. (2020): Using Passive Infrared Detectors to Record Group Activity and Activity in Certain Focus Areas in Fattening Pigs. *Animals* 10(5), <https://doi.org/10.3390/ani10050792>
- KTBL (2016): KTBL-Praktikerleitfaden: Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Schwein. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Sauen, Saugferkel, Aufzuchtferkel und Mastschweine, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.
- Ni, J.-Q.; Liu, S.; Radcliffe, J.S.; Vonderohe, C. (2017): Evaluation and characterization of Passive Infrared Detectors to monitor pig activities in an environmental research building. *Biosyst. Eng.* 158, pp. 86–94
- Pedersen, S.; Pedersen, C.B. (1995): Animal Activity Measured by Infrared Detectors. *J. Agric. Eng. Res.* 61, pp. 239–246
- Schrader, L.; Schubbert, A.; Rauterberg, S. et al. (2020): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Schwein. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Sauen, Saugferkel, Aufzuchtferkel und Mastschweine. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.
- Abschlussbericht zum Verbundprojekt “PigsAndMore” (2020): Entwicklung eines Tierwohl-Indikator-basierten Beratungstools für die Schweinhaltung, Projektträgerschaft: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung im Rahmen des Bundesprogrammes Nutztierhaltung FKZ: 2817902515 (Teilprojekt 1), 2817902615 (Teilprojekt 2)
- Welfare Quality® (2009): Welfare Quality® assessment protocol for pigs. http://www.welfarequality.net/media/1018/pig_protocol.pdf (Stand: 20.06.2017)

Förderhinweis

Die Förderung des Vorhabens erfolgte aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Projektträgerschaft: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogrammes Nutztierhaltung; FKZ: 2817902515 (Teilprojekt 1), 2817902615 (Teilprojekt 2).

Wie gut bilden datenbasierte Tierwohlindikatoren für Milchviehbetriebe die Ergebnisse von Erhebungen mit dem WelfareQuality®-Protokoll ab?

How well can data-based welfare indicators for dairy farms reflect the results of the WelfareQuality® protocol?

BARBARA LUTZ, SIBYLLE ZWYGART, DIMITRI STUCKI, JOAN-BRYCE BURLA,
BEAT THOMANN, BEAT WECHSLER

Zusammenfassung

Die Verwendung von spezifischen Variablen aus Herdendaten als datenbasierte Tierwohlindikatoren wird zunehmend als ressourceneffiziente Alternative zur zeitintensiven Erhebung von tierbasierten Tierwohlindikatoren gesehen. Um datenbasierte Indikatoren jedoch regelmäßig und in größerem Umfang zum Tierwohlmonitoring zu verwenden, muss bekannt sein, wie weit sie den tatsächlichen Tierwohlstatus wiedergeben können. Vor diesem Hintergrund wurden für 35 Schweizer Milchviehbetriebe zehn gängige datenbasierte Indikatoren berechnet und auf ihre Verbindung mit dem durch das WelfareQuality®(WQ)-Protokoll erhobenen Tierwohlstatus überprüft. Die Analysen ergaben dabei nur wenige Assoziationen zwischen den datenbasierten Indikatoren und den Messungen und Kriterien des WQs. Die datenbasierten Indikatoren waren dabei vorwiegend mit Gesundheitsaspekten assoziiert, Messungen oder Kriterien, die die Qualität des Ruhens und das Tierverhalten umfassen, wurden nicht ausreichend abgedeckt. Die untersuchten datenbasierten Indikatoren konnten somit die multidimensionale Tierwohldefinition des WQs nicht ausreichend widerspiegeln und müssen in Zukunft entweder durch Erhebungen auf den Betrieben oder durch zusätzliche datenbasierte Indikatoren ergänzt werden.

Summary

The use of specific variables from herd data as data-based welfare indicators is increasingly seen as an alternative to time-consuming animal-based welfare indicators. However, in order to use data-based indicators regularly for animal welfare monitoring, it must be known how far they can reflect the actual animal welfare status. Against this background, ten common data-based indicators were calculated for 35 Swiss dairy farms and analysed for their association with the welfare status surveyed by the WelfareQuality® (WQ) protocol. The analyses revealed only few associations between the data-based indicators and the WQ measurements and criteria. The data-based indicators were

predominantly associated with health aspects, whereas the quality of resting and animal behaviour were not sufficiently covered. The data-based indicators examined could therefore not sufficiently reflect the multidimensional welfare definition of the WQ and need to be complemented either by on-farm surveys or by new data-based indicators.

1 Einleitung und Zielsetzung

Zur Beurteilung des Tierwohlstatus von Milchviehbetrieben werden in der Regel eine Reihe von Tierwohlintikatoren auf den Betrieben erfasst. Dabei werden tierbasierte Indikatoren zunehmend bevorzugt. Diese ermöglichen durch Beobachtung oder Untersuchung der Tiere selbst eine Beurteilung des Tierzustands, der sich durch die Adaption des Tiers an einwirkende Haltungs- und Managementbedingungen ergibt. Daher gelten sie als direktester Ausdruck des tatsächlichen Tierwohls (Main et al. 2003, Rushen et al. 2011, Webster 2009).

Die Erhebung tierbasierte Messungen ist jedoch zeitaufwändig (Andreasen et al. 2014). Zur Beurteilung eines Milchviehbetriebs mit 60 Kühen mittels des WelfareQuality®(WQ)-Protokolls, das als eines der umfassendsten tierbasierten Protokolle gilt, werden ca. sechs Stunden benötigt (Knierim and Winckler 2009). Vor allem, wenn Tierwohlbeurteilungen in größerem Rahmen oder regelmäßig durchgeführt werden sollen, müssen Alternativen gefunden werden, um den Zeit- und damit Kostenaufwand zu senken (de Vries et al. 2013).

Eine Möglichkeit zur Reduktion des Zeitaufwandes liegt im Einsatz datenbasierter Tierwohlintikatoren. Als datenbasierte Indikatoren können Variablen aus den Herdendaten verwendet werden, die direkt an den Tieren gemessen wurden (Vasseur 2017). Besonders in der Milchviehhaltung fallen Herdendaten routinemäßig in größerem Umfang an, häufig bedingt durch die harmonisierte EU-Gesetzgebung. So werden, um die Rückverfolgbarkeit von Rindern zu gewährleisten, Daten der Kühe zu Geburt, Aufenthalt, Nachkommen und Tod gemeldet und in nationalen Datenbanken gespeichert. Für milchliefernde Betriebe fallen durch Vorgaben zur Milchhygiene regelmäßig Ergebnisse aus Tankmilchanalysen an, die häufig durch monatliche, einzeltierbasierte Milchleistungsprüfungen der Zucht- oder Erzeugerorganisationen ergänzt werden. Auch klassische Tierwohlprotokolle, für die Erhebungen auf den Betrieben durchgeführt werden, verwenden einzelne dieser datenbasierten Indikatoren (Brinkmann et al. 2020, CReNBA 2014, WelfareQuality® 2009). Dies wird durch die OIE und EFSA gestützt, die in ihren Statements auf die Eignung datenbasierter Tierwohlintikatoren hinweisen (EFSA 2012, OIE 2019).

Andere Projekte fokussieren sich stattdessen auf die rein datenbasierte Erhebung des Tierwohlstatus. Einerseits wurden datenbasierte Indikatoren verwendet, um den Tierwohlstatus von Betrieben vorherzusagen und somit potenzielle Risikobetriebe zu identifizieren, die anschließend gezielt besucht werden können (de Vries et al. 2014, Krug et al.

2015, Sandgren et al. 2009). Andererseits können Datenvariablen, die selbst Messungen des Gesundheits- oder Tierwohlzustands darstellen oder kausal mit diesen verbunden sind, als datenbasierte Indikatoren verwendet werden. Diese können zur regelmäßigen Information der Landwirte berechnet werden und könnten somit eine Basis für ein Tierwohlmonitoring bilden (Q-Check 2020).

Soll der Tierwohlstatus von Betrieben ausschließlich anhand datenbasierter Indikatoren beschrieben werden, muss jedoch geklärt sein, in wie weit diese den tatsächlichen Tierwohlstatus abbilden können. Ziel dieser Studie war es daher, gängige datenbasierte Tierwohlindikatoren auf ihren Abdeckungsgrad im Vergleich zum tatsächlichen Tierwohlstatus zu untersuchen. Dazu wurden für 35 Schweizer Milchviehbetriebe datenbasierte Indikatoren berechnet und auf ihren Zusammenhang mit dem mit dem WQ gemessenen Tierwohlstatus untersucht.

2 Material und Methoden

2.1 Betriebe und Tiere

In das Rahmen des Projekts wurden Daten von 35 Schweizer Milchviehbetrieben ausgewertet. Die mittlere jährliche Herdengröße der Betriebe betrug 47,1 Milchkühe (Spanne 16,2–136,2; Median 38,7). Auf 15 Betrieben wurden die Kühe im Anbindestall gehalten, auf 20 Betrieben waren die Kühe im Laufstall aufgestellt. Alle Betriebe nahmen an mindestens einem der beiden Schweizer Tierschutzprogramme BTS (Besonders Tierfreundliche Stallhaltung) oder RAUS (Regelmäßiger AUSlauf ins Freie) teil. Sieben Betriebe waren nach ökologischen Standards zertifiziert.

2.2 Datenbasierte Tierwohlindikatoren

Um gängige datenbasierte Tierwohlindikatoren zu identifizieren, wurde eine Literaturrecherche in wissenschaftlichen Datenbanken durchgeführt. Zusätzlich wurden Publikationen und Erhebungsprotokolle zu Tierwohlprojekten ausgewertet. Identifizierte datenbasierte Indikatoren mit kausalem Zusammenhang zu Tiergesundheit und Tierwohl wurden auf ihre Berechenbarkeit für die Schweizer Milchviehbetriebe geprüft. Acht datenbasierte Indikatoren wurden in die Analysen eingeschlossen, da sie bereits als solche in Tierwohlerhebungen herangezogen werden. Zwei weitere Indikatoren wurden ausgewählt, da sie anhand der Literaturrecherche als möglicherweise geeignet beurteilt wurden und für Schweizer Milchviehbetriebe leicht verfügbar waren. Zur Berechnung der datenbasierten Indikatoren wurden Auszüge aus der Schweizer Tierverkehrsdatenbank, der Milchprüfungsdatenbank und den Datenbanken der Zuchtverbände bezogen. Die datenbasierten Indikatoren wurden für einen Jahreszeitraum, der der Tierwohlerhebung auf dem Betrieb vorausging, berechnet.

2.3 Tierwohlerhebungen mit dem WelfareQuality®-Protokoll

Alle Betriebe wurden einmalig in der Winterstallhaltungsphase zwischen Januar und März besucht, wenn die Kühe bereits für mindestens acht Wochen aufgestellt waren. Der betriebliche Tierwohlstatus wurde anhand des WQ-Protokolls (WelfareQuality® 2009) für Milchkühe erfasst. Das WQ umfasst ca. 30 überwiegend tierbasierte Messungen, die zu 12 eigenständigen Tierwohlkriterien zusammengefasst werden. Die Tierwohlkriterien selbst sind jeweils einem der vier Grundprinzipien der WQ-Tierwohldefinition „Gute Ernährung“, „Gute Haltung“, „Gute Gesundheit“ und „Artgemäßes Verhalten“ zugeordnet (Tab. 1).

Die Durchführung des WQs wurde vor Beginn der Untersuchung in einem dreitägigen Kurs erlernt und auf drei Testbetrieben, die nicht in die Auswertungen eingeschlossen wurden, getestet. Alle Betriebserhebungen erfolgten durch die Erstautorin.

Tab. 1: Im Rahmen der Studie untersuchte datenbasierte Indikatoren

Tab. 1: Data-based indicators analysed in the present study

Datenbasierter Indikator	Definition und Beschreibung	Grund für den Einschluss in die Analysen
Kuhmortalität in %	Verendete und euthanasierte Kühe/Herdengröße · 100	Verwendung als datenbasierter Tierwohlintikator (AssureWel 2018, Brinkmann et al. 2020, CReNBA 2014; Q-Check 2020, WelfareQuality® 2009)
Abgänge bis 60 TIM in %	Abgangskühe ¹⁾ 0–60 TIM/Abgangskühe gesamt · 100	Potenzieller Indikator für Gesundheitsprobleme in der Frühlaktation (Dechow and Goodling 2008).
Totgeburten in %	Totgeborene, euthanasierte und verendete Kälber bis 48 h/Gesamtzahl geborene Kälber · 100	Verwendung ähnlicher datenbasierter Tierwohlintikatoren (AssureWel 2018, Q-Check 2020)
Mittlere Nutzungsdauer (Monate)	Mittelwert der Nutzungsdauer aller im Berechnungszeitraum gemerzten Kühe	Verwendung als datenbasierter Tierwohlintikator: (Brinkmann et al. 2020, Q-Check 2020)
Eutergesunde Kühe in %	(Kühe < 100.000 Zellen/ml)/ (Gesamtzahl beprobter Kühe) · 100	
Euterauffällige Kühe in %	(Kühe > 200.000 Zellen/ml)/ (Gesamtzahl beprobter Kühe) · 100	Empfohlener Indikator zur Bestandsbetreuung (Hamann and Fehlings 2002)
Deutlich euterauffällige Kühe in %	(Kühe > 00.000 Zellen/ml)/ (Gesamtzahl beprobter Kühe) · 100	Verwendung als datenbasierter Tierwohlintikator (Brinkmann et al. 2020, Q-Check 2020, WelfareQuality® 2009)
FEQ ³⁾ < 1,0 in 60 TIM in %	(Kühe 0–60 TIM mit FEQ < 1,0)/ (Kühe 0–60 TIM gesamt)	Verwendung vergleichbarer datenbasierter Tierwohlintikatoren (Brinkmann et al. 2020, Q-Check 2020)
FEQ ³⁾ > 1,5 in 60 TIM in %	(Kühe 0–60 TIM mit FEQ < 1,0)/ (Kühe 0–60 TIM gesamt)	
Mittlere Tankmilchzellzahl (Zellen/ml)	Arithmetisches Mittel der Tankmilchzellzahl-Messungen	Verwendung als datenbasierter Tierwohlintikator (CReNBA 2014), Verfügbarkeit für alle milchliefernden Betriebe

TIM = Tage in Milch

FEQ = Fett-Eiweiß-Quotient

¹⁾ Abgangskühe = verstorben, euthanasiert, geschlachtet.

2.4 Statistische Auswertung

Alle Analysen wurden in R Version 3.6.3 (R Core Team 2021) durchgeführt. Die auf den Betrieben erhobenen Messungen wurden auf Herdenebene ausgewertet und gemäß den WQ-Richtlinien zu den WQ-Kriterien-Ergebnissen aggregiert. Das Kriterium „Angemessene Raum- und Körpertemperatur“ wurde nicht bewertet, da das WQ-Protokoll für Milchvieh dafür keine Messung definiert.

Für die weiteren Analysen wurden die elf berechneten Kriterien-Ergebnisse sowie die Ergebnisse der tierbasierten Messungen auf Herdenebene als Tierwohldefinition verwendet. Die Verteilung der WQ-Kriterienergebnisse, Messungen und der berechneten datenbasierten Indikatoren wurde mittels Minima, Maxima, oberen und unteren Quartilen, Mittelwerten und Medianen beschrieben. Drei Kriterien und eine Messung wurden von den weiteren Analysen ausgeschlossen, da die Betriebe nur wenige unterschiedliche Werte erzielten (Tab. 2).

Zur Bewertung potenzieller Zusammenhänge zwischen den datenbasierten Indikatoren und den verbliebenen WQ-Kriterien bzw. Messungen wurden Spearman-Rangsummen-Korrelationen verwendet. Dabei wurde jedes Paar aus datenbasiertem Indikator und WQ-Parameter einzeln analysiert.

Tab. 2: Signifikante Assoziationen ($p < 0,05$) zwischen zehn datenbasierten Indikatoren und Messungen und Kriterien des WelfareQuality®-Protokolls

Tab. 2: Significant associations ($p < 0.05$) between ten data-based animal welfare indicators and measurements and criteria of the WelfareQuality® Protocol

Messungen und Kriterien des WelfareQuality®-Protokolls	Kuhmortalität in %	Abgänge bis 60 TIM in %	Mittlere Nutzungsdauer (Monate)	Totgeburten in %	Mittlere Tankmilchzellzahl (Zellen/ml)	Eutergesunde Kühe in %	Euterauffällige Kühe in %	Deutlich euterauffällige Kühe in %	FEO 1,0 in 60 TIM in %	FEO 1,5 in 60 TIM in %
Kriterium: Freiheit von Hunger										
% „sehr magere“ Kühe										x
% „fette“ Kühe										x
Kriterium: Freiheit von Durst	Nicht analysiert ¹⁾									
Kriterium: Bequemes Ruhen										
mittlere Abliegedauer										
% Abliegevorgänge mit Kollision	Nicht analysiert ¹⁾									
% Liegen außerhalb Liegefläche										
% Kühe mit verschmutztem Euter			x							
% Kühe mit verschmutzter Flanke/Oberschenkel										
% Kühe mit verschmutzten Hinterbeinen										

Fortsetzung der Tabelle und Fußnote nächste Seite

Messungen und Kriterien des WelfareQuality®-Protokolls	Kuhmortalität in %	Abgänge bis 60 TIM in %	Mittlere Nutzungsdauer (Monate)	Totgeburten in %	Mittlere Tankmilchzellzahl (Zellen/ml)	Eutergesunde Kühe in %	Euterauffällige Kühe in %	Deutlich euterauffällige Kühe in %	FEQ 1,0 in 60 TIM in %	FEQ 1,5 in 60 TIM in %
Kriterium: Thermischer Komfort	Zum aktuellen Zeitpunkt keine Messung vorhanden									
Kriterium: Bewegungsfreiheit	Nicht analysiert ¹⁾									
Kriterium: Freiheit von Verletzungen										
% nicht lahrende Kühe		x								
% Kühe mit mäßiger Lahmheit										
% Kühe mit schwerer Lahmheit										
% Kühe ohne Integumentveränderungen										
% Kühe mit ≥ 1 leichter Integumentveränderung										
% Kühe mit ≥ 1 schwerer Integumentveränderung										
Kriterium: Krankheitsfreiheit				x						
Mittlere Anzahl von Husten/Tier/15 min										
% Kühe mit Nasenausfluss										
% Kühe mit Augenausfluss										
% Kühe mit erschwelter Atmung										
% Kühe mit Durchfall										
% Kühe mit Vaginalausfluss										
% Kühe mit SCC ≥ 400.000 Zellen/ml					x	x	x	x		
% Kuhmortalität (letzte 12 Monate)	x					x	x			
% Schweregeburten (letzte 12 Monate)	x									
% Festliegende Kühe (letzte 12 Monate)				x	x		x	x		
Kriterium: Freiheit von Schmerz	Nicht analysiert ¹⁾									
Kriterium: Ausdruck sozialer Verhaltensweisen										
Frequenz von Kopfstößen										
Frequenz anderer agonistischer Interaktionen (Verdrängungen usw.)										
Kriterium: Ausprägung anderer Verhaltensweisen										
Kriterium: Gute Mensch-Tier-Beziehung										
Kriterium: Positiver emotionaler Zustand										

TIM = Tage in Milch

FEQ = Fett-Eiweiß-Quotient

SCC = somatische Zellzahl

¹⁾ Aufgrund geringer Anzahl verschiedener Betriebsergebnisse nicht in die Analysen eingeschlossen.

3 Ergebnisse

Die Spearman-Ranganalysen ergaben für neun der zehn untersuchten datenbasierten Tierwohlintakoren mindestens einen Zusammenhang mit den Messungen oder Kriterien des WQ-Protokolls bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ (Tab. 2). Die Assoziationen konzentrierten sich dabei jedoch auf wenige Parameter des WQ, darunter vorwiegend Messungen, die der Tiergesundheit zugeordnet sind. Auch das Kriterium Krankheitsfreiheit war mit einem der untersuchten datenbasierten Indikatoren assoziiert. Darüber hinaus war das Kriterium «Freiheit von Hunger» und eine der dafür erhobenen Messungen sowie eine Messung des Kriteriums «Bequemes Ruhen» mit den untersuchten datenbasierten Tierwohlintakoren assoziiert. Keine Assoziationen konnten für Messungen und Kriterien nachgewiesen werden, die dem Grundprinzip «Artgemässes Verhalten» zugeordnet sind.

4 Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Studie ergab für neun der zehn getesteten datenbasierten Tierwohlintakoren signifikante Assoziationen zu Messungen oder Kriterien des WQs. Die nachgewiesenen Assoziationen konzentrierten sich dabei jedoch auf wenige Messungen des WQ-Protokolls, die vorwiegend dem WQ-Prinzip «Gute Gesundheit» zuzuordnen sind.

Das WQ-Protokoll selbst verwendet ebenfalls zwei datenbasierte Messungen: „Mortalität“ und „Kühe mit SCC ≥ 400.000 Zellen/ml“. Beide Messungen sind eng verbunden mit den untersuchten datenbasierten Indikatoren „Kuhmortalität“ bzw. den Variablen, die den Eutergesundheitsstatus beschreiben. Die nachgewiesenen Assoziationen waren somit aufgrund der hohen Überschneidungen der berücksichtigten Tiere erwartbar.

Über diese Assoziationen hinaus ergaben die Analysen Assoziationen zu zwei weiteren Messungen des Kriteriums „Krankheitsfreiheit“ sowie dem Anteil der nicht lahmen Kühe, der dem Kriterium „Freiheit von Verletzungen“ zugeordnet ist. Auch der Kriterien-Score „Krankheitsfreiheit“ selbst war mit einem der untersuchten datenbasierten Indikatoren assoziiert. Somit kann festgestellt werden, dass die datenbasierten Variablen im Prinzip „Gute Gesundheit“ zumindest einzelne Aspekte abdecken konnten. Ebenso war die Messung „Anteil der mageren Kühe“ und somit auch das darauf basierende Kriterium „Gute Fütterung“ mit einem datenbasierten Indikator assoziiert.

Für das Kriterium «Bequemes Ruhen» und die WQ-Kriterien, die zur Beurteilung des Verhaltens dienen, muss jedoch eine ungenügende Abdeckung durch die verfügbaren datenbasierten Indikatoren festgehalten werden. Bereits de Vries et al. (2011) stellten einen Mangel von Assoziationen von Datenvariablen aus Herdendaten mit Messungen des Ruhekomforts und des Verhaltens fest. Dies wurde einerseits durch einen generellen Mangel an Studien, die sich mit Zusammenhängen von Datenvariablen und Verhalten oder Ruhekomfort beschäftigen, erklärt. Andererseits hinterfragten die Autoren

das Potenzial der Datenvariablen, Probleme in diesen Bereichen festzustellen. Unserer Kenntnis nach analysierte nur eine Studie Zusammenhänge zwischen datenbasierten Indikatoren und tierbasierten Messungen unter Einschluss verschiedener Verhaltensmessungen (de Vries et al. 2014). Häufiger wurde die Ausweichdistanz als einzelne Verhaltensmessung für Studien erhoben (de Vries et al. 2014, Otten et al. 2016, Sandgren et al. 2009). Die genannten Arbeiten konnten einzelne Assoziationen zwischen Messungen des Verhaltens und datenbasierten Indikatoren, die mit den von uns getesteten vergleichbar sind, nachweisen. Dennoch waren diese in ihrer Zahl im Vergleich zu den Assoziationen mit physiologischen Messungen deutlich reduziert. Eine Erklärung für die vergleichsweise geringe Anzahl der nachgewiesenen Assoziationen könnte in der Art der datenbasierten Variablen liegen. Diese datenbasierten Indikatoren stehen, mit Ausnahme der Nutzungsdauer, in engem kausalem Zusammenhang zu Tiergesundheit oder beschreiben Risikofaktoren für eingeschränkte Tiergesundheit. Für keine der Variablen ist hingegen ein enger, kausaler Zusammenhang mit dem Tierverhalten oder dem Ruhekomfort beschrieben. Während die vom WQ erfassten Messungen der Tiergesundheit durch einen gemeinsamen Faktor, zum Beispiel das Gesundheitsmanagement verbunden sein könnten, könnte der Ruhekomfort und vor allem das Verhalten weniger eng mit diesem Faktor verbunden sein.

Um Tierwohl in seiner Komplexität zu beschreiben, müssen alle für das Tierwohl relevanten Aspekte beschrieben werden (Fraser 1995). Auch wenn zum aktuellen Zeitpunkt keine allgemeingültige Tierwohldefinition vorliegt, gehen die aktuell anerkannten Definitionen dabei über die reine biologische Funktionsfähigkeit des Tieres hinaus (Corrado and Marina 2010). Die ausgewählten datenbasierten Indikatoren konnten jedoch über ihren kausalen Zusammenhang mit der Tiergesundheit hinaus nicht alle relevanten Tierwohlaspekte abdecken. Vor allem für die Bereiche Verhalten und Unterbringung ließen die datenbasierten Indikatoren keine Aussage zu.

Weitere Forschung könnte helfen, zusätzliche geeignete Datenvariablen zu identifizieren, welche für eine Vielzahl der Betriebe verfügbar sind. Um ein vollständiges Bild des Tierwohlstatus eines Betriebes zu erhalten, müssen die untersuchten datenbasierten Indikatoren mit Erhebungen auf den Betrieben ergänzt werden.

Literatur

Andreasen, S.N.; Sandøe, P.; Forkman, B. (2014): Can animal-based welfare assessment be simplified? A comparison of the Welfare Quality® protocol for dairy cattle and the simpler and less timeconsuming protocol developed by the Danish Cattle Federation. *Animal Welfare* 23, pp. 81-94

AssureWel (2018): Dairy Welfare Outcome Assessment Protocol

Brinkmann, J.; Cimer, K.; March, S.; Ivemeyer, S.; Pelzer, A.; Schultheiss, U.; Zapf, R.; Winckler, C. (2020): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Rind. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.

- Corrado, C.; Marina, V. (2010): Animal welfare: Review of the scientific concept and definition. *Italian Journal of Animal Science* 8
- CRenBA (2014): Guidelines for the Assessment of Welfare and Biosecurity in Dairy Cattle in Loose Housing Systems. Bertocchi, L.; Fusi, F. (eds.), Centro di Referenza Nazionale per il Benessere Animale
- de Vries, M.; Bokkers, E.A.; Dijkstra, T.; van Schaik, G.; e Boer, I.J. (2011): Invited review: associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *Journal of dairy science* 94, pp. 3213-3228
- de Vries, M.; Bokkers, E.A.; van Schaik, G.; Engel, B.; Dijkstra, T.; e Boer, I.J. (2014): Exploring the value of routinely collected herd data for estimating dairy cattle welfare. *Journal of dairy science* 97, pp. 715-730
- de Vries, M.; Engel, B.; den Uijl, I.; van Schaik, G.; Dijkstra, T.; de Boer, I.J.M.; Bokkers, E.A.M. (2013): Assessment time of the Welfare Quality® protocol for dairy cattle. *Animal Welfare* 22, pp. 85-93
- Dechow, C.D.; Goodling, R.C. (2008): Mortality, Culling by Sixty Days in Milk, and Production Profiles in High- and Low-Survival Pennsylvania Herds. *Journal of Dairy Science* 91, pp. 4630-4639
- EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) (2012): Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. *EFSA Journal* 2012; 10(6):2767
- Fraser, D. (1995): Science, values and animal welfare: Exploring the 'inextricable connection'. *Animal Welfare* 4, pp. 103-117
- Hamann, J.; Fehlings, K. (2002): Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandesproblem (Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (DVG), Sachverständigenausschuss subklinische Mastitis)
- Knierim, U.; Winckler, C. (2009): On-farm welfare assessment in cattle: Validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality® approach. *Animal Welfare* 18, pp. 451-458
- Krug, C.; Haskell, M.J.; Nunes, T.; Stilwell, G. (2015): Creating a model to detect dairy cattle farms with poor welfare using a national database. *Preventive veterinary medicine* 122, pp. 280-286
- Main, D.C.J.; Kent, J.; Wemelsfelder, F.; Ofner, E.; Tuytens, F. (2003): Applications for Methods of On-Farm Welfare Assessment. *Animal Welfare* 12, pp. 523-528
- OIE (2019): Terrestrial Animal Health Code
- Otten, N.D.; Rousing, T.; Houe, H.; Thomsen, P.T.; Sorensen, J.T. (2016): Comparison of animal welfare indices in dairy herds based on different sources of data. *Animal Welfare* 25, pp. 207-215
- Q-Check (2020): DLQ-Richtlinie 2.0 – Definitionen und Berechnungen von Indikatoren und zugehörigen Vergleichswerten der betrieblichen Eigenkontrolle und des Nationalen Tierwohlmonitorings, DLQ
- R Core Team (2021): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna (Austria), <https://www.R-project.org/>
- Rushen, J.; Butterworth, A.; Swanson, J.C. (2011): Animal behavior and well-being symposium: Farm animal welfare assurance: science and application. *Journal of animal science* 89, pp. 1219-1228

- Sandgren, C.H.; Lindberg, A.; Keeling, L.J. (2009): Using a national dairy database to identify herds with poor welfare. *Animal Welfare* 18, pp. 523-532
- Vasseur, E. (2017): Animal Behavior and Well-Being Symposium: Optimizing outcome measures of welfare in dairy cattle assessment. *Journal of animal science* 95, pp. 1365-1371
- Webster, A.J.F. (2009): The Virtuous Bicycle: a delivery vehicle for improved farm animal welfare. *Animal Welfare* 18, pp. 141-147
- WelfareQuality® (2009): Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad (Netherlands)

Danksagung und Förderhinweis

Das Projekt wurde durch das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) und das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) finanziert; Projektnummer: 1.18.14 TG „Smart Animal Health“.

Wir danken den beteiligten Landwirten für die Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie und den Zuchtverbänden Braunvieh Schweiz, Holstein Switzerland und Swiss-herdbook sowie der TSM Treuhand für die Bereitstellung der Daten. Zusätzlich bedanken wir uns beim „Smart Animal Health Consortium“ für die Unterstützung und Planung des Projekts.

Untersuchungen zur intraspezifischen Kooperationsbereitschaft unterschiedlicher Caniden

Intraspecific cooperativeness in different species of Canidae

HANA TEBELMANN, UDO GANSLOSSER

Zusammenfassung

Mittels einer Apparatur, die über Zugvorrichtungen und Futterklappen verfügt, haben wir das Kooperationsverhalten unterschiedlicher Caniden – Wölfe, Füchse, Dingos, Wolfhunde und weitere Spezies – untersucht. Unsere Beobachtungen zeigen, dass Caniden bereit sind, Futter für einen Artgenossen zu beschaffen und innerhalb ihrer Gruppe Futter zu teilen, ohne direkt selbst durch ihre Handlung zu profitieren. Unterschiede in der Handlungsweise wurden sowohl zwischen den Tierarten als auch zwischen den Gruppen derselben Spezies gefunden. Die Unterschiede innerhalb einer Spezies waren jedoch geringer als die speziesübergreifenden Unterschiede. Die Rolle, die ein Individuum bei Nahrungskooperation einnimmt, ist abhängig von seiner Persönlichkeit und seinem Status innerhalb der Gruppe. Unsere Ergebnisse unterstützen die Hypothese, dass Caniden im Allgemeinen kooperativ gegenüber ihren Gruppenmitgliedern sind. Die Art und Weise der Kooperation ist speziesabhängig. Die Bereitschaft zur Kooperation hängt mit der Gruppenharmonie und der Qualität der sozialen Bindung zwischen den Gruppenmitgliedern zusammen. Individuen mit ähnlichem sozialen Status sind eher bereit, aktiv Nahrung miteinander zu teilen.

Summary

We investigated the cooperative behaviour of different Canidae (wolves, foxes, dingoes, wolfdogs and other species), using an apparatus equipped with a pulling device and food flaps. Our observations show that Canidae of different species are willing to provide food for a conspecific and to share food with each other within their group without directly benefiting themselves by their action. Differences in cooperative behaviour were found both between species and between groups of the same species. However, the differences within a species were smaller than the cross-species differences. The role an individual takes in food cooperation depends on its personality and social status within the group. Our results support the hypothesis that Canidae are generally cooperative towards their group members. The way of cooperation is species-dependent. Willingness to cooperate is related to group harmony and the quality of social bonding between group members. Individuals with similar social status are more willing to actively share food with each other.

1 Einleitung und Zielsetzung

Bei gruppenlebenden Säugetieren steigert die soziale Koordination den Erfolg in allen Bereichen (Mosser und Packer 2009, Crofoot und Wrangham 2010, Wilson et al. 2012, Bailey et al. 2013, Cassidy et al. 2015). Kooperation kommt bei vielen Arten vor und ist aufgrund der geringen Kosten wahrscheinlich ein entscheidender Faktor für die Evolution des Lebens in sozialen Gruppen (Smith 2014). Altruismus gilt als der ausgeprägteste Fall von Kooperation. Reziproker Altruismus konzentriert sich auf Verhaltensweisen, bei denen die Gelegenheit zur Gegenleistung in Bezug auf Nahrung, Revierverteidigung oder Nachwuchspflege in naher Zukunft erwartet wird (Fraser und Bugnyar 2012, Krueger et al. 2015, Kaburu und Newton-Fisher 2015, Carter und Wilkinson 2015). Es gibt zahlreiche Beispiele für innerartliche Kooperation bei verschiedenen Canidenspezies, die sich über gemeinsame Nahrungsbeschaffung, kooperative Jagd, gemeinschaftliche Welpenaufzucht, Fortpflanzung und gemeinschaftliche Revierverteidigung erstrecken (Riedman 1982, Mech und Boitani 2003, Kruchenova et al. 2009, Newsome et al. 2013, Dorning und Harris 2019, Cordoni und Palagi 2019). Wölfe zeigen altruistische Verhaltensweisen innerhalb ihrer Rudel (Schmidt und Mech 1997), auch bei Hunden (Quervel-Chaumette et al. 2016, Gfrerer und Taborsky 2017) und australischen Dingos (Feddersen-Petersen 1998 (unpubl.), Smith 2015) wurden altruistische Verhaltensweisen gegenüber Artgenossen entdeckt. Polarfüchse (*Vulpes lagopus*) und Rotfüchse (*Vulpes vulpes*) weisen eine ähnliche soziale Organisation wie Wölfe (*Canis lupus*) und Dingos (*Canis dingo*) auf. Sie leben häufig in Einehe und ziehen ihren Nachwuchs gemeinschaftlich oder in Familienverbänden mit den Jungtieren des Vorjahres auf (Macdonald 1980, Malcom 1985, Strand et al. 2000, Weber 2006). Zur Nahrungskooperation bei Caniden gibt es bereits einige Untersuchungen, die üblicherweise auf gemeinschaftliche Nahrungsbeschaffung ausgelegt sind, bei der also mindestens zwei Tiere eine Aufgabe gemeinschaftlich lösen müssen, um an Nahrung zu gelangen (Bräuer et al. 2013, Ostojić und Clayton 2014). Andere Untersuchungen zielen darauf ab, zu untersuchen, inwieweit Tiere Futter für ein Gruppenmitglied respektive einen unbekanntem Artgenossen beschaffen, während sie selbst jedoch nicht an Futter gelangen konnten (Dale et al. 2016, 2019); auch artübergreifend wurde das Kooperationsverhalten zwischen Haushunden und Menschen untersucht, jedoch erwiderten die Hunde die Hilfe des Menschen nicht (McGetrick et al. 2021). Die unsererseits durchgeführte vergleichende Verhaltensuntersuchung widmet sich der Frage nach speziesbezogenen Unterschieden in der innerartlichen Kooperation verschiedener Arten von Caniden. Ziel ist es, zu untersuchen, inwieweit sich die Kooperationsbereitschaft sowie die Art und Weise der Kooperation von Spezies zu Spezies unterscheidet und wie stark Kooperationsbereitschaft von der individuellen Persönlichkeit der Tiere innerhalb der jeweiligen Gruppen sowie der Qualität der Paarbindung und der Gruppenharmonie beeinflusst wird. Dazu beobachten wir die Kooperationsbereitschaft bei Nahrungsbeschaffung und das reziprok-altruistische Überlassen und Teilen von Nahrung gegenüber einem Artgenossen.

2 Material und Methoden

2.1 Auswahl der Gruppen

Speziesübergreifende Studien zum Kooperationsverhalten bei Caniden sind selten. Bisherige Studien widmen sich insbesondere den Unterschieden im Kooperationsverhalten von Wölfen und Haushunden. Untersuchungen, die eine größere Bandbreite an Spezies innerhalb der Caniden einbeziehen, sind bisher nicht vorhanden. Um Aufschluss über die Kooperationsbereitschaft von gruppenlebenden Arten zu erhalten, untersuchen wir das Kooperationsverhalten von Wölfen (*Canis lupus hudsonicus*, *Canis lupus lupus*, *Canis lupus arctos*, *Canis lupus lycaon*), Rotfüchsen (*Vulpes vulpes*), Polarfüchsen (*Vulpes lagopus*), australischen Dingos (*Canis dingo*), Wolf-Hund-Hybriden, Wolfhunden und Haushunden (*Canis familiaris*) mit mindestens drei Gruppen pro Spezies sowie Löffelhunden, Kojoten, Mähnenwölfen und Rothunden. Pro Hauptgruppe werden drei verschiedene Gruppen oder Paare der jeweiligen Spezies untersucht, die in zoologischen Einrichtungen oder, im Fall von Haushunden, in tierheimähnlichen Einrichtungen leben. Die ausgewählten Tiere haben zuvor an keinem ähnlichen Versuch teilgenommen.

Gegenwärtig wurden neun Gruppen (n = 32) unterschiedlicher Tierarten beobachtet, zwei Wolfsgruppen (amerikanische und europäische Arten), eine Wolfhundgruppe, zwei Wolfshybridengruppen, eine Rotfuchsgruppe, zwei Polarfuchsgruppen und eine Löffelhundgruppe (Tab.1). Aufgrund der Durchführung der Studie bis Ende 2022 sind die in diesem Manuskript aufgeführten Daten vorläufig. Es finden noch weitere Untersuchungen an australischen Dingos, Wölfen, Rotfüchsen, Polarfüchsen, Wolfhunden sowie weiteren Spezies statt.

Tab. 1: Bisher beobachtete Individuen

Tab. 1: Individuals observed to date

Gruppe	Subjekte					
Wolf (am. subspez.)	EU1 (f)	EU2 (m)	EU3 (f)	EU4 (m)	EU5 (m)	EU6 (m)
Wolf (eu. Subspez.)	Aila (f)	Artyom (m)	Tengu (m)			
Wolfshybrid (am.)	Narnia (f)	Hannes (m)				
Wolfshybrid (eu.)	Umay (f)	Elvis (m)				
Wolfhund	WD1 (f)	WD2 (m)	WD3 (m)	WD4 (m)	WD5 (m)	
Rotfuchs	Mogli (m)	Bolle (m)				
Polarfuchs	Polly (f)	Milan (m)				
Polarfuchs	Lumi (f)	Lars (m)				
Löffelhund	Püppi (f)	M1 (m)	M2 (m)	Opi (m)		

2.2 Versuchsaufbau

Die Kooperationsbereitschaft wurde mittels einer Apparatur durchgeführt, die vor oder, sofern die Gehegegestaltung dies erforderlich machte, im Gehege installiert wurde. Die Apparatur besteht aus zwei Klappen, die mit Seilen verbunden sind und sich durch Zug öffnen lassen sowie zwei Röhren, die unter den jeweiligen Futterklappen liegen und bei Zug freigesetzt werden. Zieht ein Tier auf seiner Seite am Seil, fällt auf der entgegengesetzten Seite das zuvor auf der Futterklappe liegende Futter durch die Röhre raus (Abb. 1). Durch das Ziehen kann das jeweilige Tier für sich oder seine Artgenossen Futter beschaffen (Abb. 2) Da die Seiten nicht voneinander abgetrennt sind, hat sowohl das ziehende Tier als auch jedes weitere in der Nähe befindliche Tier die Möglichkeit, das herausgefallene Futter zu essen. Nach jedem Durchgang wird die Seite getauscht, um zu verhindern, dass ein Gewöhnungseffekt auftritt und dadurch ein Tier ausschließlich oder vermehrt zieht/isst. Die Tiere haben so die Möglichkeit, für ihre Gruppenmitglieder Futter zu beschaffen, ihnen das Futter zu überlassen, sich beim Ziehen abzuwechseln, sich das Futter zu stehlen oder es miteinander zu teilen.

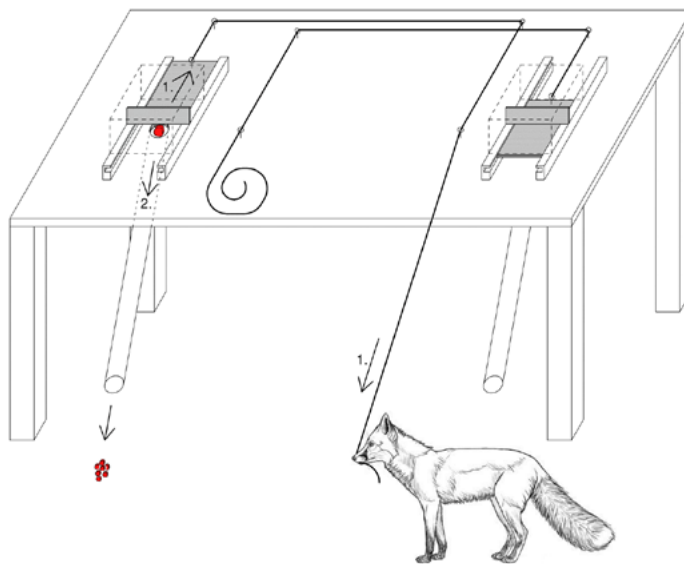


Abb. 1: Exemplarische Darstellung der Forschungsapparatur im Einsatz

Fig. 1: Exemplary representation of the research apparatus in use



Abb. 2: Polarfüchse während des Versuchs

Fig. 2: Arctic foxes using the apparatus

Zur Gewöhnung der Tiere wurde die Apparatur zunächst mindestens eine Woche vor dem Gehege platziert, die Beobachtungsperson hat sich ebenfalls mehrere Stunden während der Gewöhnungsphase vor bzw. im Gehege positioniert. Während der Versuchsdurchführung wurde die Apparatur in bzw. vor das Gehege gestellt. Die Röhren und Seile wurden durch den Zaun geführt, zurzeit der Versuchsdurchführung befand sich je ein Seil im Wechsel im Gehege. Als Futter wurde ein Teil der üblichen Futterration verwendet und auf der jeweiligen Futterklappe unter einer Abdeckung positioniert. Die Futterration war der jeweiligen Tierart und Gruppengröße angepasst, sodass eine vergleichbare Futtermenge pro Tierart zur Verfügung stand. Zur Beobachtung und Gewährleistung des Ablaufs befand sich der Beobachter stets in unmittelbarer Nähe der Apparatur. Der Versuch wurde über einen Zeitraum von 21 Durchführungstagen pro Tiergruppe zzgl. Vorbeobachtungsphase durchgeführt. Es wurden zwei Durchgänge pro Durchführungstag getätigt, der Durchschnitt der Wiederholungen lag pro Durchgang bei neun.

Verhaltensbeobachtungen zum Kooperationsverhalten wurden durchgeführt. Beobachtet wurde anhand eines Verhaltenskataloges, in dem die zu erwartenden Verhaltensweisen katalogisiert wurden. Beobachtet wurde das Ziehen am Seil, das direkte Fressen des herausgefallenen Futters, aktives Teilen durch Überlassen der Nahrung oder eines Restes der Nahrung, passives Teilen durch Weggehen oder Hinlegen, agonistische Verhaltensweisen und Nicht-Teilnahme am Versuchsgeschehen (Tab. 2). Zur Untersuchung der Einflussnahme von Persönlichkeit der Tiere und Qualität der Gruppenstruktur wurden Befragungen der Tierpfleger sowie Erstellung gruppenspezifischer Soziogramme zur Paarbindungsqualität und Gruppenharmonie durchgeführt oder, sofern möglich, Verhaltensbeobachtungen angestellt. Die Beobachtungen zur Paarbindung respektive Gruppenharmonie werden als Focal Animal Sampling, Behaviour Sampling (Dominance, Approach-Leave-Index) für die jeweilige Gruppe durchgeführt. Zur Bestimmung der Persönlichkeitseigenschaften der Individuen der jeweiligen Gruppen wurde ein standardisierter Fragebogen genutzt (Turcsan et al. 2011).

Tab. 2: Verhaltenskatalog

Tab.2: Catalogue of observed behaviours

Verhaltensweise	Beschreibung
Pull	Ziehen am Seil
Eat first	Essen der direkt herausgefallenen Nahrung
Share (active)	Überlassen des Rests der Nahrung nach dem Essen
Share (passive)	Überlassen der Nahrung, ohne zuvor zu essen, z. B. durch Verweilen in Entfernung, Hinlegen, Weggehen
Scare away from rope	Vertreiben vom Seil
Scare away from food	Vertreiben vom Futter
Acquire	Beschaffen der Nahrung, indem das Futter zu einem nicht in der Nähe befindlichen Artgenossen gebracht und zum Essen aufgefordert wird (nachträglich aufgenommen)
Distance	Fernhalten aus dem Versuchsbereich ohne Sichtkontakt/Blickkontakt zur Apparatur

3 Ergebnisse

Zwischen allen Arten wurden Unterschiede in der Art der Zusammenarbeit festgestellt (Abb. 2). Europäische Wölfe und europäische Wolfshybriden nutzten die Apparatur nicht, möglicherweise aufgrund von Neophobie. Haushunde mussten von der Studie ausgeschlossen werden, da sie ausgeprägte Futteraggression zeigten. Nur Polarfüchse vertrieben ihre Partner-Fähen vom Seil (scare away from rope). Bei den amerikanischen Wölfen zog nur die dominante Wölfin, aber Rüden und Fähe teilten sich das Futter miteinander; dasselbe wurde bei amerikanischen Wolfshunden beobachtet. Bei Polarfüchsen zog hauptsächlich das Männchen. Bei den Polarfüchsen zeigte Rüde Lars ein neuartiges Verhalten, das nicht im Verhaltenskatalog der Studie enthalten war (acquire – Futter bringen, zum Fressen auffordern). Möglicherweise hängt dieses Verhalten mit der hohen Paarbindungsqualität der Polarfüchse zusammen. Über alle Arten hinweg wurde „pull“ weniger häufig gezeigt, wenn kein Artgenosse in der Nähe war, was darauf hindeutet, dass das Beschaffen/Teilen von Nahrung ein Motivationsfaktor ist (Abb. 3). Ein ähnlicher sozialer Status hatte einen positiven Effekt auf die Bereitschaft zur Kooperation ($r = 0,42$). Verspieltheit ($r = 0,31$), Offenheit ($r = 0,39$) und Neugierde ($r = 0,64$) waren positiv mit dem Beschaffen von Futter (pull) korreliert (Abb. 4). Es gab eine signifikante Korrelation zwischen Gruppenharmonie und Kooperationsbereitschaft ($p < 0,001$). Die Ergebnisse decken sich mit Beobachtungen an Wölfen (Marshall-Pescini et al. 2017), Dingos (Feddersen-Petersen 1998 (unpubl.)) und Freilandbeobachtungen an Polar- und Rotfüchsen (Kullberg und Angerbjörn 1992, MacDonald und Reynolds 2005, Kruchenova et al. 2009).

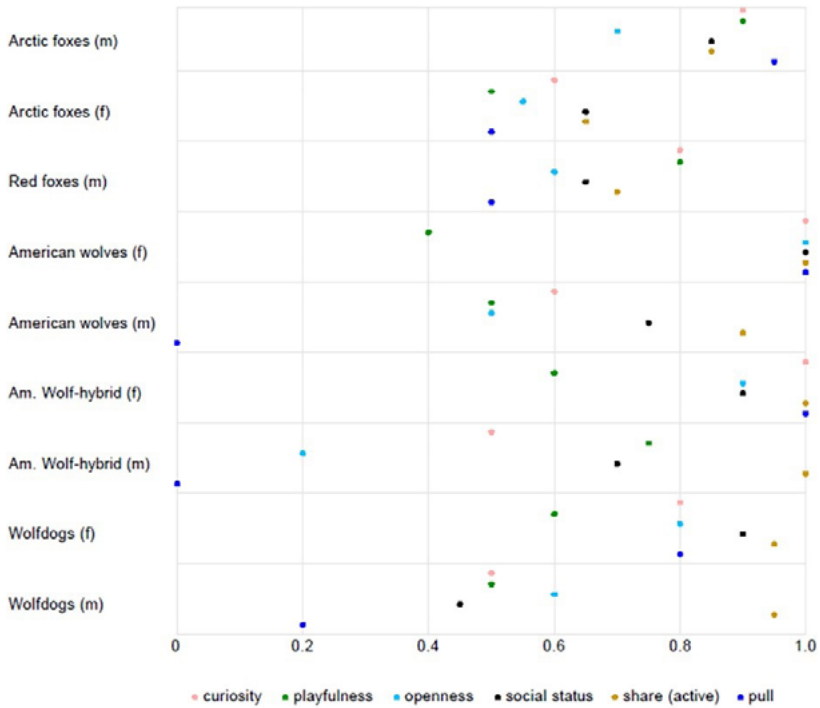


Abb. 3: Häufigkeit der gezeigten Verhaltensweisen pro Tier
 Fig. 3: Frequency of behaviours of each animal

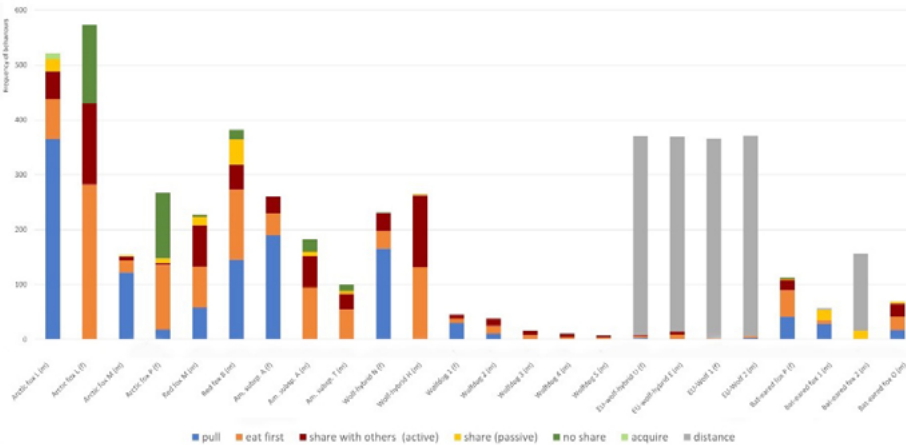


Abb. 4: Korrelation zwischen Persönlichkeit und Verhaltensweise „pull“
 Fig. 4: Correlation between personality traits and „pull“

4 Ausblick

Die bisherigen Ergebnisse sind aufgrund der noch andauernden Untersuchung vorläufig, zeigen jedoch bereits jetzt spannende Ausblicke. Die bisherigen Erkenntnisse über die Kooperationsbereitschaft von Caniden wurden bestätigt. Interessant ist insbesondere, dass die Ergebnisse möglicherweise auf ein Zutreffen der „social ecology hypothesis“ bei Füchsen, nicht nur bei Wölfen und Dingos, hindeuten. Die Ergebnisse in Bezug auf die speziesübergreifend geringere Motivation Futter für sich selbst respektive in Abwesenheit eines Artgenossen zu beschaffen, könnte Aufschluss über die Wichtigkeit für demonstrierte Zusammenarbeit als Stärkung für Gruppenzusammenhalt sowie für die Bedeutung sozialer Belohnung und reziprok-altruistischer Verhaltensweisen für sozial lebende Tierarten geben. In Bezug auf lebensraum- und speziesbedingte Verhaltensunterschiede sind besonders die Unterschiede zwischen den verschiedenen Wolfsspezies sowie den Wolfshybriden hervorzuheben: Während Spezies, die in ihrem natürlichen Lebensraum gering bejagt werden und wenig Kontakt zu Menschen haben, deutlich geringere objektbezogene Ängste (non-social fear) zeigten und dadurch bedeutend häufiger am Versuch teilnahmen, zeigten sowohl europäische Grauwölfe als auch Wolf-Hund-Mischlinge mit europäischem Grauwolfanteil ausgeprägte Neophobie.

Die Gemeinsamkeiten in Bezug auf Persönlichkeitsmerkmale und sozialen Status der Tiere, die speziesübergreifend sind, könnten darauf hindeuten, dass ähnlich sozial organisierte, in festen oder losen Familienstrukturen lebende Tiere grundsätzlich ähnliche Konsequenzen aus ihren Veranlagungen ziehen, die für eine größere Bandbreite der Caniden eine Rolle für gemeinschaftliche Nahrungsbeschaffung, kooperative Revierverteidigung oder Zusammenarbeit bei der Welpenaufzucht spielen. Es ist denkbar, dass Tiere mit ausgeprägter Neugier bei mehreren Canidenspezies dazu beigetragen haben, neue Wege bei Problemlösungen zu beschreiten. Die Ergebnisse geben einen Einblick in das kooperative Verhalten von Caniden und lassen Aussagen über Persönlichkeitsmerkmale und Gruppenharmonie zu, die für die Haltung von Tieren in zoologischen Einrichtungen im Hinblick auf die Gruppenstrukturierung von Bedeutung sein können.

Literatur

- Bailey, I.; Myatt, J.P.; Wilson, A.M. (2013): Group hunting within the Carnivora: physiological, cognitive and environmental influences on strategy and cooperation. *Behav Ecol Sociobiol* 67, pp. 1-17
- Bräuer, J.; Bös, M.; Call, J. et al. (2013): Domestic dogs (*Canis familiaris*) coordinate their actions in a problem-solving task. *Anim Cogn* 16, 273–285. <https://doi.org/10.1007/s10071-012-0571-1>
- Bräuer, J.; Stenglein, K.; Amici, F. (2020): Dogs (*Canis familiaris*) and wolves (*Canis lupus*) coordinate with conspecifics in a social dilemma. *Journal of Comparative Psychology* 134 (2), p. 208, pp. 211-221

- Carter, G., Wilkinson, G. (2015): Social benefits of non-kin food sharing by female vampire bats. *P Roy Soc B-Biol Sci.* doi: 10.1098/rspb.2015.2524
- Cassidy, K.A.; MacNulty, D.R.; Stahler, D.R.; Smith, D.W.; Mech, L.D. (2015): Group composition effects on aggressive interpack interactions of gray wolves in Yellowstone National Park. *Behav Ecol* 26, pp. 1352-1360
- Cordoni, G.; Palagi, E. (2019): Back to the Future: A Glance Over Wolf Social Behavior to Understand Dog-Human Relationship. *Animal: an open access journal from MDPI*, 9(11), p. 991
- Crofoot, M.; Wrangham, R. (2010): Intergroup Aggression in Primates and Humans: The Case for a Unified Theory
- Dale, R.; Quervel-Chaumette, M.; Huber, L.; Range, F.; Marshall-Pescini, S. (2016): Task Differences and Prosociality; Investigating Pet Dogs' Prosocial Preferences in a Token Choice Paradigm. *PLOS ONE* 11(12), e0167750, doi: 10.1371/journal.pone.0167750
- Dale, R.; Palma-Jacinto, S.; Marshall-Pescini, S.; Range, F.; Addressi, E. (2019): Wolves, but not dogs, are prosocial in a touch screen task. *PLOS ONE* 14(5), e0215444, doi: 10.1371/journal.pone.0215444
- Dorning, J.; Harris, S. (2019): Understanding the intricacy of canid social systems: Structure and temporal stability of red fox (*Vulpes vulpes*) groups. *PLoS ONE* 14(9), e0220792
- Fedderson-Petersen et al. (1998): Problemlösungsverhalten bei Dingos, Grauwölfen und Schäferhunden. Institut für Haustierkunde; Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, unpubl., pers. Mitt. 2018
- Fraser, O.N.; Bugnyar, T. (2012): Reciprocity of agonistic support in ravens. *Anim Behav* 83, pp. 171-177
- Gfrerer, N.; Taborsky, M. (2017): Working dogs cooperate among one another by generalised reciprocity. *Sci. Rep.* 7, p. 43867, doi: 10.1038/srep43867
- Kaburu, S.S.K.; Newton-Fisher, N.E. (2015): Trading or coercion? Variation in male mating strategies between two communities of East African chimpanzees. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 69(6), pp. 1039-1052
- Kruchenkova, E.P.; Goltsman, M.; Sergeev, S. (2009): Is alloparenting helpful for Mednyi Island arctic foxes, *Alopex lagopus semenovi*? *Science* 96, p. 457
- Krueger, K.; Schneider, G.; Flauger, B.; Heinze, J. (2015) Context-dependent third-party intervention in agonistic encounters of male Przewalski horses. *Behav Process.* doi: 10.1016/j.beproc. 2015.10.009
- Kullberg, C.; Angerbjörn, A. (1992): Social Behaviour and Cooperative Breeding in Arctic Foxes, *Alopex lagopus*, in a Semi-natural Environment. 90(4), pp. 321-335
- Macdonald, D. (1980): Social factors affecting reproduction by the red fox, *Vulpes vulpes*. In: E. Zimen, ed. *The Red Fox, Symposium on Behavior and Ecology.* Biogeographica 18, W. Junk, The Hague, The Netherlands
- MacDonald, D.; Reynolds, J. (2005): „Red fox (*Vulpes vulpes*)“. IUCN Canid Specialist Group
- Malcolm, J.R. (1985): Paternal Care in Canids. *American Zoologist* 25(3), pp. 853-856
- Marshall-Pescini, S.; Schwarz, J.F.L.; Kostelnik, I.; Virányi, Z.; Range, F. (2017): Importance of a species' socioecology: Wolves outperform dogs in a conspecific cooperation task. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 201709027

- McGettrick, J.; Poncet, L.; Amann, M.; Schullern-Schrattenhofen, J.; Fux, L. et al. (2021): Dogs fail to reciprocate the receipt of food from a human in a food-giving task. *PLOS ONE* 16(7), e0253277
- Mech L.D.; Boitani L. (2003): Wolf social ecology. In: Mech L.D., Boitani L., (editors.) *Wolves: Behaviour, Ecology, and Conservation*. The University of Chicago Press, Chicago, IL, USA, pp. 1-34
- Mosser A.; Packer C. (2009) Group territoriality and the benefits of sociality in the African lion, *Panthera leo*. *Anim Behav* 78, pp. 359-370
- Newsome, M.; Stephens, D.; Ballard, G.; Dickman, C.R.; Fleming, P.J.S. (2013): Genetic profile of dingoes (*Canis lupus dingo*) and free-roaming domestic dogs (*C. l. familiaris*) in the Tanami Desert, Australia. *Wildlife Research* 40, pp. 196-206
- Ostojić, L., Clayton, N.S. (2014): Behavioural coordination of dogs in a cooperative problem-solving task with a conspecific and a human partner. *Anim Cogn* 17, pp. 445-459
- Quervel-Chaumette, M.; Dale, R.; Marshall-Pescini, S. et al. (2016): Familiarity affects other-regarding preferences in pet dogs. *Sci Rep* 5, p. 18102, <https://doi.org/10.1038/srep18102>
- Riedman, M. (1982): The Evolution of Alloparental Care and Adoption in Mammals and Birds. *The Quarterly Review of Biology* 57(4), pp. 405-435
- Schmidt, P.A.; Mech, L.D. (1997): Wolf pack size and food acquisition. *American Naturalist*; 150 pp. 513-517
- Smith, B. (2015): Dingo intelligence: A dingo's brain is sharper than its teeth. In: *The dingo debate: origins, behaviour and conservation* (Ed B Smith) pp. 215-249. CSIRO Publishing: Clayton South, Australia
- Smith, J.E. (2014): Hamilton's legacy: kinship, cooperation and social tolerance in mammalian groups. *Animal Behaviour* 92, pp. 291-304
- Strand, O.; Landa, A.; Linnell, J.D.C.; Zimmermann, B.; Skogland, T. (2000): Social organization and parental behavior in the arctic fox. *Journal of Mammalogy* 81(1), pp. 223-233
- Turcsán, B.; Kubinyi, E.; Miklósi, A. (2011): Trainability and boldness traits differ between dog breed clusters based on conventional breed categories and genetic relatedness. *Applied Animal Behaviour Science*, 132: pp. 61-70
- Weber, J.M. (2006): Der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*). In: *Wilde Hunde*, U. Ganslober, C. Sillero-Zubiri (Hrsg.) Filander, S. 199-216
- Wilson, M.L.; Kahlenberg, S.M.; Wells, M.; Wrangham, R.W. (2012): Ecological and social factors affect the occurrence and outcomes of intergroup encounters in chimpanzees. *Anim Behav* 83, pp. 277-29

Danksagung

Unser Dank gilt den mitwirkenden Einrichtungen, die diese Studie ermöglichen sowie meinen beratenden und unterstützenden Kolleginnen und Freunden: Zoo am Meer; Wildpark Schwarze Berge, Zoo in der Wingst, Opel-Zoo, Camchatca, Wolfdog Sanctuary Scandinavia, Alternativer Bärenpark Worbis, Zoo Halle, Tierpark Staßfurt, Tierpark Dessau, Hamerton Zoo Park, Wild Spirit Wolf Sanctuary, Australian Dingo Foundation, Steffi Nierhoff, Dr. Jenny Ostrop, Dr. Kylie Cairns, Alexander Berwing, Jonas Langer.

Can pigs tell the time? Developing a task to study pigs' time perception

Haben Schweine ein Zeitgefühl? Entwicklung eines Testverfahrens zur Untersuchung der Zeitwahrnehmung von Schweinen

KRISTINA KULL, CHRISTOPH WINCKLER, SARA HINTZE

Summary

This study set out to establish and validate a task to study time perception of domestic pigs. Pigs (total $n = 28$) were trained to differentiate between a short (1 s) and a long tone (8 s) by choosing the left or the right of two goal-boxes. Twenty-six pigs reached the learning criterion in between 8 and 39 sessions (mean \pm SD: 20 ± 8). They were then tested in six test sessions during which three tones of intermediate length (i. e. 2.75, 4.5 and 6.25 s) were interspersed between the 20 short and 20 long tones per session. Pigs in the treatment group ($n = 17$) experienced four-minute waiting treatments (i. e. waiting in an enriched or unenriched room) before starting a test session. The same pigs additionally received control sessions where no waiting took place before the test session. Waiting treatments did not have a statistically significant effect on choosing a long response ($\chi^2_2 = 5.433$, $P = 0.066$). However, after any kind of waiting treatment pigs tended to make fewer long choices when compared to their choices during control sessions, indicating an experience of time passing by more quickly (as expected for the enriched but unexpected for the unenriched waiting treatment). In conclusion, domestic pigs can learn this cognitive time perception task and are sensitive to experimental treatments, but with inconclusive direction of treatment effects.

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, einen Test zur Beurteilung der Zeitwahrnehmung von Hauschweinen zu entwickeln und zu validieren. 28 Schweine wurden trainiert, zwischen einem kurzen (1 s) und einem langen Ton (8 s) zu unterscheiden und entsprechend entweder die linke oder die rechte von zwei Zielboxen zu wählen. 26 Schweine erreichten das vorher definierte Lernkriterium in 8 bis 39 Trainingseinheiten (Mittelwert \pm SD: 20 ± 8). Sie wurden daraufhin in sechs Testeinheiten getestet, die neben 20 kurzen und 20 langen Tönen zusätzlich drei Töne mittlerer Länge enthielten (d. h. 2,75, 4,5 und 6,25 s). Die Schweine in der Testgruppe ($n = 17$) wurden vor Beginn jeder Testsession einer vierminütigen Wartebehandlung unterzogen (d. h. sie warteten in einem angereicherten oder einem nicht angereicherten Raum). Zusätzlich durchliefen sie Kontrolltests ohne vorher-

gehende Wartezeit. Die Wartebehandlungen hatten keinen signifikanten Einfluss auf die Wahl einer langen Antwort ($\chi^2 = 5,433$, $P = 0,066$). Allerdings tendierten die Schweine nach beiden Wartebehandlungen dazu, weniger lange Antworten im Vergleich zu den Kontrolleinheiten zu wählen, was darauf hindeutet, dass für sie die Zeit unter diesen Bedingungen schneller verging (wie für die angereicherte Behandlung erwartet, aber unerwartet für die nicht angereicherte Wartebehandlung). Insgesamt lernten die Schweine den Test und reagierten auf die experimentellen Behandlungen, wobei die Richtung der Behandlungseffekte jedoch nicht eindeutig ist.

1 Introduction and objective

The ability to learn the duration of an event is an important aspect of future planning which enables adaptation and survival (Marino and Colvin 2015). It has been demonstrated in a variety of species, including rats (Meck 1983), pigeons (Stubbs 1968), fish (Higa and Simm 2004) and dogs (Cliff et al. 2019). The ability to time events and adapt to temporal change in one's environment has considerable value to the survivability of an individual (Hills 2003) and it has been argued that timing is critical to multiple aspects of sensation, perception, and behaviour.

Moreover, subjectively felt time is influenced by the external and internal environment – time flies when you are having fun and drags when you feel bored. Studies in animals and adult humans have manipulated timing abilities by injecting participants with dopaminergic drugs (e.g. methamphetamine, haloperidol) or by presenting highly arousing emotional stimuli (Droit-Volet and Meck 2007, Meck 1983). Additionally, everyday experiences, like waiting for an event to start, may expand subjective experience of time. For example, in a study by Jokic et al. (2018), human participants had to wait alone in an empty room for 7.5 minutes. Such waiting experience was overestimated (i.e. reported to last longer) in participants who were less relaxed. Participants who were more relaxed during waiting reported the time duration to be shorter and time to pass more quickly when compared to less relaxed subjects.

Knowledge of the timing abilities of pigs is not conclusive (Marino and Colvin 2015) and further studies investigating this cognitive capacity are needed. Hence, this study set out to establish a task, which can be used to study pigs' time perception. To validate the task, we tested if differently valenced events – waiting in an enriched or unenriched room – have an effect on pigs' time perception during the task. We expected pigs waiting in an unenriched room to show time overestimation due to being less relaxed during the waiting (consistent with the perception of time “dragging”) and pigs waiting in an enriched room to show time underestimation (consistent with the perception of time “flying by”).

2 Materials and methods

2.1 Animals and housing

In total 28 domestic pigs (*Sus scrofa*) housed in the research farm of the University of Veterinary Medicine, Vienna in Austria, participated in this study. The pigs were trained in two batches of 14 pigs each, after weaning at 25–28 days of age.

The pigs were housed in standard fattening pig pens (7.7 x 2.5 m) with seven pigs per pen. They had permanent access to water and were fed a standard pig diet twice a day. Food was given after training or testing to ensure pigs' motivation to participate in the task. The pens were cleaned daily and clean sawdust and straw was added. Pigs were checked daily for their health by the experimenter and if needed, were treated by a veterinarian or by trained farm staff.

Eighteen pigs were assigned to the treatment group and ten pigs to the control group. Allocation to the treatment and control groups was balanced across batch, home pen, sex and kinship.

2.2 General principle of the task design

All pigs were trained on a cognitive time perception task, the temporal bisection task (TBT). Subjects were trained to discriminate between a short (1 second) and a long tone (8 seconds) and to approach one location (e.g. a goal-box on the left) after the short tone and to approach the other location (i.e. a goal-box on the right) after a long tone. Once this discrimination had been learned, intermediate stimulus durations between the short and long durations were presented. The pig then had to make a choice if the intermediate duration felt like short or long by choosing the respective goal-box.

2.3 Test arena

Pigs were trained and tested in a rectangular test arena (4 x 2.5 m) located in the same room where they were housed (Fig. 1). One wall of the test arena had goal-boxes (20 x 40 cm, distance from ground 10 cm). The goal-box in the middle of the wall was used for shaping and the goal-boxes on the left and right side were used for training and testing. Goal-box doors could be opened and closed manually by the experimenter. Behind each goal-box was a metal bowl ($d = 13$ cm, depth 5 cm) into which food rewards were placed upon a correct choice. Opposite to the goal-boxes was a trial initiator, i.e. a plastic bottle hanging from a ceiling. Pigs learned to initiate each trial by touching the plastic bottle with their head or snout. After trial initiation, a tone (800 Hz) was played from loudspeakers placed in the test arena.

To ease habituation and to reduce stress due to being isolated during the task, the possibility for nose-to-nose contact was provided by a window to a conspecific pen next to the test arena (window size: 0.95 x 0.7 m, covered with wire mesh; Fig. 1). Three to four pigs from the same home pen belonged to a group of test buddies. While one pig of that group was being trained or tested in the test arena, the other test buddies stayed in the conspecific pen.

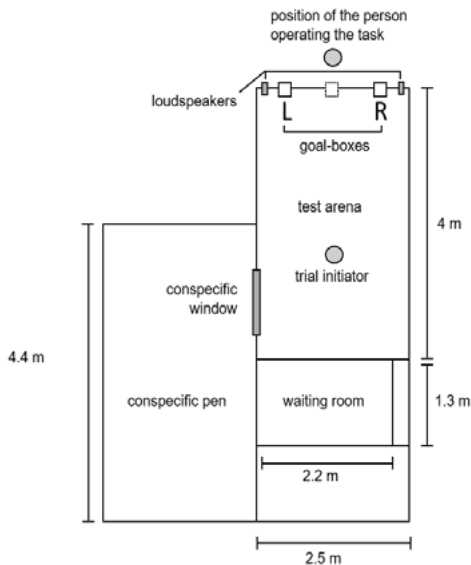


Fig. 1: Overview of the test arena. The trial initiator is located in the middle of the test arena facing the goal-boxes. Loudspeakers are placed on the same wall as the goal-boxes. Waiting room and conspecific pen are adjacent to the test arena. L: left-side goal-box; R: right-side goal-box.

Abb.1: Übersicht der Testarena. Die Flasche, die für die Initiierung eines jeden Durchgangs berührt werden muss (=trial initiator), befindet sich in der Mitte der Arena gegenüber den Zielboxen. Die Lautsprecher sind an derselben Wand wie die Zielboxen montiert. Stall und Warteraum grenzen an die Testarena. L: linke Zielbox; R: rechte Zielbox.

2.4 Training procedure

Pigs were first habituated to the experimental setup, the experimenter and the food rewards. A stepwise habituation method was used, where pigs from one pen entered the test arena and the conspecific pen in groups of seven, then in groups of three, then in pairs and eventually alone. During the last sessions of habituation, pigs started a shaping process. During shaping, they were clicker trained to touch the trial initiator and to receive a food reward. Shaping was deemed successful when a pig performed a session of 20 self-initiated trials and ate food rewards from the bowl behind the goal-box.

Pigs then advanced to discrimination training during which they had to initiate a trial by touching the bottle, then heard a tone (either short 1 s or long 8 s tone) according to which they had to approach either the right or left goal-box after the tone had stopped and both goal-box doors were opened. Each session consisted of 40 trials, had equal number of short and long stimuli and a maximum of three consecutive trials of one tone duration. Correct choices were always food rewarded (with chocolate M&M® candies) and incorrect choices were followed by mild punishment (moving a fly swatter near the opened goal door and the pig's head). Tone durations and correct goal-box pairings were balanced across batch, treatment group, pen, sex and kinship.

Discrimination training was divided into three phases. The first phase consisted of only forced choice trials, meaning that only the correct goalbox was opened after each trial. This phase was deemed successful if the pig performed correctly in all 40 trials, i. e. if they initiated all trials and went to the open goal-box to eat the reward. The second phase included forced and open choice trials. Six first trials were forced choice (i. e. only the correct goal-box was opened) and the remaining 34 trials were open choice, meaning that both goal-box doors were opened. The second phase was deemed successful if the pig performed correctly in all of the six forced choice trials and in $\geq 80\%$ of both short and long stimuli trials. The third phase included only open choice trials. This phase was deemed successful once the pig performed $\geq 80\%$ correct choices to both stimuli durations. Pigs then advanced to testing once they performed to the criteria in two consecutive sessions of the third phase.

2.5 Testing and waiting treatments

Pigs' time perception was assessed over six test sessions. Test sessions for batch 1 consisted of 43 self-initiated trials (20 short tones, 20 long tones and three intermediate durations of 2.75, 4.5 and 6.25 seconds). Test sessions for batch 2 consisted of 43 self-initiated trials (16 short tones, 16 long tones and seven intermediate durations, i. e. 1.9, 2.75, 3.6, 4.5, 5.4, 6.25 and 7.1 seconds). The additional intermediate durations for batch 2 were added to observe a more detailed response. However, only the three shared intermediate tone durations (i. e. 2.75, 4.5 and 6.25 seconds) were considered in this analysis.

Each intermediate tone was presented once per session and on fixed trial numbers. The order of intermediate tone durations was counterbalanced across the six test sessions and treatments and were presented equally often after short and long tone trials. Correct choices and choices for intermediate durations were always rewarded to avoid aversive motivational state due to omission of the expected reward (Papini and Dudley 1997).

Pigs in the treatment group ($n = 17$) experienced waiting treatments before entering the test arena and starting the task. Waiting treatments took place in a waiting room (2.2 x 1.3 m; Fig. 1) located next to the test arena and lasted for four minutes. Three conditions were used: enriched, unenriched and no waiting. Pigs experienced each condition twice. The order of conditions was balanced across batch and test sessions.

During the enriched waiting, a pig entered the waiting room filled with multiple enrichment items (e. g. a rooting box filled with soil, a water basin, hanging jute ropes, a cognitive toy, rubber and plastic toys, sawdust and straw; Fig. 2). The pig could freely manipulate all the items in the waiting room.

During the unenriched waiting, the pig entered the same waiting room, however, this time the room was empty and the pig had no opportunity to manipulate any items (Fig. 2). During control sessions, the pig entered the test arena immediately and did not wait before starting the test session.

Pigs in the control group ($n = 10$) did not experience waiting treatments, but entered the test arena and started all six test sessions immediately



Fig. 2: Waiting room used for the four-minute-long waiting treatments before pigs started test sessions. Photo on the left depicts a pig during enriched waiting. Photo on the right depicts a pig during unenriched waiting. (© K. Kull)

Abb. 2: Warteraum für die vierminütige Wartebehandlung vor jeder Testeinheit. Links: angereicherter Wartebereich; rechts: leerer Wartebereich. (© K. Kull)

2.6 Ethical considerations

This study was approved by the institutional ethics and animal welfare committee (licence number ETK-123/08/2020). It was carried out in accordance with Austrian legal requirements.

2.7 Statistical analysis

Training durations are given descriptively (mean \pm standard deviation; SD).

To investigate if the waiting treatments influenced the probability to choose a long choice we used a Generalized Linear Mixed Effects Model with binomial error structure and logit link function. Only data from the 17 pigs of the treatment group were used for this analysis. The model included treatment type (three levels: “enriched”, “unenriched” or “no waiting”), intermediate tone duration (continuous variable with values of 2.75, 4.5 or 6.25 seconds) and the interaction of treatment type and tone duration as fixed effects. We included the session number nested in treatment type nested in the identity of pig nested in pen nested in batch as random effects. As an overall test of the effect of waiting treatment type and to avoid ‘cryptic multiple testing’ (Forstmeier and Schielzeth 2011), we compared the full model with a null model lacking the interaction in the fixed effects part but being otherwise identical. Collinearity was assessed by means of Variance Inflation Factors and it appeared to be no issue (maximum VIF: 1).

The model was fitted in R (version 4.1.0; R Core Team 2021), using the function `glmer` of the R package `lme4` (version 1.1-25; Bates et al. 2015) with the optimizer ‘bobyqa’. Tests of the individual fixed effects were derived using likelihood ratio tests (R function `drop1` with argument “test” set to “Chisq”). The sample for this model consisted of 288 choices (170 with long choice, 118 with short choice) from 17 pigs.

3 Results

3.1 Learning performance

Twenty-six of the 28 pigs successfully learned the discrimination task in between eight and 39 sessions (mean \pm SD: 20 ± 8) with fewer long choices shown following enriched and unenriched waiting when compared to control sessions. Pigs' choices for the tone durations following different treatments are depicted in Figure 3.

3.2 Time perception following waiting treatments

There was no statistically significant effect of the interaction between treatment type and tone duration (full-null model comparison, likelihood ratio test comparing full and null model: $\chi^2_2 = 1.976$, $P = 0.372$). After removing the interaction, the main effect of treatment type tended to be significant ($\chi^2_2 = 5.433$, $P = 0.066$) with fewer long choices shown following enriched and unenriched waiting when compared to control sessions. Pigs' choices for the tone durations following different treatments are depicted in Figure 3.

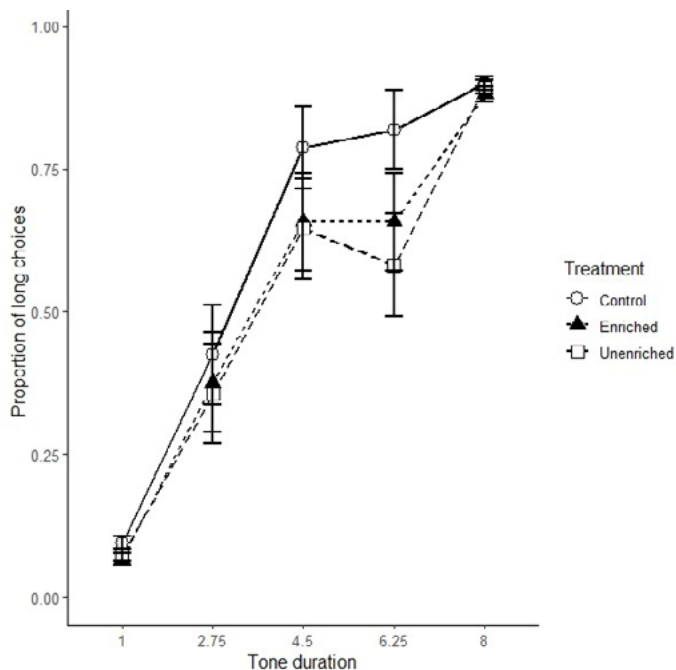


Fig. 3: Proportion of long choices for the reference tone durations (1 s, 8 s) and the three intermediate tone durations (2.75 s, 4.5 s, 6.25 s) shown as mean \pm SE. Solid line with circles: choices during control sessions with no waiting. Dotted line with triangles: choices following enriched waiting. Dashed line with squares: choices following unenriched waiting.

Abb. 3: Anteil der Entscheidungen für die mit dem langen Ton assoziierte Zielbox, dargestellt als Mittelwert \pm Standardfehler, für die Referenztöne (1s, 8s) und die Töne mittlerer Länge (2.75 s, 4.5 s, 6.25 s). Durchgezogene Linie mit Kreisen: Auswahl der Zielbox in den Kontrolleinheiten ohne vorheriges Warten; gestrichelte Linie mit Dreiecken: Auswahl nach Warten in einem angereicherten Wartebereich; gestrichelte Linie mit Quadraten: Auswahl nach Warten in einer leeren Wartebox.

4 Discussion

This study shows that domestic pigs can discriminate between time durations of different length and that they learn to perform on a temporal bisection task (TBT), indicating that they possess a sense of time. Therefore, the temporal bisection task is a promising task design to investigate time perception of pigs further.

We found that pigs tended to perform in a way that indicates a feeling of time “flying by” when exposed to a waiting treatment in an enriched or unenriched room. After both waiting treatments, pigs perceived the duration of the intermediate tones to be shorter when compared to their choices for the same durations in control sessions where no waiting took place beforehand. This indicates that both waiting treatments tended to distort pigs' subjective experience of time, creating a feeling of quicker passage of time.

As predicted, pigs tended to choose fewer long choices following enriched waiting. Amongst human test subjects, emotions have been shown to distort time perception to such an extent that time seems to fly when we are having fun (Droit-Volet and Meck 2007). Similar causes may underlie time distortion observed in this experiment – pigs in the enriched treatment may have enjoyed manipulating the enrichment items, resulting in positive emotions, which may have caused the pigs to feel a quicker passage of time during the subsequent test. However, this explanation only holds true for the enriched waiting but does not explain the results following the unenriched waiting.

Furthermore, both treatments may have influenced pigs' time perception due to an altered attentional state. Attention is an important aspect of subjective feeling of time (Droit-Volet and Gil 2009, Zakay and Block 1997). Time appears to pass more quickly and is estimated to be shorter when subjects' attention is diverted away from a timing task (e. g. when subjects have to attend to a more complex task while undergoing a timing task). This may be explained by subjects allocating less attention to the passage of time and more attention to the additional stimulus, e. g. a complicated task. Thus, the experience of waiting may have diverted pigs' attention away from ‘keeping track of’ the tone durations. This could mean that the waiting experience kept pigs mentally occupied during the subsequent timing task, which caused their attention to be diverted away from the timing task, hence causing them to perceive time durations to be shorter and make fewer long choices, as observed. However, in the current study, treatment and task happened after each other and were not presented simultaneously.

Additionally, oxytocin has been shown to distort time judgments in rats (Meck 1983). Rats who received oxytocin before a timing task chose fewer long choices for intermediate tone durations, indicating a faster passage of subjectively felt time. It may be that the pigs who received waiting treatments had increased levels of oxytocin induced by additional handling by the familiar experimenter (when being released from the waiting room into the test arena). The effect of oxytocin on pigs' time judgements could be investigated in further research.

A surprising result is the tendency for time underestimation following unenriched waiting, contrasting our predictions. Unpleasant events (e.g. traumatic incidents such as car accidents, Stetson et al. 2007, or aversive experiences with reduced control, like waiting in a barren room before an appointment, Jokic et al. 2018) have been shown to create a feeling of slower passage of time in human participants. We predicted pigs experiencing unenriched waiting – likely a negative experience – to show time overestimation in the subsequent test session, indicating a feeling of time ‘dragging’. However, a contrasting result was observed, whereby pigs tended to show time underestimation. Further analysis of pigs’ behaviour during waiting treatments may help to understand this unexpected result and the reason for similar choices following both waiting types in the task.

In conclusion, domestic pigs are sensitive to time and can learn to discriminate between time durations. Hence, the temporal bisection task could be used in further research on pigs’ temporal cognition. However, to properly understand pigs’ time perception, another methodical approach of validation should be considered, for example, by avoiding the time delay between the waiting treatment and task performance or using a different manipulation (e.g. oxytocin) as a treatment.

References

- Bates, D.; Mächler, M.; Bolker, B.; Walker, S. (2015): Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *J. Stat. Soft.* 67(1), DOI: 10.18637/jss.v067.i01
- Cliff, J.H.; Jackson, S.M.K.; McEwan, J.S.; Bizo, L.A. (2019): Weber’s Law and the Scalar Property of Timing: A Test of Canine Timing. *Animals: an open access journal from MDPI* 9(10), DOI: 10.3390/ani9100801
- Droit-Volet, S.; Gil, S. (2009): The time-emotion paradox. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* 364(1525), pp. 1943–1953, DOI: 10.1098/rstb.2009.0013
- Droit-Volet, S.; Meck, W.H. (2007): How emotions colour our perception of time. *Trends in cognitive sciences* 11(12), pp. 504–513, DOI: 10.1016/j.tics.2007.09.008
- Forstmeier, W.; Schielzeth, H. (2011): Cryptic multiple hypotheses testing in linear models: overestimated effect sizes and the winner’s curse. *Behavioral ecology and sociobiology* 65(1), pp. 47–55, DOI: 10.1007/s00265-010-1038-5
- Higa, J.J.; Simm, L.A. (2004): Interval timing in Siamese fighting fish (*Betta splendens*). *Behavioural Processes* 67(3), pp. 501–509, DOI: 10.1016/j.beproc.2004.08.007
- Hills, Thomas (2003): Toward a Unified Theory of Animal Event Timing. In *Functional and Neural Mechanisms of Interval Timing* 19. DOI: 10.1201/9780203009574.ch4.
- Jokic, T.; Zakay, D.; Wittmann, M. (2018): Individual Differences in Self-Rated Impulsivity Modulate the Estimation of Time in a Real Waiting Situation. *Timing & Time Perception* 6(1), pp. 71–89, DOI: 10.1163/22134468-00002101
- Marino, L.; Colvin, C. (2015): Thinking Pigs: A Comparative Review of Cognition, Emotion, and Personality in *Sus domesticus*. *International Journal of Comparative Psychology* 28

- Meck, W. (1983): Selective Adjustment of the Speed of Internal Clock and Memory Processes. *Journal of experimental psychology. Animal behavior processes* 9(2), pp. 171-201
- Papini, M.R.; Dudley, R.T. (1997): Consequences of Surprising Reward Omissions. *Review of General Psychology* 1(2), pp. 175-197, DOI: 10.1037/1089-2680.1.2.175
- R Core Team (2021): R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Available online at <https://www.R-project.org/>
- Stetson, C.; Fiesta, M.P.; Eagleman, D.M. (2007): Does time really slow down during a frightening event? *PloS one* 2(12), e1295. DOI: 10.1371/journal.pone.0001295
- Stubbs, A. (1968): The discrimination of stimulus duration by pigeons. *Journal of the experimental analysis of behavior* 11(3), pp. 223-238, DOI: 10.1901/jeab.1968.11-223.
- Zakay, D.; Block, R.A. (1997): Temporal Cognition. *Curr Dir Psychol Sci* 6(1), pp. 12-16, DOI: 10.1111/1467-8721.ep11512604

Acknowledgements

I would like to thank the management and farm staff at VetFarm Medau for providing access to the animals and for taking care of the pigs. Additionally, I would like to thank M. Bogdanovič for creating a software used for the timing task and D. Winckler and staff at BOKU for helping to build the experimental arena. Additional thanks goes to all the wonderful pigs who participated in the study.

Zeigen Veränderungen der Beschäftigungsdauer von Schweinen einen Ausbruch von Schwanzbeißen an?

Do changes in exploration duration of pigs indicate a tail biting outbreak?

KAREN KAUSELMANN, E. TOBIAS KRAUSE, HANSJÖRG SCHRADER, LARS SCHRADER

Zusammenfassung

In dieser retrospektiv explorativen Studie wurde untersucht, ob eine Früherkennung von Schwanzbeißen (TB) bei Schweinen in der Aufzucht und Mast anhand von Veränderungen in deren Beschäftigungsdauer möglich ist. Dazu wurden Buchten berücksichtigt, in denen TB beobachtet wurde. Anhand eines UHF-RFID-Systems wurde die Beschäftigungsdauer der Schweine in unmittelbarer Nähe eines Beschäftigungsturms erfasst. Die Schweine wurden für die Analyse in drei Kategorien (CatPig) eingeteilt: Beißer, Opfer und neutrale Schweine, d.h. Tiere, die weder als Beißer noch als Opfer identifiziert wurden. Die Tage vor einem Ausbruch von TB wurden rückwärts nummeriert. In der Aufzucht und Mast unterschied sich die Beschäftigungsdauer vor einem Ausbruch von TB nicht zwischen den drei CatPig (LME, jeweils $P > 0,05$). Allerdings gab es einen Einfluss der Tage vor dem Ausbruch von TB auf die Beschäftigungsdauer in der Aufzucht und Mast (LME, jeweils $P < 0.0001$), die jeweils etwa drei Wochen vor einem Ausbruch von TB am höchsten war. Es zeigte sich eine signifikante Interaktion zwischen CatPig und dem Tag vor dem Ausbruch von TB (LME, $P < 0,001$). Beißer beschäftigten sich kurzzeitig länger als Opfer und neutrale Schweine mit den angebotenen Beschäftigungsmaterialien.

Summary

In this retrospective exploratory study, we investigated whether tail biting (TB) in rearing and fattening pigs can be early detected by changes in exploration duration. Therefore, exploration durations of pigs in pens with observed TB were analysed. The individual exploration durations of pigs that stayed immediately at the material dispenser were recorded by an UHF-RFID system. For analyses, pigs were divided into three categories (CatPig): biters, victims or neutral pig, i.e. not identified as biter or victim. Days prior to a TB outbreak were numbered backwards. In rearing and fattening, CatPig had no effect on the exploration duration prior to a TB outbreak (LME, $P > 0,5$ each) but there was an effect of the days prior to a TB outbreak on exploration duration (LME, $P < 0,0001$ each). Highest exploration durations were recorded about three weeks prior

to a TB outbreak each. There was a significant interaction between CatPig and day prior to TB (LME, $P < 0,001$). Compared to victims and neutral pigs, biters showed short-term increases in exploration.

1 Einleitung und Zielsetzung

Schwanzbeißen ist eines der größten Probleme in der konventionellen Schweinehaltung und tritt meist während der Aufzucht auf (Schröder-Petersen et al. 2010, Veit et al. 2016). Werden Schweine in reizarmen Buchten gehalten, kann das angeborene Explorationsverhalten nicht hinreichend ausgeübt werden, was zu gegen Artgenossen gerichtetem Schwanzbeißen führen kann (Fraser et al. 1991). Schwanzbeißen ist eine Verhaltensanomalie mit multifaktoriellen Ursachen (Brunberg et al. 2016). Dies führt dazu, dass bei etwa 77 % der Schweine in der EU, trotz eines Verbots des routinemäßigen Kupierens, ein Teilstück des Schwanzes entfernt wird (De Briyne et al. 2018). Durch das Kupieren des Schwanzes kann das Auftreten von Schwanzbeißen jedoch nur reduziert und nicht vollständig verhindert werden (Hunter et al. 2001, Larsen et al. 2018). Beschäftigungsmaterialien, die das artspezifische Explorationsverhalten von Schweinen fördern (Bolhuis et al. 2005, Fraser et al. 1991), können das Auftreten von Verhaltensanomalien reduzieren (Fraser et al. 1991, Hunter et al. 2001, Larsen et al. 2018). Die Folgen von Schwanzbeißen sind vielfältig und können von Wunden, über Folgeinfektionen bis hin zum Tod des Schweins führen (Kritas und Morrison 2007, Valros et al. 2007). Die Früherkennung von Schwanzbeißen wäre für Landwirte daher eine hilfreiche Möglichkeit, um die Unversehrtheit der Schweine zu bewahren und darüber hinaus finanzielle Verluste zu vermeiden. Bisherige Untersuchungen zeigen, dass das Verhalten von Schweinen durch Schwanzbeißen beeinflusst wird: Schweine sind vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen aktiver (Larsen et al. 2019, Statham et al. 2009, Ursinus et al. 2014, Zonderland et al. 2011) und Täter-Tiere zeigen eine höhere Manipulation des Beschäftigungsmaterials im Vergleich zu Kontroll-Tieren (Zonderland et al. 2011). Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass Ausbrüche von Schwanzbeißen anhand von Verhaltensänderungen vorhergesagt oder sogar Täter-Tiere frühzeitig identifiziert werden könnten. Eine vielversprechende Methode, mit der tierindividuelle Daten automatisiert erfasst werden können, ist die Verwendung von UHF-RFID-Systemen (Kapun et al. 2018, 2020, Kauselmann et al. 2020, 2021a, 2021b).

In dieser retrospektiv explorativen Studie wurde untersucht, ob Veränderungen der automatisch erfassten Beschäftigungsdauer von unkupierten Schweinen in der Aufzucht und Mast verwendet werden können, um Ausbrüche von Schwanzbeißen vorherzusagen. Dafür wurde zwischen Tätern (Schweine, die beim Schwanzbeißen beobachtet wurden), Opfern (Schweine mit einem Teilverlust des Schwanzes) und neutralen Tieren (Schweine, die weder als Beißer noch als Opfer identifiziert wurden) in einem Schwanzbeißgeschehen unterschieden, um Unterschiede im Verhalten zwischen den Kategorien feststellen

zu können. Wir vermuteten, dass die Schweine vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen Verhaltensänderungen in Abhängigkeit der berücksichtigten Kategorien zeigen, die zur Früherkennung von Schwanzbeißen beitragen könnten.

2 Material und Methoden

2.1 Tiere und Haltungsbedingungen

Für diese retrospektiv explorative Untersuchung verwendeten wir die erfassten Daten von Schweinen (German Piétrain x German Hybrid) aus neun Aufzucht- und zehn Mastdurchgängen (96 Schweine/Durchgang) aus vorausgehenden Studien, um sie getrennt nach der Aufzucht und Mast auszuwerten. Die Datenerfassung aller Studien wurde von September 2017 bis August 2019 am Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg (LSZ) durchgeführt. Für die Auswertungen in der vorliegenden Untersuchung wurden lediglich die Buchten berücksichtigt, in denen mindestens ein Beißer während eines Schwanzbeißgeschehens eindeutig identifiziert werden konnte. Es wurden acht Beißer in der Aufzucht und sieben Beißer in der Mast identifiziert. Somit wurden insgesamt 192 Aufzuchtschweine aus acht Aufzuchtbuchten (24 Schweine/Bucht) in fünf Durchgängen berücksichtigt und 81 Mastschweine aus sieben Mastbuchten (12 Schweine/Bucht) in drei Durchgängen.

Im Alter von vier Wochen wurden die Ferkel abgesetzt, mit einem UHR-RFID-Transponder (MS Tag Round UHF, MS Schippers, Niederlande) pro Ohr ausgestattet und randomisiert auf vier identische Aufzuchtbuchten mit einer Fläche von 15 m² (Abb. 1a) aufgeteilt. Die in der Auswertung berücksichtigten Ferkel wogen zum Zeitpunkt des Absetzens 7,7 kg (\pm 1,6 kg SD). In den Aufzuchtbuchten hatten die Ferkel freien Zugang zu Wasser aus zwei Nippeltränken und zwei zusätzlichen Tränkeschalen sowie zu Breifutter (Tier-Fressplatz-Verhältnis: 2,4 : 1). Die Zusammensetzung des Futters änderte sich nach zwei Aufzuchtwochen. Zur Gewöhnung an die bevorstehende Futterumstellung in der Mast wurde den Ferkeln in der letzten Aufzuchtwoche zusätzlich pelletiertes Mastfutter über einen separaten Futterautomaten angeboten. Nach sieben Aufzuchtwochen wurden die 24 Schweine aus jeder Aufzuchtbucht randomisiert auf jeweils zwei Mastbuchten mit einer Grundfläche von 15 m² aufgeteilt (Abb. 1b). Zu diesem Zeitpunkt wogen die in der Auswertung berücksichtigten Schweine 31,0 kg (\pm 5,5 kg SD). Während der Mast hatten die Schweine freien Zugang zu Wasser aus vier Nippeltränken sowie zu pelletiertem Trockenfutter über eine Einzeltierfütterung (Tier-Fressplatz-Verhältnis: 12 : 1). Nachdem die Schweine ein Durchschnittsgewicht von 80 kg erreichten (ca. sechste Mastwoche), änderte sich die Zusammensetzung des Futters. In der Aufzucht und Mast wurden den Schweinen zwei Kauseile und ein Kauholz angeboten sowie ein Scheuerbalken in der Aufzucht. Die Schweine wurden auf dem Versuchsbetrieb in Übereinstimmung mit der deutschen Gesetzgebung (TierSchNutzV 2017) gehalten und nach Abschluss der Studien (Schweineproduktion, -aufzucht und -mast) vermarktet.

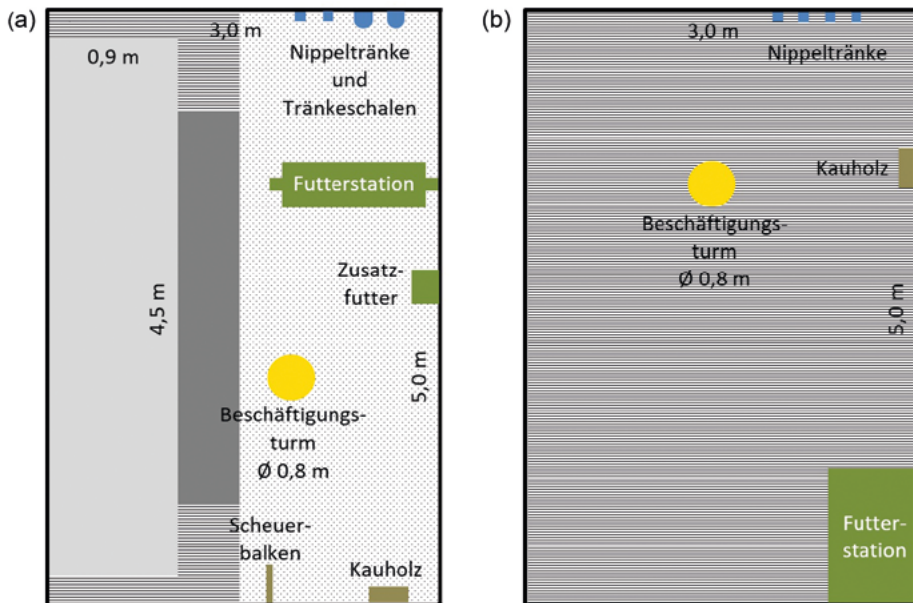


Abb. 1: Schematische Darstellung einer (a) Aufzucht- und (b) Mastbucht mit perforiertem Plastikspaltenboden (38,5 % Perforation; gepunktet), Vollspaltenboden (17 % Perforation; liniert) und Teilspaltenboden (7 % Perforation; dunkelgrau) unter einer heizbaren Abdeckung (hellgrau) (© FLI/Kauselmann)

Fig. 1: Schematic drawing of a (a) rearing and (b) fattening pen with slatted plastic floor (38,5 % perforation; dotted), slatted concrete floor (17 % perforation; lined) and partly slatted concrete floor (7 % perforation; dark grey) under heatable covering (light grey) (© FLI/Kauselmann)

2.2 Beschäftigungsmaterial und Datenerfassung

In der Aufzucht und Mast hatten die Schweine über einen Beschäftigungsturm ständigen Zugang zu organischen Beschäftigungsmaterialien, die sich zwischen den hier berücksichtigten Studien unterschieden (Kauselmann et al. 2021a, Kauselmann et al. submitted, Kauselmann et al. 2020, Kauselmann et al. 2021b). Jeder Beschäftigungsturm wurde mit einer UHF-RFID-Antenne (Kathrein, MIRA ETSI, Kathrein Solutions GmbH, Deutschland) ausgestattet, um die individuelle Aufenthaltszeit der Schweine in unmittelbarer Nähe des Wühlbereichs sowie des Beschäftigungsturms anhand des UHF-RFID-Systems zu ermitteln. Die Start- und Endzeiten jedes Aufenthalts am Wühlbereich wurden mit einer Software (Phenobyte GmbH & Co. KG, Ludwigsburg, Deutschland), über die jedes Tier (TierID) seiner Bucht (BuchtenID) zugeordnet wurde, in einer Datenbank gespeichert.

Jedes Schwein wurde je nach Beteiligung an einem Schwanzbeißgeschehen separat für die Aufzucht und Mast einer von drei Kategorien (CatPig) zugeordnet. Die Schweine, die eindeutig beim Bekauen des Schwanzes eines Artgenossen identifiziert wurden, wurden als „Beißer“ eingeordnet und von der Gruppe entfernt. Schweine, bei denen nach der Aufzucht bzw. Mast ein Teilverlust am Schwanz bonitiert wurde, wurden als „Opfer“

eingestuft. Schweine, die weder als Täter noch als Opfer eingeordnet werden konnten, fielen unter die Kategorie „Neutral“. Die Tage, an denen Schwanzbeißen beobachtet wurde, wurden als „Tag 0“ und somit als Ausbruch von Schwanzbeißen berücksichtigt. Alle vorausgehenden Tage wurden zurückgerechnet (Tag 1 = 1 Tag vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen, Tag 2 = 2 Tage vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen usw.).

2.3 Statistische Auswertung

Alle Auswertungen wurden getrennt für die Aufzucht und die Mast mit der Software R, Version 3.3.1 (R Core Team 2019) und dem Package nlme (Pinheiro et al. 2019) durchgeführt.

Die erfassten Beschäftigungsdauern am Beschäftigungsturm wurden für jedes Schwein und jeden Tag aufsummiert. Die Tage, an denen ein Ausbruch von Schwanzbeißen beobachtet wurde (Tag 0), wurden nicht in der statistischen Auswertung berücksichtigt, da die Beißer unmittelbar nach ihrer Identifikation aus der Gruppe entfernt wurden. Die Datenerfassung konnte für diese Tiere nicht fortgesetzt werden und somit liegt kein vollständiger Datensatz für Beißer am Tag 0 vor.

Für die statistische Auswertung der Beschäftigungsdauer wurden linearisierte gemischte Modelle (LME) verwendet. Um eine Normalverteilung der Residuen zu erreichen, wurden die Daten transformiert ($\log(x+1)$). Die LMEs beinhalteten die Faktoren (i) CatPig (3-Stufen-Faktor: Beißer, Opfer, Neutral), (ii) Geschlecht (2-Stufen-Faktor: weiblich, männlich/kastriert), (iii) Tag vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen und (iv) die Zweifach-Interaktionen zwischen allen Faktoren. Da die Schweine innerhalb einer Bucht nicht unabhängig voneinander waren, wurden die TierID und die BuchtenID als genetete Zufallsfaktoren berücksichtigt.

3 Ergebnisse

3.1 Beschäftigungsdauer vor dem Schwanzbeißen in der Aufzucht

Die Beschäftigungsdauer der Ferkel in der Aufzucht wurde weder von der CatPig (Täter, Opfer, Neutral; LME, CatPig, $F_{2, 179} = 2,61$, $P = 0,08$) noch durch das Geschlecht (LME, Geschlecht, $F_{1, 179} = 2,18$, $P = 0,14$) beeinflusst. Der Tag vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen hatte jedoch einen Effekt auf die Beschäftigungsdauer der Ferkel (LME, Tag vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen, $F_{22, 3768} = 8,99$, $P < 0,0001$; Abb. 2). Die höchste Beschäftigungsdauer pro Tier wurde an Tag 18 ($44,8 \text{ min} \pm 59,26 \text{ min SD}$) vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen erfasst. Anschließend nahm die Beschäftigungsdauer mit Ausnahme von Tag 12 ($35,4 \text{ min} \pm 40,07 \text{ min SD}$) kontinuierlich ab. Die Interaktion zwischen CatPig und dem Tag vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen war ebenfalls signifikant ($F_{44, 3768} = 1,78$, $P = 0,001$; Abb. 2). Beißer beschäftigten sich vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen kurzzeitig länger am Beschäftigungsturm als Opfer und neutrale Schweine. Dies wurde vor allem an den Tagen 13, 3 und 1 sichtbar.

3.2 Beschäftigungsdauer vor dem Schwanzbeißen in der Mast

In der Mast wurde die Beschäftigungsdauer der Schweine vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen weder von der CatPig (LME, CatPig, $F_{2, 48} = 0,12$, $P = 0,89$) noch vom Geschlecht (LME, Geschlecht, $F_{1, 48} = 1,84$, $P = 0,18$) der Schweine beeinflusst. Allerdings hatte der Tag vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen einen Einfluss auf die Beschäftigungsdauer der Mastschweine (LME, Tag vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen, $F_{22, 635} = 6,04$, $P < 0,0001$). An den Tagen 19 (42,77 min \pm 19,40 min SD) und 18 (42,44 min \pm 18,12 min SD) vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen wurde die höchste Beschäftigungsdauer der Schweine erfasst. Nach einem starken Rückgang an Tag 17 (24,27 min \pm 12,06 min SD) schwankte die Beschäftigungsdauer, bis es zu einem Ausbruch von Schwanzbeißen kam.

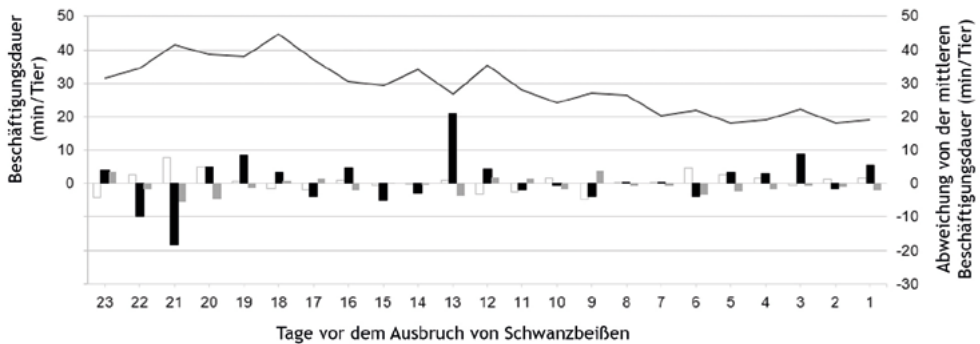


Abb. 2: Durchschnittliche Beschäftigungsdauer pro Schwein an Tagen vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen während der Aufzucht (Linie) und die Abweichungen der Beschäftigungsdauer neutraler Schweine (weiße Balken), Beißern (schwarze Balken) und Opfern (graue Balken) vom Mittelwert innerhalb der dargestellten Tage (© FLI/Kauselmann)

Fig. 1: Mean exploration duration per pig on days prior to tai biting during rearing (line) and the differences of the mean exploration duration of neutral pigs (white bars), tail biters (black bars) and victims (grey bars) from the mean value (© FLI/Kauselmann)

4 Diskussion

Obwohl es in der Aufzucht und in der Mast zwischen den Kategorien, in die die Schweine eingeteilt wurden (CatPig: Täter, Opfer und neutrale Schweine), keinen Unterschied in der Beschäftigungsdauer gab, konnte bei allen Aufzucht- und Mastschweinen – unabhängig von der Kategorisierung – ein zeitlicher Effekt der Tage vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen auf die Beschäftigungsdauer festgestellt werden. Darüber hinaus zeigten Beißer in der Aufzucht in Abhängigkeit der Tage vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen kurzzeitige Veränderungen in der Beschäftigungsdauer.

In der Aufzucht zeigte sich vor dem Ausbruch von Schwanzbeißen ein Rückgang der Beschäftigungsdauer. Dieses Ergebnis scheint zunächst im Widerspruch zu vorausgehenden Studien zu stehen, in denen ein Anstieg der Aktivität beobachtet wurde (Larsen et al. 2019, Statham et al. 2009, Ursinus et al. 2014, Zonderland et al. 2011). Jedoch könnte ein allgemeiner Anstieg der Aktivität darauf hinweisen, dass die Schweine einen geringeren Anteil ihrer aktiven Zeit für die Exploration aufwenden, wodurch sich die Ergebnisse nicht ausschließen und beide Veränderungen im Verhalten der Schweine auf ein bevorstehendes Schwanzbeißen hindeuten könnten. Ein Rückgang der Beschäftigungsdauer kann auch mit der eintretenden Habituation von Schweinen an das zur Verfügung gestellte Beschäftigungsmaterial einhergehen (Guy et al. 2013, Trickett et al. 2009). Da die Beschäftigungsdauer über den gesamten Verlauf der hier berücksichtigten Untersuchungen (unabhängig vom Auftreten von Schwanzbeißen) aufrechterhalten werden konnte (Kauselmann et al. submitted, Kauselmann et al. 2021b) oder sogar anstieg (Kauselmann et al. 2021a, Kauselmann et al. 2020), ist weniger von einer Habituation an das Beschäftigungsmaterial als vielmehr von einem Rückgang der Beschäftigungsdauer aufgrund des bevorstehenden Schwanzbeißens auszugehen.

Die Beschäftigungsdauer der Schweine vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen unterschied sich nicht zwischen den Kategorien (CatPig). Da in den verwendeten Untersuchungen keine kontinuierliche Tierbeobachtung durchgeführt wurde, ist es möglich, dass Beißer nicht identifiziert wurden und somit eine falsche Zuordnung in die Kategorien „Opfer“ oder „Neutral“ erfolgte, was die Ergebnisse beeinflusst haben könnte. Aufgrund des kleinen Stichprobenumfangs der Beißer (acht Beißer in der Aufzucht, sieben Beißer in der Mast) wären weitere Untersuchungen mit einer systematischen und umfangreicheren Tierbeobachtung in der Zukunft empfehlenswert, um die Ergebnisse zu untermauern. Nichtsdestotrotz wurden in Abhängigkeit der Tage vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien, in die die Schweine eingeteilt wurden, festgestellt. Vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen beschäftigten sich Beißer in der Aufzucht kurzzeitig länger am Beschäftigungsturm als Opfer und neutrale Schweine, die einen einheitlicheren Verlauf der Beschäftigungsdauer zeigten. Es ist bekannt, dass Schweine individuelle Unterschiede in ihrem Verhalten zeigen (Lawrance et al. 1991, Mendl et al. 1992) und unterschiedlich auf Stress reagieren, wenn diese im sogenannten „back test“ auf den Rücken gedreht werden (Bolhuis et al. 2005, Hessing et al. 1993), was auf unterschiedliche Anpassungsstrategien bei auftretendem Stress hindeutet (Koolhaas et al. 1999). Bisher scheint es jedoch noch keine übereinstimmenden Ergebnisse zu geben, die auf einen klaren Zusammenhang zwischen dem Charakter von Schweinen und deren Stressanpassung schließen lassen (Forkman et al. 1995, Hessing et al. 1993, Ruis et al. 2000, Spake et al. 2012). Es wird vermutet, dass Verhaltensanomalien, wie Schwanzbeißen, dann auftreten, wenn es den Schweinen nicht gelingt, sich an ihre Haltungsumwelt anzupassen (Brunberg et al. 2016, Wechsler 1995). Die Detektion einzelner Tiere, die vom Normalverhalten abweichen, könnte sich möglicherweise zur Früherkennung von Schwanzbeißen eignen. Ob Veränderungen in der

Beschäftigungsdauer einzelner Schweine ein Anzeichen für eine unzureichende Anpassung an die Haltungsumwelt sein könnten, müsste jedoch weiter untersucht werden.

Die Untersuchung zeigt, dass Verhaltensänderungen bei Schweinen vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen auftreten. Für eine valide Früherkennung von Schwanzbeißen müssten jedoch weitere Untersuchungen folgen, um die Abweichungen einzelner Tiere vom Normalverhalten zu spezifizieren. Darüber hinaus müsste die Technik für einen Einsatz in der Praxis weiterentwickelt und anwenderfreundlich gestaltet werden, damit Landwirte automatisiert einen Hinweis auf verhaltensauffällige Schweine erhalten.

Literatur

- Bolhuis, J.E.; Schouten, W.G.P.; Schrama, J.W.; Wiegant, V.M. (2005): Behavioural development of pigs with different coping characteristics in barren and substrate-enriched housing conditions. *Applied Animal Behaviour Science* 93(3-4), pp. 213–228, DOI: 10.1016/j.applanim.2005.01.006
- Brunberg, E.I.; Rodenburg, T.B.; Rydhmer, L.; Kjaer, J.B.; Jensen, P.; Keeling, L.J. (2016): Omnivores going astray: a review and new synthesis of abnormal behavior in pigs and laying hens. *Frontiers in Veterinary Science* 3, pp. 57, DOI: 10.3389/fvets.2016.00057
- De Briyne, N.; Berg, C.; Blaha, T.; Palzer, A.; Temple, D. (2018): Phasing out pig tail docking in the EU - present state, challenges and possibilities. *Porcine Health Manag* 4, pp. 27, DOI: 10.1186/s40813-018-0103-8
- Forkman, B.; Furuhaug, I.L.; Jensen, P. (1995): Personality, coping patterns, and aggression in piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 45, pp. 31–42
- Fraser, D.; Phillips, P.A.; Thompson, B.K.; Tennessen, T. (1991): Effect of straw on the behaviour of growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 30, pp. 307–318
- Guy, J.H.; Meads, Z.A.; Shiel, R.S.; Edwards, S.A. (2013): The effect of combining different environmental enrichment materials on enrichment use by growing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 144(3-4), pp. 102–107, DOI: 10.1016/j.applanim.2013.01.006
- Hessing, M.J.C.; Hagelsø, A.M.; van Beek, J.A.M.; Wiepkema, P.R.; Schouten, W.G.P.; Krukow, R. (1993): Individual behavioural characteristics in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 37, pp. 285–295
- Hunter, E.J.; Jones, T.A.; Guise, H.J.; Penny, R.H.; Hoste, S. (2001): The relationship between tail biting in pigs, docking procedure and other management practices. *The Veterinary Journal* 161(1), pp. 72–79, DOI: 10.1053/tvj.2000.0520
- Kapun, A.; Adrion, F.; Gallmann, E. (2018): Activity analysis to detect lameness in pigs with a UHF-RFID system. 10th International Livestock Environment Symposium (ILES 18), DOI: <https://doi.org/10.13031/files.ILES18-068>
- Kapun, A.; Adrion, F.; Gallmann, E. (2020): Case Study on Recording Pigs' Daily Activity Patterns with a UHF-RFID System. *Agriculture* 10(11), DOI: 10.3390/agriculture10110542
- Kauselmann, K.; Krause, E.T.; Glitz, B.; Gallmann, E.; Schrader, H.; Schrader, L. (2021a): Effect of plant-based enrichment materials on exploration in rearing and fattening pigs (*Sus scrofa domesticus*). *Applied Animal Behaviour Science* 236, pp. 105261, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105261>

- Kauselmann, K.; Schrader, L.; Glitz, B.; Gallmann, E.; Schrade, H.; Krause, E.T. (2021b): Tasty straw pellets – Exploration of flavoured rooting material by pigs. *Animal*, pp. 100239, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100239>
- Kauselmann, K.; Krause, E.T.; Schrader, H.; Schrader, L. (submitted): The effects of provisioning rooting material in intervals on the exploration duration and tail status in rearing and fattening pigs
- Kauselmann, K.; Schrader, L.; Glitz, B.; Gallmann, E.; Schrade, H.; Krause, E.T. (2020): Turning the gaze to maize: The effects of maize kernels in straw as enrichment on exploration and tail status in pigs. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 133, DOI: 10.2376/1439-0299-2020-24
- Koolhaas, J.M.; Korte, S.M.; De Boer, S.F.; Van Der Vegt, B.J.; Van Reenen, C.G.; Hopster, H.; De Jong, I.C.; Ruis, M.A.W.; Blokhuis, H.J. (1999): Coping styles in animals: current status in behaviour and stress-physiology. *Neuroscience and biobehavioral reviews* 23, pp. 925-935
- Kritas, S.K.; Morrison, R.B. (2007): Relationship between tail biting in pigs and disease lesions and condemnations at slaughter. *Veterinary Record* 160, pp. 149–152
- Larsen, M.L.V.; Andersen, H.M.; Pedersen, L.J. (2018): Which is the most preventive measure against tail damage in finisher pigs: tail docking, straw provision or lowered stocking density? *Animal* 12(6), pp. 1260–1267, DOI: 10.1017/S175173111700249X
- Larsen, M.L.V.; Andersen, H.M.; Pedersen, L.J. (2019): Changes in activity and object manipulation before tail damage in finisher pigs as an early detector of tail biting. *Animal* 13(5), pp. 1037–1044, DOI: 10.1017/S1751731118002689
- Lawrance, A.B.; Terlouw, E.M.C. (1991): Individual differences in behavioural responses of pigs exposed to non-social and social challenges. *Applied Animal Behaviour Science* 30, pp. 73-86
- Mendl, M.; Zanella, A. J.; Broom, D. M. (1992): Physiological and reproductive correlates of behavioural strategies in female domestic pigs. *Animal Behaviour* 44, pp. 1107-1121
- Pinheiro, J.; Bates, D.; DebRoy, S.; Sarkar, D.; R Core Team (2019): nlme:Linear and non-linear mixed effects models. R package version 3.1-141
- R Core Team (2019): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria
- Ruis, M.A.W.; Te Brake, J.H.A.; Van de Burgwal, J.A.; De Jong, I.C.; Blokhuis, H.J.; Koolhaas, J. M. (2000): Personalities in female domesticated pigs: behavioural and physiological indications. *Applied Animal Behaviour Science* 66, pp. 31-47
- Schröder-Petersen, D.L.; Simonsen, H.B.; Lawson, L.G. (2010): Tail-in-mouth behaviour among weaner pigs in relation to age, gender and group composition regarding gender. *Animal Science* 53(1), pp. 29–34, DOI: 10.1080/09064700310002017
- Spake, J.R.; Gray, K.A.; Cassidy, J.P. (2012): Relationship between backtest and coping styles in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 140(3-4), pp. 146-153, DOI: 10.1016/j.applanim.2012.06.007
- Sthatham, P.; Green, L.; Bichard, M.; Mendl, M. (2009): Predicting tail-biting from behaviour of pigs prior to outbreaks. *Applied Animal Behaviour Science* 121(3-4), pp. 157-164, DOI: 10.1016/j.applanim.2009.09.011

- TierSchNutztV (2017): Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in the version published on 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), last amended by Article 3(2) of the Act of 30. June 2017 (BGBl. I p. 2147)
- Trickett, S.L.; Guy, J.H.; Edwards, S.A. (2009): The role of novelty in environmental enrichment for the weaned pig. *Applied Animal Behaviour Science* 116(1), pp. 45–51, DOI: 10.1016/j.applanim.2008.07.007
- Ursinus, W. W.; Van Reenen, C. G.; Kemp, B.; Bolhuis, J. E. (2014): Tail biting behaviour and tail damage in pigs and the relationship with general behaviour: Predicting the inevitable? *Applied Animal Behaviour Science* 156, pp. 22–36, DOI: 10.1016/j.applanim.2014.04.001
- Valros, A.; Ahlström, S.; Rintala, H.; Häkkinen, T.; Saloniemi, H. (2007): The prevalence of tail damage in slaughter pigs in Finland and associations to carcass condemnations. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Science* 54(4), pp. 213–219, DOI: 10.1080/09064700510009234
- Veit, C.; Traulsen, I.; Hasler, M.; Tölle, K.-H.; Burfeind, O.; Beilage, E.G.; Krieter, J. (2016): Influence of raw material on the occurrence of tail-biting in undocked pigs. *Livestock Science* 191, pp. 125–131, DOI: 10.1016/j.livsci.2016.07.009
- Wechsler, B. (1995): Coping and coping strategies: a behavioural review. *Applied Animal Behaviour Science* 43, pp. 123–134
- Zonderland, J.J.; Schepers, F.; Bracke, M.B.; den Hartog, L.A.; Kemp, B.; Spoolder, H. A. (2011): Characteristics of biter and victim piglets apparent before a tail-biting outbreak. *Animal* 5(5), pp. 767–775, DOI: 10.1017/S1751731110002326

Danksagung und Förderhinweis

Wir danken den Mitarbeitern des Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg für die Unterstützung während der Durchführung der Studien. Die Untersuchungen fanden im Rahmen des Projekts „Label-Fit“ statt, das vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Parlaments der Bundesrepublik Deutschland über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) gefördert wurde (FKZ: 2819200615).

Anwendung von positiver Verstärkung (Klicker-Training) zur Stressreduktion bei der Blutentnahme beim Schwein

Use of positive reinforcement (clicker training) to reduce stress during blood collection in pigs

DELIA FIDERER, CHRISTA THÖNE-REINEKE, MECHTHILD WIEGARD

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden 12 Ellegaard Minipigs mithilfe von positiver Verstärkung operant konditioniert, die Blutentnahme am Hals ohne Fixierung zu dulden. Ziel war es, das Ausmaß von Stress während der Blutentnahme, die üblicherweise bei mittels Oberkieferschlinge fixierten Tieren durchgeführt wird, zunächst einmal zu quantifizieren und durch das Training zu reduzieren. Nach einer ersten Blutentnahme mit Fixierung in der Oberkieferschlinge wurden die Tiere über drei Wochen trainiert und dann wurde ihnen nochmals Blut abgenommen, allerdings ohne gleichzeitige Fixierung. Vor und nach jeder Blutentnahme wurden Speichelproben genommen. In Serum und Speichel wurde die Cortisolkonzentration bestimmt. Vor und während der Blutentnahmen wurde die Herzfrequenz gemessen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Cortisolkonzentration im Serum keinen Unterschied zwischen trainierten und untrainierten Tieren aufwies, während sie im Speichel nach der Blutentnahme bei den trainierten Tieren deutlich niedriger war, ebenso wie die Herzfrequenz. Das Training erwies sich also als geeignete Maßnahme zur Stressreduktion bei der Blutentnahme beim Schwein.

Summary

In the present study, 12 Ellegaard minipigs were operant conditioned to tolerate blood collection from the neck without restraint using positive reinforcement. The aim was to first quantify the level of stress during blood collection, which is usually performed on animals restrained with an upper jaw sling, and to reduce stress through training. After an initial blood collection with restraint in the maxillary sling, the animals were trained for 3 weeks and then blood was taken from them again, but this time without restraint. Saliva samples were taken before and after each blood collection. Cortisol concentration was determined in serum and saliva. Heart rate was measured before and during the blood sampling. The results show that the cortisol concentration in serum showed no difference between trained and untrained animals, while it was significantly lower in saliva after blood sampling in the trained animals, as was the heart rate. Training thus proved to be a suitable measure to reduce stress during blood sampling in pigs.

1 Einleitung und Zielsetzung

Blutentnahmen sind bei der Haltung von Schweinen in Versuchstierhaltungen, aber auch in der konventionellen Tierhaltung regelmäßig an der Tagesordnung. Die übliche Methode zur Blutentnahme beim adulten Schwein findet am stehenden, mithilfe einer Oberkieferschlinge fixierten Tier, aus der Vena cava cranialis statt (Muirhead 1981). Da diese Blutentnahmemethode mit z.T. starken Abwehrbewegungen und Lautäußerungen der Tiere verbunden ist, wird sie als stressig für das Tier erachtet (Neubert et al. 1996).

Bei der Durchführung von Tierversuchen ist die zugefügte Belastung für die Tiere auf das unerlässliche Maß zu beschränken (Richtlinie 63/2010/EU 2010, TierSchG 2021). Das 3R-Prinzip (Russel und Burch 1959) beinhaltet die Verbesserung und Verfeinerung von Eingriffen (Refinement) als einen wesentlichen Bestandteil. Tierschutz-ausschüsse und Tierschutzbeauftragte sind gehalten, gemeinsam mit allen die an der Durchführung von Tierversuchen beteiligt sind, versuchsbedingte Belastungen durch Training und Vorbereitung der Tiere sowie durch versuchsbegleitende Verbesserung von Verfahren und Eingriffen, kontinuierlich zu optimieren (Richtlinie 63/2010/EU, TierSchVersV).

Um Stress quantifizierbar zu machen, können verschiedene physiologische Parameter herangezogen werden. In dieser Studie wurde dafür Cortisol in Serum- und Speichelproben bestimmt (Wimmers et al. 2002) sowie die Herzfrequenz gemessen (Geverink et al. 2002).

Die vorliegende Studie untersucht das Ausmaß von Stress während der Blutentnahme und den Einfluss der Fixation mittels Oberkieferschlinge auf das Stresslevel. Gleichzeitig wird untersucht, ob ein invasiver Eingriff, wie die Blutentnahme beim Schwein, durch Training auch ohne Fixierung der Tiere durchgeführt werden kann. Dafür wird die herkömmliche, oben beschriebene Blutentnahmemethode mit der Blutentnahme bei mittels positiver Verstärkung trainierten Tieren ohne Fixierung verglichen und die Eignung des Trainings zur Stressreduktion untersucht.

2 Material und Methoden

2.1 Auswahl der Tiere und Tierhaltung

Die Untersuchung wurde mit 12 weiblichen Ellegaard Minipigs in einer Versuchstierhaltung durchgeführt. Alle Tiere waren zum Zeitpunkt des Versuchs ca. 1,5 Jahre alt. Für das Training und die Blutentnahmen wurden die Tiere in der ihnen bekannten Haltebox einzeln separiert. Sie mussten weder für das Training noch für die Blutentnahmen nüchtern gelassen werden.

2.2 Training der Tiere

Zu Beginn des Versuchs wurde allen Tieren mithilfe der Oberkieferschlinge zur Fixation Blut abgenommen. Darauf folgte eine 3-wöchige Trainingsphase. Im Anschluss an die Trainingsphase wurde die Blutentnahme mit der antrainierten Methode ohne Fixation wiederholt.

Das Training der Minipigs umfasste insgesamt 12 Trainingstage, an denen die Tiere zwei bis vier Trainingseinheiten durchliefen. Die Dauer der Einheiten stieg im Verlauf des Trainingszeitraums von zunächst zwei auf vier Minuten an. Jede Einheit wurde durch das Tonsignal einer Stoppuhr, der auch für die Tiere wahrnehmbar war, gestartet und beendet.

Trainingsmethode stellte das Klicker-Training dar, welches eine Kombination aus klassischer und operanter Konditionierung ist (Pawlow 1923, Skinner 1951, Ryden et al. 2019). Zu diesem Zweck wurde ein detaillierter Trainingsplan erstellt. Für das Training wurde als Target eine Kunststoffröhre eingesetzt, die an der Boxentür befestigt werden konnte (Abb. 1). Sie unterstützt die gewünschte Positionierung des Kopfes und erlaubt gleichzeitig das Belohnen des Schweins noch während der erwünschten Handlung durch die Röhre selbst. Zur Belohnung der Tiere nach dem Klicker-Signal wurden kleine Apfelstücke eingesetzt, die mithilfe einer Kornzange den Tieren durch den hinteren Teil der Target-Röhre angeboten wurden.



Abb. 1: Blutentnahme am unfixierten Tier (© Delia Fiderer)

Fig. 1: Blood collection from the neck without restraint (© Delia Fiderer)

2.3 Untersuchungszeitraum und Probengewinnung

Speichelproben wurden vor beiden Blutentnahmen und jeweils 10, 30 und 50 Minuten nach der Blutentnahme erneut gewonnen. Die Herzfrequenz wurde vor der Blutentnahme in Ruhe über einen Zeitraum von fünf Minuten erfasst, ebenso wie anschließend während der Blutentnahme (je 2,5 Minuten vor und nach der Blutentnahme).

Speichelproben

Die Speichelproben wurden mithilfe einer Salivette (Salivette Cortisol®, SARSTEDT AG & Co) seitlich aus dem Maul genommen, zentrifugiert und dann bei -20 °C bis zur Messung tiefgefroren.

Herzfrequenzmessung

Zur Messung der Herzfrequenz wurden Polar H10 Sensoren® und Messgurte verwendet, die um den Brustkorb der Tiere caudal des linken Ellenbogens angebracht wurden. Die Messungen wurden mithilfe der Polar-App (Polar Beat über ein Mobiltelefon gesteuert, gespeichert und später in Exceltabellen exportiert).

Blutproben

Die Blutprobengewinnung aus der Vena cava cranialis unterschied sich bei den untrainierten und den trainierten Tieren nur in der Fixation. Die trainierten Tiere standen während der Blutentnahme frei mit dem Rüssel in der Target-Röhre. Nach der Entnahme wurde das Blut gekühlt, anschließend im Labor zentrifugiert und das Serum bei -20 °C bis zur Analyse tiefgefroren.

2.4 Cortisolbestimmung in Serum- und Speichelproben

Für die Bestimmung der Cortisolkonzentration in den Speichel- und Serumproben wurden kompetitive Enzyme-linked Immunosorbent Assays (ELISAs) verwendet (Salivary ELISA & Cortisol ELISA für Serum und Plasma; IBL International, Hamburg). Für die Messung wurde der Tecan Mikrotiterplatten-Reader Sunrise™ mit der dazugehörigen Software Magellan™ Version 7.2 von Tecan genutzt.

3 Ergebnisse

3.1 Serumcortisol

Die Serumcortisolwerte wurden mittels t-Test gepaarter Stichproben miteinander verglichen (n = 10, da von zwei der trainierten Tiere kein Blut gewonnen werden konnte).

Das Ergebnis zeigt keinen signifikanten Unterschied der Serumcortisolkonzentration zwischen trainierten ($45,01 \pm 10,65$ ng/ml) und untrainierten ($79,15 \pm 50,54$ ng/ml) Tieren zum Zeitpunkt der Blutentnahme (p = 0,07).

3.2 Speichelcortisol

Die Speichelcortisolwerte wurden mit einer Varianzanalyse (ANOVA mit Messwiederholung) ausgewertet.

Der Ruhe-Wert unterschied sich nicht signifikant zwischen beiden Gruppen. Es ließen sich signifikante Unterschiede zwischen den untrainierten und den trainierten Tieren bei den Messungen 10, 30 und 50 Minuten nach der Blutentnahme feststellen. Bei allen drei Messungen lagen die Werte der trainierten Tiere signifikant unter denen der untrainierten Tiere (Abb. 2). Bei den trainierten Tieren wurde kein Anstieg der Cortisolwerte beobachtet, während bei den untrainierten Tieren ein deutlicher Anstieg des Cortisols im Speichel zu erkennen war.

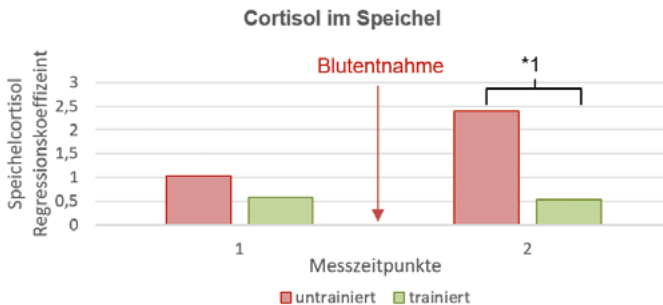


Abb. 2: Regressionskoeffizient B der Speichelcortisolwerte (Messzeitpunkt 1 = Ruhewert, 2 = 10 min nach Blutentnahme). *1 10 min nach Blutentnahme untrainierte vs. trainierte Tiere ($p = < 0,001$)

Fig. 2: Regression coefficient B of the saliva cortisol measurements (Time of measurement 1 = baseline value, time of measurement 2 = 10 min after blood sampling). *1 untrained vs. trained animals 10 min after blood sampling ($p = < 0,001$)

3.3 Herzfrequenz

Die Herzfrequenz wurde über eine fünfminütige Messung jeweils in Ruhe, ca. eine halbe Stunde vor der Blutentnahme und während der Blutentnahme aufgezeichnet und mittels t-Tests für gepaarte Stichproben ausgewertet.

Die Ergebnisse zeigen einen starken Anstieg der Herzfrequenz während der Blutentnahme bei den untrainierten Tieren ($p = < 0,000$). Bei den trainierten Tieren war kein Anstieg der Herzfrequenz infolge der Probennahme zu beobachten, aber auch bei Ihnen war die Herzfrequenz während der Blutentnahme höher als in Ruhe ($p < 0,001$). Die Herzfrequenz während der Blutentnahme war bei den trainierten Tieren signifikant niedriger als die der untrainierten Tiere ($p = 0,001$) (Abb. 3). Bei den Ruhemessungen wiesen die trainierten Tiere eine erhöhte Ruheherzfrequenz gegenüber den untrainierten Tieren auf.

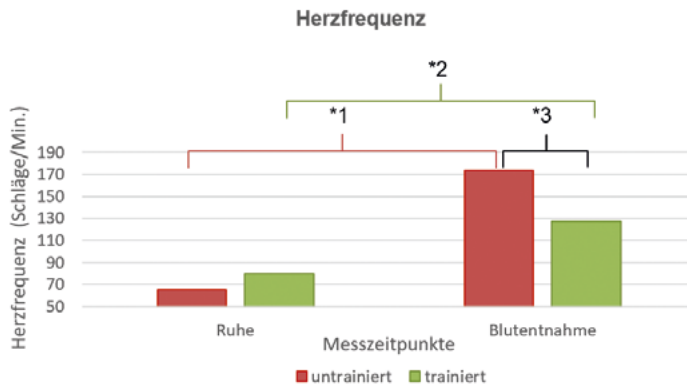


Abb. 3: Herzfrequenzwerte gemittelt über 1 Sek. in Ruhe und zum Zeitpunkt der Blutentnahme. *1 Ruhewert untrainiert vs. Blutentnahmezeitpunkt untrainiert ($p < 0,001$), *2 Ruhewert trainiert vs. Blutentnahmezeitpunkt trainiert ($p < 0,001$) *3 Blutentnahmewert trainierte vs. untrainierte Tiere ($p = 0,001$).

Fig. 3: Heart rate averaged over 1 second before (resting value) and during the blood sampling. *1 resting value untrained vs. blood sampling untrained ($p < 0,001$), *2 resting value trained vs. blood sampling trained ($p < 0,001$), *3 blood sampling trained vs. untrained ($p = 0,001$).

4 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die Blutentnahme bei mittels Oberkieferschlinge fixierten Schweinen zu einem Anstieg der Stressparameter Cortisolkonzentration im Speichel und Herzfrequenz führen. Beide können durch operantes Training signifikant gesenkt werden. Die gleichbleibenden Serumcortisolwerte vor und nach dem Training zeigen zum einem, dass die Trainingsphase an sich keine Belastung für die Tiere dargestellt hat. Zum anderen zeigt die Analyse der tierindividuellen Daten, dass trotz fehlender Signifikanz im Gruppenvergleich, besonders die Tiere, die vor dem Training hohe Serumcortisolwerte hatten, besonders vom Training profitiert haben.

Die Herzfrequenz der untrainierten Tiere war während der Blutentnahme signifikant höher als bei den trainierten Tieren, obgleich auch bei Letzteren die Herzfrequenz während der Blutentnahme gegenüber dem Ruhewert erhöht war. Dies lässt sich durch die bereits beschriebene Aufregung, verursacht durch die Erwartung des morgendlichen Trainings und die damit verbundenen Belohnungen erklären. Ähnliches wurde bereits in einer anderen Studie beschrieben, in der die Schweine bereits auf das Geräusch des in den Stall geschobenen Futterwagens mit einem Anstieg der Herzfrequenz reagierten, in Erwartung der Fütterung (Robert et al. 2002) und mag darüber hinaus zu dem nicht darstellbaren Unterschied in den Serumcortisolkonzentrationen beider Gruppen beigetragen haben. Bei der Blutabnahme selbst kam es bei den trainierten Tieren nicht zu einem durch den Eingriff verursachten weiteren Anstieg der Herzfrequenz.

Den Einstich mit der Kanüle durch die Haut und tiefer liegende Gewebeschichten am Hals bis zur Vena cava cranialis und auch gegebenenfalls nötige Korrekturen der Kanülenposition erfuhren beide Gruppen in gleichem Maß. Dennoch kam es bei den trainierten, nicht fixierten Tieren weder zu einem Anstieg des Speichelcortisols, noch zu einer signifikanten Veränderung der Herzfrequenz gegenüber den Ruhewerten. Bei zehn von 12 Tieren konnte nach dem Training Blut entnommen werden ohne sie zu fixieren. Zwei Tiere tolerierten zwar zunächst den Einstich mit der Kanüle, standen aber insgesamt zu unruhig, sodass Korrekturbewegungen mit der Kanüle mit einem zu hohen Verletzungsrisiko für das Tier verbunden gewesen wären und die Blutentnahme abgebrochen wurde. Der gute Trainingserfolg der übrigen Tiere lässt vermuten, dass mit einer längeren Trainingszeit auch bei diesen Tieren die Blutentnahme möglich gewesen wäre. Die Trainingsbereitschaft war bei allen Tieren sehr hoch.

Die Blutentnahme am unfixierten Schwein erfordert ein intensives Training, um eine verlässliche Duldung bei den Tieren zu erreichen. Fehlt diese, birgt die fehlende Fixierung ein höheres Verletzungsrisiko für Tier und Probennehmer. Daher eignet sich diese trainings- und zeitintensive Methode vor allem bei Tieren, die ausreichend lange gehalten werden, um eine angemessene Trainingszeit und Aufrechterhaltung des Trainingserfolgs zu ermöglichen. Generell besteht bei der Blutentnahme über die V. cava cranialis die Gefahr der Verletzung des Nervus phrenicus. In der Literatur gibt es Alternativvorschläge um diese Gefahr zu senken, wie die Punktion der V. cephalica (Muirhead 1981) oder die Entnahme kleiner Blutmengen aus der V. auricularis (Berge et al. 1956) – ob diese Methode auch am stehenden Tier eine Option darstellt, könnte in weiteren Studien untersucht werden.

Die Umsetzung solch eines intensiven Trainings wird vermutlich eher im Bereich der Durchführung von Tierversuchen oder in Zoos Anklang finden können. Der initial recht hohe Zeitaufwand mag eine Limitation für die Anwendung in der konventionellen Tierhaltung darstellen. Allerdings können auch hier die Ergebnisse der Studie als Anreiz gesehen werden, sich wiederholende Eingriffe, Behandlungen oder zuchttechnische Maßnahmen zu optimieren und stressärmer zu gestalten.

Die Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass der wesentliche Anteil der Belastung im Rahmen der Blutentnahme bei Minipigs mit der herkömmlichen Blutentnahmemethode, durch die Fixation mittels Oberkieferschlinge verursacht wird. Diese kann durch Training deutlich gesenkt werden. Gleichzeitig stellt das Training eine kognitive Bereicherung für die Tiere dar und erfüllt so auf mehrfache Weise die Anforderungen des 3R-Prinzips als angewandtes Refinement. Training verringert darüber hinaus das Angstverhalten von Tieren (Jønholt et al. 2021) und fördert die Mensch-Tier-Beziehung.

Es bleibt Raum für weitere Studien zur Quantifizierung von Belastung bei Tieren und zur Entwicklung und Validierung von Methoden zur Belastungsminimierung.

Literatur

- Berge, E.; Westhues, M.; Pfeiffer, W.; Röder, O. (1956): Tierärztliche Operationslehre
- Geverink, N.A.; Schouten, W.G.; Gort, G.; Wiegant, V.M. (2002): Individual differences in behavioral and physiological responses to restraint stress in pigs. *Physiol Behav* 77(2-3), pp. 451-457
- Jønholt, L.; Bundgaard, C.J.; Carlsen, M.; Sørensen, D.B. (2021): A Case Study on the Behavioural Effect of Positive Reinforcement Training in a Novel Task Participation Test in Göttingen Mini Pigs. *Animals (Basel)*, 11(6), doi:10.3390/ani11061610
- Muirhead, M.R. (1981): Blood sampling in pigs. In *Practice* 3(5), pp. 16-20, doi:https://doi.org/10.1136/inpract.3.5.16
- Neubert, E.; Gurtler, H.; Vallentin, G. (1996): Effect of restraining growth pigs with snare restraints on plasma levels of catecholamines, cortisol, insulin and metabolic parameters. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 109(11-12), pp. 409-413
- Pawlow, I.P. (1923): *New Researches on Conditioned Reflexes*. *Science* 58(1506), pp. 359-361. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1648601>
- Robert, S.; Bergeron, R.; Farmer, C.; Meunier-Salaün, M. C. (2002): Does the number of daily meals affect feeding motivation and behaviour of gilts fed high-fibre diets? *Applied Animal Behaviour Science* 76(2), pp. 105-117, doi:https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00003-5
- Ryden, A.; Manell, E.; Biglarnia, A.; Hedenqvist, P.; Strandberg, G.; Ley, C.; Jensen-Waern, M. (2019): Nursing and training of pigs used in renal transplantation studies. *Lab Anim* 54(5), pp. 469-478, doi:10.1177/0023677219879169
- Skinner, B. F. (1951): How to teach animals. *Scientific American* 185(6), pp. 26-29
- Wimmers, K.; Ponsuksili, S.; Krutmuang, P.; Gymnich, S.; Schellander, K.; Petersen, B. (2002): Evaluierung der Nutzungsmöglichkeiten verschiedener Blutparameter zur retrospektiven Diagnose von Stress beim Schwein
- Richtlinie 63/2010/EU (2010): Richtlinie 2010/63/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. September 2010 zum Schutz der für wissenschaftliche Zwecke verwendeten Tiere. DE L 276/42 Amtsblatt der Europäischen Union 20.10.2010
- Russell, W.M.S.; Burch, R.L. (1959): *The Principles of Humane Experimental Technique*. London, Methuen
- TierSchG (2021): Tierschutzgesetz (TierSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 105 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist
- Tierschutz-Versuchstierverordnung (TierSchVersV) vom 1. August 2013 (BGBl. I S. 3125, 3126), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 11. August 2021 (BGBl. I S. 3570) geändert worden ist

Anmerkung und Danksagung

Die hier dargestellten Ergebnisse sind Teil der Dissertation von Frau Delia Fiderer. Wir danken der Bayer AG am Standort Berlin für die Ermöglichung und die Unterstützung bei der Durchführung dieser Studie. Wir danken dem Institut für Geflügelkrankheiten der FU Berlin für die Unterstützung bei der Durchführung der ELISA-Analysen.

Analyse und Vergleich von Milchviehbetrieben mit besonders hoher Lebensleistung hinsichtlich Haltung, Fütterung und Management

Analysis and comparison of dairy farms with high lifetime production in respect of husbandry, feeding and management

FELIX VERSEN, CARSTEN HÜMMER, ERNST BOHLSSEN, DANIEL COENEN, MARTIN KAMMER, JOSEF JUNGWIRTH, KLAUS DRÖSSLER, EVA ZEILER

Zusammenfassung

Im Milchjahr 2018 erreichten die in Deutschland unter Milchleistungsprüfung stehenden Kühe ein durchschnittliches Abgangsalter von 5,4 Jahren und eine Nutzungsdauer von 3,1 Jahren. Diese Zahlen sind aus ethischer, betriebswirtschaftlicher und züchterischer Sicht unbefriedigend. Ziel dieser Arbeit war es, Gemeinsamkeiten und Besonderheiten von Betrieben mit besonders hoher Lebensleistung zu finden. Die Lebensleistung wurde als Auswahlkriterium gewählt, da sie Nutzungsdauer und Milchleistung vereint. Dafür wurden 60 Betriebe mit einer Lebensleistung von über 35.000 kg Milch im lebenden Bestand in Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Niedersachsen untersucht. Mittels eines Interviews und verschiedener Erhebungen wurden Haltungs-, Fütterungs- und Managementparameter während eines Betriebsbesuchs erfasst. Zusätzlich wurden die Milchleistungsdaten von 10.215 Kühen der ausgewählten Betriebe aus den Jahren 2016–2018 ausgewertet. Die Auswertung ergab einige Gemeinsamkeiten: Alle Betriebsleiter wiesen im Vergleich mit ihren Kollegen in Deutschland eine höhere fachliche Qualifizierung auf. Das Betreuungsverhältnis von Kühen pro Arbeitskraft betrug nur 38 : 1. Für die Haltung boten die Betriebe ihren Kühen im Durchschnitt 8 m² ständig verfügbare Stallfläche an und hatten überdies ein Kuh-Liegeplatz-Verhältnis von 1 : 1. Ein Großteil der Projektbetriebe bot seinen Kühen Zugang zu einer Weide. Im Interview wurde weiterhin deutlich, dass die Betriebsleiter der einzelnen Kuh bei Fütterung und Pflege bemerkenswert viel Aufmerksamkeit widmeten und die hohe Lebensleistung als explizites Betriebsziel nannten. Die Betriebe hatten darüber hinaus im Durchschnitt eine sehr hohe Milchleistung je Kuh und Jahr und widerlegten damit die These, dass sich hohe Milchleistung und lange Nutzungsdauer ausschließen.

Aus den Ergebnissen lässt sich ableiten, dass ausreichend Platz und Liegeplätze im Stall zu einer Verbesserung der Lebensleistung beitragen. Eine an die Herdengröße angepasste Zahl an Arbeitskräften sowie eine möglichst nah am Bedarf des Einzeltiers orientierte Fütterung dienen ebenfalls diesem Ziel. Die entscheidenden Faktoren für eine hohe Lebensleistung scheinen allerdings die Qualifikation, Motivation und Einstellung des Betriebsleiters zu sein.

Summary

In 2018, the cows in Germany undergoing milk performance testing had an average age of 5.4 years and a productive life of 3.1 years. These figures are unsatisfactory from an ethical, economic and breeding perspective. The aim of this work was therefore to find similarities and peculiarities of dairy farms with particularly high lifetime production. Lifetime production was chosen as the selection criterion because it combines length of productive life and milk yield. For this purpose, 60 farms with a lifetime production of over 35,000 kg milk in the living stock in Bavaria, Baden-Württemberg, North Rhine-Westphalia and Lower Saxony were examined. Housing, feeding and management parameters were recorded by means of an interview and various measurements during an on-farm visit. In the course of the evaluation, the milk performance data of 10,215 cows from the years 2016–2018 were evaluated.

The farmers of the selected dairy farms had higher professional qualifications than their colleagues in Germany. The ratio of cows per worker was only 38:1. In terms of housing, the farms offered their cows an average of 8 m² of stable space and had a cow-cubicle-ratio of 1:1. Most of the project farms also gave their cows access to pasture. In the interviews it also became clear that the farm managers devoted a remarkable amount of attention to the feeding and care of the individual cow and cited a high lifetime performance as an explicit goal. The farms had a very high milk yield per cow and year on average, thus disproving the thesis that high milk yield and long productive life are mutually exclusive.

From the results it can be deduced that sufficient space and numbers of cubicles in the barn can contribute to an improvement of lifetime production. A number of workers adapted to the size of the herd and feeding as close as possible to the needs of the individual cow also serve this goal. However, the decisive factors for a high lifetime production seem to be the qualification, motivation and attitude of the manager.

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Frage nach dem richtigen Maß an Leistung und Langlebigkeit unserer Milchkühe beschäftigt die Landwirtschaft, Tierärzteschaft und Forschung schon seit langem.

Die Lebensleistung vereint die Milchleistung je Einzellaktation und die Nutzungsdauer der Kühe in einer Kennzahl. Als entscheidender Ansatzpunkt zu ihrer Steigerung erscheint hier die Nutzungsdauer. Für deren Steigerung sprechen mehrere Gründe, angefangen mit der ethischen Frage, ob eine durchschnittliche Nutzungsdauer von nur rund drei Jahren bei einer biologisch möglichen Lebensdauer von über 20 Jahren vertretbar ist. Eine Frage, die im Rahmen der öffentlichen Diskussion über die moderne Landwirtschaft und insbesondere die Tierhaltung an Bedeutung gewinnt. Darüber hinaus ist eine längere Nutzung der Kühe betriebswirtschaftlich von Vorteil, da ältere Kühe profitabler

sind (Missfeldt et al. 2015). Es dauert mindestens bis in die zweite Laktation hinein, bis eine Kuh ihre eigenen Aufzuchtkosten gedeckt hat (Wangler et al. 2009). Ihr Milchleistungsmaximum erreichen Kühe erst in der fünften bis siebten Laktation (Ivemeyer 2012, Eilers 2007). Nicht zuletzt gibt es Studien, die eine verbesserte Ressourceneffizienz und verringerte Treibhausgasemissionen der Milchviehhaltung bei längeren Nutzungsdauern aufzeigen (Grandl et al. 2019).

Dabei wird oft ein Widerspruch zwischen hohen Milchleistungen und langen Nutzungsdauern postuliert, der aber in der Forschung noch nicht abschließend geklärt werden konnte. Immer wieder gibt es Betriebe, die trotz hoher Einzellaktationsleistung erstaunlich langlebige Kühe halten. Öffentlich bekannt werden beispielsweise Kühe mit Lebensleistungen von über 100.000 kg Milch. Diese Thematik griff diese Studie auf und versuchte aufzudecken, ob es ein Geheimnis in der erfolgreichen Milchviehhaltung gibt, das die Halter dieser Kühe teilen. Haben die Höfe mit außergewöhnlich hohen Lebensleistungen ihrer Kühe bestimmte Gemeinsamkeiten hinsichtlich ihrer Haltung, Fütterung oder ihrem Management?

2 Material und Methoden

Vor dem Hintergrund der angeführten Überlegungen wurden gezielt Topbetriebe befragt und analysiert, um von den gefundenen Gemeinsamkeiten Schlussfolgerungen für die gute fachliche Praxis und Beratung von Milchviehbetrieben abzuleiten. Als Auswahlkriterien für in Frage kommende Betriebe wurden zwei Grenzen festgelegt: eine durchschnittliche Lebensleistung im lebenden Bestand von mindestens 35.000 kg Milch und eine Herdengröße von mindestens 20 Kühen. Durch die Nutzung eines Durchschnitts als Auswahlkriterium und einer Mindestgröße der teilnehmenden Betriebe sollten verzerrende Effekte einer möglichen Sonderbehandlung einzelner „Lieblingskühe“ verringert werden. Die Wissenschaftler kontaktierten mit diesen Auswahlkriterien zunächst die LKV der fünf Bundesländer mit den meisten Milchkühen in Deutschland, also Bayern, Baden-Württemberg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein. Gemeinsam decken die Milchviehbestände dieser Bundesländer rund 76% aller Milchkühe in der Bundesrepublik ab. In den angefragten Bundesländern erfüllten nach Angaben der LKV insgesamt 171 Milchviehbetriebe die gestellten Anforderungen, was nur etwa einem halben Prozent aller in Frage kommenden Milchviehhalter entspricht.

Nach einer Kontaktaufnahme mit den Betrieben über die jeweiligen LKV erklärten sich 72 Betriebe durch Ausfüllen eines Vorabfragebogens bereit, an der Studie teilzunehmen. Zwei Personen besuchten im August und September 2019 die teilnehmenden Höfe. Während dieses Besuchs beantworteten die Betriebsleiter Fragen anhand eines halbstrukturierten Interviews zu ihrer Tierhaltung. Darüber hinaus wurden die Ställe und Stalleinrichtung vermessen ebenso wie die Widerristhöhe und die schräge Rumpflänge eines

repräsentativen Anteils der Milchkühe. Im Nachgang werteten die Wissenschaftler ausgewählte Milchleistungsprüfungsdaten der Projektbetriebe aus.

In die abschließende Auswertung aller gesammelten Daten konnten 60 Betriebe aus Bayern, Baden-Württemberg, Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen aufgenommen werden. Einige charakteristische Eigenschaften dieser Betriebe, verglichen mit den jeweiligen Durchschnittsangaben ihrer LKV, sind in Tabelle 1 dargestellt.

Tab. 1: Durchschnittliche Herdengröße, Milchleistung und Lebensleistung im lebenden Bestand und der Abgänge der Projektbetriebe und Landeskontrollverbände (LKV) im Jahr 2018

Tab. 1: Average herd size, milk yield and lifetime output in the living herd and the departures in the project farms and state control associations in 2018

Bundesland	Herdengröße		Milchleistung		Lebensleistung lebender Bestand		Lebensleistung Abgänge	
	Projektbetriebe	LKV	Projektbetriebe	LKV	Projektbetriebe	LKV	Projektbetriebe	LKV
BW	77,9	59,0	9.336	8.060	36.526	n.b.	49.033	25.236
BY	56,6	50,1	9.628	8.015	37.441	n.b.	46.330	25.585
NI	93,3	109,3	10.354	9.304	37.773	21.833	43.147	28.345
NW	125,9	94,5	10.743	9.293	37.345	n.b.	55.906	28.339

BW = Baden-Württemberg; BY = Bayern; NI = Niedersachsen; NW = Nordrhein-Westfalen; n. b. = nicht bekannt

3 Ergebnisse

3.1 Hohe Nutzungsdauer trotz hoher Laktationsleistung

Wie aus Tabelle 1 hervorgeht, ermolken die Projektbetriebe in allen Bundesländern über 1.000 kg mehr Milch je Kuh und Jahr als der Durchschnitt der Betriebe ihrer jeweiligen LKVs. Trotzdem erreichten sie gleichzeitig eine wesentlich längere Nutzungsdauer. Wie sich spätere Abgänge auf die Herdenstruktur auswirken, ist in Abbildung 1 zu sehen, die eine Alterspyramide der lebenden Tiere in den Projektbetrieben und den LKVs jeweils in Baden-Württemberg und Bayern am 30.09.2018 darstellt. Hier zeigt sich eine wesentlich stabilere Struktur, in der Kühe mit einem Alter von mehr als acht Jahren keine Seltenheit sind. In den nördlichen Bundesländern war die Verteilung nahezu identisch.

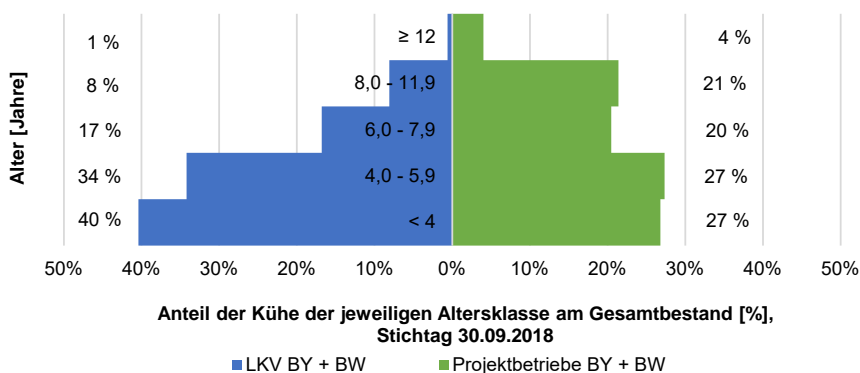


Abb. 1 Altersverteilung der lebenden Kühe auf den Projektbetrieben und in der Statistik der jeweiligen LKVs in den südlichen Bundesländern zum 30.09.2018

Fig. 1: Age distribution of cows on the project farms and in the statistics of the relevant state control associations in the southern federal states on 30 September 2018

Daraus lässt sich eine erste wichtige Erkenntnis der Studie ableiten: Eine hohe Einzellaktationsleistung und eine lange Nutzungsdauer schließen sich nicht gegenseitig aus.

3.2 Einfluss der Haltungsumgebung

54 der 60 untersuchten Herden leben in Boxenlaufställen, wo ihnen im Schnitt rund acht Quadratmeter (Mittelwert $7,9 \pm 1,6$) zugängliche Gesamtfläche zur Verfügung standen. Damit erfüllten über drei Viertel aller Projektbetriebe die Anforderungen der ökologischen Haltung an das Platzangebot mit 6 m^2 im Stallinneren (VO 2008/889 Anhang III Europäische Kommission 2008). In Ermangelung einer repräsentativen Studie zum Platzangebot in deutschen Ställen kann dies als Hinweis gesehen werden, dass die untersuchten Herden ein höheres Platzangebot haben als allgemein üblich.

Neben dem Platzangebot zur Bewegung und zum Ausleben natürlichen Verhaltens gilt die Ausgestaltung des Liegebereichs als ein wichtiger Einflussfaktor auf die Langlebigkeit der Kühe. Ein attraktiver und kuhgerechter Liegeplatz führt zu längeren Liegezeiten, besserer Klauengesundheit, weniger Läsionen und Schwellungen und einer höheren Milchleistung. Auch hier zeigten sich die Projektbetriebe vorbildlich. Sie boten ihren Kühen ein Tier-Liegeplatz-Verhältnis von 1 : 1 (Mittelwert $1,04 : 1 \pm 0,12$) und rund 70 % der Liegeboxenställe waren mit Tiefboxen ausgestattet. Die Betriebe mit Hochboxen streuten diese in über 80% der Fälle zusätzlich ein. Die Boxen wurden auf allen Betrieben gewissenhaft gepflegt und sauber gehalten. Keiner der Betriebsleiter gab an, die Boxen seltener als zweimal täglich zu pflegen.

3.3 Weide und Kuhkomfort als lebensverlängernde Maßnahmen

Weidehaltung hat positive Einflüsse auf die Gesundheit der Kühe, da die Tiere mehr Platz und Anreiz zur Bewegung haben, freies Abliegen möglich ist und rangniedere Tiere sozialem Stress aus dem Weg gehen können. Ähnlich wie mit einem Angebot guter Liegeplätze im Stallinneren finden sich in Herden mit Weidezugang weniger Lahmheiten, Läsionen und Schwellungen. Befürchtungen, dass hochleistende Tiere mit einer Weidehaltung nicht zurechtkommen (Vries et al. 2015, Burow et al. 2013, Hernandez-Mendo et al. 2007), konnten die Projektbetriebe mit ihren sehr guten Milchleistungen zerstreuen. So ermöglichten 63,3% der Teilnehmer ihren laktierenden Kühen Zugang zur Weide, während in ihren vier Bundesländern bei der letzten Landwirtschaftszählung 2019 nur 39,0 % der Betriebe Weidegang anboten. Zudem war auf über der Hälfte der Weidebetriebe der Zugang zur Weide während der Vegetationsperiode rund um die Uhr gegeben.

Im Zusammenspiel der unterschiedlichen Haltungsfaktoren zeigte sich ein interessantes regionales Muster. In Süddeutschland war die Weidehaltung weniger weit verbreitet als im Norden, dafür boten im Süden mehr Betriebe ihren Kühen Tiefboxen an. Zudem war bei der Hälfte der Betriebe im Süden der Stallboden mit einem Gummibelag gepolstert, während diese Maßnahme im Norden fast überhaupt nicht vorkam. Die Betriebe in Baden-Württemberg und Bayern konnten den fehlenden Weidegang offensichtlich durch einen erhöhten Kuhkomfort im Stall ausgleichen. Als weitere Maßnahme des Kuhkomforts waren Bürsten und thermoregulatorische Maßnahmen sehr stark verbreitet.

3.4 Faktor Mensch

Im Verlauf der Untersuchung ergab sich ein das klare Bild, dass die beste Haltungsumgebung nutzlos ist ohne ein entsprechendes Management, das die Tiere in den Mittelpunkt stellt. Bezüglich der Menschen, die die Tiere betreuen, wurden einige Gemeinsamkeiten zwischen den Teilnehmern gefunden. Die Betriebsleiter waren überdurchschnittlich gut ausgebildet. Laut dem Statistischen Bundesamt besitzen über ein Drittel der Betriebsleiter deutschlandweit keine landwirtschaftliche Ausbildung (Destatis 2017). Die Betriebsleiter der Topbetriebe hatten nur zu fünf Prozent keinen landwirtschaftlichen Abschluss. Drei Viertel der Betriebsleiter hatten zusätzlich zu ihrer landwirtschaftlichen Ausbildung eine Weiterbildung absolviert. Da aber auch die beste und motivierteste Arbeitskraft irgendwann an ihre Grenzen stößt, ist auch die Arbeitsbelastung auf den Betrieben entscheidend. Um diese zu erfassen, wurden Betreuungsverhältnisse für die Betriebe errechnet, indem die Herdengröße durch die in der Tierbetreuung eingesetzten Arbeitskräfte geteilt wurde. Das ergab auf den Betrieben ein durchschnittliches Betreuungsverhältnis von rund 38 Kühen je Vollarbeitskraft (Mittelwert $38,3 \pm 16,7$). Genau 75 % der Betriebe betreuten nicht mehr als 50 Laktierende je Arbeitskraft, wie auch in Abbildung 2 ersichtlich wird. Zum Vergleich das KTBL veranschlagt etwa 45 und 54 Milchkühe pro Arbeitskraft (KTBL 2018).

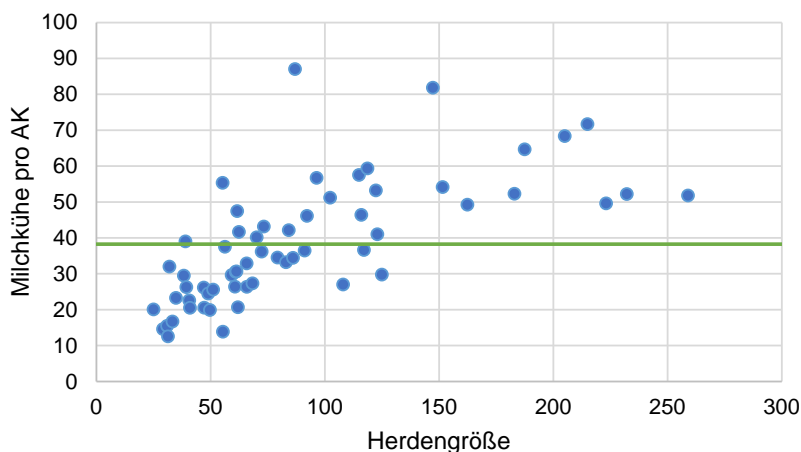


Abb. 2: Betreuungsverhältnis auf den Betrieben (n = 60) mit eingezeichnetem Mittelwert bei 38,3
 Fig. 2: Supervision ratio on the farms (n = 60), with a marked average at 38.3

3.5 Was sagen die Landwirte selbst?

Zum Abschluss jedes Interviews wurden die Betriebsleiter gefragt, was ihrer Ansicht nach die entscheidenden Gründe für die hohe Lebensleistung ihrer Herde sind. Die häufigsten Aussagen bezogen sich dabei nicht auf harte Faktoren wie die Haltung oder Fütterung, sondern auf den Landwirt selbst, seine Einstellung und Managemententscheidungen. Auffallend oft betonten die Betriebsleiter eine enge Beziehung zu den eigenen Tieren, ein konsequentes Handeln im Stall, aber auch die Wichtigkeit von „mehreren Chancen“ für die Kühe. Als Beispiele hierfür wurden das häufige Besamen sowie die intensive Pflege von Kühen bei Krankheiten oder Verletzungen genannt. Nur wenn den Landwirten bewusst ist, dass sie selbst der wichtigste Faktor zur Beeinflussung der Nutzungsdauer ihrer Kühe sind, können sie auch mit einer hohen Lebensleistung der Milchkühe erfolgreich sein.

4 Ausblick

Die Lebensleistung der deutschen Milchkühe ist aktuell nicht zufriedenstellend. Deshalb wurde in dieser Studie nach Kriterien in Haltung, Fütterung und Management gesucht, die Betriebe auszeichnen, die ungewöhnlich hohe Lebensleistungen erzielen.

Die Auswertung der Milchleistungsprüfungsdaten zeigte, dass eine hohe Lebensleistung durch eine Kombination aus hoher jährlicher Milchleistung und langer Nutzungsdauer erreicht wird. Die Projektbetriebe bewiesen, dass eine hohe Lebensleistung mit den in Deutschland üblichen Haltungsverfahren erreichbar ist.

Aus den genannten Gemeinsamkeiten der Projektbetriebe lassen sich allgemein folgende Handlungsempfehlungen ableiten:

- Jede Milchkuh sollte eine ständig verfügbare Stallfläche von 8 m² zur Verfügung haben.
- Das Betreuungsverhältnis sollte 50 Milchkühe pro Arbeitskraft nicht überschreiten.
- Das Tier-Liegeplatz-Verhältnis sollte bei 1 : 1 liegen.
- Der Liegebereich sollte mindestens zweimal am Tag gepflegt, auch Hochboxen sollten eingestreut werden.
- Betriebsleiter sollten Wert auf eine sehr gute Aus- und Weiterbildung legen.
- Der Betrieb braucht eine klare Ausrichtung auf hohe Lebensleistungen, dabei sollten die älteren Kühe besondere Aufmerksamkeit und Geduld bei Problemen erhalten. Eine genaue Kenntnis der Einzeltiere ist zum frühzeitigen Erkennen von Problemen unabdingbar.

Auch wenn eine Vergleichsgruppe fehlt, sind die Merkmale, die die Projektbetriebe auszeichnen, und die daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen aufgrund der Exklusivität der ausgewählten Stichprobe aus den besten 0,5% der Milchviehbetriebe der Bundesländer mit 75% des deutschen Milchkuhbestandes belastbar.

Literatur

- Burow, E.; Rousing, T.; Thomsen, P.T.; Otten, N.D.; Sørensen, J.T. (2013): Effect of grazing on the cow welfare of dairy herds evaluated by a multidimensional welfare in-dex. In: *Animal : an international journal of animal bioscience* 7 (5), S. 834–842. DOI: 10.1017/S1751731112002297
- Eilers, U. (2007): Lebensleistung von Milchkühen auf dem Prüfstand. Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf. 9 Seiten
- Europäische Kommission (2008): Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle. VO 2008/889/EU, vom 12.11.2018. In: *ABl. (Amtsblatt der europäischen Union)* (L 250), S. 1–133
- Grandl, F.; Amelchanka, S.L.; Furger, M.; Clauss, M.; Zeitz, J.O.; Kreuzer, M.; Schwarm, A. (2016): Biological implications of longevity in dairy cows: 2. Changes in methane emissions and efficiency with age. In: *Journal of dairy science* 99 (5), S. 3472–3485. DOI: 10.3168/jds.2015-10262
- Hernandez-Mendo, O.; Keyserlingk, M.A.G. von; Veira, D.M.; Weary, D.M. (2007): Effects of Pasture on Lameness in Dairy Cows. In: *Journal of dairy science* 90 (3), S. 1209–1214. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(07)71608-9
- Ivemeyer, S. (2012): Was verhindert lange Nutzungsdauer von Kühen? In: M. Kreuzer (Hg.): *Feed for health. Tagungsbericht. Zürich, 03. Mai 2012. Zürich: ETH Zürich Institut für Agrarwissenschaften (ETHSchriftenreihe zur Tierernährung, 35), S. 62–68*

- KTBL (2018), Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. Faustzahlen für die Landwirtschaft 15, Auflage, Darmstadt
- Missfeldt, F.; Missfeldt, R.; Kuwan, K. (2015): Ökonomisch optimale Nutzungsdauer von Milchkühen. In: Züchtungskunde 2015 (87), S. 120–143
- Statistisches Bundesamt (Destatis) (2017): Rechtsformen und Erwerbscharakter. Agrarstrukturerhebung 2016. Hg. v. Statistisches Bundesamt (Destatis) (Fachserie 3 Reihe 2.1.5). 240 Seiten
- Vries, M. de; Bokkers, E. A. M.; van Reenen, C. G.; Engel, B.; van Schaik, G.; Dijkstra, T.; Boer, I. J. M. de (2015): Housing and management factors associated with indicators of dairy cattle welfare. In: Preventive veterinary medicine 118 (1), S. 80–92.
DOI: 10.1016/j.prevetmed.2014.11.016
- Wangler, A.; Blum, E.; Böttcher, I.; Sanftleben, P. (2009): Lebensleistung und Nutzungsdauer von Milchkühen aus der Sicht einer effizienten Milchproduktion. In: Züchtungskunde 81 (5), S. 341–360

Beurteilung der Tierschutzrelevanz des Saugschutzringes „SuckStop Müller“

Effects of the weaning ring “SuckStop Müller” on aspects of calf welfare

CARMELA BISANG, CHRISTINA RUFENER, ADRIAN STEINER, BEAT WECHSLER, NINA KEIL

Zusammenfassung

Der Saugschutzring „SuckStop Müller“ hat nach innen gerichtete Fortsätze, die beim besaugenden Kalb ein negatives Feedback auslösen und damit gegenseitiges Besaugen abgewöhnen sollen. Um die Tierschutzrelevanz des SuckStop zu beurteilen wurde das Verhalten von 16 Milchviehkälbern an zwei Tagen vor dem Einsetzen, zwei Tagen direkt nach dem Einsetzen und neun Tage nach dem Einsetzen des SuckStop mittels Direktbeobachtungen erfasst. Vor dem Einsetzen und nach dem Entfernen des SuckStop wurde außerdem die Gesundheit der Nasenschleimhaut untersucht. Direkt nach dem Einsetzen des SuckStop verbrachten die Kälber einen größeren Anteil der Beobachtungen im Liegen als vor dem Einsetzen oder neun Tage danach ($p = 0,018$). Direkt nach dem Einsetzen des SuckStop zeigten die Kälber weniger Erkundungsverhalten als vor oder neun Tage nach dem Einsetzen ($p = 0,031$). Weder die Aufnahme von Grundfutter, die Anzahl Besuche am Milch- oder Kraftfutterautomaten, noch die Wasseraufnahme wurden durch den SuckStop beeinträchtigt. Nach neun Tagen Tragezeit hatten alle Kälber runde, helle Dekubitusstellen an der Nasenschleimhaut. Vier Kälber zeigten mittelgradige Ulzerationen.

Summary

The novel weaning ring “SuckStop Müller” has spikes pointing into the nasal cavity, which are intended to trigger a negative feedback in the sucking calf and thus prevent cross-sucking. To investigate effects of the SuckStop on calf welfare, the behavior of 16 dairy calves was recorded on two days before, two days immediately after and nine days after fitting the SuckStop using direct observations. Before fitting and immediately after removal of the SuckStop, the integrity of the nasal mucosa was examined. Immediately after fitting the SuckStop, calves spent a greater proportion of observations lying down than before or nine days after fitting ($p = 0.018$). Further, calves showed less exploration behavior immediately after fitting than before or nine days after fitting the SuckStop ($p = 0.031$). The SuckStop neither affected the intake of roughage, the number of visits at the milk or concentrate feeder nor water intake. After nine days of wearing the SuckStop, all calves had round, light-colored decubitus on the nasal mucosa. Four calves showed moderately severe ulcerations.

1 Einleitung und Zielsetzung

Gegenseitiges Besaugen ist ein abnormales Verhalten bei Milchviehkälbern und wird als Saugen am Kopf oder Körper eines anderen Kalbes definiert (Lidfors 1993). Das Besaugen wird als umgeleitetes natürliches Saugverhalten betrachtet (de Passillé und Rushen 1997), da es nur in der künstlichen Kälberaufzucht auftritt, d. h. wenn kein Muttertier oder keine Ammenkuh präsent ist (Roth et al. 2009).

Gegenseitiges Besaugen bei Kälbern kann zu Haarausfall und Entzündungen oder zu Veränderungen an der Euteranlage führen (Bak Jensen 2003). Es ist fraglich, ob in diesem frühen Lebensstadium längerfristige Schäden am Eutersystem auftreten (Vaughan et al. 2016). Allerdings kann das Besaugen über das Kälberalter hinaus bestehen (Keil et al. 2001) und zu Euterschäden und Mastitis bei Färsen und Kühen sowie zu erheblichen wirtschaftlichen Verlusten aufgrund einer geringeren Milchleistung führen (Lidfors und Isberg 2003).

Auch das Fütterungsregime (Jung und Lidfors 2001), die Absetzmethode (de Passillé und Rushen 2016) sowie die Haltungsbedingungen (Keil et al. 2000, Größbacher et al. 2018) sind wichtige Faktoren, die das Besaugen bei künstlich aufgezogenen Kälbern beeinflussen. In der Praxis ist das gegenseitige Besaugen bei Kälbern in vielen Milchviehbetrieben prävalent, und verschiedene Methoden werden angewandt, um dieses Verhalten zu verhindern.

Die häufigst angewendete Methode zur Verringerung des Besaugens ist das Einsetzen von Saugschutzringen mit nach außen gerichteten Stacheln, die am Flotzmaul des Kalbes befestigt werden. Diese Vorrichtungen lösen beim besaugten Individuum eine Abwehrreaktion und Vermeidungsverhalten aus, anstatt zu verhindern, dass das besaugende Kalb sein Verhalten unterlässt (Lidfors und Isberg 2003). Im Gegensatz zu herkömmlichen Saugschutzringen ist der „SuckStop Müller“ mit zwei Kunststofffortsätzen ausgestattet, die nach innen, d. h. in die Nasenhöhle des Kalbes zeigen. Diese Fortsätze sollen während dem Besaugen Druck auf die Nasenhöhle ausüben und so beim besaugenden Kalb ein negatives Feedback auslösen.

Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein negatives Feedback nicht nur beim Besaugen, sondern auch beim Ausüben anderer Verhaltensweisen ausgelöst wird, bei denen das Flotzmaul involviert ist. Aus diesem Grund wurden in unserer Studie die kurz- und längerfristigen Auswirkungen des SuckStop auf das Allgemeinverhalten (z. B. Fressen, Trinken, Liegen) und das Kontaktverhalten (z. B. Erkunden des Fressgitters, Berühren des eigenen Körpers) sowie die Auswirkungen auf die Integrität der Nasenscheidewand untersucht. Wir untersuchten, ob das Verhalten der Kälber kurzfristig (d. h. in den ersten beiden Tagen nach Einsetzen des SuckStop) beeinträchtigt wird und ob sich die Kälber über einen Zeitraum von neun Tagen an den SuckStop gewöhnen. Die Wirksamkeit des SuckStop im Hinblick auf die Verhinderung oder Verringerung des gegenseitigen Besaugens wurde in dieser Studie nicht untersucht.

2 Material und Methoden

2.1 Tiere und Haltung

Die Verhaltensbeobachtungen wurden über einen Zeitraum von fünf Wochen im Januar und Februar 2020 auf dem Strickhof Lindau in der Schweiz an insgesamt 16 Milchviehkälbern durchgeführt. Die Kälber waren in einem Gruppenstall untergebracht, der mit einem strohbedeckten Liegebereich (23 m²), einem Fressbereich mit festem Boden und Fressgitter (14 m²), einem Milch- und einem Kraftfutterautomaten (beide VARIO smart, Förster-Technik GmbH, Engen, Deutschland) und einer Tränke ausgestattet war. Heu, Silage, Wasser und ein Mineralleckstein standen ad libitum zur Verfügung.

Während des 5-wöchigen Beobachtungszeitraums und gemäß der üblichen Praxis auf dem Betrieb war die Gruppenzusammensetzung und -größe nicht konstant. Es befanden sich jedoch nie mehr als 14 Kälber gleichzeitig in der Bucht. Insgesamt wurden 16 Fokuskälber in vier Fokusgruppen beobachtet. Die ausgewählten 16 Kälber gehörten den folgenden Rassen an: Holstein (sechs Kälber), Red Holstein (ein Kalb), Braunvieh (vier Kälber) und Original Braunvieh (fünf Kälber). Zu Beginn der Studie waren die Fokuskälber zwischen sechs und 20 Wochen alt.

2.2 Saugschutzring „SuckStop Müller“

Wir verwendeten den Saugschutzring „SuckStop Müller“ (Bayern-Genetik GmbH, Kumbhausen, Deutschland; Abb. 1) in der Größe „Small“. Der Ring wurde auf der einen Seite der Nase eingehakt, gebogen und gedehnt und auf der anderen Seite der Nase eingesetzt. Damit wurde der SuckStop an der Nasenscheidewand festgeklemmt, wobei die Kunststofffortsätze in die Nasenhöhle zeigten.



Abb. 1: „SuckStop Müller“ mit den beiden Fortsätzen (© Bayern-Genetik) und korrekt angebrachter SuckStop (© C. Bisang)

Fig. 1: "SuckStop Müller" with two spikes (© Bayern-Genetik) and correctly fitted SuckStop (© C. Bisang)

2.3 Versuchsaufbau und Datenerhebung

Aufgrund des sequenziellen Designs der Studie wurden 16 Fokuskälber in vier Fokusgruppen beobachtet. In den Wochen 1 bis 4 des Beobachtungszeitraums wurde jede Woche eine aus vier weiblichen Milchkälbern bestehende Fokusgruppe ausgewählt. Die vier Fokuskälber einer Fokusgruppe wurden gleichzeitig beobachtet, die Beobachtungen der vier Fokusgruppen wurden über die fünf Wochen der Verhaltensbeobachtung verteilt.

Die Fokuskälber einer bestimmten Fokusgruppe wurden an fünf Tagen über einen Zeitraum von 12 Tagen beobachtet: an zwei Tagen direkt vor dem Einsetzen des Suck-Stop (Tag -2, Tag -1), an zwei Tagen direkt nach dem Einsetzen des Suck-Stop (Tag 0, Tag 1) und am neunten Tag nach dem Einsetzen des Suck-Stop (Tag 9).

An jedem Tag wurden die Kälber während zwei Zeitblöcken à jeweils zwei Stunden beobachtet: morgens (ab 8:00 Uhr) und nachmittags (ab 13:00 Uhr). Jeder Zeitblock wurde in 24 5-Minuten-Intervalle aufgeteilt.

2.4 Verhaltensbeobachtungen

Die Verhaltensbeobachtungen wurden nach einem vordefinierten Protokoll in der BORIS-Software durchgeführt (Friard und Gamba 2016). Mittels scan-sampling wurde zu Beginn jedes 5-Minuten-Intervalles für jedes Fokuskalb dokumentiert, welches Allgemeinverhalten gezeigt wurde. Das Allgemeinverhalten umfasste Fressen von Grundfutter, Fressen von Kraftfutter, Milchaufnahme, Aufnahme von Mineralfutter, Wasseraufnahme, Liegen mit/ohne Wiederkauen sowie Stehen mit/ohne Wiederkauen.

Während der verbleibenden 4 Minuten pro Intervall wurde das Kontaktverhalten für jedes der vier Fokuskälber kontinuierlich für jeweils eine Minute erfasst (d. h. Anzahl Vorkommnisse pro Verhaltensweise). Kontaktverhalten waren Verhaltensweisen, bei denen das Kalb mit dem Flotzmaul, der Zunge, den Zähnen oder dem Suck-Stop in Kontakt mit Teilen der Haltungsumgebung, anderen Tieren oder sich selbst kam. Dazu gehörten: das Berühren des eigenen Körpers (inklusive Belecken), das Besaugen von Artgenossen, das Berühren von Artgenossen, das Berühren des Suck-Stops mit der Zunge, das Berühren des Fressgitters, das Berühren des Tränkebeckens, das Berühren des Grundfutters, das Berühren des Wassers, das Berühren des Minerallecksteins sowie weitere Kontakte bei Erkunden der Umgebung (z. B. mit der Buchtenabtrennung). Zusätzlich wurde jedes gezeigte Kontaktverhalten als „normal“ (das Kalb zuckt nach dem Kontakt nicht zurück) oder „beeinträchtigt“ (das Kalb zuckt nach dem Kontakt mit dem Kopf oder dem ganzen Körper zurück) klassifiziert.

Zur Ermittlung der Anzahl der Besuche am Milch- und Kraftfutterautomaten pro Kalb und Tag wurden die automatisch generierten Protokolle der Automaten verwendet. Es wurden jeweils die Besuche mit und ohne Anrecht auf Milch und Kraftfutter gezählt.

2.5 Auswirkungen auf die Nasenscheidewand

An Tag 0 und Tag 9, unmittelbar vor dem Einsetzen und unmittelbar nach dem Entfernen des SuckStops, wurden das Flotzmaul, die Nase und die Schleimhaut der Nasenscheidewand der Fokuskälber visuell auf Veränderungen wie Schwellungen, Hämatome, Blutungen, Nasenausfluss oder Risse untersucht.

Läsionen wurden als oberflächlich eingestuft, wenn kein Prolaps des Bindegewebes sichtbar war und der Knorpel der Nasenscheidewand noch vollständig bedeckt war. Leichte Ulzerationen wurden als Dekubitus mit intaktem Epithel definiert, während mittelgradige Ulzerationen gescort wurden, wenn Anzeichen einer Hyperkeratose sichtbar waren.

2.6 Datenverarbeitung und statistische Analyse

Die Anzahl der beobachteten Verhaltensweisen wurde pro Kalb und Zeitblock summiert, was zwei Datenpunkte pro Kalb und Beobachtungstag ergab. Die im scan-sampling ermittelte Häufigkeit der Allgemeinverhaltensweisen wurde als Anteil ausgedrückt (Häufigkeit eines Verhaltens dividiert durch 24 Beobachtungen pro Zeitblock). Das Kontaktverhalten (kontinuierliche Beobachtung) wurde als Häufigkeit pro Kalb und Beobachtungszeitraum (24 Minuten gesamte individuelle Beobachtungszeit pro Kalb und Zeitblock) ausgedrückt.

Die statistische Analyse wurde in R Version 4.0.3 (R Core Team 2020) mittels linearer gemischter Effekte Modelle mit dem Paket „lme4“ (Bates et al. 2015) durchgeführt. Die Modellannahmen wurden durch eine grafische Analyse der Residuen überprüft. Die endgültigen Modelle wurden mit einer schrittweisen Rückwärtselimination unter Verwendung parametrischer Bootstraps zum Modellvergleich (Paket „pbkrtest“; Halekoh und Højsgaard 2014) und einem p-Wert von $< 0,05$ als Ausschlusskriterium ermittelt.

Ausgewählte Zielvariablen waren: Liegen, Fressen von Raufutter, Erkundungsverhalten (als Summe verschiedener explorativer Verhaltensweisen, siehe Tabelle 1), Sich Berühren sowie Anzahl Besuche am Milch- und Kraftfutterautomat. Erklärende Variablen waren SuckStop (Tag -2 | Tag -1, Tag 0 | Tag 1, Tag 9) und Alter bei Beginn der Studie. Ein zufälliger Effekt mit Zeitblock geschachtelt in Beobachtungstag geschachtelt in Kalb geschachtelt in Fokusgruppe wurde in das Modell aufgenommen, um die Variation zwischen den Gruppen und zwischen den Individuen zu berücksichtigen und um Pseudo-Replikationen zu vermeiden.

3 Ergebnisse

3.1 Verhalten

Die meisten Verhaltensweisen wurden vor (Tag -2, Tag -1), während (Tag 0, Tag 1) und nach (Tag 9) dem Einsetzen des SuckStop ähnlich häufig gezeigt (Tab. 1).

Tab. 1: Allgemeinverhalten (Anteil der der Beobachtungen) und Kontaktverhalten (Anzahl pro 24 min)
Tab. 1: Maintenance behavior (proportion of observations) and contact behavior (average number per calf per 24 min)

Allgemeinverhalten	Anteil der Beobachtungen		
	Tag -2 Tag -1	Tag 0 Tag 1	Tag 9
Fressen von Grundfutter*	12 %	11 %	17 %
Fressen von Kraftfutter	1 %	1 %	2 %
Milchaufnahme	2 %	1 %	2 %
Aufnahme von Mineralfutter	1 %	0 %	1 %
Wasseraufnahme	1 %	1 %	1 %
Liegen mit Wiederkauen* ¹⁾	44 %	49 %	39 %
Liegen ohne Wiederkauen* ¹⁾	22 %	25 %	25 %
Stehen mit Wiederkauen	1 %	0 %	1 %
Stehen ohne Wiederkauen	16 %	13 %	14 %
Kontaktverhalten	Anzahl pro Kalb pro 24 min (% beeinträchtigt)		
	Tag -2 Tag -1	Tag 0 Tag 1	Tag 9
Berühren von Artgenossen* ²⁾	10,6 (0,6 %)	8,9 (5,3 %)	12,3 (0,5 %)
Besaugen von Artgenossen	0,2 (0,0 %)	0,03 (0,0 %)	0,1 (0,0 %)
Sich Berühren*	9,2 (0,0 %)	6,9 (0,9 %)	11,3 (0,0 %)
Berühren des SuckStop	0,0 (0,0 %)	0,2 (0,0 %)	0,0 (0,0 %)
Kontakt bei Erkunden Umgebung* ²⁾	19,9 (0,3 %)	12,4 (6,5 %)	17,3 (0,0 %)
Berühren des Fressgitters* ²⁾	1,0 (0,0 %)	1,7 (9,4 %)	2,4 (0,0 %)
Berühren des Tränkebeckens	0,3 (0,0 %)	0,4 (0,0 %)	0,9 (0,0 %)
Berühren des Grundfutters	14,3 (0,4 %)	11,0 (1,4 %)	16,7 (0,7 %)
Berühren des Minerallecksteins* ²⁾	1,2 (0,0 %)	0,5 (5,9 %)	0,8 (0,0 %)
Berühren des Wassers	1,3 (0,0 %)	0,7 (0,0 %)	1,3 (4,8 %)

¹⁾ Zusammengefasst als „Liegen“ für die statistische Auswertung.

²⁾ Zusammengefasst als „Erkundungsverhalten“ für die statistische Auswertung.

* Statistisch ausgewertet

Die Kälber verbrachten mehr Beobachtungen im Liegen an Tag 0 und Tag 1 im Vergleich zu den Beobachtungstagen -2, -1 und 9 ($p = 0,018$, Abb. 2). Der Anteil der im Liegen verbrachten Beobachtungen stieg mit zunehmendem Alter bei Studienbeginn ($p = 0,024$).

An Tag 0 und Tag 1 zeigten die Kälber weniger Erkundungsverhalten als an den anderen Tagen ($p = 0,031$, Abb. 2), ein Effekt des Alters bei Versuchsbeginn war jedoch nicht nachweisbar ($p = 0,777$). An Tag -2 und Tag -1 war 0,2 % des gezeigten Erkundungsverhaltens beeinträchtigt im Vergleich zu 6,8 % an Tag 0 und Tag 1 sowie 0,1 %

an Tag 9. Im Hinblick auf die einzelnen Tage direkt nach Einsetzen des SuckStops waren am Tag 0 11,3 % der Erkundungsverhalten beeinträchtigt, wobei dieser Anteil an Tag 1 bereits auf 1,7 % absank.

Die Kälber berührten sich selbst mit einer mittleren Frequenz an Tag -2 und Tag -1, am wenigsten an Tag 0 und Tag 1, sowie am häufigsten am Tag 9 ($p = 0,011$). Das Alter hatte keinen Einfluss auf das Sich-Berühren ($p = 0,099$).

Je älter die Tiere bei Beginn der Studie waren, desto mehr Beobachtungen verbrachten sie mit dem Fressen von Raufutter ($p = 0,024$). Ein Einfluss des SuckStop auf das Fressen von Raufutter ($p = 0,108$), auf die Anzahl Besuche am Milch- ($p = 0,371$) und Kraftfutterautomat ($p = 0,675$) war hingegen nicht nachweisbar. Mit zunehmendem Alter hingegen wurden mehr Besuche am Milch- ($p = 0,003$) und Kraftfutterautomat ($p = 0,003$) registriert.

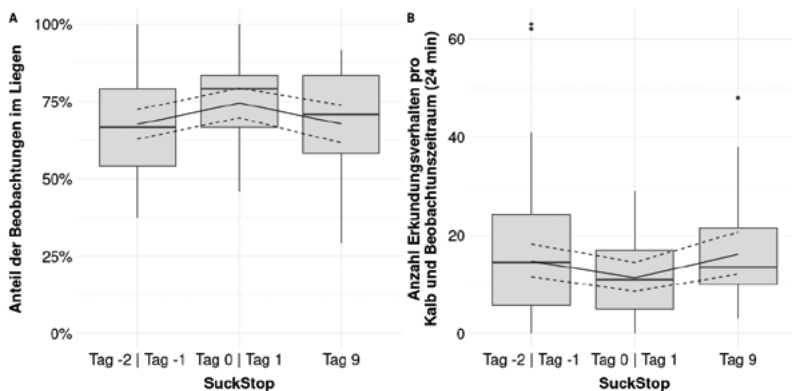


Abb. 2: Effekt des SuckStop auf den Anteil der Beobachtungen, die im Liegen verbracht wurden ($p = 0,018$, A) sowie die Anzahl Erkundungsverhalten pro Kalb und Beobachtungszeitraum (24 min; $p = 0,031$, B). Boxplots zeigen die Mediane, Interquartile und die Streuung der Rohdaten. Die Linien repräsentieren den geschätzten Mittelwert (durchgehende Linie) sowie die geschätzten 95 % Konfidenzintervalle (gestrichelte Linien).

Fig. 2: Effect of the SuckStop on the proportion of observations spent lying ($p = 0.018$) and the number of exploration behaviors per calf and observation period (24 min; $p = 0.031$). Boxplots show medians, interquartile, and absolute ranges of raw data. The solid line represents the estimated mean, dashed lines show the estimated 95 % confidence interval.

3.2 Gesundheit der Nasenscheidewand

Vor dem Einsetzen des SuckStop hatten alle Kälber eine rosa, feuchte Nasenschleimhaut ohne Schwellungen, Blutungen oder Hämatome. Vier Kälber hatten seromukösen Nasenausfluss.

Direkt nach dem Entfernen des SuckStop hatten alle 16 Kälber runde, oberflächliche Druckstellen (ca. 1 cm Durchmesser) an der Nasenscheidewand. Eine mittelgradige Ulzeration war bei vier Kälbern sichtbar (Abb. 3), alle anderen Ulzerationen waren von geringem Schweregrad. Bei drei der vier Kälber mit anfänglichem Nasenausfluss war



Abb. 3: Runde Dekubitusstelle und mittelgradige Ulzeration an der Nasenscheidewand (© C. Bisang)
 Fig. 3: Round decubitus and ulceration of moderate degree on the nasal septum (© C. Bisang)

nach Entfernen des SuckStop kein Ausfluss mehr feststellbar. Drei Kälber zeigten nach Entfernen des SuckStop geringgradigen bis mittelgradigen seromukösen Nasenausfluss, der bei der Untersuchung vor dem Einsetzen des SuckStop noch nicht vorhanden war.

4 Diskussion und Ausblick

Wir konnten zeigen, dass der Saugschutzring „SuckStop Müller« einige der Verhaltensweisen der Kälber an Tag 0 und 1 veränderte – dies jedoch nicht längerfristig bzw. am Tag 9 nach Einsetzen des SuckStop. Liegen, Erkundung und Sich-Berühren waren die einzigen Verhaltensweisen, die durch das Tragen eines SuckStop beeinflusst wurden. Offensichtlich schränkte der SuckStop die Kälber nicht in ihrem Zugang zu Heu, Silage und zu Wasser ein und verringerte nicht die Häufigkeit der Besuche am Milch- und Kraftfutterautomaten.

Unmittelbar nach dem Einsetzen des SuckStop verbrachten die Kälber einen höheren Anteil der Beobachtungen im Liegen. Veränderungen im Liegeverhalten können als Indikator für das Wohlbefinden der Kälber dienen. Erhöhte Liegezeiten wurden bereits als Indikator für Schmerzen und Stress verwendet (Herskin und Nielsen 2018). In unserer Studie normalisierte sich das Liegeverhalten der Kälber innerhalb von 9 Tagen. Dass ebenfalls keine der weiteren beobachteten Verhaltensreaktionen am 9. Tag nach Einsetzen des SuckStop noch verändert war, deutet darauf hin, dass sich die Kälber schnell an den Saugschutzring gewöhnt hatten. Die beobachteten Verhaltensänderungen dürften für das Wohlergehen der Kälber wahrscheinlich nicht biologisch relevant sein, da die Effektgrößen insgesamt gering waren (z.B. 6 % mehr Liegen direkt nach dem Einsetzen des SuckStop).

Neben der Häufigkeit des Kontaktverhaltens diene auch die Qualität eines Verhaltens – d.h. normal oder beeinträchtigt – als Indikator für mögliche Einschränkungen durch den SuckStop. Der Anteil des beeinträchtigten Kontaktverhaltens war gering (< 10 %), und die meisten beeinträchtigten Ereignisse traten bei Kontakten im Zusammenhang mit dem Erkunden, v. a. an Teilen des Haltungssystems, auf. Betrachtet man die beiden Tage nach dem Einsetzen einzeln, so nahm der Anteil der beeinträchtigten Verhaltensweisen zwischen Tag 0 und Tag 1 numerisch ab, was darauf hindeutet, dass sich die Kälber bereits innerhalb von 24 Stunden an den SuckStop gewöhnt hatten.

Alle 16 Kälber wiesen nach dem Entfernen des SuckStop oberflächliche Ulzerationen an der Nasenscheidewand auf, wobei bei vier Kälbern eine mittelgradige Ulzeration diagnostiziert wurde. Wir gehen davon aus, dass handelsübliche Saugschutzringe vergleichbare, wenn nicht sogar schwerere Veränderungen an der Nasenscheidewand verursachen, da diese aus starrem Kunststoff oder Metall bestehen und häufig mit einer Schraube oder Zange an der Nasenscheidewand befestigt werden. Allerdings gibt es unseres Wissens keine Studien, die die langfristigen Auswirkungen von Saugschutzringen auf die Gesundheit der Nasenscheidewand bei Kälbern untersuchen. Es ist zudem unklar, ob Gewebeveränderungen an der Nasenscheidewand für Kälber auf lange Sicht problematisch oder schmerzhaft sind. Beim Menschen sind Dekubitusgeschwüre („Wundliegen“) bereits in frühen Stadien mit Schmerzen verbunden (Pieper et al. 2009). Auch bei Sauen wird aufgrund von Verhaltensindikatoren angenommen, dass Schultergeschwüre Schmerzen und Leiden verursachen (Larsen et al. 2015). Die betroffene Gewebefläche bei Kälbern, die einen SuckStop tragen, ist jedoch wesentlich kleiner. In weiteren Studien wäre somit zu klären, wie häufig durch Saugschutzringe verursachte Dekubiti und Geschwüre an der Nasenscheidewand auftreten und ob diese Unbehagen und Schmerzen verursachen.

Zusammenfassend zeigt unsere Studie, dass sich Kälber schnell an den Saugschutzring „SuckStop Müller“ gewöhnen. Diese schnelle Gewöhnung deutet darauf hin, dass das Verhalten der Kälber nur für einen kurzen Zeitraum beeinträchtigt wird, so dass das Wohlergehen der Tiere auf lange Sicht nicht vermindert zu sein scheint. Folgestudien sind notwendig um zu beurteilen, ob der SuckStop das gegenseitige Besaugen bei Kälbern tatsächlich verhindern kann. Darüber hinaus sollte die Relevanz von Veränderungen an der Nasenscheidewand untersucht werden, um die Auswirkungen von Saugschutzringen auf das Wohlbefinden von Kälbern beurteilen zu können.

Literatur

- Bak Jensen, M. (2003): The effects of feeding method, milk allowance and social factors on milk feeding behaviour and cross-sucking in group housed dairy calves. *Appl Anim Behav Sci* 80, pp. 191-206
- Bates, D.; Mächler, M.; Bolker, B.; Walker, S. (2015): Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67(1), pp. 1-48

- de Passillé, A. M.; Rushen, J. (2016): Using automated feeders to wean calves fed large amounts of milk according to their ability to eat solid feed. *J Dairy Sci* 99(5), pp. 3578-3583
- de Passillé, A. M.; Rushen, J. (1997): Motivational and physiological analysis of the causes and consequences of non-nutritive sucking by calves. *Appl Anim Behav Sci* 53, pp. 15-31
- Frriad, O.; Gamba, M. (2016): BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution* 7(11), pp. 1325-1330
- Größbacher, V.; Winckler, C.; Leeb, C. (2018): On-farm factors associated with cross-sucking in group-housed organic Simmental dairy calves. *Appl Anim Behav Sci* 206, pp. 18-24
- Halekoh, U.; Højsgaard, S. (2014): A Kenward-Roger Approximation and Parametric Bootstrap Methods for Tests in Linear Mixed Models - The R Package pbkrtest. *Journal of Statistical Software* 59(9)
- Herskin, M. S.; Nielsen, B. H. (2018): Welfare Effects of the Use of a Combination of Local Anesthesia and NSAID for Disbudding Analgesia in Dairy Calves – Reviewed Across Different Welfare Concerns. *Frontiers in Veterinary Science* 5(117), doi: 10.3389/fvets.2018.00117
- Jung, J.; Lidfors, L. (2001): Effects of amount of milk, milk flow and access to a rubber teat on cross-sucking and non-nutritive sucking in dairy calves. *Appl Anim Behav Sci* 72, pp. 201-213
- Keil, N.; Audigé, L.; Langhans, W. (2000): Factors associated with intersucking in Swiss dairy heifers. *Prev Vet Med* 45, pp. 305-323
- Keil, N. M.; Audigé, L.; Langhans, W. (2001): Is Intersucking in Dairy Cows the Continuation of a Habit Developed in Early Life? *J Dairy Sci* 84, pp. 140-146
- Larsen, T.; Kaiser, M.; Herskin, M. S. (2015): Does the presence of shoulder ulcers affect the behaviour of sows? *Research in Veterinary Science* 98(0), pp. 19-24
- Lidfors, L. (1993): Cross-sucking in group-housed dairy calves before and after weaning off milk. *Appl Anim Behav Sci*, 38, pp. 15-24
- Lidfors, L.; Isberg, L. (2003): Intersucking in dairy cattle - review and questionnaire. *Appl Anim Behav Sci* 80, pp. 207-231
- Pieper, B.; Langemo, D.; Cuddigan, J. (2009): Pressure ulcer pain: a systematic literature review and national pressure ulcer advisory panel white paper. *Ostomy Wound Manage* 55(2), pp. 16-31
- R Core Team. (2020): R: A language and environment for statistical computing. In: R Foundation for Statistical Computing
- Roth, B.; Barth, K.; Gygax, L.; Hillmann, E. (2009): Influence of artificial vs. mother-bonded rearing on sucking behaviour, health and weight gain in calves. *Appl Anim Behav Sci* 119, pp. 143-150
- Vaughan, A.; Miguel-Pacheco, G. G.; Marie de Passillé, A.; Rushen, J. (2016): Reciprocated cross sucking between dairy calves after weaning off milk does not appear to negatively affect udder health or production. *J Dairy Sci* 99(7), pp. 5596-5603

Vorkommen von oralen Stereotypien und sozialen Interaktionen bei Mastbullen – eine Zufallsbeobachtung oder doch ein ernst zu nehmendes Tierwohlproblem?

Incidence of oral stereotypic behavior and social interactions in fattening bulls – a chance observation or a serious animal welfare problem after all?

BIRGIT SPINDLER, JANNA WEIDEMANN, LAURA SCHNEIDER, NICOLE KEMPER

Zusammenfassung

Auf einem Praxisbetrieb mit intensiver Bullenmast wurde untersucht, in welchem Umfang Stereotypien und soziale Interaktionen bei den dort im Tretmiststall gehaltenen Tieren (Fleckvieh-Bullen in 22er-Gruppen) im Verlauf der Mast vorkamen. Die video-gestützte Verhaltensbeobachtung zeigte, dass bis zu 95 % der Bullen orale Stereotypien mit im Mittel 0,83 Aktionen/Tier/Stunde zeigten. Am häufigsten wurde Zungenrollen beobachtet (0,5 Aktionen), gefolgt von Belecken von Gegenständen (0,28 Aktionen) und gegenseitigem Belecken (0,05 Aktionen). Die durchschnittliche Dauer stereotypen Verhaltens lag bei 25,4 Sekunden. Soziale Interaktionen in Form von Kopf-Kopf-Stößen wurden mit bis zu 29,10 Aktionen/Gruppe/Stunde und gegenseitiges Aufreiten mit bis zu 5,52 Aktionen/Gruppe/Stunde beobachtet. Unter den geprüften Praxisbedingungen traten orale Stereotypien bei nahezu allen Tieren auf und stellen somit ein ernst zu nehmendes Tierwohlproblem dar. Es ist dringend erforderlich, die Ursachen von Stereotypien weiter zu analysieren, um Möglichkeiten zur Verringerung ihrer Häufigkeit zu finden.

Summary

On a practical farm with intensive bull fattening, the extent to which stereotypies and social interactions occurred in the animals (Simmental bulls in groups of 22), kept in straw-bedded pens, during fattening was investigated. Video-based behavioral observations showed that up to 95 % of bulls exhibited oral stereotypies with a mean of 0.83 actions/animal/hour. Tongue playing was observed most frequently (0.5 actions), followed by manipulating objects (0.28 actions) and manipulating conspecifics (0.05 actions). The average duration of stereotypic behavior was 25.4 seconds. Social interactions in the form of head poking were observed with up to 29.10 actions, and mounting behaviour with up to 5.52 actions.

Under the tested practical conditions, oral stereotypies occurred in almost all animals and thus represent a serious animal welfare problem. There is an urgent need to further analyze the causes and ways to reduce stereotypies.

1 Einleitung und Zielsetzung

Abnormales Verhalten einschließlich stereotypen Verhaltens kann sowohl bei Nutz- als auch bei Zoo-, Heim- und Labortieren beobachtet werden (Wechsler 1992, Nimon und Broom 1999). Als Stereotypen werden monotone, permanent wiederholte Verhaltens- bzw. Bewegungsmuster, welche ohne erkennbare Funktion oder Ziel ausgeführt werden, bezeichnet (Mason 1991). Zu unterscheiden sind stereotype Verhaltensweisen, die sich nicht auf ein Objekt beziehen, von denen, die sich als umorientiertes Verhalten auf ein inadäquates Objekt richten (Düppjan und Puppe 2016). Die Ursachen für abnormales Verhalten liegen oft in inadäquaten Bedingungen der Haltungsumwelt (Düppjan und Puppe 2016). Auch wenn das Auftreten von Stereotypen nicht zwangsläufig schlechtes Wohlbefinden bei Tieren bedeutet, müssen diese als ein Warnsignal für mögliches Leiden angesehen werden (Mason und Latham 2004).

Bei Rindern werden orale Stereotypen wie das Zungenspielen (wiederholte Bewegungen der Zunge im Maul oder außerhalb des Mauls), Stangenbeißen sowie das Belecken und Besaugen von Gegenständen in der Stalleinrichtung oder von Körperteilen von Artgenossen beschrieben (Leruste et al. 2014, Moran und Doyle 2015). Neben Ohren, Beinen und Skrotum wird dabei besonders häufig das Präputium anderer Tiere besaugt, wobei es gelegentlich auch zum Trinken von Urin kommt. Studien zu Stereotypen beziehen sich bei Rindern allerdings überwiegend auf Kälber und Kühe, während zum Auftreten von Stereotypen bei Mastbullen kaum wissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen.

Neben stereotypem Verhalten spielen in der intensiven Bullenmast auch das Auftreten sozialer Interaktionen, die im Zusammenhang mit Dominanzbeziehungen, Rangordnung und der Geschlechtsentwicklung stehen, eine Rolle. Hierzu gehört das gegenseitige Aufreiten und Rangordnungskämpfe mit Schiebekämpfen Kopf-an-Kopf. In einer Gruppe von ausschließlich männlichen Rindern kommt es häufig zu Aufsprungversuchen, besonders bei Jungbullen im Alter von 15 bis 20 Monaten, wobei dieses Verhalten bereits bei wenigen Wochen alten Kälbern zu beobachten ist (Sambraus 1991, Sambraus et al. 1983). Hier wird dieses Verhalten vielfach als spielerische Verhaltensweise, mit bereits triebgesteuerten Absichten, gedeutet (Sambraus 1991). Neben dem Sexualdrang scheint auch ein starkes Bedürfnis nach Bewegung Ursache zu sein. Vor allem spontane Aufsprungversuche ohne vorherige Anzeichen eines Sexualakts, wie beispielsweise Geruchskontakte, lassen vermuten, dass hier weniger sexuelle Absichten als viel mehr Bewegungsdrang der Auslöser ist (Süss und Andreae 1984).

Rangordnungskämpfe, um die Position innerhalb einer Gruppe zu bestimmen, werden typischerweise in Kopf-an-Kopf-Stellung in Form eines Schiebekampfes ausgetragen (Sambraus 1991).

Ziel dieser Studie war es, zu prüfen, in welchem Umfang abnormales Verhalten und auch soziale Interaktionen in der Bullenmast unter intensiven Haltungsbedingungen in einem Tretmiststall vorkommen.

2 Tiere, Material und Methoden

2.1 Tiere, Haltung und Datenerfassung

Die für diese Untersuchung herangezogenen Fleckvieh-Bullen wurden auf einem Praxisbetrieb in einem Tretmiststall in Buchten mit je 22 Tieren (4,5 m²/Tier) gehalten. Das Tier-Fressplatz-Verhältnis lag bei etwa 2:1. Die Futtermittellieferung erfolgte zweimal täglich auf Maissilagebasis (Tab. 1). Trinkwasser stand über jeweils zwei Schalentränken je Bucht ad libitum zur Verfügung. Eingestreut wurde täglich mit Langstroh.

Tab. 1: Übersicht zur Haltung- und Fütterung der beobachteten Mastbullen

Tab. 1: Housing and Feeding information for the observed fattening bulls

Haltungsbedingungen	Einzelheiten
Anzahl Tiere pro Gruppe	22
Platz pro Tier	3,5 m ²
Fütterungsmanagement (Anzahl Fütterungen/Tag)	Praxisüblicher Futtermischwagen (2)
Futterzusammensetzung in %	TMR
Maissilage	85,49
Grassilage	0,91
Kraftfutter/Getreideschrot	8,39
Mineralstoff- und Vitaminmischung	0,68
TS in %	44,5
Rohprotein in % TS	11,6
Rohasche in % TS	6,0
Rohfett in % TS	2,1
Rohfaser in % TS	14,2
Stickstofffreie Extraktstoffe in % TS	66,1
pH-Wert	4,78
Vom 19-mm-Sieb zurückgehaltene Partikel (lang)	7,88
Vom 8-mm-Sieb zurückgehaltene Partikel (mittel)	58,44
Partikel in der Bodenwanne (kurz)	33,69

TMR = Total Mixed Ration

TS = Trockensubstanz



Abb. 1: Tretmiststall mit Fleckviehbullen (n = 22 Bullen je Bucht) (© TiHo/ITTN)

Fig. 1: Simmental bulls housed in straw-bedded pens (n = 22 bulls per pen) (© TiHo/ITTN)

Die videogestützte Verhaltensbeobachtung (Kamerasystem EQ550T, Fa. Everfocus, Taipei, Taiwan sowie Acht-Kanal-Hybrid-Rekorder AXR-108; Fa. Monacor international GmbH & CO. KG; Bremen, Germany) erfolgte zu drei Mastabschnitten (ca. 7., 12. und 17. Lebensmonat) in je drei Buchten. Die erste Aufnahme wurde nach Einstellung in den Maststall nach einer Eingewöhnungszeit von etwa vier Wochen gestartet.

Beobachtet wurde die Anzahl und Dauer auftretender oraler Stereotypen (Zungenrollen, Belecken von Artgenossen, Belecken der Stalleinrichtung). Mittels Scan Sampling (Sample Intervall von zwei Minuten in der Hellphase und zehn Minuten in der Dunkelphase) wurde über 48 Stunden die Anzahl der Tiere einer Bucht erfasst, die Stereotypen zeigten. Daneben wurden drei zufällig ausgewählte Tiere je Bucht je Mastabschnitt jeweils über 16 Stunden (5 bis 21 Uhr) kontinuierlich beobachtet. Über die individuelle Fellmusterung wurden die Einzeltiere im jeweiligen Mastabschnitt wiedererkannt. Neben der Häufigkeit des Vorkommens wurde auch die Dauer von Stereotypen über die Fokustieranalyse festgehalten.

Im selben Zeitraum der Fokustierbeobachtung wurde zudem in jeder der drei Buchten dokumentiert, wie häufig soziale Interaktionen innerhalb einer Stunde beobachtet wurden. Hierzu wurde pro Stunde die Anzahl an Kopfstößen der Tiere untereinander sowie die Anzahl an Aufreitversuchen festgehalten. Ein Kopfstoß wurde als solcher dokumentiert, wenn zwei Tiere frontal oder von der Seite mit ihren Köpfen zusammenstoßen, der einige Sekunden andauernde Schiebekampf wurde als ein Kopfstoß gewertet.

Die weitere Datenaufarbeitung erfolgte deskriptiv (Excel 2016).

3 Ergebnisse

3.1 Stereotypen

Abhängig von der beobachteten Form abnormalen Verhaltens zeigten zwischen 47,4 und 95,5 % der in einer Bucht befindlichen Bullen orale Stereotypen (Abb. 2). Am häufigsten wurde Zungenrollen beobachtet (95,0 % der beobachteten Bullen bzw. 0,5 Aktionen/Tier und Stunde), gefolgt von Belecken von Gegenständen (70,8 % der Bullen bzw. 0,28 Aktionen pro Tier und Stunde). Am seltensten trat das gegenseitige Belecken auf (47,4 % der Bullen bzw. 0,05 Aktionen pro Tier und Stunde).

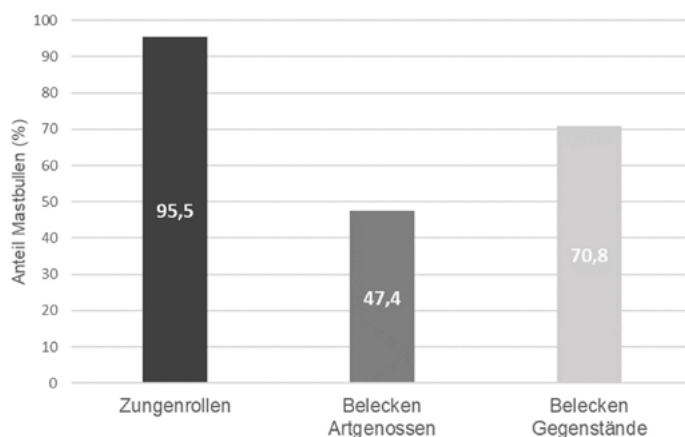


Abb. 2: Prozentualer Anteil beobachteter Mastbullen, die verschiedene stereotype Verhaltensweisen zeigten (n = 22 Tiere/Bucht)

Fig. 2: Percentage of fattening bulls observed in displaying different stereotypic behavioral patterns (n = 22 bulls/group)

Die durchschnittliche Dauer stereotypen Verhaltens lag bei 25,4 s (Abb. 3). Zungenrollen trat in Mastabschnitt 1 mit einer durchschnittlichen Dauer von 36,9 s am häufigsten auf, wo hingegen das Belecken von Artgenossen mit durchschnittlich 10,3 s in diesem Mastabschnitt am kürzesten dauerte. Dem gegenüber war in Mastabschnitt 2 dieses Verhalten mit einem Durchschnitt von 35,2 s die deutlich längste Verhaltensstörung, gefolgt vom Zungenrollen mit im Mittel 21,9 s. Auch im dritten Mastabschnitt war das Belecken von Gegenständen die Stereotypie mit der kürzesten durchschnittlichen Dauer von 16,3 s. Das Zungenrollen und das Belecken von Artgenossen trat in diesem Mastabschnitt ungefähr gleich lang mit einer durchschnittlichen Dauer von jeweils 29,6 und 28,0 s auf.

Grundsätzlich wurden Stereotypen im Zeitraum der Futtervorlage vermehrt beobachtet, wo hingegen in der Dunkelphase diese kaum auftraten (Abb. 4).

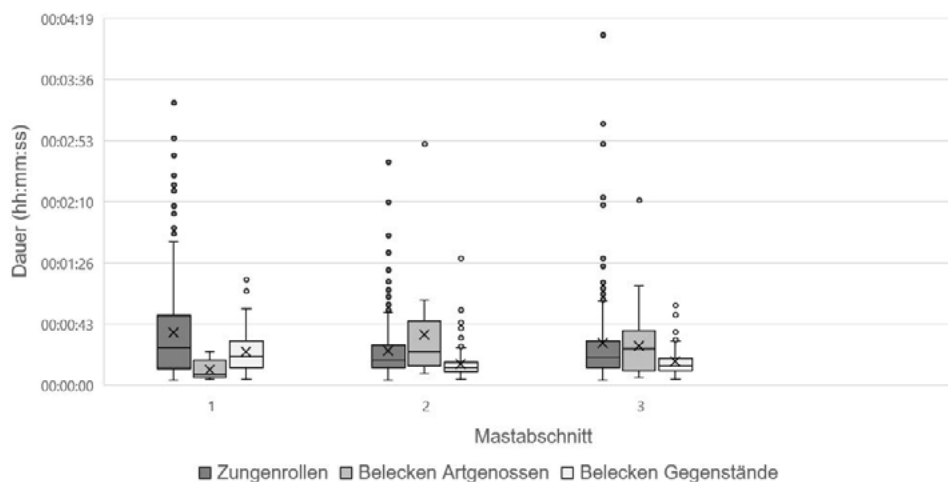


Abb. 3: Dauer beobachteter stereotyper Verhaltensweisen (n = 9 Fokustiere zu drei Mastabschnitten über jeweils 16 Stunden beobachtet)

Fig. 3: Duration of observed stereotypic behaviors (n = 9 focal animals observed at three fattening times for 16 hours each)

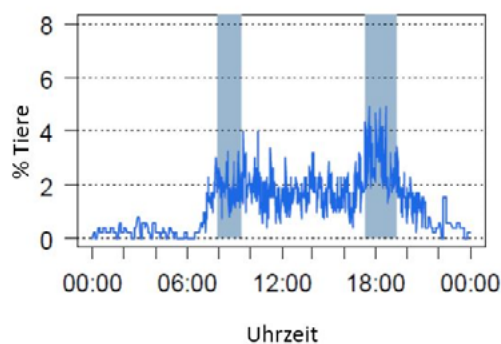


Abb. 4: Durchschnittliche Anzahl Mastbullen innerhalb einer Bucht (n = 22 Tiere), die im Tagesverlauf (25 Stunden) stereotype Verhaltensweisen zeigten (blaue Balken: Zeitraum der Futtervorlage)

Fig. 4: Averaged percentage of fattening bulls per pen (n = 22 animals) performing stereotypies over a day (a 25 h period) (Blue areas = periods of feed delivery)

3.2 Soziale Interaktionen

Soziale Interaktionen wurden innerhalb einer Bucht in Form von Kopf-Kopf-Stößen zwischen 23,75 und 29,10-mal je Gruppe und Stunde und gegenseitiges Aufreiten mit einer Häufigkeit von 1,87 und 5,52 Aktionen je Stunde beobachtet. Neben einem tendenziellen Rückgang im Mastverlauf wurden soziale Interaktionen gehäuft zum Zeitpunkt der Futtergabe festgestellt (Abb. 5).

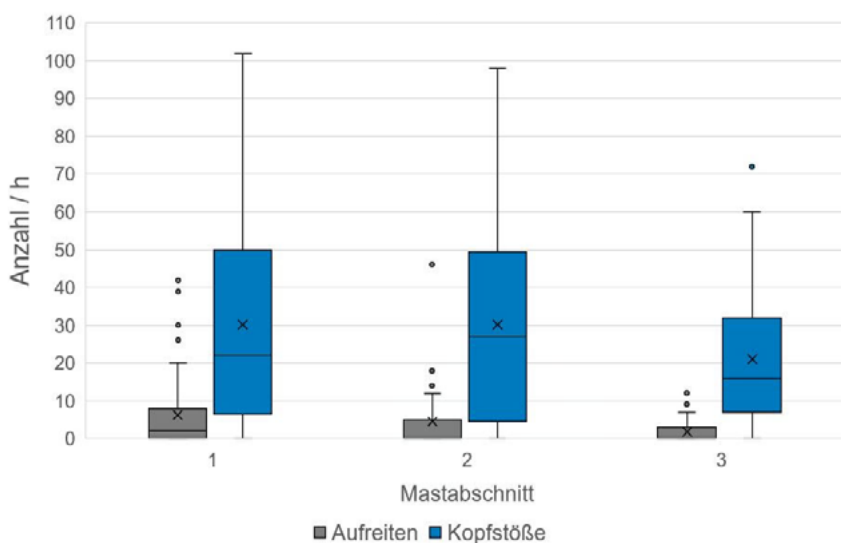


Abb. 5: Anzahl sozialer Interaktionen (Aufreiten und Kopfstöße je Gruppe und Stunde) in den drei beobachteten Buchten (n = 22 Tiere/Bucht) zu drei Mastabschnitten

Fig. 5: Number of social interactions (rearing and head butting per group and hour) in the three observed pens (n = 22 animals/pens) at three fattening times

4 Diskussion und Schlussfolgerung

Ziel dieser Studie war es, die Prävalenz von Stereotypen bei Mastrindern zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigen, dass unter den geprüften Praxisbedingungen im Tretmiststall orale Stereotypen in der intensiven Bullenmast nahezu alle Tiere betreffen und somit ein ernst zu nehmendes Tierwohlproblem darstellen. Das Zungenrollen erwies sich dabei als die häufigste orale Stereotypie. Mit 95,5 % betroffener Tiere lag der Prozentsatz der Tiere, die Stereotypen zeigten, deutlich über 1 bis 5 %, welche von Wiepkema et al. (1983) als kritische Spanne vorgeschlagen wurde. Die beobachtete Prävalenz von Stereotypen deutet also möglicherweise auf ein beeinträchtigtes Wohlbefinden der Tiere hin.

Das Beleckern von Artgenossen wurde am seltensten beobachtet. Ob es sich hierbei tatsächlich um ein stereotypes Verhalten handelt oder es zum Normalverhalten im Kontext mit dem Sozial- bzw. Körperpflegeverhalten gerechnet werden muss, wäre über zukünftige Untersuchungen zu klären.

Das vermehrte Auftreten stereotyper Verhaltensweisen im Zeitraum der Futtervorlage lässt einen Zusammenhang mit dem Nahrungsaufnahmeverhalten vermuten und ist bereits aus der Haltung von Milchkühen (Redbo 1998) und Kälbern (Veissier et al. 1998, Bokkers und Koene 2001) bekannt. Gerade wenn vermehrt strukturarmes Futter eingesetzt wird, ist mit einer Zunahme von Stereotypen zu rechnen (Redbo 1998). Andere

Einflussfaktoren, wie Aufzuchtbedingungen (Mason 1991), aber auch die Haltungsumwelt in der Mast, hier insbesondere das Platzangebot, stellen weitere Risikofaktoren für das Auftreten von Verhaltensstörungen dar.

Die hier erfassten sozialen Interaktionen innerhalb einer Gruppe von 22 Tieren traten mit bis zu fast 30 Kopf-Kopf-Stößen je Gruppe und Stunde und gegenseitigen Aufreitversuchen mit bis zu 5,5 Aktionen je Stunde häufig auf. Kopfstöße waren damit etwa fünfmal häufiger als Aufreitversuche zu beobachten. Ob ein Zusammenhang mit der Gruppengröße und dem Auftreten sozialer Interaktionen besteht, konnte im Rahmen dieser Untersuchung nicht geklärt werden. Der Rückgang, insbesondere im Mastabschnitt 3, ist möglicherweise auf das zunehmende Gewicht und Alter der Tiere zurück zu führen.

Das beobachtete hohe Maß an Stereotypen der hier beobachteten Mastbullen macht es dringend erforderlich, die Ursachen von Stereotypen weiter zu analysieren, um Möglichkeiten zur Verringerung ihrer Häufigkeit zu finden.

Der offensichtliche Zusammenhang des Futterangebots mit dem Vorkommen stereotyper Verhaltensweisen – insbesondere dem Zungenrollen –, aber auch mit dem Auftreten sozialer Interaktionen, weist darauf hin, dass hier die Haltungsansprüche und das Nahrungsaufnahmeverhalten der Tiere zukünftig mehr als bisher beachtet werden sollten.

Literatur

- Bokkers, E.A.M.; Koene, P. (2001): Activity, oral behaviour and slaughter data as welfare indicators in veal calves: a comparison of three housing systems. *Appl Anim Behav Sci* 75, pp. 1–15
- Düppjan, S.; Puppe, B. (2016): Abnormales Verhalten mit dem Schwerpunkt Stereotypen – Indikator für Leiden und beeinträchtigtes Wohlbefinden? *Berl Münch Tierärztl Wochenschr* 129, S. 93–102, DOI 10.2376/0005-9366-129-93
- Leruste, H.; Brscic, M.; Cozzi, G.; Kemp, B.; Wolthuis-Fillerup, M.; Lensink, B.; Bokkers, E.; van Reenen, C. (2014): Prevalence and potential influencing factors of non-nutritive oral behaviors of veal calves on commercial farms. *J Dairy Sci* 97: 7021–7030
- Mason, GJ; Latham, NR (2004): Can't stop, won't stop: is stereotypy a reliable animal welfare indicator? *Animal Welfare* 13, pp. S57–S69
- Mason, GJ (1991): Stereotypies – A critical review. *Anim Behav* 41, pp. 1015–1037
- Moran, J.; Doyle, R. (2015): "Cattle Behaviour" in *Cow Talk: Understanding Dairy Cow Behaviour to Improve Their Welfare on Asian Farms*, Clayton South, Australia: CSIRO Publishing
- Nimon AJ; Broom, DM (1999): The welfare of farmed mink (*Mustela vison*) in relation to housing and management: A review. *Animal Welfare* 8, pp. 205–228
- Redbo I (1998): Relations between oral stereotypies, open-field behavior, and pituitary-adrenal system in growing dairy cattle. *Physiol Behav* 64, pp. 273–278

- Sambraus, H.H.; Kirchner, M.; Graf, B. (1983): Verhaltensstörungen bei der Futteraufnahme intensiv gehaltener Mastbullen. Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V., S. 256–263
- Sambraus, H.H. (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Hg. Porzig, E.; Sambraus, H.H., Berlin, Deutscher Landwirtschaftsverlag
- Süss, M.; Andreae, U. (1984): Spezielle Ethologie – Rind. In: H. Bogner; A. Grauvogel (Hg.): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer
- Veissier, I.; Ramirez de la Fe, A.R.; Pradel, P. (1998): Nonnutritive oral activities and stress responses of veal calves in relation to feeding and housing conditions. *Appl Anim Behav Sci* 57(1), pp. 35–49
- Wechsler, B. (1992): Stereotypies and attentiveness to novel stimuli – a test in polar bears. *Appl Anim Behav Sci* 33, pp. 381–388
- Wiepkema, P.R.; Broom, D.M.; Duncan, I.J.H.; van Putten, G. (1983): “Abnormal Behaviours in farm animals”. Brussels, A Report of The Commission of the European Communities

Danksagung

Wir bedanken uns bei dem teilnehmenden Mastbullenbetrieb für die Möglichkeit, Filmaufnahmen anzufertigen und bei K. Göbel für seine technische Unterstützung.

Nutzung eines überbetrieblichen Benchmarkings beim Beratungseinsatz der digitalen Schwachstellenanalyse CowsAndMore in Milchviehbetrieben in Deutschland

Use of an inter-farm benchmarking in consulting application of the digital weak point analysis CowsAndMore in dairy farms in Germany

KATHARINA DAHLHOFF, ANDREAS PELZER

Zusammenfassung

Die digitale Schwachstellenanalyse *CowsAndMore* wird seit Anfang 2017 bundesweit als produktionstechnisches Beratungstool für milchviehhaltende Betriebe eingesetzt. Die Analyse basiert vor allem auf tierbezogenen Indikatoren, die mit relevanten ressourcen- und managementbezogenen Parametern der Haltungsbedingungen verknüpft werden. Im Rahmen eines Benchmarkings mit Ziel- und Richtwerten sowie überbetrieblichen Vergleichswerten werden Schwachstellen in der Haltungsumwelt erkannt. Zur Generierung geeigneter Vergleichswerte wurden 176 Betriebsdatensätze aus der zugrundeliegenden Datenbank ausgewertet. Der direkte Vergleich mit produktionstechnisch ähnlichen Betrieben ermöglicht es, Defizite und potentielle Risikofaktoren zu erkennen und Handlungsempfehlungen zur Optimierung von Haltung und Management abzuleiten.

Summary

The digital weak point analysis *CowsAndMore* has been used as a production-related consulting tool for dairy farms nationwide since the beginning of 2017. The analysis is based primarily on animal-related indicators that are linked to relevant resource- and management-related parameters of the husbandry conditions. Within the framework of benchmarking with target and guideline values as well as inter-farm comparison values, weak points in the husbandry environment are identified. To generate suitable comparative values, 176 farm records were evaluated from the database. The direct comparison with similar farms in terms of production technology makes it possible to identify deficits and potential risk factors and to derive recommendations to optimize husbandry and management.

1 Einleitung und Zielsetzung

Die Themen Tierwohl und Tiergerechtigkeit sind in der produktionstechnischen Beratung von Milchviehbetrieben seit vielen Jahren fest verankert. Als intelligentes Decision-Support-System unterstützt *CowsAndMore* Berater darin, eine objektive und systematische Bewertung von Haltung und Management vorzunehmen. Auf der Grundlage tierbezogener Parameter werden potenzielle Risikofaktoren für die Beeinträchtigungen der Tiere und konkrete Empfehlungen zur Optimierung der Haltungsbedingungen ermittelt. Bei der Bewertung und Beratung der Betriebe kommt dem Benchmarking mit definierten Ziel- und Richtwerten sowie überbetrieblichen Referenzwerten eine wichtige Bedeutung zu.

2 Material und Methoden

Im Zeitraum Februar 2017 bis September 2020 wurden 176 Betriebsdatensätze aus der *CowsAndMore*-Datenbank zur anonymisierten, überbetrieblichen Auswertung freigegeben. Die Struktur der Betriebe reichte von Familienbetrieben bis hin zu Großbetrieben mit mehreren Produktionsstandorten. Die Erfassung und Auswertung der Daten basierte unabhängig von der Gesamtgröße des Betriebs jedoch immer auf der Ebene einzelner Haltungsgruppen. In den untersuchten Erfassungsgruppen wurden durchschnittlich 88 Kühe gehalten. Das Tier-Liegebox-Verhältnis lag im Mittel bei 1 : 1,05, das Tier-Fressplatz-Verhältnis bei 1 : 0,86.

3 Ergebnisse

Die untersuchten Ställe waren jeweils zu 42 % mit Hochboxen bzw. Tiefboxen ausgestattet. In 8 % lagen hochverlegte Tiefboxen vor. Die Boxenpflege wurde in 62 % der Gruppen täglich vorgenommen, wobei eine tägliche Nachstreu nur zu 21 % stattfand. Während die Abmessungen der Liegeboxen in vielen der erfassten Betriebe annähernd an die Körpermaße der Tiere angepasst waren (Ø Liegeflächenlänge 184,5 cm, Ø Boxenbreite 114,0 cm), bestand u.a. bei den Einstellungen der Steuerungselemente Nackenriegel (Ø Höhe 112,6 cm, Ø Abstand zur Kotstufe 154,0 cm) sowie Bugbegrenzung (Ø Höhe über Liegefläche 14,6 cm) Nachbesserungsbedarf. Im Durchschnitt lagen 52,5 % (Ziel: 66 %) der Tiere zur Hauptruhephase nach der morgendlichen Futteraufnahme in den Boxen. Lediglich 43,1 % der untersuchten Tiere konnten sich innerhalb von 30 s in den Liegeboxen ablegen, höhere Werte gab es vor allem in Tiefboxenställen (Ø 54,8 %). Bei den Liegepositionen konnten Vorderbeinstreckungen der Tiere mit einem Anteil von durchschnittlich 7,25 % (Ziel: 20 %) beobachtet werden. Die Bewertung der Sauberkeit der Tiere (Hygienescore 1–6) lag in den einzelnen Körperregionen teilweise deutlich über

dem angestrebten Zielwert von 2,7. Umfangsvermehrungen kamen bei den untersuchten Tieren an den Tarsal- und Karpalgelenken (\emptyset 4,7 % bzw. 4,3 %), an der Wirbelsäule (\emptyset 10,8 %) sowie im Bereich des Widerrists (\emptyset 3,9 %) vor.

4 Diskussion und Ausblick

Die Ergebnisse des Benchmarkings machen deutlich, dass u. a. im Funktionsbereich Liegen große Potentiale zur Verringerung der Beeinträchtigungen der Kühe und zur Verbesserung des Tierwohls bestehen. Neben einer Sensibilisierung für die Analyse tier-, ressourcen- und managementbezogener Parameter ist dabei auch die Ableitung und Umsetzung konkreter Handlungsempfehlungen entscheidend.

Aspekte des Weideverhaltens von Milchkühen in einem Praxisbetrieb mit automatischem Melksystem (AMS) und Weide-Selektionstor

Aspects of grazing behavior of dairy cows on a farm with an automated milking system and selection gates

UWE EILERS, ELISABETH GERSTER, STEFFEN BEIGEL, HANNES SAUR

Zusammenfassung

In der landwirtschaftlichen Praxis finden sich immer mehr Betriebe, die die Vorteile von Weidegang für Milchkühe und die des automatischen Melkens gleichzeitig nutzen wollen. Dabei kommt häufig ein Weide-Selektionstor zum Einsatz, das den Weidezugang über die jeweilige Melkberechtigung des Einzeltieres reguliert. Ziel der Untersuchung war, eine Grundlage für die Optimierung der Systeme zu schaffen. Die vorliegenden Auswertungen zu Tieridentifikationen (Besuchen) am Melksystem und dezentralem Weide-Selektionstor auf einem Praxisbetrieb lassen eine Tagesrhythmik und Abhängigkeit vom Alter der Tiere erkennen. Die höchste Frequenz am Weidetor entsteht während der Abend- und Nachtstunden. Die Kühe des untersuchten Projektbetriebes gehen freiwillig im Mittel etwa einmal täglich für 6,3 Stunden auf die Weide, das Minimum beträgt 0, das Maximum 3,5 tägliche Weidegänge mit einer Gesamtdauer von knapp 18 Stunden. Die Ergebnisse geben Hinweise zur Optimierung der Einstellungen zur Steuerung des Weidegangs und des Melkanrechtes. Außerdem bieten sie erste Ansatzpunkte für die Formulierung praxisgerechter Anforderungen bezüglich der Gestaltung des Weideganges.

Summary

An increasing number of farmers want to make use of the advantages of both grazing and automated milking systems. Oftentimes, selection gates are used to regulate the access of cows to pasture based on their milking permission. The aim of our study was to identify preferences of cows to help modify AMS systems with pasture to better serve animal needs. We used individual animal identification on one study farm to evaluate cows' visits of the automated milking system and the selection gate. Our data shows that the visits were dependent on time of day and lactation number of the animals. The highest number of visits at the selection gate occurred during the evening and at night. The cows went to pasture voluntarily for an average of 6,3 hours per day in one visit. The number of visits ranged from none to 3,5 per day with a total duration of pasture use of up to almost 18 hours. Our results give valuable insights into possible ways to improve the regulation of the access to pasture and milking permission. Moreover, they offer an initial starting point to establish practical requirements with regard to the management of grazing.

1 Einleitung und Zielsetzung

Weidegang und automatisches Melken sind in der Milcherzeugung Süddeutschlands zwei Trends, die vermehrt Verbreitung in der Praxis finden. Automatische Melksysteme und technische Einrichtungen zur individuellen Steuerung des Weidegangs (Weide-Selektionstore), die häufig zum Einsatz kommen, eröffnen die Möglichkeit mithilfe der Tieridentifikationen das Verhalten von Kühen bezüglich Melken und Weidegang sowie Einflüsse darauf zu untersuchen.

2 Tiere, Material und Methoden

Zur Bearbeitung der Fragestellung wurden die Datensätze „Routing Visits“ des Melktechnikherstellers eines Projektbetriebes unter anderem in folgenden Zeiträumen genutzt: 01.05.2017 bis 30.09.2017 sowie 01.05.2019 bis 30.09.2019. Die Dateien „Routing Visits“ enthalten jede Tiererkennung im AMS und am Weide-Selektionstor auf Einzeltierbasis mit Zeitstempel und weiteren tierbezogenen Informationen wie Laktationsnummer und Laktationstag. Nach der Datenkorrektur lagen 2017 für 44 Tiere insgesamt 36.439 Datensätze und 2019 für 43 Tiere insgesamt 29.139 Datensätze zur Auswertung vor. Um den signifikanten Einfluss von Laktationsnummer und Laktationstag auf die „Anzahl Weidegänge“ bzw. die „tägliche Weidegangdauer“ in den Beobachtungsintervallen zu untersuchen, wurde eine Varianzanalyse mit gemischten linearen Modellen durchgeführt.

3 Ergebnisse

Die Auswertungen der Tieridentifikationen lassen eine Tagesrhythmik und Abhängigkeit vom Alter der Kühe erkennen. Die höchste Frequenz am Weidetor entsteht während der Abend- und Nachtstunden. Die Kühe des untersuchten Projektbetriebes gehen freiwillig unter den gegebenen Rahmenbedingungen im Mittel etwa einmal täglich für 6,3 Stunden auf die Weide, das Minimum beträgt 0, das Maximum 3,5 tägliche Weidegänge mit einer Dauer von knapp 18 Stunden. Die Laktationsnummer hat sich als hochsignifikanter Effekt auf das Weideverhalten herausgestellt während das Laktationsstadium keinen signifikanten Einfluss hat. Kühe in der 3. und 4. Laktation gehen im Mittel 1,38 Mal täglich am häufigsten und mit 8,3 Stunden am längsten auf die Weide, während ältere Kühe ab der 5. Laktation die geringste Weideaktivität zeigen (Abb. 1). Die beiden untersuchten Parameter tägliche „Anzahl Weidegänge“ und „Weidegangdauer“ sind mit einem Korrelationskoeffizienten von $R^2 = 0,9$ sehr eng korreliert.

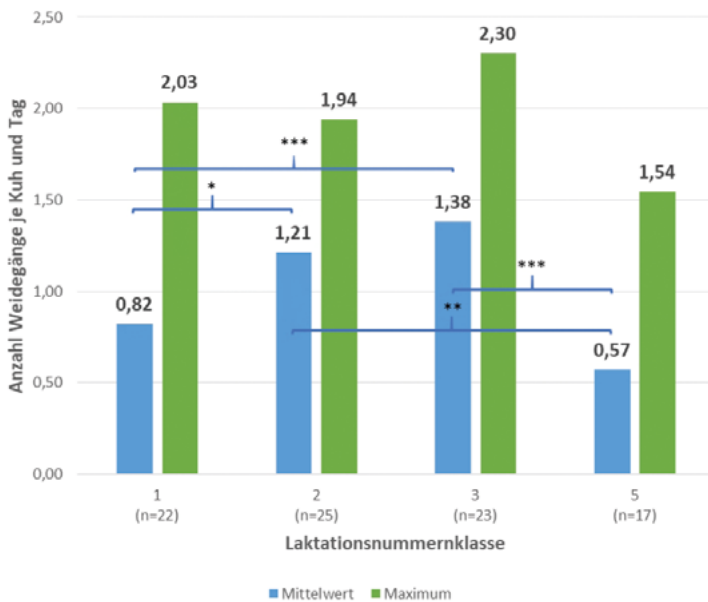


Abb. 1: Mittlere Anzahl Weidegänge je Kuh und Tag in Abhängigkeit der Laktationsnummer mit Signifikanzen im paarweisen Mittelwertvergleich (© Eilers 2021)

Fig. 1: Mean number of pasture visits per cow and day depending on lactation number. Pairwise comparison of means shows significant differences (© Eilers 2021)

4 Ausblick

Der Einsatz von Weide-Selektionstoren hat den Nachteil, Kühe an einem häufigeren Gang auf die Weide zu hindern. Auf Grundlage der vorliegenden Untersuchungen, die Hinweise bezüglich der tierindividuellen Variation im Weideverhalten von Milchkühen geben, sollten die Einstellungen zur Steuerung des Weidegangs und des Melkanrechtes diesbezüglich optimiert werden. Die Ergebnisse bieten außerdem erste Ansatzpunkte für die Formulierung praxisgerechter Anforderungen bezüglich der Gestaltung des Weideganges z. B. für den ökologischen Landbau oder für die Weidemilchproduktion.

Literatur

Eilers, U. (2021): Automatisches Melken und Weidegang - Umsetzung in der Praxis, Potenziale, Bewertung, Empfehlungen und Aspekte des Tierverhaltens. Aulendorf. Projektbericht Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg (LAZBW)

Wie wohl fühlen sich Legehennen? Erfassung und Bewertung von Daten zu Tiergesundheit und Tierwohl

How do laying hens feel? Collection and assessment of data on animal health and welfare

JOSIE SIEGEL, SABINE G. GEBHARDT-HENRICH

Zusammenfassung

Derzeit gibt es verschiedene Bewertungsmethoden, die das Tierwohl und die Gesundheit von Legehennen messen. In der Schweiz ist das MTool® das gängige Bewertungsprotokoll, um weit verbreitete Tierschutzprobleme identifizieren zu können. Es erfordert aber Betriebsbesuche. Ziel der Studie war, mithilfe einer Literaturrecherche und einer Datenerhebung auf Praxisbetrieben zu untersuchen, welche Indikatoren im Bereich Tiergesundheit und Tierwohl bei Schweizer Legehennen für ein nationales Monitoring auf Herdenebene erhoben werden können. Insgesamt wurden 50–60 Hennen aus je 18 Herden (Bioproduktion/konventionelle Produktion) von zehn Betrieben mit dem MTool® untersucht. Die Eignung der Indikatoren wurde anhand von Korrelationen mit den sogenannten Proxyindikatoren „Mortalität“ und „Uniformität“ ausgewertet. Die Ergebnisse zeigten, dass das MTool® eine geeignete Methode ist, um Tierwohl in der Praxis zu ermitteln, aber ein Schlüsselindikator, um den zeitlichen Aufwand der Datenaufnahme zu minimieren, konnte nicht identifiziert werden.

Summary

There are currently several assessment methods available to measure laying hen welfare and health. In Switzerland, the common assessment protocol is the MTool®, which identifies widespread welfare problems, but requires farm visits. The aim of the study was to investigate, with the help of a literature review and data collection on-farm, which indicators in animal health and welfare could be collected from Swiss laying hens for a national monitoring at flock level. A total of 50–60 hens from 18 flocks (organic/conventional production) from ten farms were examined with the MTool®. The suitability of the indicators was evaluated based on correlations with the so-called key indicators „mortality“ and „uniformity“ as well as with the KTBL reference values. The results showed that the MTool® was a suitable method to determine animal welfare in practice, but a key indicator to minimise the time requirements could not be identified.

1 Einleitung und Zielsetzung

Methoden zur Bewertung des Tierwohls sind zu einem wichtigen Instrument geworden, um der wachsenden Nachfrage der Gesellschaft nach tierfreundlichen Haltungssystemen gerecht zu werden. Mithilfe einer Literaturrecherche und einer Datenerhebung auf Praxisbetrieben wurde untersucht, welche Indikatoren im Bereich Tiergesundheit und Tierwohl bei Schweizer Legehennen für ein nationales Monitoring auf Herdenebene erhoben werden können.

2 Material und Methoden

2.1 Teilnehmende Betriebe und Tiere

Insgesamt wurden Daten zu 18 Herden auf zehn Betrieben in der ganzen Schweiz erhoben, die mehr als 2.000 Legehennen hielten (zwei Betriebe mit je zwei Herden, ein Betrieb mit vier Herden, Biobetriebe ($n = 6$) z. T. weisse und braune Hybriden, im Alter von 34–85 Wochen). Ziel war es, 50 Hennen pro Herde zu untersuchen.

2.2 Studiendesign

In einem ersten Schritt wurde eine Literaturrecherche zur Ermittlung von Indikatoren für Tiergesundheit (TG) und Tierwohl (TW) bei Legehennen mit der Software Distiller SR™ in Übereinstimmung mit den PRISMA-Leitlinien durchgeführt (Moher et al. 2015). Diese Indikatoren wurden hinsichtlich ihrer Eignung zur Erhebung von TG und TW analysiert und klassifiziert. In einem zweiten Schritt wurde anhand der Referenzmethode MTool®, die Eignung der klassifizierten Indikatoren im Bereich TG und TW in der Praxis überprüft.

Korrelationen zwischen den Indikatoren des MTools® und Mortalität und Uniformität wurden auf Herdenebene nicht parametrisch (Kendall's Rangkoeffizient τ) ausgewertet. Herden wurden aufgrund der MTool® Daten und der KTBL Referenzwerte (Knierim et al. 2020) anhand von Ziel- und Sollwerten ausgewertet. Die Indikatoren für TG und TW wurden in die folgenden Überbegriffe eingeteilt:

- Gute Haltung und Ernährung (Erreichen des Sollgewichts, Anteil der Herde unter 90 % des Sollgewichts, Uniformität im Körpergewicht)
- Gesundheit (Mortalität, Entzündungen an der Kloake (Ausfluss/Rötung))
- Vermeidung von Schäden, Schmerzen, Angst (Gefiederschäden, Hautverletzungen, Brustbeinfrakturen, Zehenverletzungen, Fussballengeschwüre)

3 Ergebnisse

Insgesamt konnten 69 Publikationen (1948–2019) in Bezug auf TG und TW bei Legehennen gefunden werden, wobei sich etwa 51 % der wissenschaftlichen Artikel auf die Erhebungsmethoden tierbasierter Indikatoren bezogen. Indikatoren wie Mortalität wiesen eine hohe interne Validität auf, aber waren wenig sensitiv für die Erhebung von TG und TW. Auch der Antibiotikaverbrauch hatte eine hohe interne Validität und einen guten Bezug zur TG, aber nicht zum TW. Tierhaltungslabels (Wintergarten und Weide) hatten einen mittelmässigen bis guten Bezug zum TW, aber nicht zur TG. Die anderen häufig genannten Indikatoren wie Uniformität, Gefiederbonitur, Pododermatitis, Brustbeinschäden und Milben, die in der Literatur vorkommen, werden auf Schweizer Betrieben nicht routinemässig erhoben.

Die Praxisdaten zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Hybriden, mit Ausnahme einer höheren Inzidenz von Pododermatitis bei LSL-Hennen (Fisher's Exact Test, $p < 0,005$, $df = 3$). Grundsätzlich bestand Handlungsbedarf bei Gefiederschäden, Pickverletzungen, Brustbeindeformationen/brüche und Kot auf dem Gefieder. Gemäß KTBL-Referenzwerten waren mehr als die Hälfte der Herden beim Anteil der Tiere in der Herde, die unter 90 % des Sollgewichts hatten, und beim Anteil der Tiere mit Zehenverletzungen im inakzeptablen Bereich. Beim Erreichen des Sollgewichts, der Uniformität, der Mortalität und bei der Prävalenz von Pododermatitis waren die Mehrzahl der Herden besser als der Zielwert. Außer Entzündungen an der Kloake und Kloakenvorfall korrelierte kein erhobener Indikator mit dem Schlüsselindikator Mortalität (Entzündungen: $\tau = 0,58$, $P = 0,002$; Kloakenvorfall: $\tau = 0,44$, $P = 0,03$, $N = 18$).

4 Ausblick

Es konnten Indikatoren zur Erhebung von TG und TW für Legehennen in den Bereichen Gesundheit, Gute Haltung und Ernährung und Vermeidung von Schmerzen, Schäden, Angst gefunden werden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das MTool® ein nützliches Instrument für die Bewertung des Wohlergehens von Legehennen in der Schweiz sein kann, mit dem die wichtigsten Tierschutzprobleme angegangen werden können, aber es konnten keine Schlüsselindikatoren gefunden werden, die mit weniger Aufwand zu erheben wären. Wie in der Literatur erwähnt, war die Mortalität nicht geeignet, die TG und das TW genügend abzubilden.

Literatur

- Knierim, U.; Gieseke, D.; Michaelis, S.; Keppler, C.; Spindler, B.; Rauch, E.; Petermann, S.; Andersson, R.; Schultheiß, U.; Zapf, R. (2020): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Geflügel. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Jung- und Legehennen, Masthuhn, Mastpute. Darmstadt, KTBL, 2. Auflage
- Moher, D.; Shamseer, L.; Clarke, M.; Ghersi, D.; Liberati, A.; Petticrew, M.; Shekelle, P.; Stewart, L.A. (2015): Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. *Systematic reviews* (4), pp 1-9

Förderhinweis

Diese Forschung wurde durch das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) und das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) finanziert; Projektnummer: 1.18.14TG Smart Animal Health.

Umstellung vom Warm- zum Außenklimastall für die Einstiegsstufe Schwein des Labels „Für Mehr Tierschutz“ vor dem Hintergrund der Kaudophagie

Change-over from exclusive indoor housing systems of pig farms to additional outside climate in the base level of the label "for more animal welfare" with the background of Caudophagy

MIRIAM GOLDSCHALT, MELANIE DOPFER, ESTHER MÜLLER, BIANCA HAUSSNER

Zusammenfassung

Schwanzbeißen (Kaudophagie) wird als multifaktorielles, das Wohlbefinden und die Gesundheit der Tiere beeinträchtigendes Beschädigungsverhalten beschrieben. Es bedient sich grundlegender natürlicher Verhaltensmuster der Schweine, wie Saugen, Erkundungs- oder Nahrungssuchverhalten, welche unter nicht tiergerechten, reizarmen Haltungsbedingungen sowie unter Stress und Frustration in Stärke und Häufigkeit stark zunehmen und auf Artgenossen fehlgeleitet werden. In den in der konventionellen Schweinehaltung meist anzutreffenden Warmställen mit unstrukturierten Vollspaltenbuchten kommen viele Schlüsselfaktoren zum Tragen. So konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Buchtenausgestaltung und der Häufigkeit des Schwanzbeißen nachgewiesen werden. In Warmställen mit Vollspaltenböden ist die Wahrscheinlichkeit des Schwanzbeißen demnach erheblich höher als in Außenklima- oder Kaltställen oder auf Teilspalten- bzw. planbefestigten Böden.

Der Deutsche Tierschutzbund ist mit seinem zweistufigen Tierschutzlabel „Für mehr Tierschutz“ neue Wege gegangen, um ein abbildbares Mehr an Tierschutz in den Ställen umzusetzen. Für die Haltung von Mastschweinen in der Einstiegsstufe bestand anfangs keine Verpflichtung zum Außenklimakontakt und für den Kupierverzicht eine Übergangsregelung (Kupieren der Schwänze um maximal ein Drittel der Schwanzlänge zulässig). In der Premiumstufe dagegen war von Beginn an die Auslaufhaltung verpflichtend und die Amputation des Schwanzes generell verboten. Durch höhere Platzanforderungen, Ausgestaltung von Funktionsbereichen, Angebot tiergerechter, organischer Beschäftigungsmaterialien, erhöhte Anforderungen an Stallklima und Licht, Fütterung und Tränkung, planbefestigte (mit Einstreu oder Matten ausgestattete) Liegebereiche sowie intensivere Kontrolle, Pflege und Behandlung der Tiere wurde versucht, auch ohne Außenklimakontakt in der Einstiegsstufe eine verbesserte Haltungsumwelt zu schaffen. Es zeigte sich allerdings, ebenfalls durch die bei der Schlachtung der Mastschweine routinemäßig erhobenen tierbezogenen Kriterien „Schwanzlänge und Schwanzverletzungen“, dass in der Einstiegsstufe ein Schwanzbeißgeschehen auch bei den kupierten Tieren nicht immer zu verhindern war. Die erprobten Maßnahmen zur Optimierung der Haltungsbedingungen

erwiesen sich somit als nicht ausreichend, sodass ein Verzicht auf den zootechnischen Eingriff unter Warmstallbedingungen trotz der erhöhten Auflagen ohne das Risiko von tierschutzrelevanten Verletzungen nicht zuverlässig umsetzbar war.

Im Rahmen der Einstiegsstufe des Tierschutzlabels wurde deutlich, dass trotz massiven Engagements und deutlich höheren Standards eine tiergerechte Haltung von Schweinen in Warmställen, bei der auf das Kupieren der Schwänze verzichtet werden kann, nicht möglich ist. Zurückzuführen ist dies auf die den Haltungssystemen fehlenden, jedoch für Schweine essenziellen Reize, die insbesondere ein Außenklimakontakt mit sich bringt. Auf Basis dieser Erfahrungen und der vorhandenen wissenschaftlichen Erkenntnisse, gilt auch in der Einstiegsstufe seit dem 1. Januar 2021 nun unter anderem das verpflichtende Kriterium des Außenklimakontaktes und des Verzichts auf das Schwanzkupieren. Die Erfahrungen im Bereich des Tierschutzlabels unterstreichen, dass für eine tiergerechte Haltung, welche Voraussetzung für die Umsetzung des Kupierverzichts und damit des EU-Rechts ist, die bestehenden Haltungsformen neu gedacht und grundlegend umstrukturiert werden müssen.

Summary

The base level of the label “for more animal welfare” made clear that it is impossible to abandon the procedure of tail docking and to ensure an animal-friendly husbandry in pigs kept in exclusive indoor housing systems, even with an outstanding engagement and significant higher standards. This is due to the lack of essential stimuli for pigs, which can particularly be implied with contact to an outside climate. Based on these experiences and on current scientific data, the base level requires obligatory an outside climate and not to execute tail docking since 1st of January 2021. All the collected experiences of the label underline the necessity of rethinking and restructuring the current system of pig farming for an animal-friendly husbandry without tail docking, which is the precondition for the fulfilment of EU-legislation.

Literatur kann beim Autor erfragt werden.

Gewalt(-freiheit) in der Hundehaltung und -erziehung: Das aktive Wegtreiben als Erziehungsmethode beim *Canis lupus familiaris*

Violence or non-violence in the keeping and parenting of dogs (*Canis lupus familiaris*): the active drive-off method

BETTINA HINTE-BREINDL, SARAH MÄKELBURG, OLAF R.P. BININDA-EMONDS,
UDO GANSLOSSER

Zusammenfassung

Im Zuge des Forschungsprojekts „Gewalt(-freiheit) in der Hundehaltung und -erziehung“ wurde das aktive Wegtreiben als Erziehungsmethode beim Hund in den Blick genommen. Diese Methode hat unter dem Copyright „Join Up“ (Roberts 2005) ihren Ursprung in der Pferdeerziehung. Sie unterliegt tierschutzbezogener Kritik.

Mithilfe eines Online-Fragebogens sind 92 Anwendende der Methode befragt worden. Zudem wurde die Lexington Attachment to Pets Scale (LAPS) abgefragt (Johnson et al. 1992, Hielscher et al. 2018). Die Auswertung erfolgte mit SPSS 26. 95,7 % geben als Ziel an, dass ihr Hund versteht, welches Verhalten unerwünscht ist, 75,0 % möchten erreichen, dass sich ihr Hund ihnen freiwillig anschließt. Die Dauer beträgt bei 47,3 % weniger als eine Minute, bei 38,5 % zwischen einer und fünf Minuten, bei 11,0 % zwischen sechs und 15 Minuten. Sich groß machen und auf den Hund zugehen (65,7 %) und verbale Äußerungen (45,4 %) sind die meist-genannten Mittel. 37,4 % werfen Gegenstände in Richtung des Hundes, wobei 7,4 % auch gezielt auf das Tier werfen. Nach Angabe der Anwendenden zeigen alle Hunde während der Durchführung Belastungsanzeichen (Belastungsanzeichen nach Handelman 2010), 98,9 % auch in den 15 Minuten danach. Die Auswertung des LAPS ergibt eine niedrigere Bindung der Anwendenden zum Hund ($M = 43,85$) als der bundesdeutsche Durchschnitt ($M = 55,07$) (Hielscher et al. 2018).

Die Befragung zeigt, dass unter der Methode des aktiven Wegtreibens unterschiedliche Ausführungen verstanden werden. In der Bewertung der Methode muss eine kurzzeitige Ausführung von einer längerzeitigen unterschieden werden. Die längerzeitige Version steht verhaltensökologisch und -biologisch im deutlichen Widerspruch zum Bedürfnis des Hundes nach einer verlässlichen sozialen Beziehung zum Haltenden und auch zum genannten Ziel vieler Befragter nach dem freiwilligen Anschluss ihres Hundes, denn Daten an diversen Wildcaniden zeigen, dass Elterntiere diese Methode nur zur Unterstützung des Abwanderungsdrucks gegen pubertierende Nachkommen einsetzen, was laut anekdotischen Beobachtungen an Haushunden auch bei diesen der Fall ist.

Summary

In the framework of our research project on violence or non-violence in the keeping and parenting of dogs, we took a closer look at the active drive-off method. This method derives from the Join-Up® method of horse training (Roberts 2005), which itself has been subject to critique from animal-welfare advocates.

Ninety two users completed an online questionnaire about the method and the relationship with their dogs was also assessed using the Lexington Attachment to Pet Scale (LAPS; Johnson et al. 1992, Hielscher et al. 2018). SPSS 26 was used for statistical analysis. The aim of 95.7 % of all users was for their dog to understand which behaviors were unwanted, with 75.0 % wanting their dog to join them voluntarily after being actively driven off. The duration of drive-off bouts varied from less than a minute (47.3 %) to from one to five minutes (38.5 %) to from six to 15 minutes (11.0 %). Making oneself large while approaching the dog (65,7 %) and verbal expressions (45,4 %) were the most mentioned practices. In addition, 37,4 % throw objects in the direction of the dog, with 7,4 % targeting the dog directly. According to the users, every dog showed indicators of stress (following Handelmann 2010) during the application of the method, with 98,9 % continuing to do so sometime in the 15 minutes thereafter. Users of the active drive-off method scored lower in total LAPS score ($M = 43.85$) than the German average ($M = 55.07$) (Hielscher et al. 2018).

Our survey indicates that a distinction must be drawn between a short versus a long-term application of the active drive-off method. From the perspectives of behavioral ecology and behavioral biology, a long-term application of the method conflicts with the need of the dog for a reliable relationship with its owner as well as with the aim of many users for their dog to voluntarily join them afterwards. Data from wild canids and anecdotal observations of domestic dogs reveal that the active drive-off method is only used by parental animals to support the natural dispersal tendencies of their pubescent offspring.

Literatur

- Handelman, B. (2010): Hundeverhalten. Mimik, Körpersprache und Verständigung. Stuttgart, Kosmos
- Hielscher, B.; Gansloßer, U.; Froboese, I. (2018): Attachment to Dogs and Cats in Germany. Translation of the Lexington Attachment to Pets Scale (LAPS) and description of the pet owning population in Germany. *Human-Animal Interaction Bulletin* 7(2) pp. 1-18
- Johnson, T.P.; Garrity, T.F.; Stallones, L. (1992): Psychometric Evaluation of the Lexington Attachment to Pets Scale (LAPS). *Anthrozoös. A Multidisciplinary Journal of the Interactions of People and Animals* 5(3), pp. 160-175
- Roberts, M. (2005): Die Sprache der Pferde. Die Monty-Roberts-Methode des JOIN-UP. Bergisch Gladbach, Lübbe

Zur tiergerechten Haltung von Königspythons (*Python regius*) – Beurteilung unterschiedlicher Haltungssysteme unter den Aspekten des Tierverhaltens und der Stressbelastung

Animal-appropriate housing of ball pythons (*Python regius*) – Behavior-based evaluation of two types of housing systems and stress load

TINA HOLLANDT, ANNA-CAROLINE WÖHR, MARKUS BAUR

Zusammenfassung

Der Königspython (*Python regius*) ist durch seine gezüchtete Variabilität und seiner breiten Haltungsparametertoleranz weltweit eine der am häufigsten gehaltenen Reptilienarten. Als Alternative zur klassischen Terrarienhaltung werden oft Racks eingesetzt. Das Ergebnis der Studie zeigt, dass in der Rackhaltung die Bedürfnisse des Königspythons nicht gedeckt werden können. Die Verhaltensbeobachtung und -auswertung mittels eigens erstelltem Ethogramm zeigt signifikante Abweichungen im Verhaltensmuster der Tiere in den Haltungssystemen.

Summary

The ball python (*Python regius*) is one of the most commonly kept reptile species in the world due to its bred variability and wide tolerance of husbandry parameters. Racks are often used as an alternative to traditional terrarium husbandry. The result of the study shows that in rack housing the needs of the ball python cannot be met. Behavioral observation and evaluation by means of specially prepared ethogram shows significant deviation in the behavioral pattern of the animals in the housing systems.

1 Einleitung und Zielsetzung

Der Königspython ist weltweit eines der am häufigsten gehaltenen Reptilien. Über die verschiedenen Haltungssysteme (Rack und Terrarium) wird seit längerer Zeit kontrovers diskutiert. Ziel der Studie ist eine wissenschaftlich fundierte Aussage zur tiergerechten Unterbringung des Königspythons.

2 Material und Methoden

Der Königspython (*Python regius*) ist mit maximal 1,8 m Länge der zweitkleinste Vertreter seiner Gattung. In seinem Verbreitungsgebiet (Zentral- und Westafrika) besitzt die gedrungene Schlange mit dem abgesetzten Kopf eine hellbraune Grundfarbe mit dunkleren Sattelflecken. Durch züchterisches Einwirken ist sowohl Farbe als auch Musterung sehr variabel. In der Untersuchung wurden Rack- und Terrarienhaltung gegenübergestellt (Abb. 1). Die Rackschubladen wurden im hinteren Teil beheizt aber nur durch die Front indirekt beleuchtet und mit einem Versteck und einer Wasserschale bestückt. Der Boden wurde mit Zeitung ausgelegt. Das Terrarium wurde neben der Grundlichtquelle mit einer UV-Lampe beleuchtet. Die Einrichtung bestand aus Ästen, Moos, einer Wasserschale und

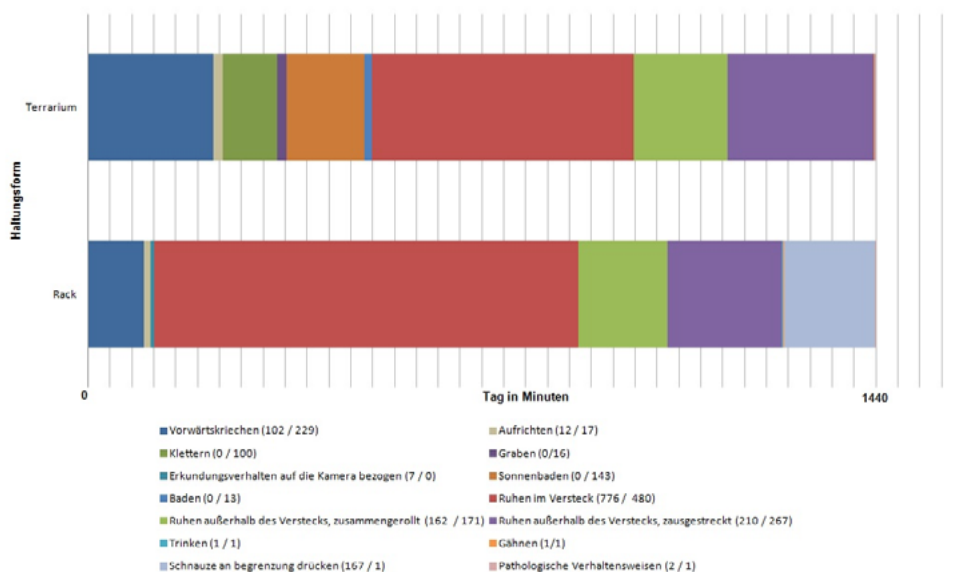


Abb. 1: Verhaltensverteilung in Minuten (gesamt 1.440 min) in Rack und Terrarium, Zahlenangaben in Klammern: (Verhalten im Rack in Minuten/Verhalten im Terrarium in Minuten)

Fig. 1: Behavior distribution in minutes (total 1.440 min) in rack and terrarium, numbers in parentheses: (behavior in rack in minutes/behavior in terrarium in minutes)

einem Versteck. Der Bodengrund bestand aus Erde-Sandgemisch. Während des Untersuchungszeitraums wurden die Tiere in beiden Systemen an fünf Folgetagen per Video beobachtet und die Daten mittels Ethogramm ausgewertet.

3 Ergebnisse

Die Untersuchung zeigte signifikante Unterschiede in Dauer und Ausprägung des beobachteten Verhaltens in Rack und Terrarium. Daraus resultierend ist, dass die Rackhaltung außer für Quarantäne und während medizinischer Behandlungen nicht als artgerechte Unterbringung für einen Königspython anzunehmen ist.

4 Diskussion

Die Untersuchung soll als Grundlage für eine Überarbeitung der rechtlichen Bestimmungen zur Reptilienhaltung dienen. Dazu zählt eine Konkretisierung der geforderten Haltingsansprüche, die artspezifisch festgelegt werden müssen.

Förderhinweis

Die Studie wurde durch Mittel des Ingo-und-Waltraud-Pauler-Fond unterstützt.

Bewertung der Tiergerechtheit des Haltungsverfahrens Paddock Paradise für Pferde mit einem digitalen Beratungstool

Animal welfare assessment of the Paddock Paradise housing system for horses with a digital consulting tool

LEONIE KRÜGER, MIRIAM BAUMGARTNER, BERNHARD HÖRNING

Zusammenfassung

Die Bewertung der Tiergerechtheit in der Praxis gewinnt zunehmend an Bedeutung. Von der TU München wurde ein Bewertungssystem entwickelt, welches zusammen mit Partnern für die Anwendung in der Praxis zu einer App (BestTUPferd) weiterentwickelt wird (Baumgartner et al. 2021). Das System enthält tier-, management- und ressourcenbezogene Indikatoren. Das Paddock Paradise ist ein Haltungssystem, bei dem auf einem Rundweg um eine Weide verschiedene Haltungseinrichtungen (Liegebereich, Raufutterangebot, Tränken, Wälzplatz etc.) verteilt angeboten werden, um die Pferde zu Bewegung zu animieren. Ziel der Arbeit war, dieses recht neue Haltungssystem mit der App „BestTUPferd“ zu bewerten und die Anwendbarkeit der App zu überprüfen.

Im Winter 2021 wurden 13 pferdehaltende Betriebe mit Paddock Paradise in vier Bundesländern aufgesucht. Zehn Betriebe hielten Pensionspferde. Es wurden sowohl Groß- (n = 11), als auch Kleinpferde (n = 9) gehalten – i. d. R. Stuten und Wallache gemeinsam (n = 11). In 15 Gruppen wurden insgesamt 214 Pferde gehalten (Spanne 6–50 Pferde je Gruppe), wovon 195 Pferde einzeln bonitiert wurden.

Mit der App „BestTUPferd“ werden in vier Erhebungsbereichen („Säulen“: Verhalten im Kontext von positiven Empfindungen, Guter Gesundheitszustand, Pferdegerechte Haltungsbedingungen, Ökologisch nachhaltige Pferdehaltung) mit 16 Kriterien insgesamt ca. 300 Indikatoren bewertet. Für die Säulen, Kriterien und Unterkriterien werden im Ergebnis Gesamtscores ausgewiesen. Für jeden Indikator (Score zwischen 0 und 100) sind Zielbereiche (z. B. ≥ 60) und Grenzbereiche (z. B. ≤ 30) festgelegt. Zusätzlich legt das System Knock-out-Kriterien fest, die akuten Handlungsbedarf des Betriebes aufzeigen und die bei einer möglichen Zertifizierung bestanden werden müssen. Das Tierverhalten wird jeweils 20 Minuten in einer entspannten Situation (z. B. im Ruhebereich) und einer angespannten Situation (z. B. vor der Fütterung) beobachtet (Zusammensein, aggressives Verhalten mit geringem oder mit hohem Verletzungsrisiko sowie Verhaltensauffälligkeiten wie Wetzen, Belecken). Die Ergebnisse wurden erfasst in Anzahl je Pferd in 20 Minuten, als Auswertung erfolgten Korrelationen (Pearson oder Spearman).

Zusammensein war in der entspannten Situation häufiger als in der angespannten Situation ($1,64 \pm 1,50$ vs. $0,40 \pm 0,39$ je Pferd in 20 min) und aggressive Verhaltensweisen mit geringem Verletzungsrisiko seltener ($1,14 \pm 0,68$ vs. $1,44 \pm 0,69$). Aggressives

Verhalten mit hohem Verletzungsrisiko ($0,01 \pm 0,03$ vs. $0,01 \pm 0,05$) und Verhaltensauffälligkeiten ($0,0 \pm 0,0$ vs. $0,01 \pm 0,05$) kamen deutlich seltener vor und traten nur in zwei Gruppen auf. Damit zeigten die Pferde anhand ihres Verhaltens im Vergleich zum Durchschnitt aus 48 Betrieben mit Einzel- oder Gruppenhaltung (unveröff.) weniger Stressanzeichen und einen höheren Anteil an Indizien für positives Befinden. Zwischen den Verhaltensweisen bestanden nur wenige Korrelationen (z. B. positive Korrelation zwischen geringer Aggression und Zusammensein in der entspannten Situation). Der Gesamtscore betrug im Mittel 79,9. Jedoch wurden die Anforderungen der Knock-out-Kriterien bei 13 der 15 Gruppen in acht von 43 KO-Kriterien teils nicht eingehalten (v. a. Körperkondition, Liegebereich, Einzäunung). Das Haltungssystem Paddock Paradise wurde durch BestTUPferd insgesamt als gut bewertet. Besonders hohe Bewertungen (> 90) gab es in den Kriterien Abwesenheit von Verhaltensauffälligkeiten, Sozialkontakt, Bewegungsangebot und Komfort. Die Nutzung der App auf dem Tablet erwies sich als anwenderfreundlich. Die Beurteilung dauerte im Mittel 3 bis 4 Stunden.

Summary

To evaluate animal welfare of horse husbandry, together with partners, the TU Munich developed the digital consulting tool “BestTUPferd”. In 2021 we assessed 13 horse farms with the Paddock Paradise housing system using BestTUPferd. Approximately 300 animal-, management- and housing-related indicators were recorded in the four principles behavior indicating positive affective states, good health status, horse-appropriate housing conditions and environmentally sustainable horse husbandry. BestTUPferd defines knock-out criteria that must be fulfilled for potential certification in the future.

Compared to the results from 48 farms with individual or group housing (unpublished), the animals showed a higher proportion of sociopositive behaviour and fewer signs of stress. The total score was on average 79.9. However, the requirements of the knock-out criteria were partly not met in 13 of the 15 groups in 8 of 43 knock-out criteria.

The Paddock Paradise housing system was rated as good by BestTUPferd. The special features of the housing system lead above all to positive evaluations in the criteria behavioural problems, social contact, range of exercise and comfort. The use of BestTUPferd on the tablet proved to be user-friendly (3 to 4 hours assesment).

Literatur

Baumgartner, M.; Kuhnke, S.; Hülsbergen, K.-J.; Erhard, M.H.; Zeitler-Feicht, M.H. (2021): Improving Horse Welfare and Environmental Sustainability in Horse Husbandry: Linkage between Turnout and Nitrogen Surplus. In: Sustainability 13(16), p. 8991, DOI: 10.3390/su13168991

Die Fütterungsfrequenz bei Mischrationen beeinflusst das Fress- und Sozialverhalten von Milchschaafen – Erhebung auf Schweizer Betrieben

The frequency of feed delivery with mixed rations effects feeding and social behaviour of dairy sheep – Evaluation on Swiss farms

LISA MADDALENA, ROXANNE BERTHEL, FRIGGA DOHME-MEIER, NINA KEIL

Zusammenfassung

Durch die Fütterung von Mischrationen soll verhindert werden, dass Wiederkäuer die Futterkomponenten selektieren, damit die Futterqualität über den Tag hinweg konstant bleibt (Schingoethe 2017). Da Schafe jedoch sehr gute Futterselektierer sind (Wahed und Owen 1986) ist zu erwarten, dass bei einer Futtervorlage von lediglich ein- oder zweimal am Tag die Qualität mit der Zeit abnimmt und sie um frisches Futter konkurrieren. In diesem Versuch wurde untersucht, ob bei Milchschaafen eine Erhöhung der Fütterungsfrequenz (FF) (=mehrfache Frischfuttervorlage) die Konkurrenz um das Futter verringern kann.

Das Tierverhalten wurde auf acht Schweizer Milchschaafbetrieben an jeweils vier Tagen aufgezeichnet, d.h. an zwei Tagen mit betriebsüblicher FF (i.d.R. 1–2 x täglich) und anschliessend, nach einer Angewöhnung von 10–12 Tagen, an zwei Tagen mit erhöhter FF. Bei der erhöhten FF wurde die gleiche Futtermenge wie bisher, aber in kleineren Portionen 5–6 x über den Tag verteilt gefüttert. Die Futterkonkurrenz wurde anhand des Anteils gleichzeitig fressender Tiere in der Herde sowie der Anzahl an agonistischen Interaktionen zwischen Schafen am Fressplatz gemessen. Das Verhalten wurde in 10-min-Intervallen über vier Stunden nach der ersten morgendlichen Fütterung direkt beobachtet. Es wurden drei verschiedene Kategorien von agonistischem Verhalten unterschieden, je nachdem welches Tier (wartend oder fressend) die Auseinandersetzung gewann oder verlor. Zwei Betriebe mussten ausgeschlossen werden, da sie den Versuchsansatz nicht korrekt umgesetzt hatten.

Pro Betrieb wurden die Interaktionen pro Fressplatz in 10 min für vor und nach der FF-Änderung gemittelt. Der einseitige Wilcoxon Rangsummen Test für verbundene Stichproben zeigte, dass sich die Interaktionen insgesamt bei mehrfacher Futtervorlage reduzierten ($V = 20$; $p = 0,03$). Die gleiche Analyse für jede der drei Kategorien ergab, dass sich vor allem Auseinandersetzungen unter fressenden Tieren reduzierten (Kat.3: $V = 20$; $p = 0,03$), während beim Verdrängen eines fressenden Tieres (Kat.1: $V = 18$; $p = 0,08$) und Vertreiben eines wartenden Tieres (Kat.2 $V = 17$; $p = 0,11$) eine Abnahme nicht nachweisbar war. Für jeden Betrieb wurde anhand Regressionsmodellen die Steigung berechnet, mit der der Anteil gleichzeitig fressender Tiere über die Beobachtungs-

zeit abnahm. Der zweiseitige Wilcoxon Rangsummentest für verbundene Stichproben zeigte, dass sich diese Steigungen zwischen vor und nach der Änderung in der FF unterschieden ($V = 0$; $p = 0,03$). Bei nur einer Fütterung am Morgen beendeten im Median die Hälfte der Tiere der Herden nach ca. zwei Stunden das Fressen, während dies bei erhöhter FF erst nach ca. drei Stunden eintrat.

Trotz der begrenzten Stichprobengröße und einer hohen Variabilität vieler Faktoren zwischen den Betrieben konnten wir zeigen, dass eine Erhöhung der FF die Konkurrenz um das Futter zwischen den Milchschaafen vermindern kann. In Betrieben mit manueller Futterverteilung erfordert eine erhöhte Fütterungsfrequenz jedoch einen hohen Arbeits- und Zeitaufwand. Für Landwirte, die einen Fütterungsroboter einsetzen, wäre eine Verteilung des Futters über mehrere Male pro Tag leicht umzusetzen.

Summary

When feed is delivered only once per day, dairy sheep are expected to compete for the fresh feed, as the quality will decline over time due to feed sorting (Wahed and Owen 1986). This experiment tested whether increasing the frequency of feed delivery (FFD) would reduce this competition in dairy sheep fed with mixed rations.

Animal behaviour was recorded on eight Swiss dairy sheep farms on two consecutive days with the usual FFD of the farm (1–2 times/day) and 10–12 days after the experimental increase in the FFD for two more days. For the increased FFD, the same amount of feed was distributed in smaller portions but provided 5–6 times per day. The competition for feed was measured by the number of agonistic interactions between sheep as well as with the proportion of simultaneously eating sheep recorded by direct observation in 10 min-intervals over four hours after the first morning feed delivery. Three different types of agonistic behaviours were distinguished. Two farms were excluded from the analysis due to incorrect execution of the experiment.

The one-sided Wilcoxon rank sum test for paired samples showed that overall interactions were reduced with multiple feed deliveries ($V = 20$; $p = 0.03$). The same analysis for each of the three categories showed that mainly interactions between two feeding animals were reduced (Cat.3: $V = 20$; $p = 0.03$), while a decline in displacing feeding animals (Cat.1: $V = 18$; $p = 0.08$) and driving away waiting animals (Cat.2: $V = 17$; $p = 0.11$) was not detectable. For each farm, the regression slopes with which the proportion of simultaneously eating animals decreased over the four-hour observation period were calculated. The two-sided Wilcoxon rank sum test for paired samples showed that more animals ate for a longer time after the increase in FFD compared to before ($V = 0$; $p = 0.03$).

Despite the limited sample size and high variability of many factors between farms, we were able to show that increasing the FFD can reduce competition for feed between dairy sheep.

Literatur

Schingoethe, D. J. (2017): A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 100(12), <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2017-12967>

Wahed, R.; Owen, E. (1986): Comparison of sheep and goats under stall-feeding conditions: roughage intake and selection. *Animal Science* 42(1), pp 89–95

Nationales Tierwohl-Monitoring – Was sind geeignete Indikatoren für Haltung, Transport und Schlachtung von Schaf und Ziege?

National Animal Welfare Monitoring – Which are suitable indicators for the keeping, transport and slaughter of sheep and goats?

REGINA MAGNER, UTE SCHULTHEIB, MARLEN BIELICKE, CHRISTEL SIMANTKE, EDNA HILLMANN

Zusammenfassung

Im Rahmen des Projektes „Nationales Tierwohl-Monitoring“ fanden zwei Fachgespräche mit Teilnehmern aus Wissenschaft, Beratung und Praxis statt. Ziel war es, Indikatoren zu diskutieren, die in Deutschland geeignet sind, den Status quo des Tierwohls von Schafen und Ziegen während Haltung, Transport und Schlachtung und dessen Veränderung über die Zeit abzubilden. Die Experten schlugen zunächst Indikatoren vor, priorisierten diese vorab und diskutierten sie während der Fachgespräche hinsichtlich ihrer Eignung für ein nationales Tierwohl-Monitoring. Es wurde insbesondere die Bedeutung tierbezogener Indikatoren sowie die Sachkunde der an den Prozessen beteiligten Personen hervorgehoben.

Summary

In the context of the project „National Animal Welfare Monitoring“, two online-conferences with experts from science, consulting and practice took place in spring 2021. The aim was to find indicators suitable to address the status quo of animal welfare during the husbandry, transport and slaughtering of sheep and goats in Germany and show its development over time. Special emphasis was put on animal-based indicators and the expertise of people working with animals.

1 Hintergrund

Bislang existiert keine fundierte Berichterstattung über den Status quo und die Entwicklung des Tierwohls in Deutschland, wie es sie z. B. für verschiedene Umweltbereiche (Nitratbericht, Waldzustandsbericht) gibt. Dabei wird seit vielen Jahren intensiv über Tierwohlindikatoren geforscht (u. a. AWIN, Welfare Quality) und von verschiedenen Seiten ein Tierwohl-Monitoring gefordert (u. a. Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik 2015, BMEL 2019).

Ziel des Projektes „Nationales Tierwohl-Monitoring“ ist es, die Grundlagen für ein regelmäßiges bundesweites Tierwohl-Monitoring für verschiedene Tierarten zu erarbeiten. Dieser Beitrag fokussiert auf Fachgespräche zur Diskussion geeigneter tier-, management- und ressourcenbezogener Indikatoren für Haltung, Transport und Schlachtung von Schafen und Ziegen.

2 Methodik

Im Frühjahr 2021 führten die HU zu Berlin und das KTBL zwei Online-Fachgespräche durch, um gemeinsam mit 20–25 Experten über geeignete Tierwohl-Indikatoren für Schafe und Ziegen zu diskutieren. Dabei wurden Erfahrungen aus Wissenschaft, Praxis und Beratung zusammengetragen und methodische Aspekte der Indikatoren-Erhebung diskutiert.

Im Vorfeld der Gespräche benannten alle Experten maximal zehn Indikatoren je Tierart/Nutzungsrichtung/Lebensabschnitt, die sich aus ihrer Sicht am besten für ein nationales Monitoring eignen würden. Auf Basis dieser Rückmeldungen erstellte das Team eine Online-Abstimmung, die den Teilnehmenden eine Priorisierung aller vorgeschlagenen Indikatoren ermöglichte. Diese enthielt je 30 bis 40 Indikatoren für die Haltung von Lämmern, adulter und/oder milchliefernder Tiere sowie für Transport und Schlachtung. Das Ergebnis dieser Indikatoren-Abstimmung wurde in den Fachgesprächen vorgestellt und die Indikatoren bezüglich Eignung und Praktikabilität für ein nationales Tierwohl-Monitoring diskutiert.

3 Ergebnisse und Diskussion

Für Transport und Schlachtung wurde insbesondere die Bedeutung tierbezogener Indikatoren sowie die Sachkunde der an den Prozessen beteiligten Personen hervorgehoben. Für den Transport wurden der Umgang mit und das Verhalten der Tiere beim Auf- und Abladen, Ladedichte, Transportfähigkeit, Sauberkeit der Tiere, Thermoregulation, transportbedingte Verletzungen und Lahmheiten, Dokumentation des Transports, Transportdauer, Wasser-/Futtermittellversorgung, Gruppenzusammenstellung sowie Ausstattung des

Transportfahrzeugs genannt. Die meistgenannten Indikatoren für die Schlachtung waren Betäubungseffektivität inklusive Stun-to-stick-Intervall, Verhalten beim Treiben, Befunde der Fleischuntersuchung und Entblutungseffektivität.

Für die Haltung adulter Tiere wurden Ernährungszustand, Lahmheiten, Mortalität, Zustand der Klauen, Sachkundenachweis sowie der Parasitenstatus als besonders wichtig erachtet. Für milchliefernde Tiere zählten zusätzlich Eutergesundheit, Milchparameter und Verhalten während des Melkens zu den geeignetsten Indikatoren. Bei Lämmern wurden Ernährungszustand, Management der Milchfütterung inkl. Kolostrumversorgung, Mortalität, tägliche Zunahmen, Verschmutzung der Anogenitalregion und die Körperhaltung besonders hoch priorisiert.

Während der Fachgespräche wurde deutlich, dass das Verhalten der Tiere höher priorisiert werden sollte als dies aus der schriftlichen Vorabfrage resultierte. Management- und ressourcenbasierte Messungen wurden als Indikatoren für potenzielles Tierwohl, tierbasierte jedoch als direkte Tierwohl-Indikatoren beschrieben.

4 Fazit

Die Notwendigkeit unabhängiger Auditoren für die Erhebung der Indikatoren wurde betont. Management- und ressourcenbasierte Messungen wurden als Indikatoren für potenzielles Tierwohl, tierbasierte jedoch als direkte Tierwohl-Indikatoren beschrieben. Bei der Indikatorenauswahl für ein nationales Monitoring ist auf eine Kombination verschiedener Indikatoren zu achten, da einzelne Indikatoren jeweils nur einen Teil des Tierwohls darstellen können.

Literatur

Die Literatur kann bei den Autorinnen angefordert werden.

Förderhinweis

Die Förderung des Projektes erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Bundesprogramms Nutztierhaltung.

Untersuchungen zum sozialen Lernen bei Ziegen – erste Ergebnisse

Assessing social learning in goats – first results

CHRISTIAN NAWROTH, KATRINA ROSENBERGER, NINA KEIL, JAN LANGBEIN

Zusammenfassung

Grundlegendes Wissen über die Fähigkeiten von Nutztieren Informationen zu erwerben und sich neuen Umweltbedingungen anzupassen, ist von großer Relevanz, um Tierwohl langfristig zu verbessern. In diesem Kontext ist es notwendig zu wissen, ob und wie Ziegen unterschiedliche soziale Informationen nutzen. Wir untersuchten die Fähigkeit zum sozialen Lernen bei Zwergziegen und Milchziegen anhand einer Problemlösungsaufgabe, in welcher die Tiere eine Demonstration sahen und anschließend selbst die Möglichkeit bekamen, das Problem zu lösen. Im Versuch wurden zwei Zuchtlinien verwendet: 61 weibliche Milchziegen (selektiert auf hohe Milchleistung) und 59 weibliche Nigerianische Zwergziegen (keine Selektion auf Produktivität), welche an zwei verschiedenen Standorten (Ettenhausen, Dummerstorf) getestet wurden. Die Ziegen wurden in einer ihnen bekannten Bucht (2 x 4,5 m), die mittig durch einen Zaun in ein vorderes (Demonstrator) und hinteres Abteil (Beobachter) getrennt war, getestet. Ein Testapparat am Ende des Demonstrator-Abteils bestand aus einem Schiebetürchen (24 x 14 cm), welches durch eine Bewegung mit der Schnauze nach links oder rechts geöffnet werden konnte. Eine Ziege jeder Gruppe diente als Demonstrator für die anderen Tiere. Die Tiere wurden pseudorandomisiert einer der drei folgenden Testbedingungen zugeordnet: „Mensch“ (n = 36): die Tiere sahen einen Menschen als Demonstrator die Tür öffnen; „Ziege“ (n = 36): die Tiere sahen eine Ziege als Demonstrator die Tür öffnen; „Kontrolle“ (n = 36): die Tiere sahen, wie sich die Tür von allein öffnete. In jedem Testdurchgang hatte das Tier 30 Sekunden Zeit, mit der Tür zu interagieren. Sobald es dies tat, hatte es weitere 30 Sekunden Zeit, es mit einer Bewegung nach links oder rechts zu öffnen und die Belohnung dahinter zu bekommen. Jedes Tier erhielt täglich einen Testdurchgang an fünf aufeinander folgenden Tagen, und vor jedem Testdurchgang erhielt jedes Tier drei Demonstrationen. Im Test wurde erfasst, ob und wie schnell die Ziegen das Schiebetürchen berührten und öffneten. Der Einfluss der Testbedingung und der Zuchtlinie auf beide Parameter (Berühren/Öffnen (ja/nein), Dauer bis Berühren/Öffnen in Sekunden) wurde mithilfe von generellen und generalisierten gemischten Modellen getestet. Die Häufigkeit sowie die Dauer bis zum Berühren und Öffnen des Schiebetürchens unterschieden sich nicht zwischen den Testbedingungen (alle $P > 0,05$). Die beiden Zuchtlinien unterschieden sich in ihrer Interaktion mit der Schiebetür – Zwergziegen öffneten sie weniger häufig im Vergleich zu den Milchziegen ($P < 0,001$). Zwergziegen benötigten auch mehr Zeit als die Milchziegen, um das Türchen zu berühren und zu öffnen ($P = 0,002$ respektive $P < 0,001$). Die Resultate deuten darauf hin, dass Ziegen keine sozialen Informationen

beim Lösen von operanten Aufgaben nutzen. Basierend auf diesen Ergebnissen können spezifische Haltungs- und Managementempfehlungen, z.B. für den Transfer in und die Gewöhnung an neue Umgebungen, gegeben werden.

Summary

Basic knowledge about the abilities of farmed animals to acquire information and adapt to new environmental conditions is of great relevance to improve animal welfare in the long term. In this context, it is necessary to know whether and how farmed animals, such as goats, use social information in their housing environment. We investigated the capacity for social learning in dwarf goats and dairy goats using a problem-solving task in which the animals first observed a demonstration and were given afterwards the opportunity to solve the problem themselves. Sixty-one female dairy goats (selected for high milk yield) and 59 female Nigerian Dwarf goats (not selected for productivity) were tested half each at two different locations (Ettenhausen, Dummerstorf). The goats were tested in a familiar pen (2 x 4.5 m), which was separated in the middle by a fence into a front (demonstrator) and rear compartment (observer). A test apparatus at the end of the demonstrator compartment consisted of a small sliding door (24 x 14 cm) that could be opened by the goats by moving it with their snout to the left or right. The animals were pseudo-randomly assigned to one of the following three test conditions: “human” (n = 36): the animals observed a human demonstrator opening the door; “goat” (n = 36): the animals observed a goat demonstrator opening the door; “control” (n = 36): the animals saw the door opening by itself. In each test trial, the animal had 30 seconds to interact with the door. Once it did, it had another 30 seconds to open it with a movement to the left or right and receive the reward behind it. Each animal received one test trial per day for five consecutive days, and before each test trial, each animal received three demonstrations. We recorded whether and how fast the goats touched and opened the sliding door. The influence of the test condition and the selection line on both parameters (touching/opening (yes/no); latency until touching/opening in seconds) was tested using general and generalised mixed models. The probability and latency to touching and opening the sliding door did not differ between the test conditions (all $P > 0.05$). The two selection lines differed in their interaction with the sliding door - dwarf goats opened it less often compared to dairy goats ($P < 0.001$). Dwarf goats also took more time than dairy goats to touch and open the door ($P = 0.002$ and $P < 0.001$, respectively). Our results show that goats likely do not rely on social information when solving operant tasks. Based on these results, specific husbandry and management recommendations can be made, e.g. for transfer to and habituation in new environments.

Danksagung

Dieses Projekt wurde finanziell gefördert durch die DFG und den SNF. Wir danken Agroscope Tänikon und FBN Dummerstorf für die Infrastruktur und finanzielle Unterstützung, Steve Lebig und Ilizia Tondella für Videokodierung, Andreas Hagenbüchle, Barbara Ammann und Axel Braatz für die gute Pflege der Tiere, und Hans-Ruedi Ott, Richard Heeb, Urs Marolf und Heinz Deike für jegliche Art von technischer Unterstützung und den Aufbau der Testarena.

Nutzung von Sitzstangen und erhöhten Ebenen in einem Aufzuchtssystem für Junghennen

Use of perches and elevated platforms in a rearing system for pullets

ANNA RIEDEL, SINA KÄSELAU, NICOLE KEMPER, BIRGIT SPINDLER

Zusammenfassung

Die Junghennenaufzucht als entscheidende Phase für die weitere Entwicklung der Tiere gewinnt in der Diskussion um Tierwohl immer mehr an Bedeutung. In dieser Studie wurden zwei Junghennenherde verschiedener Genetiken in einem System mit höhenverstellbaren Sitzstangen und Ebenen begleitet und das Nutzungsverhalten der verschiedenen Strukturen mittels Fotoaufnahmen von Wildtierkameras beobachtet. Die weiße und braune Genetik unterschieden sich dabei in ihrem Nutzungsverhalten der Stangen und Ebenen. Außerdem zeigten sich tageszeitliche Präferenzen sowie eine steigende Nutzung der höher liegenden Strukturen mit zunehmendem Alter der Junghennen.

Summary

The rearing of pullets gains importance in the discussion about animal welfare. In this study, two herds of pullets of different genetics were monitored during their rearing in a system with height-adjustable perches and platforms and the usage behaviour of the various structures was observed via photos from wildlife cameras. The white and brown genetic differed in the way they used the perches and platforms. In addition, time-of-day preferences and an increasing use of the higher structures with higher age of the rearing hens were observed.

1 Einleitung und Zielsetzung

Auch wenn derzeit keine spezifischen rechtsverbindlichen Vorgaben zur Haltung von Junghennen in Deutschland existieren, fordert die Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, dass Junghennen an das System zu gewöhnen sind, in das sie als spätere Legehennen einziehen. Dies ist gerade beim Erlernen der Nutzung der dritten Dimension in Voliersystemen von Bedeutung. Neben der praxisüblichen Aufzucht in stationären Volierenanlagen existiert in der Praxis ein flexibles Aufzuchtssystem (NivoVaria, Firma Jansen Poultry Equipment, Barneveld, Niederlande), das sich durch höhenverstellbare Ebenen und Sitzstangen auszeichnet und damit ein optimales Training der Junghennen ermöglichen soll.

Wie gut die dreidimensionale Raumnutzung durch die Junghennen tatsächlich erfolgt und ob Unterschiede zwischen Legelinien bestehen, war Gegenstand dieser Untersuchung.

2 Tiere, Material und Methoden

In einer Junghennenaufzucht wurden unter ökologischen Haltungsbedingungen in einem Stallgebäude zwei Gruppen (weiße Genetik: Dekalb White; braune Genetik: Bovans Brown, Hendrix Genetics, CK Boxmeer, Niederlande) mit jeweils 4.800 Junghennen unter gleichen Bedingungen in einem NivoVaria-Aufzuchtssystem aufgezogen. Zur Erfassung der Nutzung erhöhter Strukturen wurden Wildtierkameras (HomeVista, Firma SecaCam, Köln, Deutschland) an verschiedenen Positionen im Stall aufgehängt. Aufnahmen wurden alle 15 Minuten im Zeitraum von 5:00 Uhr bis 20:00 Uhr angefertigt. In den Lebenswochen (LW) 6–7, LW 11–12 sowie LW 16–17 wurden die Aufnahmen an zwei Tagen je LW ausgewertet und die Anzahl der Tiere in folgenden Bereichen über den Tagesverlauf sowie in der Dämmerungs- und Dunkelphase ausgezählt: je drei Sitzstangen im unteren und mittleren Bereich, vier hohe Sitzstangen, die höhenverstellbare Fläche der Ebene mittig im Haltungssystem und die seitlich im System befindliche obere Ebene.

3 Ergebnisse und Diskussion

Es zeigten sich Unterschiede in der Nutzung in Abhängigkeit von der Tageszeit, dem Alter der Tiere sowie der Genetik. Tagsüber hielten sich die Tiere vor allem auf den Ebenen auf, während die Sitzstangen mit bis 14 Junghennen/m Sitzstange vermehrt in der Dunkelphase zum Aufbaumen genutzt wurden. Die höhenverstellbare Ebene mit Sitzstangen auf mittlerer Höhe wurde von beiden Genetiken sowohl zu Beginn als auch in der Mitte

der Aufzucht von mehr Tieren aufgesucht. Die hoch gelegenen Sitzstangen wurden am Ende der Aufzucht vornehmlich durch die weiß befiederten Junghennen angenommen.

Die in der Hellphase vermehrte Nutzung von erhöhten Ebenen und das Aufsuchen von Sitzstangen zum nächtlichen Ruhen ist vergleichbar mit Erhebungen aus der Junghehnenaufzucht in ausgestalteten Käfigen (Habinski et al. 2017). Das gerade weiße Legehennenhybriden hohe Sitzstangen aufsuchen ist aus der Legehennenhaltung bekannt (Plattner 2015).

Literatur

- Habinski, A.M.; Caston, L.J.; Casey-Trott, T.M.; Hunniford, M.E.; Widowski, T.M. (2017): Development of perching behavior in 3 strains of pullets reared in furnished cages. *Poultry Science* 96(3), pp. 519-529
- Plattner, C. (2015): Verhalten nicht-schnabelgekürzter Legehennen in Boden- und Freilandhaltung mit Fokus auf das Pickverhalten. Dissertation, LMU München, DOI: 10.5282/edoc.18774

Förderhinweis

Die Förderung der MuD Tierschutz erfolgt aus Mitteln des BMEL aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). FKZ: 2817MDT200/201

Werkzeuge für die betriebliche Eigenkontrolle auf landwirtschaftlichen Betrieben

Tools for on-farm self-assessment of animal welfare

UTE SCHULTHEIB, RITA ZAPF, JAN BRINKMANN, KORNEL CIMER, SOLVEIG MARCH,
LARS SCHRADER, ANTJE SCHUBBERT, SALLY RAUTERBERG, DANIEL GIESEKE,
SARINA MICHAELIS, UTE KNIERIM

Zusammenfassung

Tierhalter sollten, über die tägliche Routinekontrolle hinaus, regelmäßig und systematisch das Wohlergehen ihrer Tiere im Rahmen einer betrieblichen Eigenkontrolle (Tierschutzgesetz § 11(8)) überprüfen. Diese umfasst eine planmäßige, wiederholte Erfassung von Tierschutzindikatoren mit anschließender Auswertung der Ergebnisse, wodurch eventuelle Tierschutzprobleme frühzeitig erkannt werden sollen.

Voraussetzung für die Einordnung der Ergebnisse ist eine einheitliche Erhebung der Tierschutzindikatoren. Daher wurden für die betriebliche Eigenkontrolle vorgeschlagene Indikatoren in Praxistests auf ihre Praktikabilität überprüft und angepasst. Für die Erhebung der Indikatoren wurden eine Online-Schulung sowie eine Excel®-Anwendung erarbeitet. Weiterhin wurden unter Einbeziehung zahlreicher Experten in einem mehrstufigen Prozess Orientierungswerte abgestimmt, mit denen Tierhalter ihre Ergebnisse vergleichen und somit einordnen können.

Summary

In addition to daily routine inspections, livestock farmers should check the welfare of their animals regularly and systematically within the framework of an on-farm self-assessment (Animal Welfare Act § 11 (8)). This involves a scheduled, repeated assessment of animal welfare indicators and a subsequent evaluation of the results to identify animal welfare issues at an early stage. To allow an evaluation of the results, indicators should be assessed in a standardized way. Therefore, proposed indicators were tested and adapted in terms of their feasibility in practice. Furthermore live training and online training courses as well as an Excel® application for the recording of the indicators were developed. In addition, reference values for the evaluation of the self-assessment's results were elaborated in a multi-stage process involving numerous experts.

1 Einleitung und Zielsetzung

Seit 2014 sind alle Tierhalter zu einer betrieblichen Eigenkontrolle verpflichtet, die sicherstellen soll, dass die Anforderungen nach § 2 Tierschutzgesetz (TierSchG 2006) erfüllt sind.

Ziel des Projektes „Eigenkontrolle Tiergerechtigkeit“ (EiKoTiGer) war es, Praxisleitfäden zur betrieblichen Eigenkontrolle für Rind, Schwein und Geflügel auf landwirtschaftlichen Betrieben bezüglich ihrer Praktikabilität zu prüfen, Schulungskonzepte und digitale Werkzeuge zur Unterstützung bei der Erhebung der Indikatoren zu entwickeln und einen Orientierungsrahmen zur Einordnung der Ergebnisse zu erarbeiten.

2 Material und Methoden

Die Praxisleitfäden zur betrieblichen Eigenkontrolle waren in Fachgesprächen und durch Autorenteamer erarbeitet worden. Dies umfasste die Auswahl geeigneter Indikatoren, mit denen wichtige Tierwohlprobleme in der Praxis erkannt werden können, sowie die Methodenbeschreibungen (Zapf et al. 2015). Im Projekt EiKoTiGer wurden diese Leitfäden auf ca. 120 landwirtschaftlichen Betrieben getestet und weiterentwickelt.

Um das Erlernen der Indikatorenerhebung zu unterstützen, wurden Vor-Ort- und Online-Schulungen entwickelt sowie einen Online-Test zur Überprüfung des Schulungserfolgs. Die Ergebnisse der Online-Tests wurden zwischen den Teilnehmern bei der Schulungsmethoden verglichen.

Für eine digitale Erfassung und Auswertung der Indikatoren wurde eine Excel®-Anwendung entwickelt. Die Orientierungsrahmen mit Ziel- und Alarmwerten für alle Indikatoren wurden in einem mehrstufigen Prozess (Delphi-Befragung, Literaturrecherche, Fachgespräche) zusammen mit Experten erarbeitet (Schultheiß et al. 2020).

3 Ergebnisse

Mit den Praxisleitfäden können Tierhalter eigenständig die betriebliche Tierwohlsituation prüfen. Sie waren aus Sicht der Tierhalter weitestgehend selbsterklärend und stehen in aktualisierter Auflage zur Verfügung (Brinkmann et al. 2020, Knierim et al. 2020, Schrader et al. 2020).

Beide Schulungen (Vor-Ort-, Online-Schulung) waren für die Vermittlung der Inhalte zu den Tierschutzindikatoren gut geeignet. Die Schulungen helfen, die Erhebung der Indikatoren zu erlernen, um sie standardisiert im Stall erfassen zu können. Die Online-Schulung ist frei verfügbar unter: <https://tierschutzindikatoren-schulung.ktbl.de/>.

Die erarbeitete Excel®-Anwendung „Tierschutzindikatoren-Erhebung“ führt durch die Datenerhebung und ermöglicht eine digitale Eingabe sowie die automatisierte Berech-

nung und Darstellung der Ergebnisse auf Betriebsebene. Die kostenfreie Anwendung ist verfügbar unter: https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/Tierwohl/KTBLTierschutzindikatoren-Erhebung_V0201.xlsm.

Für Rind, Schwein und Geflügel stehen Orientierungsrahmen mit Ziel- und Alarmwerten zur Einordnung der Ergebnisse aus der betrieblichen Eigenkontrolle zur Verfügung: <https://www.ktbl.de/themen/tierwohlbewertung>. Für die erhobenen Tierschutzindikatoren kann somit eingeschätzt werden, ob Handlungsbedarf zur Verbesserung der betrieblichen Tierwohlsituation besteht.

4 Ausblick

Die vorgestellten Werkzeuge (Praxisleitfäden, Online-Schulung, Excel®-Anwendung, Orientierungsrahmen) sollen Tierhalter dabei unterstützen, systematisch und regelmäßig das Tierwohl auf dem eigenen Betrieb zu überprüfen und die Wirkung von Verbesserungsmaßnahmen einzuordnen. Es ist wünschenswert, dass sie zur Generierung neuer Erkenntnisse und Erfahrungen beitragen und entsprechend regelmäßig weiterentwickelt werden.

Literatur

- Brinkmann, J.; Cimer, K.; March, S.; Ivemeyer, S.; Pelzer, A.; Schultheiß, U.; Zapf, R.; Winckler, C. (2020): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Rind. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Milchkuh, Aufzuchtalb, Mastrind. Darmstadt, KTBL, 2. Auflage
- Knierim, U.; Gieseke, D.; Michaelis, S.; Keppler, C.; Spindler, B.; Rauch, E.; Petermann, S.; Andersson, R.; Schultheiß, U.; Zapf, R. (2020): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Geflügel. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Jung- und Legehennen, Masthuhn, Mastpute. Darmstadt, KTBL, 2. Auflage
- Schrader, L.; Schubbert, A.; Rauterberg, S.; Czycholl, I.; Leeb, C.; Ziron, M.; Krieter, J.; Schultheiß, U.; Zapf, R. (2020): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Schwein. Vorschläge für die Produktionsrichtungen Sauen, Saugferkel, Aufzuchtferkel und Mastschweine. Darmstadt, KTBL, 2. Auflage
- Schultheiß, U.; Zapf, R.; Schubbert, A.; Rauterberg, S.; Gieseke, D.; Brinkmann, J.; March, S.; Cimer, K.; Knierim, U. (2020): Erarbeitung eines Orientierungsrahmens zur Beurteilung des Tierwohls bei der Eigenkontrolle landwirtschaftlicher Betriebe. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, DVG, 26./27.11.2020, Freiburg, KTBL-Schrift 520, S. 30-37, Darmstadt, KTBL
- TierSchG (2006): Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), zuletzt geändert durch Art. 105 G v. 10.8.2021 I 3436 (Nr. 53), <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html>, Zugriff am 19.08.2021
- Zapf, R.; Schultheiß, U.; Achilles, W.; Schrader, L.; Knierim, U.; Herrmann, H.-J.; Brinkmann, J.; Winckler, C. (2015): Tierschutzindikatoren – Vorschläge für die betriebliche Eigenkontrolle. Darmstadt, KTBL

Danksagung

Die Förderung des Projektes „Eigenkontrolle Tiergerechtheit – EiKoTiGer“ erfolgte dankenswerterweise aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgte über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung.

Weiterhin bedanken wir uns bei allen teilnehmenden Praxisbetrieben, den Teilnehmern der Delphi-Befragung und der Fachgespräche sowie den Leitfaden-Co-Autoren für die engagierte Mitarbeit.

Untersuchungen zum Pickverhalten von Legehennen mit intaktem Schnabel in Praxisbetrieben

Analysis of pecking behaviour of laying hens with intact beaks on commercial farms

ANGELA SCHWARZER, MICHAEL ERHARD, SVEN REESE, MARKUS ELGER, HELEN LOUTON

Zusammenfassung

Ziel der Studie war es, das Pickverhalten nicht schnabelkupierter Legehennen in Praxisbetrieben (Boden- und Freilandhaltung) zu untersuchen und Einflussfaktoren in Bezug auf das Auftreten von starkem Federpicken zu analysieren.

Die Verhaltensbeobachtungen fanden in Betrieben (Boden- und Freilandhaltung) mit nicht schnabelkuperten Legehennen der Linien Lohmann Brown, Lohmann Selected Leghorn, Bovans Brown und Dekalb White statt. Zusätzlich wurden vier schnabelkupierte Herden unter denselben Management- und Haltungsbedingungen untersucht. Das Pickverhalten wurde mittels „continuous recording“ (Martin und Bateson 2018) in den Funktionsbereichen Einstreu, Volierebenen (Futter-/Wasserversorgung) und Sitzstangen analysiert. Die statistische Auswertung erfolgte mittels univariater Varianzanalyse und dem Mann-Whitney-U-Test.

Die Funktionsbereiche wurden in einem circadianen Rhythmus genutzt. Die Nutzung des Scharrraums lag mit durchschnittlich ca. 25 % im unteren Bereich des in der Literatur beschriebenen Bereichs von 22–34 % (Cordiner und Savory 2001, Plattner 2015). Die Volierebenen wurden intensiv genutzt. Der Funktionsbereich hatte einen signifikanten Effekt auf das Auftreten von Federpicken ($p < 0,001$). In den Volierebenen wurde die höchste Pickrate erfasst, verglichen mit den Sitzstangen und der Einstreu. Herden mit Zugang zu einem Wintergarten oder Freiland zeigten signifikant weniger SFP im Scharrraum. Staubbadende Hennen wurden am häufigsten bepickt. Es gab keinen signifikanten Unterschied in den Federpickraten zwischen schnabelkuperten und nicht schnabelkuperten Herden. Schnabelkupierte Hennen erreichten zwar in der ebenfalls durchgeführten Bonitur besseres Gefieder (Szczepanek 2016), jedoch spiegelte sich dies nicht in der SFP-Pickrate wider.

Summary

The aim of the study was to analyze the pecking behaviour of non-beak-trimmed laying hens on commercial farms (aviaries and free range) and to find out possible influencing factors on the occurrence of severe feather pecking (SFP).

The behavior observation took place on eight farms with non-beak-trimmed layers (Lohmann Brown, Lohmann Selected Leghorn, Bovans Brown and Dekalb White). Additionally, four beak-trimmed flocks on the same farms were investigated. We analyzed the pecking behaviour in the functional areas litter, aviary floors (food/drinking lines) and perches. The data were analyzed using univariate analyses of variance and a Mann-Whitney-U-test.

The functional areas were used in a circadian rhythm. The use of the litter area was with 25 % in the lower area of the range of 22–34 % found in literature (Cordiner und Savory 2001; Plattner 2015). The aviary floors were used intensively. The functional area had a significant effect on the occurrence of SFP ($p < 0.01$). We observed the highest pecking rates on the aviary floors, compared with the litter and perches. Flocks with access to a winter garden or free range showed significantly less SFP in the litter area. Dust bathing hens were most frequently victims of SFP bouts. There was no significant difference in the SFP rate of beak-trimmed compared with non-beak-trimmed flocks. Beak-trimmed flocks achieved better results in the plumage scoring conducted in the same project (Szczepanek 2016), but this was not reflected in the pecking rates.

Literatur

- Cordiner, L.S.; Savory, C.J. (2001): Use of perches and nestboxes by laying hens in relation to social status, based on examination of consistency of ranking orders and frequency of interaction. In: *Applied Animal Behaviour Science* 71(4), pp. 305–317, DOI: 10.1016/S0168-1591(00)00186-6
- Martin, P.; Bateson, P.P.G. (2018): *Measuring behaviour. An introductory guide*. 3rd edition, Cambridge, Cambridge University Press
- Plattner, C. (2015): *Behaviour of non-beak-trimmed laying hens in alternative housing systems with a special focus on the pecking behaviour*. Dissertation, LMU Munich
- Szczepanek, A. (2016): *Untersuchungen zu Risikofaktoren für das Auftreten von Federpicken und Kannibalismus bei nicht-schnabelgekürzten Legehennen in Praxisbetrieben*. Dissertation, LMU Munich

Förderhinweis

Die Förderung des Projektes erfolgte aus Mitteln des Bayerischen Staatsministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz über das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) und das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (AZ. K3-2533-PN 11-29).

Verhaltens- und physiologische Indikatoren für Hitzestress bei Mastschweinen

Behavioural and physiological indicators of heat stress in fattening pigs

MADELEINE F. SCRIBA, BEAT WECHSLER

Zusammenfassung

Extreme klimatische Bedingungen stellen eine Herausforderung für die Anpassungsfähigkeit von Mastschweinen dar. Hitzestress führt zu großen Problemen in der Schweineproduktion und für das Tierwohl. Ziel dieser Studie war das Beschreiben von Indikatoren, damit Betriebe Hitzestress frühzeitig erkennen und gezielte Maßnahmen ergreifen können. Es wurden verhaltensbasierte und physiologische Daten von 60 Mastschweinen über einen Monat aufgezeichnet. Wir fanden einen Einfluss der Umgebungstemperatur auf die Atemfrequenz und die Hautoberflächentemperatur, was zeigt, dass dies zuverlässige Methoden zur Messung von Hitzestress sind. Außerdem zeigten Schweine Verhaltensänderungen (vermehrtes Liegen sternal und auf Spaltenböden) bei höheren Temperaturen.

Summary

Extreme climatic conditions pose a challenge to the adaptability of fattening pigs. Heat stress leads to major problems in pig production and animal welfare. The aim of this study was to describe indicators so that farmers can recognize heat stress at an early stage and act. Behavioural and physiological data from 60 fattening pigs were recorded over a month. We found an influence of the ambient temperature on the respiratory rate and the skin surface temperature, which shows that these are reliable methods for measuring heat stress. In addition, pigs showed changes in behaviour (increased lying sternally and on slatted floors) at higher temperatures.

1 Einleitung und Zielsetzung

Hitzestress führt zu einer verlängerten Mastzeit, einer höheren Ferkelsterblichkeit und einem verringerten Besamungserfolg. Damit Landwirte Hitzestress frühzeitig erkennen und mit Kühlung darauf reagieren können, müssen Indikatoren etabliert werden. Wir haben die Auswirkungen von Hitzestress auf Verhalten und Physiologie untersucht, um frühe und zuverlässige Indikatoren bei Mastschweinen zu identifizieren.

2 Material und Methoden

Diese Studie fand auf dem Versuchsbetrieb Agroscope in Tänikon, Schweiz, mit 60 Mastschweinen dreier Gewichtsklassen (40–120 kg) über einen Zeitraum von einem Monat statt. Bei sieben Schweinen wurde die Vaginaltemperatur zehn Tage lang erfasst. Aktivität (Beschleunigungsmesser), Atemfrequenz (direkte Beobachtungen), Hautoberflächentemperatur (Thermografie, alle Messungen bei je acht Schweinen pro Gruppe), Verhaltensparameter (Videoaufzeichnungen, alle Schweine pro Gruppe) und Umgebungstemperatur wurden erfasst. Aufgrund des explorativen Charakters der Studie sind die Ergebnisse nur deskriptiv.

3 Ergebnisse

Die Körperkerntemperatur zeigte eine große interindividuelle Variabilität und es war kein Anstieg feststellbar. Die Aktivität änderte sich nicht mit der Umgebungstemperatur. Die Atemfrequenz variierte stark und stieg nur bei den schwersten Schweinen bei 24–25 °C an. Die Hautoberflächentemperatur nahm mit höheren Temperaturen zu. Mit steigender Umgebungstemperatur nahm der Anteil der sternal und auf dem Spaltenboden liegenden Schweine zu.

4 Diskussion

Die Körperkerntemperatur stieg mit steigender Umgebungstemperatur nicht an, wahrscheinlich weil die Höchsttemperaturen noch moderat und nur von kurzer Dauer waren. Die Atemfrequenz kann nur bei liegenden Schweinen gemessen werden, reagierte aber wie die Hautoberflächentemperatur auf steigende Umgebungstemperaturen. Schweine zeigten außerdem Verhaltensänderungen bei höheren Temperaturen wie vermehrtes Liegen sternal und auf den Spaltenböden. Atemfrequenz, Hautoberflächentemperatur und Verhalten zeigten einen Einfluss und sind zuverlässige Indikatoren für Hitzestress bei Mastschweinen.

Realisierung einer Schweinetoilette in einer Aufzuchtbuchst für Absatzferkel mit angeschlossenem, strohbedeckten Liegebereich

Realisation of a pig toilet in a nursery pen for weaned piglets with an attached, straw bedded lying area

MICHELLE TILLMANNS, KEES SCHEEPENS, NICOLE KEMPER, MICHAELA FELS

Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Studie war es, Aufzuchtferkel dahingehend zu konditionieren, Kot und Urin ausschließlich in dafür vorgesehenen Bereichen abzusetzen, sodass eine mit Stroh eingestreute Liegefläche zur Verfügung gestellt werden kann. Zu diesem Zweck wurde eine Schweinetoilette entworfen, die in einen Defäkations- und einen Urinierbereich unterteilt war. Die Trennung von Kot und Urin sollte zusätzlich die Ammoniakbildung reduzieren. Die Ecken des Defäkationsbereichs wurden vor der Einstallung der Ferkel mit Ferkelkot bestückt und der Urinabsatz im Urinierbereich sollte mithilfe eines automatischen Belohnungssystems konditioniert werden. Die Toilette wurde von den Schweinen genutzt, aber sowohl Kot als auch Urin wurden hauptsächlich im Kotbereich der Toilette abgesetzt. Der Liegebereich wurde weitestgehend sauber gehalten.

Summary

The aim of the present study was to train weaner pigs to use a pig toilet in order to provide a lying area littered with straw. For this purpose, a pig toilet was designed that was divided into a defecation area and a urination area. The corners of the defecation area were filled with piglet faeces before the piglets were brought in, and urination in the urination area was trained using an automatic rewarding system. The toilet was well accepted by the pigs, but both faeces and urine were mainly deposited in the defecation area of the toilet. The lying area was almost kept clean.

1 Einleitung und Zielsetzung

Schweine gelten laut Baldwin (1969) als die intelligentesten und saubersten Nutztiere, ihre Haltung erfolgt jedoch häufig ohne Stroh und mit wenig Beschäftigungsmöglichkeiten. In dieser Studie wurde das arttypische Verhalten von Schweinen, nämlich die Einteilung der Umgebung in Funktionsbereiche, genutzt, um eine Schweinetoilette zu etablieren und den Tieren gleichzeitig einen sauberen, eingestreuten Liegebereich zur Verfügung zu stellen. Die Schweinetoilette war eingeteilt in einen Kot- sowie einen Urinbereich, um zusätzlich die Ammoniakbildung zu reduzieren.

2 Material und Methoden

Die Studie wurde auf einem ökologischen Betrieb in den Niederlanden durchgeführt. Der Toilettenbereich der Versuchsbucht war mit Spaltenboden ausgelegt, im Kotbereich der Toilette (Kamplan®/PCT/NL2014/050856) befand sich der Futterautomat und im Urinierbereich eine Überlauftränke sowie ein automatisches Belohnungssystem. Das Toiletten-training erfolgte durch das Platzen von Ferkelkot in den Ecken des Kotbereichs und das Ausgeben einer Belohnung (Zucker und Zitronenbonbons) für den Urinabsatz im Urinierbereich. Die Datenerhebung zur Toilettennutzung erfolgte via Direktbeobachtung von $n = 20$ und Videomaterial von $n = 16$ Schweinen der Rasse Berkshire. Je Versuchsdurchgang (Dauer: vier Wochen) wurden vier Wurfgeschwister im Alter von 6 bis 7 Wochen in die Versuchsbucht eingestallt. Die Direktbeobachtung erfolgte jeweils in der ersten Woche und an den letzten beiden Tagen eines Durchgangs, die Videoauswertungen je zwei Tage/Woche. Sowohl bei der Direktbeobachtung als auch bei der Videoauswertung wurden alle Kot- und Urinabsätze zwischen 08:00 und 18:00 Uhr pro Tier erfasst und einem Bereich der Versuchsbucht zugeordnet.

3 Ergebnisse

In der Direktbeobachtung wurden $n = 576$ Kot- und $n = 335$ Harnabsätze erfasst. Die Resultate der Videoauswertung beziehen sich auf $n = 892$ Kot- und $n = 608$ Urinabsätze. Der Kotabsatz erfolgte in 99 % (Direktbeobachtung) und 97 % (Videoauswertung) der Fälle in dem dafür vorgesehenen Bereich der Toilette. Die operante Konditionierung mit dem Ziel der Separation von Kot und Harn zeigte jedoch nicht den gewünschten Erfolg, da hauptsächlich im Kotbereich uriniert wurde und nur zu 21 % (Direktbeobachtung) bzw. 6 % (Videobeobachtung) im Urinierbereich der Toilette. Der mit Stroh eingestreute Liegebereich wurde sauber gehalten und musste während der vierwöchigen Versuchsphase nicht ausgemistet werden. Nur 1 % (Direktbeobachtung) bzw. 6 % (Videobeobachtung) der Kot- und Harnabsätze fanden im Liegebereich statt. Während

der vierwöchigen Versuchsperiode veränderte sich die Toilettennutzung nicht. Die Nutzung des Urinbereiches variierte zwischen Einzeltieren, vor allem aber zwischen den Durchgängen.

4 Diskussion und Ausblick

Die Schweinetoilette wurde von den Schweinen gut angenommen. Es ist somit prinzipiell möglich, einen eingestreuten Liegebereich zur Verfügung zu stellen, ohne erhöhten Arbeitsaufwand erwarten zu müssen. Es ist nicht auszuschließen, dass bei der Separation von Kot- und Harnabsatz nach Überarbeitung der baulichen Gegebenheiten, insbesondere des Belohnungssystems, andere Ergebnisse erzielt werden könnten. Um eine abschließende Aussage zum Einsatz von Schweinetoiletten treffen zu können, sind weiterführende Untersuchungen notwendig.

Literatur

Baldwin, B.A. (1969): The study of behaviour in pigs. England, Br Vet J. 125(6), pp. 281-288, doi: 10.1016/s0007-1935(17)48911-1

Förderung

Die Studie wurde von der Tönnies-Stiftung finanziell unterstützt.

Erkennen wir automatisiert Gesundheits- oder generelle Tierwohlprobleme? Ein Framework!

Do we automatically detect health or general welfare-related issues? A framework!

CHRISTINA UMSTÄTTER, JOANNA STACHOWICZ

Zusammenfassung

Um die Entwicklung von Precision-Livestock-Farming (PLF)-Systemen für die Früherkennung von Erkrankungen voranzubringen, wurden in der vorliegenden Studie mögliche Hindernisse identifiziert und Rahmenbedingungen für die automatisierte Erkennung von Zuständen bei Nutztieren erarbeitet. Es hat sich gezeigt, dass die meisten Technologien potentiell nur Anzeichen einer generellen Tierwohlstörung erkennen können. Die Unterscheidung zwischen Distress und Erkrankungen sowie die Erkennung einer definierten Erkrankung sind dagegen nur sehr begrenzt möglich. Für eine spezifischere Problemerkennung werden neue Indikatoren benötigt.

Summary

To advance the development of Precision Livestock Farming (PLF) technologies for the early detection of health issues, this study identified potential constraints and developed a framework for automated detection of different states in livestock. It was found that most technologies are potentially able to detect issues related to general welfare. In contrast, the discrimination between distress and disease or the detection of a defined disease is very limited. New indicators are required for a more specific issue detection.

1 Einleitung und Zielsetzung

PLF-Systeme können bei der Früherkennung von Gesundheitsproblemen von Nutztieren behilflich sein. Allerdings ist die Entwicklung und Adoption, aufgrund der hohen Fehlalarmrate, noch nicht weit fortgeschritten (Dominiak und Kristensen 2017). In dieser Studie wurden deshalb mögliche Hindernisse in der Entwicklung und Validierung von PLF-Systemen identifiziert und Rahmenbedingungen für die automatisierte Erkennung von Zuständen (z.B. Distress) bei Nutztieren erarbeitet.

2 Material und Methoden

Es wurde eine systematische Literaturrecherche nach den PRISMA-Richtlinien und unter Anwendung der Datenbanken wie z.B. „PubMed“ und „Scopus“ durchgeführt. Die Suchstränge setzten sich aus dem Betriebszweig, z.B. „dairy cow“, dem Problemtyp, z.B. „disease“, und den Begriffen für PLF-Systeme, z.B. „smart sensors“, zusammen. Berücksichtigt wurden Studien in Englisch, die sich mit der Entwicklung oder Validierung von PLF-Systemen für die Erkennung von Anzeichen einer Erkrankung, Verhaltensproblemen, Distress und physiologischen Zuständen, wie z.B. Östrus, beschäftigen und positive sowie negative Ergebnisse aufwiesen. Ausgeschlossen wurden Reviews.

Für die Erarbeitung des Frameworks wurde eine Literaturrecherche zu Stress, Erkrankungen und Tierwohl durchgeführt und die Ergebnisse in einer Fokusgruppe diskutiert.

3 Ergebnisse

Die Verwendung von unspezifischen Indikatoren für spezifische Fragestellungen hat sich als ein grosses Hindernis für die Forschung und Entwicklung von PLF-Systemen herausgestellt. Zur Erzielung von verlässlicheren Systemen ist es wichtig, die zu erkennenden Probleme anhand des Grades an Spezifität einzuordnen und Indikatoren für das entsprechende Ziel auszuwählen. Im Framework wurden drei Erkennungsziele festgelegt: 1. Die Erkennung von Anzeichen einer Störung des generellen Tierwohls, 2. die Erkennung von Anzeichen von Distress und Gesundheitsproblemen und 3. die Erkennung von Symptomen im Zusammenhang mit einer definierten Erkrankung.

4 Diskussion

Die meisten heute verfügbaren Technologien können potentiell Anzeichen einer generellen Tierwohlstörung erkennen. Die Unterscheidung zwischen Distress- und Gesundheitsproblemen ist nur in wenigen Fällen möglich und es gibt auch nur wenige Technologien, die potentiell Symptome im Zusammenhang mit einer definierten Erkrankung erkennen können. Für eine spezifischere Problemerkennung werden neue Indikatoren oder Kombinationen von Indikatoren benötigt.

Literatur

Dominiak, K.N.; Kristensen, A.R. (2017): Prioritizing alarms from sensor-based detection models in livestock production – A review on model performance and alarm reducing methods. *Computers and Electronics in Agriculture* 133, pp. 46–67, doi.10.1016/j.compag.2016.12.008

Danksagung und Förderhinweis

Wir danken Dr. Sabine Gebhardt, Dr. Beat Thomann, Dr. Felix Adrion, Sibylle Zwygart, Dr. Thomas Echtermann und Barbara Lutz für die Kommentare zum Manuskript. Die Arbeit wurde durch das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen sowie das Bundesamt für Landwirtschaft finanziell unterstützt [1.18.14TG].

Identifizierung von Frühanzeichen für Schwanzbeißen bei Aufzuchtferkeln

Identification of early indicators of tail biting in weaner pigs

FRIEDERIKE K. WARNS, ANDREA FRIGGEMANN, KATHARINA DAHLHOFF, ASTRID L. VAN ASTEN

Zusammenfassung

Die Früherkennung von Schwanzbeißen anhand von Veränderungen im Verhalten der betroffenen Tiere gewinnt zunehmend an Bedeutung. In dieser Studie wurden die hängende/eingeklemmte Haltung der Langschwänze, Tail-in-mouth- sowie Schwanzbeiß-Situationen als Frühindikatoren untersucht. Hierbei konnten bei der Schwanzhaltung signifikante Veränderungen innerhalb der 48 Stunden vor einem Schwanzbeiß-Ausbruch festgestellt werden. In Zukunft sollen diese Verhaltensänderungen automatisiert erfasst werden.

Summary

Early detection of tail biting based on changes in the behaviour of affected animals is becoming increasingly important. In this study, hanging/tucked tail posture, tail-in-mouth and tail biting situations were investigated as early indicators. Significant changes were observed in tail posture, within the 48 hours prior to a tail-biting outbreak. In the future, these behavioural changes will be recorded automatically.

1 Einleitung und Zielsetzung

Zur effektiven Prävention eines Schwanzbeiß-Ausbruchs ist das rechtzeitige Ergreifen von Maßnahmen entscheidend. Vermehrtes Tail-in-mouth- und Schwanzbeiß-Verhalten sowie zunehmend hängende/eingeklemmte Schwanzhaltungen zeigen großes Potenzial zur Früherkennung eines nahenden Ausbruchs (Larsen et al. 2018, Wedin et al. 2018).

In dieser Studie wurde untersucht, ob sich diese Frühindikatoren bei Aufzuchtferkeln bei der Analyse von Videoaufnahmen zuverlässig erkennen lassen.

2 Material und Methoden

Der Versuch erfolgte in acht Durchgängen zu je zwei Buchten mit 35 Tieren. Das Verhalten der Tiere wurde kontinuierlich per Video aufgezeichnet und die Schweine täglich auf Schwanzverletzungen untersucht. In drei Durchgängen trat Schwanzbeißen auf. Sobald die Schwanzverletzungen sichtbar waren (Tag des Ausbruchs), erfolgte eine Analyse an den sieben Tagen vor sowie am Tag des Ausbruchs (Scan Sampling, 10-min-Intervall). Die statistische Auswertung wurde mit R Studio® (Vers. 1.2.5033) durchgeführt. Der Einfluss des Beobachtungstags und Durchgangs auf die Variablen Anteil Tiere mit hängenden/eingeklemmten Schwänzen in Prozent der stehenden Tiere, Anzahl Tail-in-mouth-Verhalten und Anzahl Schwanzbeiß-Verhalten wurde durch Kruskal Wallis Tests, Levene- und anschließende Post-hoc-Tests ermittelt.

3 Ergebnisse

Der Anteil der stehenden Tiere mit hängender/eingeklemmter Schwanzhaltung war am Tag vor (Tag -1) sowie dem Tag des Ausbruchs (Tag 0) signifikant höher als an Tag -7 bis -2 vor einem Ausbruch ($p < 0,05$; Abb.1). Zudem zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den Durchgängen (Durchgang 1 < Durchgang 2 und 3 (je $p < 0,001$)). Weder beim Tail-in-mouth- noch beim Schwanzbeiß-Verhalten konnten signifikante Unterschiede ermittelt werden.

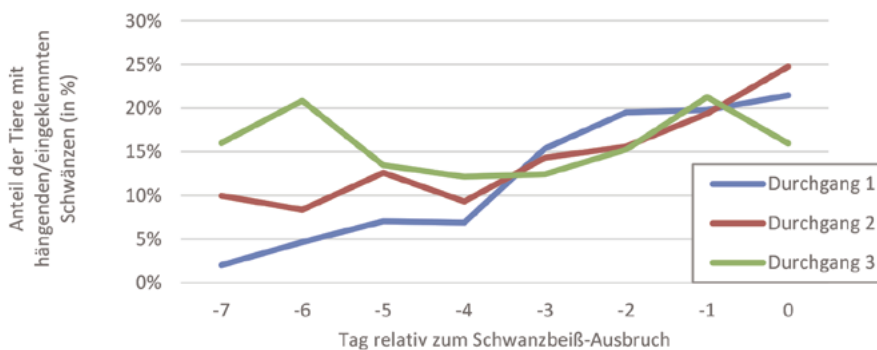


Abb.1: Anteil der Tiere mit hängenden/eingeklemmten Schwänzen in Prozent der sichtbar stehenden Tiere je Auswertungstag

Fig.1: Proportion of animals with hanging/tucked tails as a percentage of visible standing animals per observation day

4 Ausblick

Die Veränderungen der Schwanzhaltung weisen den Tierhalter bereits vor einem Ausbruch von Schwanzbeißen auf einen unmittelbaren Handlungsbedarf hin. In Zukunft sollen diese Verhaltensänderungen automatisiert erfasst werden, um Ausbrüche frühzeitig zu erkennen, Maßnahmen einzuleiten und schwerwiegende Folgen zu verhindern.

Literatur

- Larsen, M.L.V.; Andersen, H.M.L.; Pedersen, L.J. (2018): Tail posture as a detector of tail damage and an early detector of tail biting in finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 209, pp. 30-35
- Wedin, M.; Baxter, E.M.; Jack, M.; Futro, A.; D'Eath, R.B. (2018): Early indicators of tail biting outbreaks in pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 208, pp. 7-13

LED-Beleuchtung in der Bullenmast – Untersuchungen zum Einfluss der Lichttaglänge auf das Verhalten von Mastbullen

LED lighting in the bull fattening area – Investigations into the influence of the light day length on the behavior of fattening bulls

DANIEL WERNER, ALFONS BAUMEISTER, ANDREAS PELZER, KLAUS REITER

Zusammenfassung

In einem Versuch wurde der Einfluss verschiedener Lichttaglängen auf das Verhalten von Mastbullen analysiert und bewertet. Es wurden die Verhaltensweisen „Aufenthalt am Futtertisch“, „Liegen“ und „Stehen“ bei Lichttaglängen von 8, 12 und 16 Stunden Licht bei zehn Jungbullen je Gruppe beobachtet.

Beim „Aufenthalt am Futtertisch“ mit Häufigkeiten von 8,9–11,2 % konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Lichttaglängen festgestellt werden. Unter Kurztagbedingungen lagen die Tiere mit 59,2 % deutlich häufiger, als während der Langtagbedingungen mit 44,4 %. Zudem konnte eine Verschiebung der Rhythmik festgestellt werden.

Summary

In an experiment, the influence of different light day lengths on the behavior of fattening bulls was analyzed and evaluated. The behaviors „Staying at the feeding table“, „Lying down“ and „Standing“ were observed at light day lengths of 8, 12 and 16 hours of light in ten young bulls per group.

For „staying at the feeding table“ with frequencies of 8.9–11.2 %, no significant difference between light day lengths was observed. During short day conditions, the animals lay significantly more often with 59.2 % than during long day conditions with 44.4 %. In addition, a shift in rhythmicity could be detected.

1 Einleitung und Zielsetzung

Licht wird nicht nur zum Sehen benötigt, sondern steuert auch verschiedene physiologische Vorgänge und beeinflusst die biologischen Rhythmen von Mensch und Tier. Lichtprogramme nutzen dabei den biologischen Effekt der unterschiedlichen Lichtwirkung eines Sommer- oder Wintertages.

Ziel dieser Untersuchung war, das Verhalten von Mastbullen bei Variation der Lichttaglänge mittels künstlicher LED-Beleuchtung zu analysieren.

2 Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden am Versuchszentrum Haus Düsse in einem Stallsystem mit Tretmistverfahrens durchgeführt. Fünf Gruppen mit jeweils zehn Jungbullen, Milch- und Fleischrassen aus der eigenen Nachzucht, verfügten über 3,5 m² Platz je Tier. Die zehn Tiere der Fokusgruppe wogen zu Beginn durchschnittlich 594 kg bei einem Alter von 456 Tagen.

Die Fütterung erfolgte vollautomatisiert und bis zu sechs Mal täglich. Zur Beleuchtung wurden zwei LED-Leuchten je Gruppe verwendet. Jede Leuchte emittierte 3.800 lm bei 4.000 K. Das künstliche Beleuchtungsniveau betrug 89 lx ($g_1 = 0,28$). Die Lichtprogramme wurden per Zeitschaltuhr eingestellt. Als Referenz diente ein Programm mit 12 Stunden Licht. Anschließend folgten Lichtprogramme mit 8 und 16 Stunden Licht sowie abschließend erneut die Referenz mit 12 Stunden Licht.

Je Lichtprogramm wurden dreiwöchige Gewöhnungs- und Versuchsphasen durchgeführt. Mittels Scansampling erfolgte an den Wochenenden der Beobachtungsphase die Dokumentation, durch Auswertung von Videoaufzeichnungen, von drei ausgewählten Verhaltensweisen „Aufenthalt am Futtertisch“, „Liegen“ und „Stehen“.

3 Ergebnisse

Die Häufigkeiten der Verhaltensweise „Aufenthalt am Futtertisch“ lagen bei den gewählten Lichttaglängen bei 8,9 % bis 11,2 %. Ein signifikanter Unterschied bestand nicht. An den Kurztagen lagen die Tiere mit 59,2 % deutlich häufiger als an den Langtagen mit 44,4 %. Bei dem Lichtprogramm mit 16 Stunden Lichttag war gegenüber einem acht Stunden Lichttag eine Verschiebung des Rhythmus zu erkennen. Der Rhythmus des Lichtprogramms mit 16 Stunden folgte dabei mit einer Verzögerung von 2,5 Stunden.

4 Diskussion

Durch eine Verlängerung des Lichttages wurde die Häufigkeit des „Aufenthaltes am Futtertisch“ entgegen der Erwartung nicht verändert. Die Verlängerung des Lichttages steigerte die Aktivität der Tiere und reduzierte die Tageszunahmen.

Bei der Betrachtung der Rhythmik wurden mit acht und 12 Stunden Licht sehr ähnliche und fast deckungsgleiche rhythmische Verläufe erfasst. Der Einfluss des Sonnenaufgangs ist trotz künstlicher Beleuchtung erkennbar und zeigt weiteren Untersuchungsbedarf in Bezug auf dynamische Beleuchtungsprogramme auf.

Anhäufen von Legehennen

Piling behaviour in laying hens

JAKOB WINTER, MICHAEL TOSCANO, ARIANE STRATMANN

Zusammenfassung

In diesem Experiment wurden die Vermutungen überprüft, dass Umweltreize (Lichtpunkt, Stelle mit erhöhter Temperatur, Novel Object = Metallklebeband) zu 1) einer erhöhten Zahl von Hühnern in einem Testbereich führen, welches 2) Anhäufen auslöst. Um diese Vermutungen zu testen, wurden die Reize und eine Kontrolle an 440 LSL Hennen in acht Abteilen durchgeführt (55 Tiere pro Abteil, Latin Square Schema). Jedes Abteil bestand aus zwei Testbereichen, in welchen die jeweiligen Reize präsentiert wurden, mit gegenüberliegendem Kontrollbereich. Die Lichtpunkte wurden 10 min, die anderen Reize 35 min lang zu zwei zufälligen Zeitpunkten am Morgen an fünf Tagen in den Alterswochen 20, 22, 24 und 26 präsentiert. Die Tierzahl wurde während der ersten Testzeit pro Woche per Videoauswertung in allen Test- und Kontrollbereichen zu bestimmten Zeitpunkten gezählt und ihre Abhängigkeit vom Reiz und Zeitpunkt getestet. Die Dauer, Tierzahl und Auslöser von Anhäufungen wurden in den untersuchten Testzeiten und für den ersten Testtag von Alterswoche 20 und 26 beschrieben. Es zeigte sich, dass die Lichtpunkte und das Novel Object Tiere anlockten. Nur das Novel Object konnte Anhäufungen zweimal und nicht zuverlässig auslösen. Anhäufungen waren mittags und vormittags häufiger als morgens und nachmittags.

Summary

In this experiment, we tested the predictions that environmental stimuli (a light spot on the litter, a pen wall with increased temperature, a Novel Object = metal tape) can 1) increase the number of hens in a test area and 2) that increased animal numbers result in piling behaviour. To test our predictions, we presented those stimuli and a control condition to 440 LSL hens in 8 pens (55 animals per pen, Latin-square design). Each pen consisted of two test areas, in which the stimuli were presented, and two opposite control areas. We presented the light spots for 10 min, and other stimuli for 35 min at two random time points in the morning at 5 days at 20, 22, 24 and 26 weeks of age. We video assessed the number of animals at the first test day per week at predefined test times and inferentially tested its' relation to the stimulus and test time. We described the duration, animal number and trigger of piling observed during the assessed test times and for the first day of age 22 and 26 weeks. Our results showed that light spots and the Novel Object attracted hens. Only pecking at the Novel Object led in two times and not reliably to piling. Piling was more frequent at midday and in the late morning compared to early morning and afternoon.

1 Einleitung und Zielsetzung

Anhäufen, das dichte Zusammendrängen von Legehennen, kann zum Ersticken der Tiere führen (Winter et al. 2021a). Ein möglicher Einfluss von Umweltreizen auf das Auftreten des Anhäufens wurde beschrieben, ist aber bis heute nicht experimentell untersucht worden (Winter et al. 2021a). In einem Experiment wurden daher die Vermutungen untersucht, dass 1) bestimmte Umweltreize zu einer erhöhten Tierzahl in einem Testbereich führen und 2) dadurch Anhäufungen ausgelöst werden können.

2 Material und Methoden

2.1 Präsentation von Reizen

In dem Experiment wurden 440 Lohmann Selected Leghorn (LSL) Hennen in acht Abteilen (je zwei Testbereiche a 1 m² mit je gegenüberliegenden, identischen Kontrollbereichen sowie zentralem Versorgungsbereich) gehalten. Den Tieren wurde 1) ein Lichtpunkt (Bühnenscheinwerfer, Ø 10 cm, Präsentationszeit: 10 min), 2) ein Wandbereich mit erhöhter Temperatur (Wärmeplatte, 48 x 38 cm, 35 min), 3) ein Novel Object (Wandbereich mit reflektierendem Metallklebeband, 5 x 10 cm, 35 min) und 4) eine Kontrollbedingung (kein Reiz) präsentiert.

Die Reize wurden nach einem vollständigen Latin-Square-Schema zu zwei zufälligen Zeitpunkten am Morgen (04:00–05:04, 06:15–07:19) an je fünf Tagen in den Alterswochen 20, 22, 24 und 26 automatisch (Smart Home Control) gezeigt. Das Verhalten der Tiere gegenüber den Reizen wurde mittels Videokameras aufgezeichnet.

2.2 Auswertung: Anzahl Hühner und Beschreibung von Anhäufungen

Die Tierzahl in den Test- und Kontrollbereichen wurde für festgelegte Präsentationszeitpunkte (Lichtpunkt: 0, 5, 10 min, Wärmebereich, Novel Object, Kontrolle: 0, 5, 10, 17,5, 25, 30, 35 min nach Start des Reizes) der ersten Testzeit jeder Alterswoche gezählt. Die Abhängigkeit der Tierzahl von dem Reiz, dem Bereich (Test-/Kontrollbereich) und der Präsentationszeit sowie aller Zweifach- und Dreifach-Interaktionen wurde getestet (glmer, AICc Modellselektion, 768 Datenpunkte, R-Software).

Die Dauer, Anzahl involvierter Tiere und Auslöser von Anhäufungen wurden für die untersuchten Testzeiten und für den ersten Tag der Alterswochen 20 und 26 bestimmt und deskriptiv ausgewertet. Als Anhäufungen wurde das dichte Zusammendrängen von drei oder mehr Tieren, die überwiegend bewegungslos (mindestens 5 s) in dieselbe Richtung schauen, verstanden.

3 Ergebnisse

Die Tierzahl wurde am besten durch die Zweifach-Interaktionen von Reiz mit Präsentationszeitpunkt und Reiz mit Bereich erklärt. Über die Präsentationszeitpunkte hinweg war die Anzahl der Tiere im Vergleich zur Kontrollbedingung nur in der Lichtpunktbedingung höher ($p < 0,001$). Auch war die Tierzahl im Testbereich bei der Bedingung Lichtpunkt ($p < 0,001$) und Novel Object ($p = 0,0056$) höher als im jeweiligen Kontrollbereich.

Es wurden neun Anhäufungen innerhalb der Testzeit beobachtet von denen zwei durch Bepicken des Novel Objects ausgelöst wurden. Überdies wurden weitere 81 Anhäufungen am ersten Tag der 20. und 26. Alterswoche gezählt. Die meisten Anhäufungen wurden von Tieren, welche sich zu in einer Ecke stehenden, ruhenden oder pickenden Tieren gesellten, ausgelöst (73/81, 90,1 %). Die meisten Anhäufungen fanden mittags (10:00–13:00 Uhr, durchschnittlich 11 Anhäufungen/h) und vormittags (7:00–10:00 Uhr, 8/h), jedoch weniger morgens (2:00–7:00 Uhr, 5,2/h) und nachmittags (13:00–16:00 Uhr, 3/h) statt.

4 Diskussion

Die Ergebnisse unterstützen die erste Vermutung, dass die präsentierten Lichtpunkte und das Novel Object die Tierzahl in einem Testbereich erhöhen können. Unsere zweite Vermutung, dass die Erhöhung der Tierzahl zum Anhäufen führt, wurde dagegen nicht unterstützt, da lediglich das Novel Object Anhäufen (und dieses nur unzuverlässig) auslöste. Dass dennoch Anhäufungen häufig beobachtet wurden, welche nicht durch die präsentierten Reize ausgelöst wurden, zeigt, dass andere Faktoren das Anhäufungen bedingen. Beispielsweise scheint die Tageszeit (Mittagszeit) und der Bereich im Abteil (Ecken) entscheidend für das Anhäufen zu sein. Eine Abhängigkeit von der Tageszeit und vom Ort für das Anhäufen wurde bereits in explorativen Studien (Winter et al. 2021 a, b) angenommen, muss jedoch noch weiter experimentell bestätigt werden.

Literatur

- Winter, J.; Toscano, M.J.; Stratmann, A. (2021a): Piling behaviour in Swiss layer flocks: Description and related factors. *Appl Anim Behav Sci.* 236 p.105272, doi:10.1016/j.applanim.2021.105272
- Winter, J.; Toscano, M.J.; Stratmann, A.; Nicol, C. (2021b): Piling behaviour in British layer flocks: Characteristics and related factors. In preparation

Danksagung

Wir danken dem Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) für die Finanzierung und besonders M. Schwab, Th. Heinzl, K. Stojanovski und A. Abdulsatar, dem Team des ZTHZ und des Aviforums für die Unterstützung in der Durchführung der Studie.

Mitwirkende

Dr. Felix Adrion

Agroscope
Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung
Ettenhausen, Schweiz

Dr. Stefanie Ammer

Universität Göttingen
Tierwissenschaften
Göttingen
und

Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Departement für Nutztierwissenschaften
Frick, Schweiz

Dr. Astrid L. van Asten

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse
Tierhaltung und Tierzucht
Bad Sassendorf

Dr. Kerstin Barth

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Institut für Ökologischen Landbau
Westerau

Dr. Miriam Baumgartner

Technische Universität München
TUM School of Life Sciences Weihenstephan
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme
Arbeitsgruppe „Ethologie, Tierhaltung und Tierschutz“
Freising

Alfons Baumeister

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse
Sachbereich Rinderhaltung
Bad Sassendorf

Steffen Beigel

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fachgebiet ökologische Landwirtschaft
Weidenbach

Roxanne Berthel

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Agroscope
Ettenhausen, Schweiz

Marlen Bielicke

Humboldt-Universität zu Berlin
Lebenswissenschaftliche Fakultät
Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar- und Gartenbauwissenschaften
Tierhaltungssysteme & Ethologie
Berlin

Prof. Dr. Olaf Bininda-Emonds

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, Phylogenetische Systematik und Evolutionsbiologie
Oldenburg

Carmela Bisang

Universität Bern
Vetsuisse-Fakultät
Departement für klinische Veterinärmedizin
Bern, Schweiz

Dr. Ernst Bohlsen

Landeskontrollverband Weser- Ems e. V.
Leer

Dr. Jan Brinkmann

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Institut für Ökologischen Landbau
Westerau

Prof. Dr. Rupert Bruckmaier

Universität Bern
Vetsuisse-Fakultät
Departement für klinische Veterinärmedizin
Bern, Schweiz

Johannes Brünger

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Informatik
Kiel

Dr. Joan-Bryce Burla

Agroscope
Zentrum für Tiergerechte Haltung: Wieder-
käufer und Schweine
Ettenhausen, Schweiz

Prof. Dr. Wolfgang Büscher

Universität Bonn
Institut für Landtechnik
Bonn

Kornel Cimer

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche
Räume, Wald und Fischerei
Institut für Ökologischen Landbau
Westerau

Daniel Coenen

Landeskontrollverband Nordrhein-
Westfalen e. V.
Krefeld

Dr. Katharina Dahlhoff

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirt-
schaft Haus Düsse
Koordinierungsstelle für digitale Bewer-
tungssysteme
Bad Sassendorf

Dr. Frigga Dohme-Meier

Agroscope
Forschungsgruppe Wiederkäuer
Posieux, Schweiz

Dr. Melanie Dopfer

Deutscher Tierschutzbund e. V.
Akademie für Tierschutz
Neubiberg

Klaus Drössler

Landesverband Baden-Württemberg
für Leistungs- und Qualitätsprüfungen
in der Tierzucht e. V.
Stuttgart

Uwe Eilers

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-
Württemberg
Haltungssysteme und Rinderhaltung
im ökologischen Landbau
Aulendorf

Dr. Markus Elger

Ludwig-Maximilians-Universität München
Tierärztliche Fakultät
Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde,
Tierhygiene und Tierhaltung
München

Prof. Dr. Dr. Michael Erhard

Ludwig-Maximilians-Universität München
Tierärztliche Fakultät
Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde,
Tierhygiene und Tierhaltung
München

PD Dr. Michaela Fels

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
Nutztierethologie
Hannover

Delia Fiderer

Freie Universität Berlin
Institut für Tierschutz, Tierverhalten und
Versuchstierkunde
Berlin

Andrea Friggemann

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirt-
schaft Haus Düsse
Tierhaltung und Tierzucht recht
Bad Sassendorf

Dr. Dr. Udo Gansloßer

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Spezielle Zoologie und
Evolutionbiologie mit Phyletischem Museum
Jena

Aliena Gauer

Universität Kassel
Fachbereich Ökologische Agrar-
wissenschaften
Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung
Witzenhausen

Dr. Elisabeth Gerster

Landwirtschaftliches Zentrum Baden-
Württemberg
Wiederkäuergerechte Fütterung und
Umweltwirkungen
Aulendorf

Dr. Daniel Gieseke

Universität Kassel
Fachbereich Ökologische Agrar-
wissenschaften
Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung
Witzenhausen

Dr. Miriam Goldschalt

Deutscher Tierschutzbund e. V.
Akademie für Tierschutz
Neubiberg

PD Dr. Lorenz Gygax

Humboldt-Universität zu Berlin
Lebenswissenschaftliche Fakultät
Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar-
und Gartenbauwissenschaften
Tierhaltungssysteme & Ethologie
Berlin

Sabine Hartmann

VIER PFOTEN International –
gemeinnützige Privatstiftung
Science Unit
Wien, Österreich

Dr. Sabine G. Gebhardt-Henrich

Universität Bern
Veterinary Public Health Institut
Tierschutzabteilung
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Geflügel und Kaninchen Zollikofen
Bern, Schweiz

Dr. Bianca Haußner

Deutscher Tierschutzbund e. V. –
Tierschutzlabel
Bundesgeschäftsstelle
Bonn

Prof. Dr. Edna Hillmann

Humboldt-Universität zu Berlin
Lebenswissenschaftliche Fakultät
Albrecht Daniel Thaer-Institut für
Agrar- und Gartenbauwissenschaften
Tierhaltungssysteme & Ethologie
Berlin

Dr. Sara Hintze

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften
Wien, Österreich

Bettina Hinte-Breindl

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Spezielle Zoologie und
Evolutionbiologie mit Phyletischem Museum
Jena
und
Universität Vechta
Fakultät für Natur- und Sozialwissenschaften
Fachbereich Soziologie
Vechta

Laura Hemsing

Bundesverband Deutscher Ziegenzüchter e. V.
Berlin

Dr. Mirjam Holinger

Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Departement für Nutztierwissenschaften
Frick, Schweiz

Prof. Dr. Bernhard Hörning

Hochschule Eberswalde
Fachgebiet Ökologische Tierhaltung
Eberswalde

Severin Hübner

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche
Räume, Wald und Fischerei
Institut für Ökologischen Landbau
Westerau

Carsten Hümmer

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät
Landwirtschaft, Lebensmittel und Ernährung
Angewandte landwirtschaftliche Betriebs-
wirtschaftslehre und Unternehmensplanung
Weidenbach

Naemi von Jasmund

Universität Bonn
Institut für Landtechnik
Bonn

Alex Johny

Universität Bern
 Veterinary Public Health Institut
 Tierschutzabteilung
 Zentrum für tiergerechte Haltung:
 Geflügel und Kaninchen Zollikofen
 Bern, Schweiz

Josef Jungwirth

Landeskuratorium der Erzeugerringe
 für tierische Veredelung in Bayern e. V.
 München

Dr. Martin Kammer

Landeskuratorium der Erzeugerringe
 für tierische Veredelung in Bayern e. V.
 München

Sina Käselau

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
 Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
 Nutztierethologie
 Hannover

Dr. Karen Kauselmann

Friedrich-Loeffler-Institut
 Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
 Institut für Tierschutz und Tierhaltung
 Celle

Dr. Nina Keil

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit
 und Veterinärwesen
 Zentrum für tiergerechte Haltung:
 Wiederkäuer und Schweine
 Agroscope
 Ettenhausen, Schweiz

Prof. Dr. Nicole Kemper

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
 Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
 Nutztierethologie
 Hannover

Prof. Dr. Ute Knierim

Universität Kassel
 Fachbereich Ökologische Agrar-
 wissenschaften
 Fachgebiet Nutztierethologie und Tierhaltung
 Witzenhausen

Prof. Dr. Reinhard Koch

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel,
 Institut für Informatik
 Kiel

Dr. E. Tobias Krause

Friedrich-Loeffler-Institut
 Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
 Institut für Tierschutz und Tierhaltung
 Celle

Leonie Krüger

Hochschule Eberswalde
 Fachgebiet Ökologische Tierhaltung
 Eberswalde

Kristina Kull

Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Nachhaltige Agrarsysteme
 Institut für Nutztierwissenschaften
 Wien, Österreich

Dr. Jan Langbein

Forschungsinstitut für Nutztierbiologie
 Institut für Verhaltensphysiologie
 Dummerstorf

Wolf Last

Humboldt-Universität zu Berlin
 Lebenswissenschaftliche Fakultät
 Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar-
 und Gartenbauwissenschaften
 Tierhaltungssysteme & Ethologie
 Berlin

Prof. Dr. Helen Louton

Universität Rostock
 Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
 Professur Tiergesundheit und Tierschutz
 Rostock

Barbara Lutz

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und
 Veterinärwesen
 Zentrum für tiergerechte Haltung:
 Wiederkäuern und Schweinen
 Agroscope
 Ettenhausen, Schweiz

Lisa Maddalena

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuern und Schweinen
Agroscope
Ettenhausen, Schweiz

Sarah Mäkelburg

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Institut für Biologie und Umweltwissenschaften, Phylogenetische Systematik und Evolutionsbiologie
Oldenburg
und
Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Spezielle Zoologie und Evolutionsbiologie mit Phyletischem Museum
Jena

Dr. Roland Nasser

Agroscope
Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung
Ettenhausen, Schweiz

Dr. Christian Nawroth

Forschungsinstitut für Nutztierbiologie
Institut für Verhaltensphysiologie
Dummerstorf

Andreas Pelzer

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse
Sachbereich Rinderhaltung
Bad Sassendorf

Alice Pontiggia

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Agroscope
Ettenhausen, Schweiz

Dr. Sally Rauterberg

Friedrich-Loeffler-Institut
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Institut für Tierschutz und Tierhaltung
Celle

Dr. Sven Reese

Ludwig-Maximilians-Universität München
Tierärztlichen Fakultät
Lehrstuhl für Anatomie, Histologie und Embryologie
München

Prof. Dr. Klaus Reiter

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Landtechnik und Tierhaltung
Markt Schwaben

Anna Riedel

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
WING – Wissenschaft und Innovation für Nachhaltige Geflügelwirtschaft
Hannover

Katharina Riedl

VIER PFOTEN International –
gemeinnützige Privatstiftung
Farm Animals and Nutrition Unit
Wien, Österreich

Dr. Katrina Rosenberger

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Agroscope
Ettenhausen, Schweiz

Dr. Christina Rufener

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Agroscope
Ettenhausen, Schweiz

Lisa Schanz

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften
Wien, Österreich

Hannes Saur

Universität Hohenheim
Institut für Agrartechnik, Verfahrenstechnik der Tierhaltungssysteme
Stuttgart

Dr. Kees Scheepens

Landgoed 's Heerenvijvers
Oirschot, Niederlande

Lisa-Marie Schmidt

vormals: Universität Bonn
Institut für Landtechnik
Bonn

Dr. Laura Schneider

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
Nutztierethologie
Hannover

Hansjörg Schrade

Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg
– Schweinehaltung, Schweinezucht –
Boxberg

apl. Prof. Dr. Lars Schrader

Friedrich-Loeffler-Institut
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Institut für Tierschutz und Tierhaltung
Celle

Dr. Antje Schubert

Friedrich-Loeffler-Institut
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit
Institut für Tierschutz und Tierhaltung
Celle

Dr. Ute Schultheiß

Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e. V.
Darmstadt

Dr. Angela Schwarzer

Ludwig-Maximilians-Universität München
Tierärztliche Fakultät
Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde,
Tierhygiene und Tierhaltung
München

Dr. Madeleine F. Scriba

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und
Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Agroscope
Ettenhausen, Schweiz

Josie Siegel

Universität Edinburgh
Royal School of Veterinary Studies
Easter Bush Veterinary Centre
Easter Bush, Scotland

Christel Simantke

Humboldt-Universität zu Berlin
Lebenswissenschaftliche Fakultät
Albrecht Daniel Thaer-Institut für Agrar-
und Gartenbauwissenschaften
Tierhaltungssysteme & Ethologie
Berlin

Dr. Michael Simmler

Forschungsgruppe Digitale Produktion
Agroscope
Ettenhausen, Schweiz

Dr. Birgit Spindler

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
Nutztierethologie
Hannover

Dr. Joanna Stachowicz

Agroscope
Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung
Ettenhausen, Schweiz

Prof. Dr. Adrian Steiner

Universität Bern
Vetsuisse-Fakultät
Departement für klinische Veterinärmedizin
Bern, Schweiz

Dr. Jenny Stracke

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
Nutztierethologie
Hannover

Dr. Ariane Stratmann

Universität Bern
Veterinary Public Health Institut, Tierschutz-
abteilung
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Geflügel und Kaninchen Zollikofen
Bern, Schweiz

Dr. Dimitri Stucki

Universität Bern
Vetsuisse-Fakultät
Departement für klinische Veterinärmedizin
Bern, Schweiz

Dr. Beat Thomann

Universität Bern
Vetsuisse-Fakultät
Departement für klinische Veterinärmedizin
Bern, Schweiz

Dr. Christa Thöne-Reineke

Freie Universität Berlin
Institut für Tierschutz, Tiervershalten und
Versuchstierkunde
Berlin

Michelle Tillmanns

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
Nutztierethologie
Hannover

Dr. Michael Toscano

Universität Bern
Veterinary Public Health Institut
Tierschutzabteilung
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Geflügel und Kaninchen Zollikofen
Bern, Schweiz

Hana Tebelmann

Friedrich-Schiller-Universität Jena
Institut für Spezielle Zoologie und
Evolutionbiologie mit Phyletischem Museum
Jena

Prof. Dr. Christina Umstätter

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche
Räume, Wald und Fischerei
Institut für Agrartechnologie
Braunschweig

Felix Versen

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät
Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme
Tierproduktionssysteme in der ökologischen
Landschaft
Freising

Nina Volkmann

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
Nutztierethologie
Hannover

Dr. Friederike K. Warns

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirt-
schaft Haus Düsse
Tierhaltung und Tierzuchtrecht
Bad Sassendorf

Dr. Beat Wechsler

Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und
Veterinärwesen
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Wiederkäuer und Schweine
Agroscope
Ettenhausen, Schweiz

Janna Weidemann

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und
Nutztierethologie
Hannover

Dr. Daniel Werner

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Versuchs- und Bildungszentrum Landwirt-
schaft Haus Düsse
Tierhaltung und Tierzuchtrecht
Bad Sassendorf

Dr. Mechthild Wiegand

Freie Universität Berlin,
Institut für Tierschutz, Tiervershalten und
Versuchstierkunde
Berlin

Prof. Dr. Christoph Winckler

Universität für Bodenkultur Wien
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften
Wien, Österreich

Jakob Winter

Universität Bern
Veterinary Public Health Institut
Tierschutzabteilung
Zentrum für tiergerechte Haltung:
Geflügel und Kaninchen Zollikofen
Bern, Schweiz

Dr. Anna-Caroline Wöhr
Ludwig-Maximilians-Universität München
Tierärztlichen Fakultät
Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde,
Tierhygiene und Tierhaltung
München

Dr. Antonia Zanker
Tierärztliche Klinik für Pferde Wolfesing
Zorneding

Rita Zapf
Kuratorium für Technik und Bauwesen
in der Landwirtschaft e. V.
Darmstadt

Prof Dr. Dr. Eva Zeiler
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät
Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme
Tierproduktionssysteme in der ökologischen
Landwirtschaft
Freising

Dr. Margit H. Zeitler-Feicht
Technische Universität München
TUM School of Life Sciences Weihenstephan
Lehrstuhl für Ökologischen Landbau
und Pflanzenbausysteme
Arbeitsgruppe „Ethologie, Tierhaltung
und Tierschutz“
Freising

Dr. Claudius Zelenka
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
Institut für Informatik
Kiel

Sibylle Zwygart
Universität Bern
Vetsuisse-Fakultät
Departement für klinische Veterinärmedizin
Bern, Schweiz

KTBL-Medien



Milchziegenhaltung Produktionsverfahren planen und kalkulieren

2021, 140 S., 24 €, ISBN 978-3-945088-80-7 (Best.-Nr. 19527)

Ziegenmilcherzeugung kalkulieren und Produktionsverfahren planen: Für den Betriebszweig Milchziegenhaltung bietet die 2. Auflage der Datensammlung umfassendes Wissen und Informationen. Die Autorinnen und Autoren haben von der Aufzucht der Kitze über die Milchverarbeitung bis zur Vermarktung der Produkte – belastbare Daten zusammengestellt. Planungsbeispiele zeigen, wie sich konventionell und ökologisch gehaltene Milchziegen rechnen. Neben den dargestellten Verfahrensabläufen werden Kennzahlen der Arbeitserledigung, ökonomische Erfolgsgrößen und Stückkosten ausgewiesen.



Modernisierung von Milchviehställen mit kleinen Beständen Planungsempfehlungen und Beispiellösungen

2021, 3. Auflage, 92 S., 22 €, ISBN 978-3-945088-81-4 (Best.-Nr. 11522)

Die Schrift zeigt, wie kleine Milchviehbestände mit bis zu 40 Kühen in Anbindehaltung durch Um-, An- oder Neubauten modernisiert werden können. Ausgehend von den Anforderungen der Milchkühe werden verschiedene Haltungsverfahren vom Anbindestall bis zum Kompoststall mit ihren Vor- und Nachteilen beschrieben. In separaten Kapiteln wird der Stand der Technik hinsichtlich Laufhöfen, Melken, Füttern, Entmisten, Wirtschaftsdüngerlagerung sowie Kälber- und Jungviehhaltung behandelt.



Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2020 52. Tagung Angewandte Ethologie bei Nutztieren der DVG

2020, 280 S., 25 €, ISBN 978-3-945088-78-4 (Best.-Nr. 11520)

Im Begleitband zur jährlichen Freiburger Tagung stellen Referentinnen und Referenten aus Deutschland, Österreich und der Schweiz neue wissenschaftliche Erkenntnisse auf dem Gebiet der Verhaltenskunde von Nutz- und Heimtieren vor.

Bestellhinweise

Versandkosten werden gesondert in Rechnung gestellt. Preisänderungen vorbehalten.
Wir freuen uns auf Ihre Bestellung. Senden Sie diese bitte an

KTBL, Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt | Tel.: +49 6151 7001-189 |
E-Mail: vertrieb@ktbl.de | www.ktbl.de

Sämtliche KTBL-Produkte finden Sie unter www.ktbl.de „KTBL-Shop“

BZL-Medien



Rechtsformen landwirtschaftlicher Unternehmen

Heft, DIN A5, 68 Seiten, 4. Auflage, 2020, Bestell-Nr. 1147,
ISBN 978-3-8308-1394-1

Hofübergabe, Kooperationen, größere Investitionen – fast immer stellt sich die Frage der passenden Rechtsform. Das Heft berücksichtigt dabei auch neuere, europäische Rechtsformen. Es erläutert alle Kriterien, die bei der Auswahl eine Rolle spielen. Dazu gehören z.B. die Gestaltungsmöglichkeiten von Verträgen, Haftungsfragen und Finanzierungsmöglichkeiten, die Übertragbarkeit von Beteiligungen, die Gewinn- und Verlustverteilung. Auch die erbrechtliche Seite wird angesprochen. Ein weiterer Schwerpunkt sind die Steuern. In Beispielen wird gezeigt, wie die Steuerbelastung in einer GmbH und einer GbR oder die Kapitalertragsteuer ermittelt werden. Abschließend erhalten Leserinnen und Leser Empfehlungen, welche Rechtsform zu welcher Ausgangssituation am besten passt.



So leben Milchkühe

Pocket Sonderformat (10,5 x 10,5 cm), 28 Seiten, 2. Auflage,
2018, Bestell-Nr. 0457

Sie wollen wissen, woher die Milch kommt? – Dann wollen Sie sicher auch wissen, was das Besondere an Milchkühen ist und wie sie in Deutschland gehalten werden. Das Pocket bringt scheinbar Alltägliches, aber auch Überraschendes zu Tage. Zwölf Fragen werden in diesem handlichen Pocket-Heft beantwortet. Danach wissen Sie, warum Kühe Gras so gut verdauen können, dass moderne Technik zum Wohlbefinden der Tiere beitragen kann und warum Kälbern meist die Hörner entfernt werden. Das Heft im Taschenformat richtet sich an alle interessierten Bürger und kann gut in der Öffentlichkeitsarbeit der Landwirtschaft und in allgemeinbildenden Schulen eingesetzt werden.

Bestellungen an

BLE-Medienservice
c/o IBRo Versandservice GmbH
Kastanienweg 1 18184 Roggentin
Telefon: 038204 66544
Telefax: 030 1810 6845 20
E-Mail: Bestellung@ble-medienservice.de

Mehr Infos auf

www.ble-medienservice.de
www.ble.de/bzl

Wie beeinflussen der Rang und die Freundschaftsverhältnisse die Fress- und Liegedauer von Ziegen? Was ist bei der Schlachtung von Rindern auf der Weide zu beachten? Welche Indikatoren zur Bewertung des Tierwohls gibt es und wie lassen sie sich zuverlässig erheben? Und nicht zuletzt: Wie interagieren Jungrinder und Masthühner bei gemeinsamer Weidenutzung? Die Antworten lieferten führende Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der Verhaltenskunde anlässlich der 53. Freiburger Tagung zum Thema „Angewandte Ethologie“. Dieser Tagungsband bündelt das in 23 Vorträgen und 19 Postern präsentierte Wissen und ist für alle, die sich mit angewandter Ethologie befassen, unverzichtbar. In ihren Beiträgen widmen sich die Referentinnen und Referenten vor allem landwirtschaftlichen Nutztieren – dieses Jahr erweitern Ergebnisse über Pferde, Hunde und Königspythons das Spektrum der Tierarten. In den acht Themenblöcken geht es darum, wie das Tierwohl erfasst, bewertet und verbessert werden kann. Dabei stehen methodische Ansätze unter Laborbedingungen genauso im Blickfeld wie praktische Beobachtungen des Tierverhaltens sowie Erhebungen in Ställen und auf Weiden.

Gemeinschaftlich zeigen die Vorträge und Poster wie bunt, breit und interessant die Ethologie ist und wie sie hilft, Tiere zu verstehen und ihr Wohlbefinden in menschlicher Obhut zu fördern.

www.ktbl.de € 25 [D]
ISBN 978-3-945088-82-1

