

Impressum

Herausgeber:
World Agricultural Systems Center
Hans Eisenmann-Forum für Agrarwissenschaften
der Technischen Universität München
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising
Tel: +49.8161.71.3464
Fax: +49.8161.71.2899
E-mail: Hans-Eisenmann-Forum@wzw.tum.de
Internet: www.hef.wzw.tum.de

Redaktion:
Claudia R. Luksch

Vorwort

In einem Domestikationsprozess, der vor mehr als zehntausend Jahren begann, wurden Wildtiere in den Hausstand überführt und zum festen Bestandteil in der menschlichen Ernährung.

In der modernen Weltwirtschaft ist die Nutztierhaltung ein bedeutender Faktor. Durch erhöhte Effizienz in der Ressourcennutzung und die stetige Optimierung der Produktionsbedingungen sind tierische Erzeugnisse für den deutschen Konsumenten alltäglich und preiswert.

Allerdings wird die intensive Tierhaltung in der Öffentlichkeit zunehmend negativ beurteilt.

Heute steht die moderne Nutztierhaltung vor der Herausforderung, Faktoren wie den Umwelt- und Ressourcenschutz, die Wirtschaftlichkeit und das Wohlergehen der Nutztiere miteinander in Einklang zu bringen.

Zur Beurteilung des Wohlergehens von Nutztieren muss geklärt werden, was ihre Bedürfnisse sind, wie diese Bedürfnisse gemessen werden können, und welche Möglichkeiten es für tiergerechte Haltung und Nutzung gibt.

Das Agrarwissenschaftliche Symposium 2018 widmet sich diesem Themenfeld:

Beginnend mit Vorträgen aus den eher "klassischen" Agrarwissenschaften wird den Fragen nachgegangen, welche Parameter "Auskunft" geben über den Zustand des Tieres, und welche Rückschlüsse auf das Wohlbefinden des Tieres gezogen werden können.

Im Weiteren geht es darum, wie bei Nutztieren mittels Bilderkennung und Sensortechnik Verhalten und Physiologie erfasst werden können.

Die Auswahl der Referenten beschränkt sich im diesjährigen Symposium nicht auf den Agrarsektor, sondern bezieht auch Wissenschaftler aus der praktischen Anwendung, der Biologie/Verhaltensforschung, der Technik und dem Bereich Mensch-Maschine-Kommunikation ein.

Hier ist es spannend zu sehen, welche Möglichkeiten es in diesen Bereichen gibt, und zu diskutieren, ob und wie hier voneinander gelernt werden kann.

Wir freuen uns, Sie zum diesjährigen Agrarwissenschaftlichen Symposium des Hans Eisenmann-Forums in Weihenstephan begrüßen zu dürfen und wünschen Ihnen einen abwechslungsreichen Tag mit spannenden, informativen Beiträgen und anregenden Diskussionen.

Ihr Team des Hans Eisenmann-Forums

Das **Hans Eisenmann-Forum für Agrarwissenschaften** verbindet die agrarwissenschaftlich orientierten Professuren der Technischen Universität München. Schwerpunkte sind die Vernetzung der agrarwissenschaftlichen Forschung, die Initiierung gemeinsamer Forschungsvorhaben, die Vermittlung fachlicher Expertise und die Förderung des Wissenstransfers durch Vortragsveranstaltungen und Symposien für Wissenschaftler, Studierende, Praktiker und Experten der Agrarwirtschaft.
www.hef.wzw.tum.de

Programm

Begrüßung

- **09:00**

Moderation

Tobias Chmura

Vorträge

- **09:15 – 10:00**
Prof. Dr. Gottfried Brem
Veterinärmedizinische Universität Wien
Zehntausend Jahre Mensch und Nutztier
- **10:10 – 11:00**
Prof.em. Dr. Josef Troxler
Veterinärmedizinische Universität Wien
Bedürfnisse der Tiere: Das Zusammenspiel zwischen Tier und Umwelt und deren Folgen für eine tiergerechte Haltung und Nutzung
- **11:10 – 11:40 Kaffeepause/Posterausstellung**
- **11:40 – 12:10**
Prof. Dr. Marion Schmicke
Tierärztliche Hochschule Hannover
Biomarker in der Nutztierpraxis – Einsatz, Nutzen, Zukunft
- **12:20 – 12:50**
Prof. Dr. Joachim Krieter
Christian-Albrechts-Universität Kiel
Gesundheitsmonitoring auf Basis des Tierverhaltens
- **13:00 – 14:30 Mittagspause/Posterausstellung**

- **14:30 – 15:00**

Lisa Trost

Max-Planck-Institut für Ornithologie

Elektrophysiologische Methoden zur Erfassung und Quantifizierung von Verhalten am Beispiel von Singvögeln

- **15:10 – 15:40**

Dr. Dorina Thiess

Piavita AG

Big Data, Machine Learning und neueste Sensortechnologien zur unbeeinflussten Messung von Vitalwerten am Tier

15:50 – 16:20 Kaffeepause/Posterausstellung

- **16:20 – 16:50**

Prof. Dr. Gerhard Rigoll

Technische Universität München

Erkennung von menschlichen Aktionen mit Methoden der Mustererkennung und des maschinellen Lernens

Podiumsdiskussion mit allen Referenten

- **17:00 – 17:45**

Schlussworte

- ca. **18:00**

Abstracts

Inhaltsverzeichnis Vorträge

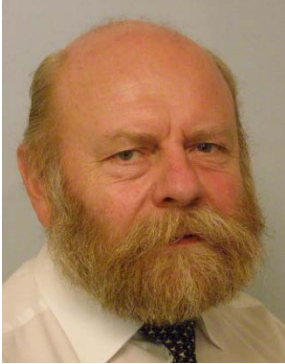
Zehntausend Jahre Mensch und Nutztier <i>Prof. Dr. Gottfried Brem</i>	9
Bedürfnisse der Tiere: Das Zusammenspiel zwischen Tier und Umwelt und deren Folgen für eine tiergerechte Haltung und Nutzung <i>Prof. em. Dr. Josef Troxler</i>	13
Biomarker in der Nutztierpraxis – Einsatz, Nutzen, Zukunft <i>Prof. Dr. Marion Schmicke</i>	17
Gesundheitsmonitoring auf Basis des Tierverhaltens <i>Prof. Dr. Joachim Krieter</i>	21
Elektrophysiologische Methoden zur Erfassung und Quantifizierung von Verhalten am Beispiel von Singvögeln <i>Lisa Trost</i>	25
Big Data, Machine Learning und neueste Sensortechnologien zur unbeeinflussten Messung von Vitalwerten am Tier <i>Dr. Dorina Thiess</i>	29
Erkennung von menschlichen Aktionen mit Methoden der Mustererkennung und des maschinellen Lernens <i>Prof. Dr. Gerhard Rigoll</i>	31

Inhaltsverzeichnis Poster

Influence of glyphosate on ruminal fermentation and digestibility parameters in cattle <i>M. Buffler, W. Windisch</i>	37
Frühe embryonale Mortalität: Primäre bovine Hepatozyten als Modell zur Untersuchung embryo-maternalen Kommunikation <i>K. Endriß, M. Schmicke</i>	39
Gesundheitsüberwachung von Milchkühen durch hochauflösendes Immun-Monitoring in Blut und Rohmilch mithilfe der Durchflusszytometrie <i>S. Farschtschi, M. Kraus, M. Pfaffl</i>	43
Einsatz pansengeschützter Aminosäuren in der Bullenmast <i>V. Inhuber, T. Ettle, W. Windisch</i>	45
Ökonomische Bewertung automatischer Brunsterkennungssysteme in der Milchviehhaltung <i>J. Pfeiffer, M. Gandorfer, G. Wendl</i>	49
Tierwohlaspekte in der Bienenhaltung <i>J. G. Wiecha, K.L.M. Ziegler, H. Bernhardt</i>	51

Bedürfnisse der Nutztiere

Tierwohl nach der Stalltür: Schall- und Vibrationsemissionen während Tiertransporten <i>K.L.M. Ziegler, J. G. Wiecha, H. Bernhardt</i>	53
Der Tierwohlfahrtschreiber - technische Lösung für mehr Tierwohl <i>J. G. Wiecha, K.L.M. Ziegler, H. Bernhardt</i>	55
“optiKuh” – Verbesserung der Haltung von Milchkühen durch Zucht auf Futteraufnahme und Stoffwechselstabilität unter Beachtung von Futtereffizienz und Umweltwirkung <i>P. Hertel-Böhnke</i>	57



Gottfried Brem

Institut für Tierzucht

Department für Biomedizinische Wissenschaften

Veterinärmedizinische Universität Wien

Veterinärplatz 1 Geb: NA/VIII, 1210 Wien,

Zehntausend Jahre Mensch und Nutztiere

Einleitung

Für die menschlichen Bedürfnisse hat Abraham Maslow (1908 bis 1970), ein amerikanischer Psychologe, in den sechziger Jahren eine Bedürfnispyramide aufgestellt. Erst wenn die Bedürfnisse einer Stufe gestillt sind, strebt der Mensch nach den Bedürfnissen der nächsten Stufe. Die Bedürfnisse der Menschen unserer Zeit wandeln sich. Zunehmend mehr Menschen haben heute auch das Bedürfnis, sich um die Bedürfnisse von Mitgeschöpfen, in unserem Fall also Nutztieren, zu kümmern.

Mensch und Tierwelt

Mehr als 99% der Menschheitsgeschichte lebte der Mensch in Jäger- und Sammler-Gesellschaften. Nicht erst in unserer Zeit hat der Mensch zu den Tieren seiner Umgebung ein vielschichtiges Verhältnis. Bereits in prähistorischer Zeit hat die Spezies Homo Wildtiere und -arten in erschreckend hohem Ausmaß dezimiert und zum Teil auch ausgerottet. Die frühen Jäger haben in Afrika und Südasien 30% der Großfauna und in Europa und Asien 50% der großen Haussäugetiere ausgerottet.

Domestikation

Vor 10 bis 12.000 Jahren war aus einer Welt, aus der die menschlichen Population über hunderttausende von Jahren fast unerschöpflich Nahrung entnehmen konnte, durch die Aktivitäten des prähistorischen Menschen eine Welt geworden, in der die massiv zurückgehenden natürlichen Ressourcen Änderungen erzwangen. Die Natur lieferte nicht mehr nach, was ihr der Mensch entzog. Dieses Problem der Erschöpfung von globalen Ressourcen, das auch in unseren Tagen von höchster Aktualität ist, ist also nicht so neu, wie vermutet werden könnte.

Prähistorische Menschen begannen in einem langwierigen Domestikationsprozess, einige Pflanzen und Wildtierarten in den Hausstand zu überführen. Eine entscheidende Voraussetzung für die Domestikation war die Auswahl, Selektion wie wir heute sagen. Vermutlich wurden nur die zugänglichsten Tiere von den Menschen in Obhut genommen und damit erfolgten bereits erste genetische Veränderungen. Über Generationen hinweg kam es zu genetisch fixierten Veränderungen des Verhaltens- und anderer Merkmale. Domestikation war nur möglich, weil die phänotypischen Unterschiede zwischen den Tieren zumindest zum Teil auf genotypischen Unterschieden beruhten und es dadurch, mittels der vom Menschen kontrollierten Paarung, zur Vermehrung der von ihm gewünschten Phänotypen und damit zur Fixierung entsprechender Genotypen gekommen ist. Domestikation war kein singuläres Ereignis, sie war sozusagen ein Ergebnis ihrer Zeit. Der Erfolg lässt sich ermessen, wenn man bedenkt, dass in unserer Zeit weltweit mehr als vier Milliarden Nutztiere gehalten werden. Insgesamt wurden nur etwa 50 Tierarten domestiziert, aus denen mehr als 5000 Rassen gezüchtet worden sind. Die meisten von ihnen sind heute in ihrem Bestand gefährdet, viele

sind schon ausgestorben oder ihr Verlust steht bevor.

Folgen der Domestikation

Haustiere unterscheiden sich von ihren Wildtierarten tiefgreifend in Gestalt, Struktur, Leistungen und Verhaltensweisen. Lebensnotwendige und arterhaltende Merkmale von Wildtieren wie ständige Aufmerksamkeit, Kampf- und Fluchtbereitschaft waren nicht mehr essentiell und entwickelten sich zurück. Wegen der Versorgung durch den Menschen mit Futter, Stallungen und Pflege veränderten sich die genetischen Veranlagungen der domestizierten Tiere im Laufe der Zeit. Die gravierendsten Folgen waren eine Reduktion des Gehirnvolumens um bis zu 30%, eine starke Erhöhung der Größenvariation, eine Verringerung der Leistungsvermögens verschiedener Sinnesorgane, eine Verlagerung der Muskulatur von der Vorhand auf die Nachhand, eine Steigerung der Fruchtbarkeit und auch eine enorme Erhöhung der Farb- und Zeichnungsvariabilität. Die Schattenseiten der Domestikation seien hier ebenfalls angesprochen. Nachweislich erkrankten nach der Domestikation, durch häufigen und engen Kontakt mit Vieh, wesentlich mehr Menschen an Infektionen. Auch die Nutztiere selbst waren betroffen, da sich innerhalb räumlich benachbarter Populationen Erreger wie die Rinderpest schneller vermehrten und nicht wieder so schnell verschwanden wie bei frei lebenden Tieren. Auch Zoonosen, die heute immer noch einer der riskantesten Aspekte der Nutztierhaltung sind, haben bereits in prähistorischer Zeit eine Rolle gespielt.

Bevölkerungsentwicklung

Die Bevölkerungsentwicklung der Menschheit lief nicht linear ab. Vor etwa 70.000 Jahren wäre es mit der Menschheit beinahe vorbei gewesen, denn damals überlebten nur noch etwa zweitausend Individuen, wie sich aus genetischen Untersuchungen ableiten lässt (Ambrose 1998). Vor etwa 10.000 Jahren war die Weltbevölkerung dann auf ca. 4 Millionen angewachsen. Der britische Ökonom Thomas Malthus (1766-1834) war der erste, der nachweislich eine Bevölkerungstheorie formulierte und die Überbevölkerung als Problem einer sich entwickelnden Ökonomie und Gesellschaft ins Zentrum seiner Überlegungen stellte (Malthus 1826). Malthus unterschätzte aber die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts, der vor allem in der Landwirtschaft die Produktivität erheblich erhöhte.

In traditionellen Gesellschaften im Europa des Mittelalters arbeiteten drei Viertel der Beschäftigten im primären Sektor. Landwirtschaft wird zum größeren Teil in Subsistenz, also zum Lebensunterhalt, betrieben. In der zweiten Phase, den entwickelten Übergangsgesellschaften, sinkt dieser Anteil auf unter ein Viertel und in der dritten Phase, den heutigen tertiären Zivilisationen, steigt durch zunehmende Mechanisierung und Automatisierung der Anteil der Beschäftigten im Dienstleistungssektor auf bis zu drei Viertel (Fourastié, 1949).

Fleischkonsum

Im Mittelalter wurden bis zu 100 Kilogramm Fleisch pro Kopf und Jahr gegessen, die wichtigsten Fleischlieferanten waren Schweine. Wegen des rasanten Bevölkerungswachstums sank der Fleischverzehr zu Beginn des 19. Jahrhunderts auf nur noch 14 Kilogramm pro Kopf und Jahr. Der Fleischkonsum stieg, unterbrochen durch die beiden Weltkriege, bis 1950 auf 37 kg pro Kopf und Jahr wieder an. Bis 1960 verdoppelt er sich auf circa 60 Kilogramm, obwohl es, verglichen mit heute, noch relativ teuer war. In den nächsten zehn Jahren steigt der Konsum auf 80 Kilogramm pro Kopf und Jahr, aber pro kg Fleisch musste 1990 nur noch rund eine halbe Stunde gearbeitet werden. Nie war Fleisch billiger und weniger wert als heute!

Das durchschnittliche Schlachtgewicht von Rindern stieg von 100 bis 115 kg um 1800 auf 250 kg im Jahr 1900. Die Milchleistungssteigerung bewegte sich im gleichen Zeitraum von 800 bis 900 auf 2200 Liter pro Kuh und Jahr. Stellt man die heutigen Schlachtgewichte von 500 bis 600 kg und die Laktationsleistungen von 8 000 Litern dagegen, kann man ermessen, welchen Beitrag die Entwicklung der Tierischen Erzeugung für die Versorgung der Bevölkerung geleistet hat.

Massentierhaltung

Seit etwa drei Jahrhunderten wandelten sich nicht nur die Wohnsituation der ländlichen Bevölkerung, die Nutztiere hielt, sondern auch die Haltungsbedingungen der Nutztiere. Parallel dazu flossen neue

Erkenntnisse in der Zucht, Fütterung und tierärztlichen Versorgung inkl. prophylaktischer Maßnahmen in die Tierproduktion ein. Industrialisierung und massive Landflucht führten in den städtischen Gebieten zu der stark gesteigerte Nachfrage nach Lebensmitteln tierischer Herkunft. Die Tierbestände wurden immer größer und intensiver genutzt. Nach dem zweiten Weltkrieg zieht die Industrialisierung in die Landwirtschaft ein, die sog. Massentierhaltungen von Nutztieren begannen, die heute in der Gesellschaft zunehmend drängendere Fragen aufwerfen, für die Landwirtschaft und Gesellschaft Lösungen finden müssen.

Ökologischer Landbau

Die ökologische, biologische, organische oder alternative Landwirtschaft ist eine ressourcenschonende, umwelt- und tiergerechte Form der Landwirtschaft. Sie arbeitet streng ohne Gentechnik und verzichtet auf den Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel und Mineraldünger. Nahrungsmittel und landwirtschaftliche Erzeugnisse werden mittels umweltschonender Produktionsmethoden und artgerechter Haltung von Tieren erzeugt. Eine EU-Bioverordnung (Nr. 834/2007) regelt die Prinzipien und spezifischen Kontrollmaßnahmen. Zur Verbesserung der Haltungsbedingungen von Nutztieren müssen die den Tiere zur Verfügung stehenden Stall und Auslaufflächen genügend Bewegungsfreiheit gewährleisten. Auch Belüftung, Helligkeit und anderes sind geregelt. Prophylaktischer Einsatz von Antibiotika ist verboten, ebenso wie die Applikation von wachstumsfördernden oder ertragssteigernden Mitteln oder von Beruhigungsmittel für den Transport. Massenzuchtmethoden werden ausdrücklich abgelehnt.

Tierzucht

Der Tierzüchter braucht genetische Vielfalt, der Tierproduzent schätzt Uniformität. Zucht ist ohne Vielfalt nicht möglich, Produktion wird durch Vielfalt erschwert. Aufgabe der Tierzucht ist die Auswahl der richtigen Elterntiere für die folgende Generation. Dabei muss die Freiheit von bekannten Letal- und Defektallelen geachtet werden. Wenn es für einen Erbdefekt molekulargenetische Diagnoseverfahren gibt, ist die Tierzucht erstmals in der Lage, Populationen prinzipiell von den Folgen bestimmter Erbdefekte zu befreien. Durch innovative Systeme der Probengewinnung mittels Ohrstanzen beim Einziehen der Lebensohrmarken und Einschnitt-DNA-Isolationsverfahren (nexttec) könnten DNA Analysen von ganzen Populationen mit vergleichsweise geringem Kostenaufwand realisiert werden (Brem 2013).

Bei Tieren haben wir auch eine grundsätzliche Option, die Resistenzzucht. Die Möglichkeit zur grundsätzlichen Verbesserung der Tiergesundheit und zur Minderung des Arzneimitteleinsatzes bei landwirtschaftlichen Nutztieren durch Züchtung resistenter Tiere ist eine Königsdisziplin der Tierzucht. Für eine Reihe ökonomisch bedeutender Infektionserkrankungen bei Haustieren konnte bereits gezeigt werden, dass die Anfälligkeit durch erbliche Komponenten beeinflusst wird (Axford et al., 1999). Entscheidend für das Verständnis der genetischen Resistenz sind Kenntnisse über die Krankheitsentstehung und die Charakterisierung der Gene und genetischen Marker.

Mit Hilfe der Pharmakogenomik wird in Zukunft eine „individualisierte Tiermedizin“ möglich, bei der ein Patient das für sein Genmaterial maßgeschneiderte Medikament (in der vorhergesagt wirksamen Dosierung) erhält, wenn bekannt ist, welche Genotypen wie auf Medikamente reagieren. Bei vorliegenden populationsumfassenden DNS-Proben (Brem 2013) wäre dann eine entsprechende Typisierung möglich. Codiert über die HIT-Identifikationsnummer der Tiere werden die pharmakogenetischen Daten aus dem SNP-Screening für alle in Frage kommenden Medikamente und Tiere in der Datenbank abgelegt. Auch die elektronische Datenverfügbarkeit ist im Prinzip über ein entsprechend ausgestattetes Handy heute schon kein Problem mehr. Letztendlich wird bei dieser Entwicklung der konventionelle Beipackzettel ersetzt durch einen individuellen, elektronisch verfügbaren Beipackzettel für jeden potenziellen Patienten. Damit ließen sich arzneimittelbedingte Todesfälle und Nebenwirkungen vermeiden, unwirksame Arzneimittel gezielt einsparen und durch die optimierte Behandlung Heilungsaussichten verbessern und Arzneimittelrückstände reduzieren.

Schlussfolgerungen

Die grundsätzliche gesellschaftliche Akzeptanz der Tierproduktion stand in den letzten 12 000 Jahren im Gegensatz zu heute nicht ernsthaft zur Debatte. Verantwortung ist aber nicht teilbar. Von der Wissenschaft und der Wirtschaft wird - zu Recht - eingefordert, die Verantwortung für die Entwicklung und Anwendung moderner Techniken zu übernehmen. In gleicher Weise müssen aber auch diejenigen, die sich gegen moderne Techniken und Entwicklungen stellen, Verantwortung für ihre Aktivitäten übernehmen. Nur wenn es gelingt, die Probleme der Massentierhaltung und des Luxus-Konsums von tierischen Produkten wenigstens zum Teil rechtzeitig zu lösen, werden wir zu einer zukunftsfähigen Tierischen Erzeugung kommen.

Literatur

Ambrose, S.H. (1998) Late Pleistocene human population bottlenecks, volcanic winter, and differentiation of modern humans. *J. Hum Evol.*, 34, 623-51.

Axford, R. F. E., Bishop, S. C., Nicholas, F. W. (eds.), 1999: *Breeding for Disease Resistance in Farm Animals*, 2nd edition. CABI Publishing, Oxford, UK

BÖLW, Zahlen, Daten, Fakten -Die Bio-Branche 2018, Bund Ökologische Lebensmittelwirtschaft, Berlin.

Brem, G., 2013, *Brems Nutztierleben*, Verlag der ÖAW, Wien, 551 S.

Fourastié, J. (1949) *Le Grand Espoir du XXe siècle. Progrès technique, progrès économique, progrès social*. Presses Universitaires de France, Paris

Malthus, T.M., (1826) *An Essay on the Principle of Population, as it Affects the Future Improvement of Society with Remarks on the Speculations of Mr. Godwin, M. Condorcet, and Other Writers*. Printed for J. Johnson, in St. Paul's Church-Yard

Maslow, A. (1954). *Motivation and Personality*. New York: Harper. pp. 236.

VERORDNUNG (EG) Nr. 834/2007 DES RATES vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91



Josef Troxler

Veterinärmedizinische Universität Wien
Institut für Tierhaltung und Tierschutz
Veterinärplatz 1
A-2110 Wien
Josef.Troxler@vetmeduni.ac.at

Bedürfnisse der Tiere: Das Zusammenspiel zwischen Tier und Umwelt und deren Folgen für eine tiergerechte Haltung und Nutzung

Einleitung

Was sind Bedürfnisse und wie können sie erkannt werden? Dabei wird gerne auch zwischen essentiellen und weniger wichtigen Bedürfnissen der Tiere unterschieden. Es kann für das Leben eines Tieres problematisch werden, wenn es auf die Bedürfnisse reduziert wird, die nutzungsrelevant im Sinne wirtschaftlichen Erfolges sind. Bedürfnisse sind subjektive Empfindungen, welche einen inneren Antrieb oder Motivation auslösen können oder Erwartungen an die Umwelt darstellen. Daraus ergibt sich, dass sowohl innere als auch äußere Faktoren diese subjektiven Empfindungen beeinflussen können. Lebewesen stehen über die Sinnesorgane in dauernder Wechselwirkung mit der Umwelt. Welche Konsequenzen hat es, wenn die Tier-Umwelt-Interaktionen die Anpassungsfähigkeit der Tiere überfordern? Erkenntnisse erlauben, Möglichkeiten einer tiergerechten Haltung und Nutzung aufzuzeigen und die Basis für wissenschaftsbasierten Tierschutz zu legen.

Bedürfnis

Grundsätzlich werden Bedürfnisse als ein Gefühl des Mangels verstanden. Der Begriff ist nicht nur in der Biologie, sondern auch in verschiedenen Bereichen der menschlichen Gesellschaft wie Psychologie und Ökonomie anzutreffen.

Bedürfnisse eines Lebewesens sind als subjektive Wahrnehmungen einer objektiven Erfassung nicht zugänglich. Lediglich kann mit beobachteten Verhaltensweisen und Reaktionen auf Bedürfnisse geschlossen werden. Das Messen physiologischer Parameter kann helfen, Befriedigung oder Nicht-Erfüllung in einzelnen Zuständen des Organismus zu objektivieren. So wird dann auch unterschieden zwischen Verhaltensbedürfnissen und physiologischen Bedürfnissen, wobei festzuhalten ist, dass eine eigentliche Trennung nicht möglich ist. Die Sättigung kann erfasst werden über Blutglukosespiegel oder Magendehnung. Betrachten wir das Verhalten, ist Sättigung auch immer mit Futteraufnahmeverhalten verbunden. Dieses ist wieder gekoppelt mit Kautätigkeiten und Bewegungsverhalten. Futteraufnahmeverhalten ist also mehr als nur Sättigung (Jensen und Toates, 1993). Um zu objektiv feststellbaren Parametern zu kommen wurde der Begriff Bedarf eingeführt, welcher im Konzept der Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung von Tschanz (1982) Eingang in die wissenschaftliche Diskussion zur Beurteilung der Tiergerechtheit von Tierhaltungen fand.

Tier-Umwelt-Interaktionen

Zwischen einem Tier und der Umwelt, in der es sich aufhält, bestehen Wechselwirkungen, die sich in seinem Körperbau, in physiologischen Reaktionen und im Verhalten äußern. Das beobachtete Verhalten kann sehr schnell Informationen über den momentanen Zustand eines Tieres vermitteln. Das Verhalten beschreibt Körperstellungen, Bewegungen und Lautäußerungen eines Tieres, einschließlich damit im Zusammenhang stehender Drüsentätigkeit wie Schwitzen, Speicheln oder Form- und Farbänderungen. Die Erfassung des Verhaltens ermöglicht, die Anpassungsfähigkeit eines Tieres an bestimmte Umweltbedingungen zu erkennen. Daher ist es sinnvoll, ebenfalls das Verhalten der unseren Haustieren entsprechenden Wildform zu kennen und das Verhalten der Nutztiere in seminaturalistischer Umgebung zu studieren, um die Bedeutung und Veränderung einzelner Verhaltensweisen abschätzen zu können (Stolba et al., 1989). Arttypisches Verhalten ist das Ergebnis evolutiver Vorgänge, welches durch Domestikation und Züchtung modifiziert wurde und sich im Verlauf der Ontogenese individuell ausprägt. Evolution, Domestikation und Ontogenese sind Möglichkeiten der Verhaltensanpassung und Folgen der Anpassungsfähigkeit eines Individuums oder einer Art (Sambraus, 1978).

Das Verhalten eines Tieres wird von endogenen und exogenen Faktoren bestimmt. Dabei versucht das Tier einen physiologischen Gleichgewichtszustand (Homöostase) aufrecht zu erhalten. Äußere und innere Reize bauen im Tier eine Handlungsbereitschaft (Motivation) auf. Diese Handlungsbereitschaft löst ein Suchverhalten (Appetenzverhalten) aus, welches bei adäquaten Umweltbedingungen zum angestrebten Verhalten führt.

Ist die Umwelt dem Tier nicht entsprechend, treten Verhaltensstörungen auf, wobei eine oder mehrere Funktionen im Bereich des Verhaltens beeinträchtigt sein können. Der Grad der Störung kann gering bis erheblich, mit allen Übergängen, sein. Verhaltensstörungen können sich als Änderungen in der Aktivität oder im Tagesrhythmus, in der Häufigkeit, Dauer oder Sequenz von Verhaltensweisen zeigen. Beispiele sind Scheinwiederkauen bei Mastkälbern, Weben bei Pferden, Leerkauen und Schwanzbeißen bei Schweinen.

Die Wechselwirkungen zwischen einem Tier und seiner Umwelt, setzen die Notwendigkeit voraus, dass das Tier Ressourcen der Umwelt nutzen kann, um den Zustand der Homöostase zu erreichen. Gemäß ihrer Erbeigenschaften hat jede Tierart ganz spezifische Sinnesorgane und Sinnesleistungen ausgebildet, um Stoffe, Reize und Bedingungen der Umwelt erkennen, nutzen oder meiden zu können. Dabei wird zu Grunde gelegt, dass Tiere sich selber aufbauen, erhalten und fortpflanzen können. Der sich daraus ergebende Bedarf an die Umwelt kann sich zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten und in den einzelnen Altersabschnitten ändern. Dabei haben Tiere nicht nur die Fähigkeit, Umweltbedingungen zu nutzen, sondern auch schädigende Einflüsse zu meiden. Diese Tatsachen führten zur Herleitung des Bedarfsdeckungs- und Schadenvermeidungskonzept nach Tschanz (1982, Bammert et al., 1993). Abweichungen des Verhaltens im Ausprägungsgrad, in der Form, Sequenz, Dauer, Häufigkeit oder im Ausfall oder in der Neuausbildung von Verhaltensweisen lassen erkennen, wie weit Bedarfsdeckung und/oder Schadensvermeidung nur teilweise oder überhaupt nicht gewährleistet sind und ob dabei die Tiere in ihrer Anpassungsfähigkeit überfordert sind oder nicht.

Bedürfnisse und Tierschutz

Im Gegensatz zu einer Norm in der Technik (zum Beispiel die festgelegte Größe einer Maßeinheit) können biologische Größen (Normen, Bedarf, „Bedürfnisse“) sich ändern oder weisen eine erhebliche Streuung auf. Dies kann vom Alter eines Tieres, vom Geschlecht, von der Lernmöglichkeit, bestimmte Verhaltensweisen normal auszubilden, und von der Anpassungsfähigkeit an bestimmte Umweltsituationen und -veränderungen abhängig sein. Diese biologischen Normen sind das Ergebnis evolutiver und domestikationsbedingter Anpassungsprozesse an bestimmte Habitats (Lebensräume). Somit lassen sich auch zu jeder Verhaltensweise Normen und deren Streuung angeben und berechnen. Erhebliche Abweichungen von der Norm werden als anormales Verhalten, als Verhaltensstörungen

oder Verhaltensanomalien bezeichnet (Ethopathien) (Meyer, 1984). Nicht jede Verhaltensabweichung muss eine Verhaltensstörung sein, wenn sie noch innerhalb der Norm oder Anpassungsfähigkeit eines Tieres liegt. Im Gegensatz dazu muss nicht jeder Schaden oder jede Verletzung an Tieren auf Verhaltensstörungen zurückzuführen sein. Es gibt Schäden, die bei Normalverhalten entstehen können oder krankheitsbedingt sind. Bei einer Beurteilung von Schäden und Verhaltensstörungen ist es daher wichtig, differenziert zu urteilen und eine Wertung vorzunehmen. Die Wertung kann sich unter veränderten Bedingungen oder nach dem wissenschaftlichen Kenntnisstand ändern, sie muss aber nachvollziehbar sein.

Die Ursachen von Verhaltensstörungen sind bisweilen nicht sofort feststellbar. Im Zusammenhang mit der Tierhaltung (Tier-Umwelt-Interaktionen) treten vor allem reaktive Verhaltensstörungen auf (Sambraus, 1993).

In Haltungsformen, in denen die Zusammenhänge zwischen den Anforderungen (Bedürfnisse) der Tiere an und die Gestaltung der Umwelt zu wenig oder nicht berücksichtigt werden, treten Störungen auf, die sich in abnormalem Verhalten, gehäuften Erkrankungen, haltungsbedingten Schäden oder verminderter Leistungsfähigkeit der Tiere ausdrücken. In solchen Fällen ist davon auszugehen, dass Bedarfsdeckung und Schadenvermeidung nicht möglich sind und die Anpassungsfähigkeit der betroffenen Tiere überfordert ist und die Haltung oder in Teilen davon als nicht tiergerecht bezeichnet werden muss. Die Anpassungsfähigkeit der Tiere ist in ihrer Haltung und Produktion nicht allein durch die Aufstallungsart sondern auch durch die Zucht, Fütterung, Pflege, Umgang und das Management beeinflusst.

Schlussfolgerungen

Die meisten der heutigen Haltungssysteme zeichnen sich durch eine reizarme Umwelt aus. Tiere sind aber darauf angelegt, immer wieder Informationen aus der Umwelt aufzunehmen und zu verarbeiten. Dies ist im Hinblick auf eine normale Entwicklung (Selbstaufbau) und Selbsterhaltung sehr wichtig. Baufachleute und Berater sind aufgefordert, Haltungssysteme zu entwickeln, die den Verhaltensbedürfnissen der Haustiere Rechnung tragen. Dazu gehört neben der Möglichkeit zu Beschäftigung und Einstreu ein genügend großes Platzangebot. Eine der häufigsten Ursachen von Verhaltensproblemen sind der fehlende Platz, schlechtes Stallklima, keine adäquate Beschäftigung und Auseinanderbrechen der sozialen Beziehungen und fehlende Möglichkeiten im Verlauf der Ontogenese Normalverhalten ausbilden zu können. Verfahrenstechnische Neuentwicklungen müssen diesen Grundanforderungen an eine tiergerechte Haltung Rechnung tragen.

Literatur

Bammert, J., Birmelin, I., Graf, B., Löffler, K., Marx, D., Schnitzer, U., Tschanz, B., Zeeb, K., Fachgruppe Veerhaltensforschung der Deutschen veterinärmedizinischen Gesellschaft, e.V.), (1993): Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung – Ein ethologisches Konzept und seine Anwendung für Tierschutzfragen, Tierärztl. Umschau, 48, 269-280.

Jensen, P. und Toates F.M. (1993). Who needs „behaviour needs“? Motivational aspects of the needs of animals, Appl. Anim. Behav. Sci. 37, 161-181.

Meyer, P.K.-W., (1984): Taschenlexikon der Verhaltenskunde, UTB für Wissenschaft/Uni-Taschenbücher, Paderborn, 2. Aufl.

Sambraus, H.H. (1978): Nutztierethologie, Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg.

Sambraus, H.H., (1993): Was ist über die Ursache von Verhaltensstörungen bekannt? In: Martin, G. (Ed.): Leiden und Verhaltensstörungen bei Tieren, Birkhäuser, TH 23, S. 38-49.

Bedürfnisse der Nutztiere

Tschanz, B.,1982: Verhalten, Bedarf und Bedarfsdeckung bei Nutztieren, KTBL-Schrift Nr. 281, Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 1981.



Marion Schmicke

Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
 Bischofsholer Damm 15, 30539 Hannover
 Tel.: +495118567416
 marion.schmicke@tiho-hannover.de

Biomarker in der Nutztierpraxis: Einsatz, Nutzen und Zukunft

Einleitung

In den letzten Jahren wurde die Nutztierhaltung immer wieder kritisiert und vor allem die Haltung und Gesundheit der Tiere in den Fokus gerückt. Tierwohl und Tiergesundheit ist zunehmend ein Anliegen der Gesellschaft und verstärkter Tierschutz ist in Umfragen immer wieder Hauptanliegen, wenn es um die zukünftige moderne Landwirtschaft geht. Zudem ist Nachhaltigkeit und eine längere Nutzungsdauer der Nutztiere gefordert. Allerdings sehen wir unseren landwirtschaftlichen Nutztieren häufig nicht direkt und sofort an, ob sie erkrankt sind oder dazu neigen, eine sogenannte Produktionserkrankung zu entwickeln. Denn die biologische Ursache dafür, dass ein Tier gesund bleibt bzw. eine Erkrankung entwickelt ist sehr komplex. Zum einen hängt die Erkrankungsneigung vom „Typ“ ab, also vom Genotyp, der entsprechenden genetischen Ausstattung eines Individuums. Allerdings ist nicht nur der Genotyp von Bedeutung, sondern auch der Phänotyp. Hierunter versteht man das Erscheinungsbild, die Summe aller Merkmale eines Organismus. Der Phänotyp bezieht sich dabei nicht nur auf morphologische, sondern auch auf physiologische Eigenschaften und auf Verhaltensmerkmale und umfasst die Charakteristika eines Organismus auf multiplen Ebenen biologischer Organisation (Abbildung 1). Um zukünftig verstärkt gesunde und robuste Nutztiere zu halten und zu züchten ist es Voraussetzung, die biologische Ursache zu erforschen, die eine bestimmte Erkrankungsneigung beeinflusst. Hierbei sind Biomarker von besonderem Interesse. Unter einem Biomarker versteht man messbare Parameter biologischer Prozesse, die prognostische oder diagnostische Aussagekraft haben und daher als Indikatoren z. B. für Umweltbelastungen oder Krankheiten herangezogen werden können aber auch bei der gezielten Züchtung robuster Nutztiere helfen können. Daher soll in diesem Beitrag beispielhaft aufgezeigt werden, welches Potential Biomarker für Landwirtschaft haben können, wo sie bereits eingesetzt werden und welcher zukünftige Einsatzbereich abgeleitet werden kann.

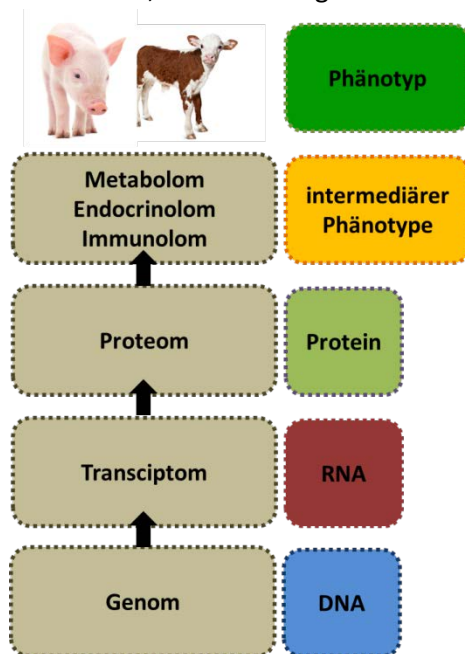


Abbildung 1. Darstellung der multiplen Ebenen biologischer Organisation, die den Phänotyp bestimmen

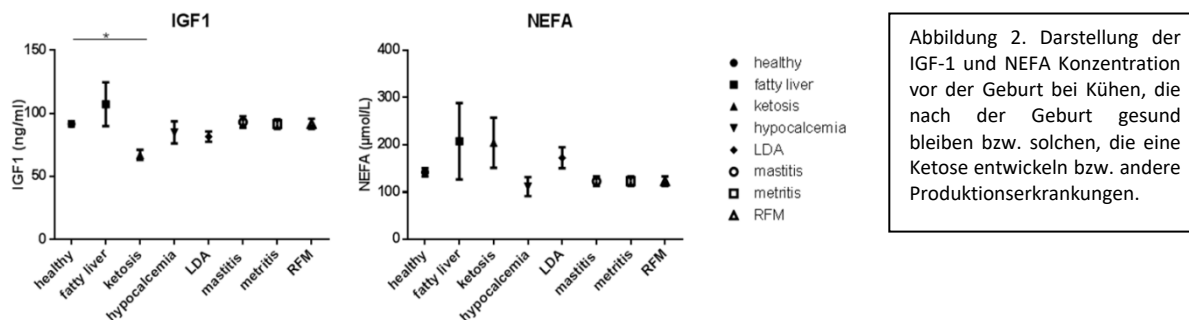
Material und Methoden

Stoffwechselbiomarker beim Rind: Hochleistungsmilchkühe gelangen nach der Abkalbung aufgrund des Einsetzens einer hohen Laktationsleistung in eine sogenannte negative Energiebilanz. Das bedeutet, die Tiere müssen körpereigenes Fettgewebe mobilisieren um ausreichend Energie für die Bereitstellung der Milch zur Verfügung zu haben. Da die Kühe parallel zu diesem Prozess weniger Futtermenge aufnehmen, muss das Tier physiologisch in der Lage sein adäquat Fett zu mobilisieren. Mobilisieren die Tiere zu viel Fettgewebe kommt es zu Stoffwechselproblemen, da die Leber nicht in der Lage ist, die anfallenden freien Fettsäuren zu verarbeiten. Die klassische Produktionserkrankung „Ketose“ und Leberverfettung sind die Folgen. Eines der wichtigsten Steuerungsmöglichkeiten des Organismus zur Lipolyse, also dem Abbau von Fettgewebe, ist ein komplexes hormonelles System, die sogenannte somatotrope Achse. Wachstumshormon ist bei der Milchkuh ein wichtiges körpereigenes Hormon, welches die Lipolyse koordiniert und führt in der Leber zur Bildung des Insulinähnlichen Wachstumsfaktors (IGF-1). IGF-1 konnte als sehr früher Biomarker für das Risiko einer Milchkuh nach der Abkalbung an einer Ketose zu erkranken beschrieben werden. Das Ausmaß der Lipolyse nach der Geburt kann dann anhand der Konzentration freier Fettsäuren, sogenannter non-esterified fatty acids (NEFA) ermittelt werden.

Biomarker für chronischen Stress beim Schwein: Die Entstehung und Beschreibung von Stress bei Nutztieren ist extrem komplex. In der Vergangenheit wurde oftmals Kortisol, ein Hormon der Nebennierenrinde gemessen um Stress zu bestimmen. Allerdings ist eine Aktivierung der Nebennierenrinde durch einen akuten Reiz (Stressor) per se nicht negativ. Beispielsweise kommt es auch zu einer deutlichen Kortisolausschüttung bei Paarungsverhalten. Gerade in der modernen Schweinehaltung und -zucht kommt der Beurteilung von Stress eine zunehmende Bedeutung zu. Um Stressoren und deren Auswirkung auf den Organismus zu evaluieren, ist es wichtig zwischen akutem und chronischem Stress zu unterscheiden. Nach Koolhaas et al. (2011) folgt bei akutem Stress, welcher durch diverse Stressoren ausgelöst werden kann (z.B. Umstallen, Transport, Schmerz, Sozialstruktur, etc.), eine akute biologische Stressantwort, welche die Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden Achse (HPA-Achse) aktiviert. Die Aktivierung dieser endokrinen Systeme führt zur Freisetzung von Nebennierenhormonen wie Cortisol und Adrenalin, welche als klassische Stresshormone zu sehen sind (Minton 1994; Koolhaas et al. 2011). Dagegen entsteht chronischer Stress zum Beispiel durch das Wiederkehren eines akuten Stressors oder sofern ein Organismus einem Stressor kontinuierlich ausgesetzt ist. Des Weiteren ist ein negativer Stressor als ein Stimulus definiert, der nicht kontrollierbar oder vorhersehbar ist. Zusammenfassend kann die dauerhafte Exposition des Organismus gegenüber einem negativen Stressor zu einer Überforderung der adaptiven Kapazität des Organismus führen. Dies kann auch dazu führen, dass diese Tiere Sterotypien oder Verhaltensauffälligkeiten entwickeln. Beim Schwein können sich diese beispielsweise in einer Caudophagie- oder Otophagieproblematik äußern (Schroder-Petersen & Simonsen, 2001). Zukünftiges Ziel muss daher sein, nicht den akuten Stress eines Nutztieres zu bestimmen sondern die Auswirkung der Summe aller negativen Stressoren. Des Weiteren darf hier nicht außer Acht gelassen werden, dass es auch bei Schweinen unterschiedliche Reaktionstypen gibt. Es gibt Individuen, die reagieren auf Stress proaktiv und andere wiederum eher reaktiv. Daher sollte auch vermieden werden, eine Gruppe von Individuen zu betrachten, sondern bei der Beurteilung von negativem Stress das Einzeltier in den Fokus gesetzt werden.

Ergebnisse und Diskussion

Stoffwechselbiomarker Rind: Mit Hilfe der Bestimmung von IGF-1 im Blut von tragenden Kühen 2-3 Wochen vor der Abkalbung kann das Risiko für eine Ketose sehr früh voraus gesagt werden. Für einen diagnostischen Test ergeben sich für die Bestimmung eine Sensitivität von 87% und eine Spezifität von 43% (Abbildung 2, Piechotta et al. 2012, Piechotta et al. 2015).



Im Rahmen des vom Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) geförderten Verbundprojektes Optikuh, konnte IGF-1 als Parameter bereits betriebsübergreifend verwendet werden. Im Rahmen dieses Projektes konnte bestätigt werden, dass die IGF-1 Konzentrationen bei den Tieren (n=104), die 30 Tage nach der Geburt eine Ketose entwickelt haben, in einem spezifischen Zeitfenster vor der Geburt niedriger waren als bei 908 Tieren, die keine Ketose entwickelt haben. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass innovative Biomarker helfen können, die Tiere zu erkennen, die ein höheres Risiko für eine Produktionserkrankung haben und so mittels gezielter Prophylaxe- und Managementmaßnahmen der Erkrankung frühzeitig entgegen zu wirken. Außerdem führt die Aufklärung biologischer Mechanismen auch dazu, genetische Varianten zu finden um gezielt robuste Nutztiere zu züchten oder Haltungssysteme so zu verbessern, das dem Auftreten von Erkrankungen entgegen gewirkt wird.

Biomarker für chronischen Stress beim Schwein:

Um Biomarker für Stress bei landwirtschaftlichen Nutztieren zu entwickeln, ist es von Bedeutung zu erkennen, dass es zu nachhaltigen Adaptationen innerhalb der Hormonsysteme der HPA-Achse kommt, sofern sich das Individuum nicht mehr an einen chronischen Stressor anpassen kann. In diesem Zusammenhang ist die Bestimmung der Kortisolkonzentration nicht ausreichend, denn im Laufe einer Adaption können Kortisolkonzentrationen sogar sinken, so dass ein niedriges Niveau des klassischen Stresshormons Kortisol nicht zwangsläufig mit einem geringen Stress assoziiert werden kann.

Interessant ist daher die Bestimmung eines zweiten Hormons aus der Nebennierenrinde, das Dihydroepiandrosteron (DHEA), welches im Zuge einer langanhaltenden Dysadaptation theoretisch kontinuierlich sinkt (Abbildung 3, Guilliams and Edwards et al. 2010). In ersten Voruntersuchungen konnte gezeigt werden, dass deutliche Unterschiede in der DHEA Konzentration zwischen Ferkeln unterschiedlicher Haltungssysteme messbar sind (Fels et al, submitted). In der Literatur werden auch andere Hormone als Biomarker für Stress vorgeschlagen, die indirekt durch dauerhaft erhöhte Kortisolkonzentrationen beeinflusst werden, wie bspw. IGF-1 (Wirthgen et al. 2017). Zudem wird auch bereits vorgeschlagen, neben Kortisol einen Skore zu entwickeln und eine Summe von Parametern aus dem Fettsäurestoffwechsel, der angeborenen Immunität und oxidative Stressmarker zu messen um Stress zu bestimmen (Marco-Ramell et al. 2016). Langanhaltender Stress hat auch einen Einfluss auf

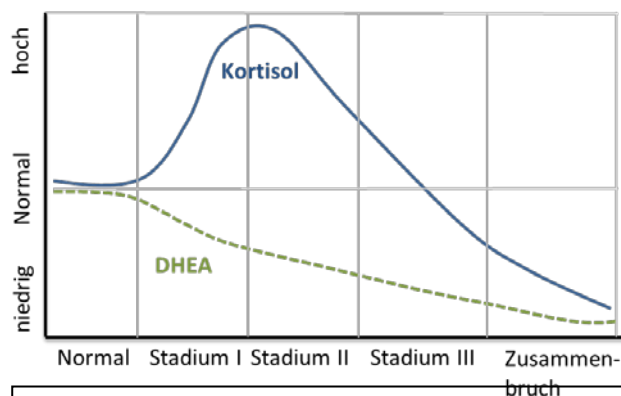


Abbildung 3. Adaptation der Kortisol und DHEA Konzentration im Laufe einer chronischen Stresssituation, modifiziert nach Guilliams and Edwards et al. 2010

das Immunsystem, weshalb auch Biomarker der Entzündung wie C-reaktives Protein oder Zytokine in Kombination mit Hormonen einen Eindruck über die Adaptationskapazität eines Individuums geben können (Ison et al.2018).

Literatur

- Guilliams, T. G., & Edwards, L. (2010). Chronic stress and the HPA axis: Clinical assessment and therapeutic considerations. *The Standard*, 9(2), 1–12.
- Grandin T. (2018) Welfare Problems in Cattle, Pigs, and Sheep that Persist Even Though Scientific Research Clearly Shows How to Prevent Them. *Animals (Basel)*. 20;8(7).
- Ison S.H.,Jarvis S., Hall S.A., Ashworth C.J., Rutherford K.M.D. Periparturient Behavior and Physiology: Further Insight Into the Farrowing Process for Primiparous and Multiparous Sows. *Front Vet Sci*. 12;5:122.
- Koolhaas, J. M., Bartolomucci, A., Buwalda, B., de Boer, S. F., Flügge, G., Korte, S. M., ... Fuchs, E. (2011). Stress revisited: A critical evaluation of the stress concept. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 35(5), 1291–1301.
- Marco-Ramell A., Arroyo L., Peña R., Pato R., Saco Y., Fraile L., Bendixen E., Bassols A. (2016) Biochemical and proteomic analyses of the physiological response induced by individual housing in gilts provide new potential stress markers. *BMC Vet Res*. 25;12(1):265.
- Minton, J. E. (1994). Function of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and the sympathetic nervous system in models of acute stress in domestic farm animals. *Journal of Animal Science*.
- Parker, C. R., & Baxter, C. R. (1985). Divergence in adrenal steroid secretory pattern after thermal injury in adult patients. *Journal of Trauma - Injury, Infection and Critical Care*, 25(6), 508.
- Piechotta M., Mysegades W., Ligges U., Lilienthal J., Hoeflich A., Miyamoto A., Bollwein H. (2015) Antepartal insulin-like growth factor 1 and insulin-like growth factor binding protein 2 concentrations are indicative of ketosis in dairy cows. *J Dairy Sci*.98(5):3100-9.
- Piechotta M., Sander A., Kastelic J., Wilde R., Heppelmann M., Rudolphi B., Schubert H.J., Bollwein H., Kaske M. (2012) Short communication: Prepartum plasma insulin-like growth factor-I concentrations based on day of insemination are lower in cows developing postpartum diseases. *J Dairy Sci*. 95(3):1367-70.
- Schroder-petersen, D. L., & Simonsen, H. B. (2001). Review: tail biting in pigs. *The Veterinary Journal*, 162, 196–210.
- Wirthgen E, Kunze M, Goumon S, Walz C, Höflich C, Spitschak M, Brenmoehl J, Kanitz E, Tuchscherer M, Otten W, Gimsa U, Schön P, Manteuffel C, Tuchscherer A, Pfuhl R, Metges CC, Stabenow B, Erdmann S, Schluricke K, Faucitano L, Hoeflich A. Interference of stress with the somatotropic axis in pigs - lights on new biomarkers. *Sci Rep*. 21;7(1):12055.



Joachim Krieter
Institut für Tierzucht und Tierhaltung
Christian-Albrechts-Universität, Kiel

Gesundheitsmonitoring auf Basis des Tierverhaltens

Einleitung

Das frühzeitige Erkennen einer Erkrankung zählt zu den wichtigsten Überwachungsaufgaben eines Landwirts und Veterinärs in der Nutztierhaltung. Als Standardmethode gilt die visuelle Beobachtung eines Tieres und dessen Verhalten, wobei das Ruhe- bzw. Aktivitätsverhalten und das Fressverhalten von großer Bedeutung ist. Ist die Gesundheit eines Tieres beeinträchtigt, ändert sich das Verhalten, das sog. Krankheitsverhalten („sickness behaviour“). Als Krankheitsverhalten bezeichnet man die adaptive Reaktion eines Individuums auf das Auftreten von körperlichen Symptomen (z.B. Verletzung oder Infektionen). Nachfolgend wird das Krankheitsverhalten bei ausgewählten Gesundheitsstörungen (u.a. Stoffwechselerkrankungen und Lahmheiten) behandelt. Der Fokus wird dabei auf solche Verhaltensparameter gelegt, die mit Sensorsystemen computergestützt erfasst werden können.

Aktivitätsverhalten

Das Aktivitätsverhalten beinhaltet verschiedene Eigenschaften, die sehr eng miteinander interagieren. Die wichtigsten sind das Ruheverhalten und die physische Aktivität. Zum Ruheverhalten zählen das Liegen und Stehen, zur physischen Aktivität werden u.a. die Fortbewegung und eine erhöhte Aktivität während des Östrus gerechnet. Das Zeitbudget von Ruhe- und Aktivitätsperioden ist bei den Tierarten unterschiedlich ausgeprägt. Bei Milchkühen sind ausreichende Ruhe- und Liegezeiten sehr wichtig, da sie sehr eng mit wichtigen Funktionen wie Erholung, Wiederkauen und sozialem Zusammenhalt verbunden sind (Munksgaard et al., 2005; Schirrmann et al., 2012). Eine systematische Überwachung dieser Parameter ist mit verschiedenen Sensorsystemen (z.B. Beschleunigungsmesser, Bewegungssensor) auch in Praxisbetrieben bereits möglich. Änderungen im Aktivitätsverhalten können daher Abweichungen im Gesundheitszustand frühzeitig anzeigen. In Tabelle 1 sind krankheitsbedingte Änderungen im Aktivitätsverhalten von Milchkühen aufgeführt. Bei der Stoffwechselerkrankung Hypocalzämie ist die Liegezeit erhöht und die Bewegungsaktivität reduziert, während bei der Ketose die Standzeit bereits in der Woche der Kalbung deutlich ansteigt. Änderungen im Aktivitätsverhalten treten häufig in der Transitperiode auf, die mit einer Suppression des Immunsystems einhergehen. Als Folge treten Gebärmutter- und Euterentzündungen auf. Bei einer Metritis erhöhen sich die Liegezeiten, entsprechend ist die Bewegungsaktivität vermindert. Für die Mastitiden sind die Ergebnisse uneinheitlich. Es wurden sowohl längere bzw. kürzere Liegezeiten als auch höhere bzw. geringere motorische Aktivitäten beobachtet. Die Unterschiede in der Reaktion können durch die Infektionsform (natürlich oder induziert) und die Haltungsumwelt (Stall oder Weide) erklärt werden. Lahmheiten treten bei Milchkühen und bei tragenden Sauen recht häufig auf und zählen zu den wichtigsten Abgangsgründen. Sie sind begleitet von schmerzhaften Verletzungen oder Infektionen der Klauen oder Gliedmaßen. Lahmheitsbedingte Aktivitätsveränderungen sind durch eine

Bedürfnisse der Nutztiere

höhere Liegezeit als auch eingeschränkte Bewegungsaktivität gekennzeichnet. Diese Abweichungen treten gleichermaßen bei Sauen und Milchkühen auf.

Tabelle 1: Veränderungen im Aktivitätsverhalten von Rindern bei verschiedenen Erkrankungen

Komplex	Erkrankung	Verhalten		Sensorsystem	Literatur
Metabolische Erkrankungen	Hypocalzämie	Stehen	↑	Beschleunigung	Jawor et al. 2012
		Liegen	↑	Datenlogger	Sepúlveda-Varas et al.
	Ketosis	Stehen	↑	Beschleunigung	Itle et al. 2015
		Bewegung	↓	Bewegungssensor	Liboreiro et al. 2015
		Bewegung	↓	Akustischer Sensor	Steensels et al. 2017
		Liegen	↑	Beschleunigung	Sepúlveda-Varas et al.
Infektionen	Metritis	Bewegung	↓	Bewegungssensor	Liboreiro et al. 2015
		Bewegung	↓	Akustischer Sensor	Steensels et al. 2017
		Stehen	↑	Kamera	Siivonen et al. 2011
	Mastitis	Stehen	↑	Kamera	Fogsgaard et al. 2012
		Liegen	↑	Beschleunigung	Sepúlveda-Varas et al.
		Liegen	↓	Kamera	Fogsgaard et al. 2015
		Bewegung	↑	Kamera	Siivonen et al. 2011
		Bewegung	↑	Beschleunigung	Medrano-Galarza et al.
		Bewegung	↑	Kamera	Fogsgaard et al. 2015
Lahmheit	Lahmheit	Liegen	↑	Beschleunigung	Chapinal et al. 2009
		Liegen	↑	Beschleunigung	Weigele et al. 2017
		Liegen	↑	Beschleunigung	Beer et al. 2016
		Bewegung	↓	Beschleunigung	Chapinal et al. 2010
		Bewegung	↓	Beschleunigung	Beer et al. 2016
		Bewegung	↓	Beschleunigung	Weigele et al. 2017

Fressverhalten

Zum Fressverhalten zählen die Futterraufnahme, die Fressdauer und Zahl der Fressvorgänge sowie bei Rindern zusätzlich die Wiederkauaktivität (Kauschläge während des Wiederkauens), die ähnlich wie beim Aktivitätsverhalten in enger Wechselbeziehung stehen. Bei Stoffwechselerkrankungen sind neben der Fressdauer auch die Zahl der Fressvorgänge reduziert, was von einer eingeschränkten Wiederkauaktivität bei Rindern begleitet wird (s. Tabelle 2). Vergleichbare Änderungen im Fressverhalten werden auch bei den Infektionserkrankungen Mastitis und Metritis beobachtet, wobei zusätzlich die Futterraufnahme reduziert ist. Diese Veränderungen sind typische Kennzeichen für das „sickness behaviour“, z.B. Lethargie und Anorexie. Auch bei Lahmheiten sind die Fressdauer und die Zahl der Fressvorgänge vermindert. Die Futterraufnahme bleibt aber oftmals konstant, die aufgenommene Futtermenge je Fressvorgang steigt allerdings an.

Tabelle 2: Veränderungen im Fressverhalten von Rindern bei verschiedenen Erkrankungen

Komplex	Erkrankung	Verhalten		Sensorsystem	Literatur
Metabolische Erkrankungen	Hypocalzämie	Fressdauer	↓	Transponder	Jawor et al. 2012
	Ketosis	Fressdauer	↓	Direktbeobachtung	Goldhawk et al. 2009
		Wiederkauzeit	↓	Akustischer Sensor	Steensels et al. 2017
Infektionen	Metritis	Fressdauer	↓	Transponder	Urton et al. 2005
		Futteraufnahme	↓	Transponder	Huzzey et al. 2007
		Wiederkauzeit	↓	Akustischer Sensor	Steensels et al. 2017
	Mastitis	Fressdauer	↑	Kamera	Siivonen et al. 2011
		Fressdauer	↓	Kamera	Fogsgaard et al. 2012
		Futteraufnahme	↓	Kamera	Fogsgaard et al. 2015
	Wiederkauzeit	↓	Kamera	Fogsgaard et al. 2012	
Lahmheit	Lahmheit	Futteraufnahme	↑	Transponder	Palmer et al. 2012
		Fressdauer	↓	Transponder	Palmer et al. 2012
		Fressvorgang	↓	Transponder	Palmer et al. 2012
		Fressdauer	↓	Kamera	Miguel-Pacheco et al.
		Fressvorgang	↓	Kamera	Miguel-Pacheco et al.
		Fressdauer	↓	Nasenbandsensor	Beer et al. 2016
		Fressdauer	↓	Nasenbandsensor	Weigele et al. 2017
Wiederkauzeit	↓	Nasenbandsensor	Beer et al. 2016		

Fazit

Als Reaktion auf eine Erkrankung treten hauptsächlich beim Aktivitäts- und Fressverhalten Veränderungen auf, die wertvolle Informationen für eine frühzeitige Identifizierung erkrankter Tiere liefern. Mit den verschiedenen Sensorsystemen ist es möglich, ein computergestütztes Monitoringsystem für die Verhaltensdaten und Änderungen aufzubauen. Auf Basis dieser Parameter und weiterer a priori Informationen (z.B. Vorerkrankungen) lassen sich multivariate Entscheidungsmodelle entwickeln, die das Management und die Überwachungsfunktionen des Betriebspersonals effektiv unterstützen.

Literatur

Das Literaturverzeichnis kann bei den Autoren angefordert werden

**Lisa Trost**

Max-Planck-Institut für Ornithologie
Abteilung für Verhaltensneurobiologie
Eberhard-Gwinner-Straße 6a
82319 Seewiesen

Elektrophysiologische Methoden zur Erfassung und Quantifizierung von Verhalten am Beispiel von Singvögeln

Einleitung

Im Fokus der Forschung in unserer Abteilung steht die sexuelle Differenzierung des Gehirns. Geschlechtsbedingte Unterschiede im Gehirn werden als Grundlage für geschlechtsspezifisches Verhalten, sowie sensorische und kognitive Leistungen angesehen. Als Modell dient uns der Singvogel. Singvögel sind eine Unterordnung in der Klasse der Vögel und weisen ein Merkmal auf, das sie interessant für unsere Forschung macht: Singvögel zeigen vokales Lernen, und viele Arten weisen ein deutlich geschlechtsspezifisches Verhalten auf: Männchen singen und Weibchen singen nicht [1, 2]. Um lernen zu können, müssen bestimmte Hirnbereiche ausgebildet werden, die es ermöglichen, den sensorischen Input eines Vorbildes oder Tutors als Template zu speichern und eigenes Verhalten mit einem solchen Template zu vergleichen, um durch motorische Steuerung das selbstproduzierte Verhalten korrigierend anzupassen, also zu lernen [3].

Im Singvogelhirn findet sich ein Netzwerk an Hirnkernen (Abb. 1), die neuronal miteinander verknüpft sind und als ‚Gesangs-Kontroll-System‘ bezeichnet werden. Dieses Kontroll-System ermöglicht den Tieren vokales Lernen und weist viele Parallelen zum menschlichen vokalen Motor Kortex auf [4].

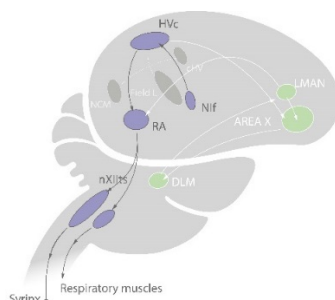


Abb.1: Gesangs-Kontroll-System

Neben endokrinologischen und molekularen Untersuchungsmethoden um herauszufinden, wie und wann Vögel singen lernen, und wie sie ihren Gesang auch über die Jahre erhalten, sollen neuronale Mechanismen erfasst werden, die dem Lernen des Gesangs, aber auch der Produktion von Gesang und ungelerten Rufen zugrunde liegen. Zumeist ist dies an anästhesierten Vögeln geschehen, denen man den eigenen Gesang vorspielt, während eine Elektrode im jeweiligen Hirnkern neuronale Signale ableitet und Stimuli abhängige Aktivierung von Neuronen aufgenommen wird.

Hierbei reagieren Hirnzellen auf sensorischen Input und liefern zumindest ein Bild davon, welche Hirnbereiche bei der Perzeption von vokalen Stimuli beteiligt sind.

Inwieweit die Hirnareale des Gesangs-Kontroll-Systems involviert sind, wenn es um ungelernete Rufe geht, ist bei weitem nicht gut untersucht. Dies liegt unter anderem daran, dass ungelernete Rufe im weitverbreiteten Zebrafinkenmodell so leise sind, dass sie in Zentralmikrofon-Aufnahmen untergehen. Aus diesem Grunde wurden an unserem Institut Sender entwickelt, die die Erfassung von Signalen einzelner Vögel ermöglichen. Diese Sender müssen einerseits extrem miniaturisiert und andererseits kabellos sein, damit die Tiere sich frei im Raum bewegen können [5].

Forschungsschwerpunkte sind im Einzelnen: Gesangslernen, interindividuelle Kommunikation, Duettgesang, saisonale Plastizität, EKG, EMG und EEG.

Material und Methode

Unser Ziel, Verhalten mit neuronalen, kardialen oder muskulären Signalen synchron aufzuzeichnen, erforderte eine Modifikation von Mikrofonseindern (Sparrow Systems, USA) zur Gewichtsreduktion (Abb.2).



Abb.2: Mikrofon Sender

Die Sender zur Erfassung von neuronalen, kardialen oder muskulären Signalen wurden in der Arbeitsgruppe entwickelt [5] (Abb.3).

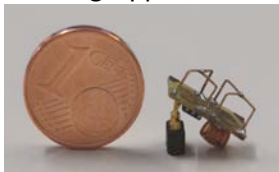


Abb. 3: Elektrophysiologischer Sender

Das Aufnahme-Set im Einsatz mit den Sendern besteht aus Radioempfängern, Soundkarten, Oszilloskopen und Antenne. Über Yagi-Antennen werden Signale von allen Sendern via Radioempfängern und Soundkarten im Computer digitalisiert und synchron aufgenommen. Oszilloskope werden eingesetzt, um Frequenzänderungen zu verhindern. Es können bislang bis zu 18 Tiere synchron aufgenommen werden. Jede Aufnahme dauert maximal 4 Stunden. Pro Tag fallen damit 6 Vier-Stunden Wave-Files an, die je nach Sample Rate 1.2 Gigabite oder 620 Megabite groß sind.

Gängige Tiermodelle am Institut sind Zebrafinken (*Taeniopygia gutatta*) und Kanarienvögel (*Serinus canaria f.d.*). Die Vögel werden in kleinen Gruppen, Paaren oder im Familienverbund gehalten. Der Zebrafink, ein gut in Gruppen zu haltender Singvogel aus Australien, ist leicht zu züchten und dient der internationalen neuroethologischen Forschungslandschaft als Modell. Da es sich um eine opportunistische Art handelt, werden am Institut auch Kanarienvögel gehalten, ebenfalls ein weitverbreitetes Modell, allerdings saisonal lebend, welches die Lebensweise der heimischen Singvogelarten widerspiegelt.

Ergebnisse und Diskussion

Es ist bekannt, dass Neurone aus dem prämotorischen Hirnkern RA (Gesangs-Kontroll-System) aktiv sind, wenn der Vogel gelernte Silben oder gelernte Rufe von sich gibt [6]. Die Annahme galt, dass das Gesangskontrollzentrum nicht mit dem Gebrauch ungelernerter Vokalisationen assoziiert ist. Wir wollten neben der Rolle des RA während des Gesangs im männlichen Zebrafinken außerdem herausfinden, wie die neuronale Aktivität während der ungelernerter Rufe aussieht.

Für diesen Zweck wurden **Zebrafinken** in Gruppen bis zu 4 Paaren gehalten und jedes Tier mit einem Mikrofonsender bestückt. Zeitgleich trugen die Männchen einen elektrophysiologischen Sender, der mit einer Elektrode im Hirnkern RA verbunden war. Durch die individuelle Besenderung mit Mikrofonen stellte sich heraus, dass die Männchen nicht nur für ihre Weibchen singen, sondern auch

Bedürfnisse der Nutztiere

mit ihnen kommunizieren, wobei von beiden Geschlechtern angeborene Rufe benutzt werden. Wir konnten somit zeigen, dass die Paare etwa drei bis vier Tage brauchen, bis sie ein paartypisches Kommunikationsverhalten zeigten. Diese Ergebnisse sind neu, da bislang den ungelerten Rufen keine sonderliche biologische Funktion zugeordnet wurde, was unter anderem daran lag, dass Rufe kaum interindividuelle Unterschiede aufweisen. Selbst wenn man Zebrafinken paarweise hält und mit einem zentralen Mikrophon aufnimmt, lässt sich nur der Gesang des Männchens und dessen gelernte Rufe zweifelsfrei zuordnen, während dies mit den ungelerten Rufen nicht möglich ist. Durch unsere Mikrofonsender konnten wir die Tiere individuell und zeitlich exakt synchronisiert aufnehmen. Durch Kreuzkorrelationen der einzelnen Vokalisierungen konnte ein Kommunikationsmuster zwischen den Partnern eines Paares gefunden werden. Langzeitstudien zeigten, dass der Gebrauch verschiedener Ruftypen in der Kommunikation kontextabhängig ist [7, 8]. (Abb. 4).

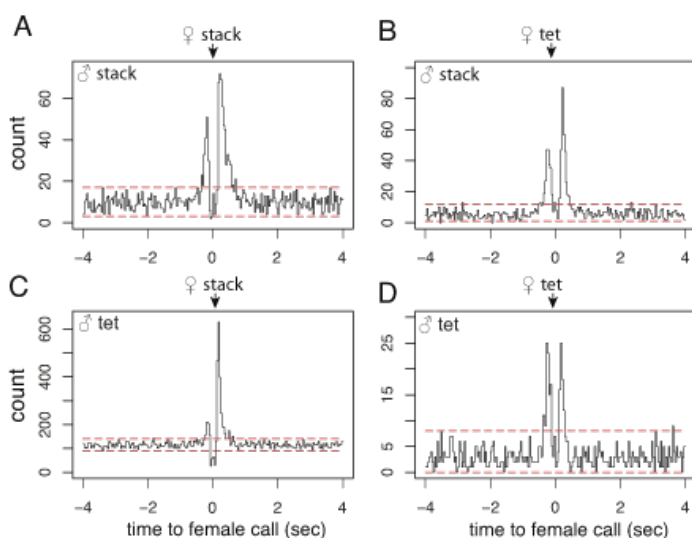


Abb.4: Kreuzkorrelationen von Rufen (,stack' oder ,tet'), wobei die weibliche Rufe eines Typs auf Null gesetzt werden, und vier Sekunden vor und nach jedem weiblichen Ruf die männlichen Rufe aufgelistet werden. Auf der X-Achse ist die Zeit und auf der Y-Achse sind die Anzahl der Rufe aufgetragen.

Die zeitgleiche, chronische Ableitung neuronaler Signale aus dem männlichen Hirnkern (RA) zeigte eine Aktivierung desselben, die eindeutig dem Gebrauch von ungelerten Rufen zugeordnet werden konnte [8] (Abb.5). Das ein Hirnkern, der bislang nur dem Lernen von Gesang und der Produktion desselben, zugeordnet wurde, legt nahe, dass sich das Gesangskontrollsystem aus einem einfacheren System entwickelt hat, welches Männchen und Weibchen zu eigen war. Hierfür müssen nun noch die weiblichen Tiere untersucht werden.

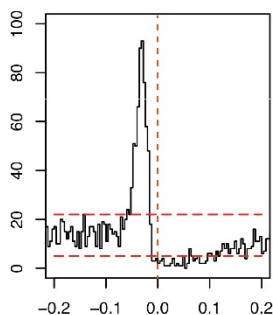


Abb.5: Männliche Rufe sind auf Null gesetzt. Korreliert wird die Spike-Rate 200 ms vor und nach dem Ruf. Auf der Y-Achse ist die Anzahl der Spikes pro Bin angegeben. Die deutliche Erhöhung ab 100 ms vor dem Ruf zeigt das Ansteigen der Feuerrate der Neuronen.

Der Anwendungsbereich der Sender ist vielfältig und schließt auch das Freiland nicht aus. Hier können Verhaltensweisen direkt und unbeeinflusst erfasst und analysiert werden.

Literatur

1. Nottebohm, F., T.M. Stokes, and C.M. Leonard, *Central Control of Song in Canary, Serinus-Canarius*. Journal of Comparative Neurology, 1976. **165**(4): p. 457-486.
2. Simpson, H.B. and D.S. Vicario, *Brain pathways for learned and unlearned vocalizations differ in zebra finches*. J Neurosci, 1990. **10**(5): p. 1541-56.
3. Gahr, M., *Sexual Differentiation of the Vocal Control System of Birds*. Genetics of Sexual Differentiation and Sexually Dimorphic Behaviors, 2007. **59**: p. 67-105.
4. Lynch, G.F., et al., *Rhythmic Continuous-Time Coding in the Songbird Analog of Vocal Motor Cortex*. Neuron, 2016. **90**(4): p. 877-92.
5. Schregardus, D.S., et al., *A lightweight telemetry system for recording neuronal activity in freely behaving small animals*. Journal of Neuroscience Methods, 2006. **155**(1): p. 62-71.
6. Margoliash, D., *Distributed time-domain representations in the birdsong system*. Neuron, 1997. **19**(5): p. 963-966.
7. Gill, L.F., et al., *A minimum-impact, flexible tool to study vocal communication of small animals with precise individual-level resolution*. Methods in Ecology and Evolution, 2016. **7**(11): p. 1349-1358.
8. Ter Maat, A., et al., *Zebra Finch Mates Use Their Forebrain Song System in Unlearned Call Communication*. Plos One, 2014. **9**(10).



Dorina Thiess
Piavita AG
Technoparkstrasse 1
8005 Zürich, Schweiz
Dorina.thiess@piavita.com

Big Data, Machine Learning und neueste Sensortechnologien zur unbeeinflussten Messung von Vitalwerten am Tier

Einleitung

Die Veterinärindustrie steht vor dem Wandel in ein digitales vernetztes Zeitalter. Die Nutzung von neuartigen verfügbaren Technologien ermöglicht einen aktiven Vorsprung in Praxis, Forschung und Entwicklung. Aktuelle Herausforderungen wie erweiterte Kundenerwartungen, limitierte Datenerhebungen und Notwendigkeit zur Frühdiagnostik können über neue Technologien und Innovation in Anwendung und internen Prozessen gemeistert werden.

Die Veterinärindustrie im Wandel auf Basis neuer Technologien

„Customer Centricity“ oder Kundenorientierung gehören zu den wichtigsten Treibern für den Wachstum von Veterinärkliniken (Cavanaugh, 2013). Dabei zählen kontinuierliche Pflege, präventive Versorgung und zusätzliche nicht gesundheitsfokussierte Dienstleistungen zu den veränderten Nachfragen der Tierbesitzer (Fender, 2017). Ein Wandel der Erwartungen und die einhergehende geforderte Veränderung der Rolle des Veterinärs umschließt Klein- wie auch Großtierveterinäre (vgl. Henry, Baillie, Rushton, Lane, & Mymms, 2011).

Dabei steht die Arbeit der Veterinäre in einem Spannungsfeld. Die veränderte Erwartungshaltung ihrer Kunden mit gleichzeitig hohem Konkurrenz- und Wirtschaftsdruck stehen hoher personeller Aufwand für geforderte intensive Untersuchungen und Beobachtungen, limitierte technische Möglichkeiten und beschränkte Einblicke in den Gesundheitsverlauf und -zustand der Tiere gegenüber.

Unter ähnlichem Druck steht die Pharmaindustrie. Während Veterinäre nach kostengünstigen, hocheffizienten und einfachen Mitteln zur Behandlung suchen, stellen limitierte Erhebungsgrößen, Tierschutzregularien und beschränkte Datenverlässlichkeit stete begrenzende Faktoren für grundlegende Forschung und Fortschritt dar. Insbesondere der Umfang der zur Verfügung stehenden Daten von im Durchschnitt 30 Tieren pro Studie stellt eine essentielle Hürde für wissenschaftlich verlässliche Arbeit mit statistischen Methoden (Wareham, Hyde, Grindlay, Brennan, & Dean, 2017).

Im Folgenden werden technische Lösungen vorgestellt, die verschiedene Herausforderungen der Veterinärmedizin und -forschung lösen können.

Neueste Sensortechnologien. Die Nutzung von Sensoren die teils in anderen Industrien bereits angewandt aber spezifiziert zur Anwendung am Tier entwickelt werden müssen, erlaubt nicht-invasive Messungen von Vitalparametern, ggf. sogar durch das Fell der Tiere, ohne diese zu sedieren oder zu narkotisieren. Tragbare kabellose Ausführungen können somit am stehenden Tier unbeeinflusst, sogar

unbemerkt und in der natürlichen Umgebung der Tiere eingesetzt werden. Damit eröffnen sich neuartige Möglichkeiten im Bereich der Datenerhebung, sowohl hinsichtlich Verlässlichkeit (keinerlei Erhebungsverzerrungen, Einflussfaktoren im Labor oder Mensch-Tier-Interaktion), Datenmenge (nicht-invasive, kontinuierliche und ungestörte Messung am Tier), als auch Zeitraum (Longitudinalstudien).

Machine Learning / Maschinelles Lernen. In den letzten Dekaden wurden verschiedene Erfolge zur Präzisionsmessung in der Medizin auf Basis von fokussierten Algorithmen erzielt. Der nächste Schritt ist die gesammelten Daten in Echtzeit zu nutzen und über maschinelles Lernen in die Auswertung mit einfließen zu lassen – damit können aktiv Parallelen zu bestehenden Beispielen gezogen werden, Benchmark-Analysen und globale Vergleiche werden ermöglicht. In der Veterinärindustrie führt dies zu einem noch nie dagewesenem Präzisionslevel der Messung am stehenden Tier.

Big Data. Die Sammlung und Speicherung erhobener Daten durch jeden Nutzer der zuvor beschriebenen Technologien kreiert einen Datenumfang jenseits jeglichem bisher in Studien erfassten Umfängen. Dies steigert Qualität und Effizienz essentiell und macht vorhandene Daten in unterschiedlichstem Kontext nutzbar. Daten können aus unterschiedlichen Quellen und von verschiedenen Nutzern stammen und für spezielle oder generelle Analysen verwendet werden (vgl. Brogan, Baskaran, & Ramachandran, 2018). Unter Berücksichtigung von Datenschutz und Anonymisierung stellt dies die Weichen weg von einer Vielzahl individueller qualitativen Erhebungen hin zu kollektiven quantitativen Studien bei gleichzeitig radikaler Verringerung des Einsatzes von Forschungstieren.

Schlussfolgerung

Die Nutzung der vorgestellten Technologien ermöglicht den Fortschritt in verschiedenen Bereichen der Veterinärindustrie. Praktizierende Veterinäre können ihr Serviceangebot ausbauen, Kundenerwartungen erfüllen, verstärkt in Vorsorge sowie Früherkennung investieren, sowie interne Prozesse und Ressource über Digitalisierung verschlanken. Die veterinärmedizinische Forschung profitiert von größten quantitativen unbeeinflussten Stichproben, Langzeitstudien und neuartigen Einblicken in Gesundheitsdaten am Tier. Insbesondere im Bereich Pharmaindustrie, Ernährung, Frühdiagnostik und Langzeitentwicklung ermöglichen neuartige Technologien erhöhte Effizienz sowie Verlässlichkeit und innovative Entwicklungsrichtungen.

Literatur

- Brogan, J., Baskaran, I., & Ramachandran, N. (2018). Authenticating Health Activity Data Using Distributed Ledger Technologies. *Computational and Structural Biotechnology Journal*, 257-266.
- Cavanaugh, M. (2013). *AAHA State of the Veterinary Profession*. AAHA. Retrieved from https://www.aaha.org/public_documents/professional/resources/aaha_state_of_the_industry_2013_white_paper.pdf
- Fender, K. R. (2017). *New study reveals insights into pet owners' purchasing decisions*. DVM360 Magazine.
- Henry, C., Baillie, S., Rushton, J., Lane, H., & Mymms, N. (2011). Exploring the future sustainability of farm animal veterinary practice. *Rural Enterprise Conference*. Nottingham Trent University.
- Wareham, K. J., Hyde, R. M., Grindlay, D., Brennan, M. L., & Dean, R. S. (2017). Sample size and number of outcome measures of veterinary randomised controlled trials of pharmaceutical interventions funded by different sources, a cross-sectional study. *BMC Vet. Res.*, 13, 295.



Gerhard Rigoll

Lehrstuhl für Mensch-Maschine-Kommunikation

TU München, Arcisstr. 21, D-80333 München

Tel.: 089/289-28541

rigoll@tum.de

Erkennung von menschlichen Aktionen mit Methoden der Mustererkennung und des maschinellen Lernens

Einleitung

In vielen Bereichen der Bildverarbeitung und Mustererkennung wurden in den letzten ca. 5-8 Jahren enorme Fortschritte erzielt. Dies hat sehr viel mit der Tatsache zu tun, dass die heutigen Methoden der Bilderkennung hauptsächlich auf Klassifikationsmethoden beruhen, bei denen der eingesetzte Klassifikator mit einer großen Anzahl von verfügbaren Daten trainiert wird und somit ein Lernverfahren zum Einsatz kommt, welches es dem Bildverarbeitungssystem ermöglicht, aus einer Vielzahl von Bildinformationen (Stichwort „Big Data“) selbständig zu erlernen, wie es bei der Erkennung von Bilddaten zu entscheiden hat. Somit ist das Gebiet des „Maschinellen Lernens“ zu einer Schlüsseltechnologie für die automatische Bildverarbeitung geworden. Als Klassifikator für die Entscheidungsfindung kommen hierbei seit einigen Jahren überwiegend die sog. „Tiefen Neuronale Netze“ zum Einsatz, somit spielt die Methode des sog. „Deep Learning“ hierbei eine entscheidende Rolle. Dies in der Tat heutzutage der Fall bei praktisch allen Teil-Disziplinen für die kamera-basierte Erkennung von menschlichen Aktivitäten, wie z.B. Personenverfolgung (Tracking), Gestenerkennung, und Aktionserkennung. In den folgenden Abschnitten soll kurz auf diese Teil-Disziplinen eingegangen werden.

Personenverfolgung

Diese Teildisziplin der Bildverarbeitung und Mustererkennung ist eine der Grundvoraussetzungen für eine erfolgreiche kamera-basierte Erkennung von menschlichen Aktionen, denn wenn in einer Videosequenz eine oder mehrere Personen bestimmte Aktionen ausführen, muss zunächst ermittelt werden, wo sich diese Personen in jedem Einzelbild befinden, um festzustellen, welche Aktion sie dort durchführen. Bis vor ca. 10-15 Jahren war die Verfolgung von Personen anhand von Kamera-Informationen noch beschränkt auf die Erfassung von einer oder wenigen Personen gleichzeitig und das hierfür eingesetzte Standardverfahren beruhte auf dem Einsatz des klassischen populären Kalman-Filters (KF), womit generell eine rekursive Zustandsschätzung ermöglicht wird. Verwendet man als Zustandsvektor die Parameter einer umgebenden „Bounding-Box“ der zu verfolgenden Person und modelliert in der Zustandsgleichung hierfür ein Bewegungsmodell, dass z.B. eine konstante Bewegungsgeschwindigkeit des Objekts zugrunde legt, dann benötigt man für ein erfolgreiches Tracking noch eine geeignete „Messgleichung“, die einen Zusammenhang zwischen dem Zustandsvektor und dem vom Kamerabild abgeleiteten Bewegungsmerkmalen der Person herstellt. Hierfür eignen sich beispielsweise Farbmerkmale der Person oder deren Bewegungsinformationen, die man z.B. aus dem Differenzbild des verfügbaren Videos erhalten kann.

Ein wesentlicher Fortschritt wurde bei der Personenverfolgung ab ca. dem Jahr 2000 durch verstärkten Einsatz des sog. Partikelfilters (PF) erzielt. Er stellt quasi eine diskrete Version einer KF-basierten Personenverfolgung dar, bei der das Einzelbild durch sog. Partikel diskret abgetastet wird. Die Bewegungsinformation der Person kann dabei in die Erzeugung neuer Partikel für das Folgebild der Videosequenz integriert werden, während die beim KF eingesetzte „Messgleichung“ hier in die Gewichtungsbewertung der Partikel eingeht. Somit wird hier jedes Partikel mit der Wahrscheinlichkeit bewertet, dass dieses Partikel tatsächlich die zu verfolgende Person enthält. Der Erwartungswert der Partikel in jedem Einzelbild der Videosequenz ergibt dann hier die gewünschte „Bounding-Box“ als Tracking-Ergebnis. Mit dem PF kann man mehrere Personen gleichzeitig verfolgen, und es eignet sich auch sehr gut für das sog. „Pose-Tracking“, also die Verfolgung der exakten Körperhaltung eines Menschen über die Zeit hinweg. Hierzu wird ein grobes kinematisches Modell des menschlichen Körpers erstellt und zufällig erzeugte Partikel repräsentieren dann nichts anderes als zufällige kinematische Konstellationen der Körperhaltung. Als Gewichtungsfunktion der Partikel kann dann die Abweichung der Tiefendaten einer oder mehrerer 3D-Kameras von der durch das Partikel beschriebenen aktuellen Körperkonstellation ausgewertet werden, was zu sehr guten und qualitativ hochwertigen Tracking-Ergebnissen führen kann. Die so erhaltenen Informationen über die direkte Körperhaltung können dann verständlicherweise gut für eine Gestenerkennung weiterverwendet werden.

Gestenerkennung

Diese Teildisziplin setzt meistens ein erfolgreiches Tracking der Person oder der Personenpose voraus, wie dies im vorhergehenden Abschnitt erläutert wurde. Durch die Information über die nahezu exakte Körperhaltung anhand des kinetischen Körpermodells lässt sich z.B. die Stellung der Arme oder Hände sehr gut erkennen. Somit ist insbesondere eine statische Gestenerkennung (wie z.B. „zeigen“ oder „stop“ auf Basis dieser Informationen mit einfachen Klassifikatoren gut möglich. Eine weitere Herausforderung stellen dynamische Gesten dar, wie z.B. „winken“ oder „nach rechts“. Hier spielt die Bewegung der Hand oder eines anderen Körperteils die entscheidende Rolle für die Erkennung und somit die Auswertung von dynamischer Information über die Einzelbilder einer Videosequenz hinweg. Bis vor kurzem wurden hierfür überwiegend die klassischen dynamischen Klassifikatoren eingesetzt, die besonders aus der Sprach- oder Handschrifterkennung bekannt waren, insbesondere die populären „Hidden-Markov-Modelle“ (HMM). Hierbei wird für jedes Einzelbild der Sequenz ein Merkmalsvektor abgeleitet, der den Bildinhalt repräsentiert und sich konsequenterweise zeitlich verändert. Die Vektoren werden dann einem HMM präsentiert, welches diese den verschiedenen HMM-Zuständen mithilfe des bekannten Viterbi-Algorithmus zuordnet und aus dem Produkt der Einzelwahrscheinlichkeiten und HMM-Übergangswahrscheinlichkeiten eine Gesamtwahrscheinlichkeit für die Erzeugung der Merkmalssequenz bildet. Jede mögliche Geste wird durch ein trainierbares HMM repräsentiert und das HMM, welches die maximale Beobachtungswahrscheinlichkeit für die vorliegende unbekannt Merkmalssequenz eines Videos erzeugt, wird als die erkannte Geste identifiziert.

Aktionserkennung

Die Aktionserkennung ist prinzipiell eine verallgemeinerte Version der Gestenerkennung und befasst sich mit der Erkennung von allgemeinen täglichen menschlichen Aktivitäten, wie z.B. „Zähneputzen“ oder „Geschirr abwaschen“. Der erhöhte Komplexitätsgrad im Vergleich zur Gestenerkennung ergibt sich einerseits aus der Tatsache, dass es typischerweise mehr „tägliche Aktionen“ als „Gesten“ gibt und damit die Anzahl der zu unterscheidenden Klassen deutlich höher wird. Eine noch spürbarere Komplexitätserhöhung ergibt sich allerdings dadurch, dass viele Aktionen sehr ähnlich sein können, z.B. „Obst essen“ und „Hamburger essen“, hier kommt es also nicht nur auf typische menschliche

Bewegungsmuster an, sondern gleichzeitig auch noch auf die Objekte, mit bzw. an denen eine Aktion verrichtet wird. Fortgeschrittene Lösungsansätze verwenden aktuell zum großen Teil die populären neuen Ansätze des „Deep Learning“ hierfür, bei denen aus den Videodaten eine Merkmalssequenz abgeleitet wird, die die dynamischen Bewegungsmuster stärker repräsentieren und eine andere Sequenz stärker die Eigenschaften der involvierten Objekte repräsentiert, beispielsweise die Farbverteilung oder Grauwertinformationen. Beide Sequenzen werden dann in kombinierter Art und Weise einem tiefen neuronalen Netz präsentiert, welches dann lernen kann, diese unterschiedlichen Informationen ideal zu kombinieren. Verwendet man hierzu die klassischen statischen Netzwerkarchitekturen, so stellt sich das Problem, wie man die Merkmalsströme zeitlich so aufteilt, dann man diese bei unterschiedlicher Länge an der Eingangsschicht des Netzes präsentieren kann. Dennoch erhält man aktuell mit dieser eher sub-optimalen Vorgehensweise aufgrund der Mächtigkeit der tiefen Netze schon sehr gute Ergebnisse. Noch erfolgsversprechender sind allerdings die sog. rekurrenten tiefen neuronalen Netze, wie z.B. die LSTM-Netzwerke, da diese Netze durch ihre rückgekoppelten Eingänge Sequenzen von beliebiger Länge verarbeiten können und somit für die Verarbeitung von dynamischen Muster quasi prädestiniert sind. Daher werden zukünftig von diesen Netzwerken in ihrer Ausprägung als „tiefe rekurrente Netze“ die besten Erkennungsergebnisse für die Aktionserkennung zu erwarten sein.

Literatur

Babaee, M.; You, Y.; Rigoll, G.: Combined Segmentation, Reconstruction, and Tracking of Multiple Targets in Multi-View Video Sequences. *Journal of Computer Vision and Image Understanding (CVIU)* (Vol. 154), 2017, pp. 166-181

Babaee, M.; You, Y.; Rigoll, G.: Pixel level Tracking of Multiple Targets in Crowded Environments. *International Workshop on Crowd Understanding in conjunction with European Conference on Computer Vision (ECCV)*, 2016

Köpüklü, O.; Köse, N.; Rigoll, G.: Motion Fused Frames: Data Level Fusion Strategy for Hand Gesture Recognition. *Proc. IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR) Workshops*, 2018, pp. 2216-2224

Köse, N.; Babaee, M.; Rigoll, G.: Multi-view Human Activity Recognition using Motion Frequency. *Proc. International Conference on Image Processing (ICIP)*, 2017, article 1871-17

Lehment, N.; Kaiser, M.; Rigoll, G.: Using Segmented 3D Point Clouds for Accurate Likelihood Approximation in Human Pose Tracking. *International Journal of Computer Vision*, 2012, 1-16

Wöllmer, M.; Kaiser, M.; Eyben, F.; Schuller, B.; Rigoll, G.: LSTM-Modeling of Continuous Emotions in an Audiovisual Affect Recognition Framework. *Image and Vision Computing (IVCJ) Special Issue on "Affect Analysis in Continuous Input Vol. 31*, 2013, pp. 153-163

Abstracts Poster

Influence of glyphosate on ruminal fermentation and digestibility parameters in cattle

Marzell Buffler, Wilhelm Windisch

Chair of Animal Nutrition

TUM School of Life Sciences

Introduction

Glyphosate is one of the most common total herbicides used in the production of feed- and foodstuff. The mode of action is based on the inhibition of the 5-enolpyruvyl-shikimate-3-phosphate-synthase in the shikimate-pathway, which catalyze the synthesis of aromatic amino acids in plants. Whereas animals and humans aren't prone for glyphosate due to the lack of this pathway, some microbes show susceptibility (Barry et al. 1992).

Studies indicated that a few species of gastrointestinal microbes may also be inhibited by glyphosate. Especially commensal microorganisms are suggested to be more sensitive than pathogens (Krüger et al. 2013). As ruminants depend on a working and balanced ruminal microbiome to transform non-edible biomass into digestible metabolites, this study should investigate the influence of pure glyphosate and a glyphosate containing herbicide on the functionality of the rumen microbiome and the digestibility of different feedstuff.

Materials und methods

In this study, 9 non-lactating cows (Holstein-Friesian) with rumen and duodenal cannulae were used in a 3x3 Latin Square design. In total 3 periods with 3 treats were conducted, so each animal received all treatments. Basal diet consisted of 50% grass silage, 40% maize silage, 5% barley and 5% soy cake. All feed compound were free of any glyphosate residues. Animals were fed with 6.5kg DM per day, divided up in two portions at 7:00 a.m. and 4:00 p.m.

Each period began with 14 days of adaption during which all animals received the basal diet.

Subsequently animals were divided in 3 groups, first served as control (CON) without any treatment. Second group (GLY) was supplemented with 100mg pure glyphosate ammonia salt per day (5g/l solution; 50mg/feeding time). In the third group (RU) equal amount of glyphosate was added to the basal diet, but in form of total herbicide RoundUp LB Plus®.

After three weeks rumen fluids were collected in 1.5 h intervals via rumen tube over a period of 9 h after morning feeding and immediately analyzed for pH. Aliquots were analyzed for volatile fatty acids (gas chromatograph) and for ammonia (photometer). Subsequently, feces were collected quantitatively for 7 days for determination of nutrient digestibility.

Results and discussion

Daily glyphosate intake of 100mg corresponded to data published by Schnabel et al (2017), who produced feedstuffs by applying glyphosate on the maximum legal level (crop protection and desiccation). In practice, glyphosate intake due to residues in feedstuffs is much lower (5-10mg/d) in dairy farms (von Soosten 2016).

Up to now, most of literature describing effects of glyphosate on gastrointestinal microbes is based on *in-vitro* assessments of particular species of microorganisms (Krüger et al. 2013, Shehata et al. 2013, Ackermann et al. 2015). In contrast, little is known about the relevance of glyphosate on the functionality of the entire rumen ecosystem *in vivo*.

In our study, the time course of rumen pH, ammonia, volatile fatty acids after feeding behaved normal through the entire study. There was no effect of treatment on these parameters at any time, neither with pure glyphosate nor with the commercial formulation. The same applied to the digestibility of nutrients. These results are in accordance with Hüther et al. (2005) who showed absence of glyphosate effects even at very high exposure of 770mg/kg DM. Also *in-vitro* studies of Riede et al (2016) didn't reveal any influence of glyphosate on parameters of microbial fermentation.

Indeed, our data does not exclude possible changes in the composition of ruminal microbiome. But absence of any treatment effects suggests that such changes, if they occurred, were not relevant for the entire functionality of the rumen fermentation.

Literature

Ackermann, W.; Coenen, M.; Schrödl, W.; Shehata, A. A.; Krüger, M. (2015): The influence of glyphosate on the microbiota and production of botulinum neurotoxin during ruminal fermentation. In: *Current microbiology* 70 (3), S. 374–382. DOI: 10.1007/s00284-014-0732-3.

Barry, G., Kishore, G., Padgett, S., Taylor, M., Kolacz, K., Weldon, M., ... & Hallas, L. (1992). Inhibitors of amino acid biosynthesis: strategies for imparting glyphosate tolerance to crop plants. *Current topics in plant physiology (USA)*.

Krüger, M.; Shehata, A. A.; Schrödl, W.; Rodloff, A. (2013b): Glyphosate suppresses the antagonistic effect of *Enterococcus* spp. on *Clostridium botulinum*. In: *Anaerobe* 20, S. 74–78. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2013.01.005.

Schnabel, K.; Schmitz, R.; von Soosten, Dirk; Frahm, J.; Kersten, S.; Meyer, U. et al. (2017): Effects of glyphosate residues and different concentrate feed proportions on performance, energy metabolism and health characteristics in lactating dairy cows. In: *Archives of animal nutrition* 71 (6), S. 413–427. DOI: 10.1080/1745039X.2017.1391487.

Shehata, A. A.; Schrödl, W.; Aldin, A. A.; Hafez, H. M.; Krüger, M. (2013): The effect of glyphosate on potential pathogens and beneficial members of poultry microbiota *in vitro*. In: *Current microbiology* 66 (4), S. 350–358. DOI: 10.1007/s00284-012-0277-2.

Von Soosten, D.; Schnabel, K.; Meyer, U.; Hüther, L.; Dänicke, S. (2017): Effect of glyphosate residues in animal feed on ruminal fermentation in dairy cows. In: DLG (Hg.): *Proceedings of the Society of Nutrition Physiology. Volume 26, 2017, 71st Conference 14th - 16th March 2017 in Göttingen = Berichte der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie; Band 26, 2017, 71. Tagung vom 14. - 16.03.2017 in Göttingen. Gesellschaft für Ernährungsphysiologie; Conference of the Society of Nutrition Physiology. Frankfurt am Main: DLG-Verlag GmbH (Proceedings of the Society of Nutrition Physiology, 26), S. 57.*

Autorenanschrift

Marzell Buffler
Lehrstuhl für Tierernährung
Hans Eisenmann-Forum für Agrarwissenschaften
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising
Marzell.buffler@wzw.tum.de

Frühe embryonale Mortalität: Primäre bovine Hepatozyten als Modell zur Untersuchung embryo-maternalen Kommunikation

Kai Endriß, Marion Schmicke

Klinik für Rinder, AG Endokrinologie, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Einleitung

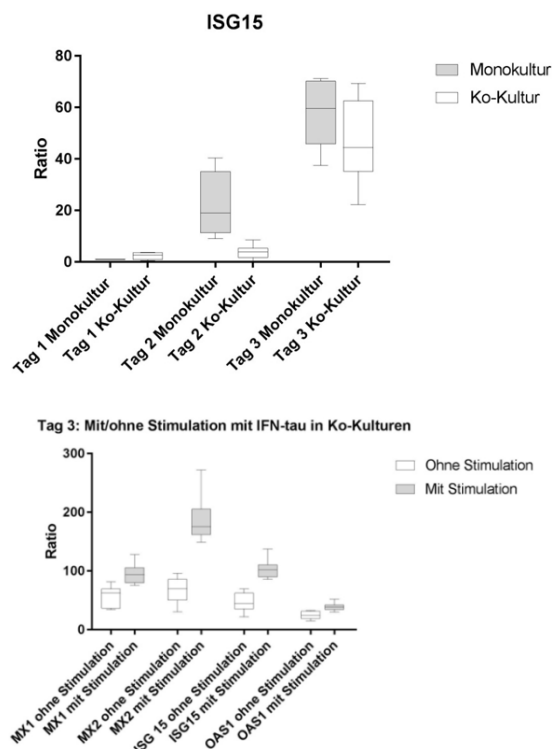
In der Rinderhaltung nimmt die Bedeutung embryonaler Mortalität in den letzten Jahren deutlich zu. Im Jahr 2011 ließen sich 20,9% der Abgänge auf deutschen Milchviehbetrieben allein auf eine mangelhafte Fruchtbarkeit zurück führen (ADR, 2013). Da die Befruchtungsraten bei Kühen mit über 80% sehr hoch sind, die Trächtigkeitsraten jedoch teilweise sogar unter 50% liegen, entfällt ein großer Prozentsatz der Verluste auf embryonale Mortalität. Es liegt die Vermutung nahe, dass die maternale Erkennung des Embryos und lokale Schutzmechanismen in den ersten Wochen der Trächtigkeit dysreguliert sind (Zhao et al., 2018). Ein wichtiger Faktor ist das trächtigkeitserhaltende Glykoprotein Interferon-tau (IFN- τ) (Imakawa, Bai, Nakamura, & Kusama, 2017). Jedoch besitzt IFN τ nicht nur eine lokale Wirkung, sondern auch eine systemische. Die Wirkungskaskade ist äußerst komplex und lässt sich in vitro nur sehr schwer erforschen. Aus diesem Grund ist es dringend notwendig, anhand von Modellen die genaue Wirkung von IFN τ beispielsweise in der Leber zu untersuchen, um dadurch Rückschlüsse auf die detaillierten Signalkaskaden im Organismus zu erlangen und so zur Aufklärung der Ursache embryonaler Mortalität beizutragen.

Material und Methoden

Bei dem verwendeten Modell handelt es sich um primäre Hepatozyten, die aus dem Processus caudatus mittels einer zuvor beschriebenen Zwei Schritt Kollagenaseperfusion gewonnen (Ehrhardt & Schmicke, 2016) und anschließend in einer Sandwichkultur zwischen zwei Lagen Kollagen kultiviert werden. Die Leber wird von Patiententieren der Klinik für Rinder, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover entnommen, die auf Grund einer Erkrankung mit infauster Prognose aber keiner Leberschädigung euthanasiert werden. Nach Gewinnung der Hepatozyten wurden $1,37 \times 10^5$ Hepatozyten pro cm^2 auf 12-Well-Platten ausplattiert. Zusätzlich wurden bei einem Teil der Ansätze über der zweiten Schicht Kollagen zusätzlich Kupffersche Sternzellen ($2,74 \times 10^4$ pro cm^2), die Makrophagen der Leber, aufgetragen. Die primären Hepatozyten wurden mit IFN τ und anderen körpereigenen Stoffen wie IFN α oder Progesteron, sowie dem Immunstimulanz Imrestor $\text{\textcircled{C}}$ (Elanco, Greenfield, USA) stimuliert um zu untersuchen, welche Wechselwirkung diese mit dem IFN τ Signal haben. Im Mediumüberstand wurden zur Bestimmung der Vitalität Harnstoff und Laktatdehydrogenase bestimmt. Im Zellpellet wurde mittels RT-qPCR die relative mRNA-Expression von klassischen Interferon-stimulierten Genen (ISG) wie beispielsweise ISG-15, MX-1, MX-2 und OAS-1 gemessen.

Ergebnisse

Die gewonnenen Zellen zeigten nach der Dichtegradientenzentrifugation eine Viabilität stets > 85%. Im Verlauf der Kultivierung konnte die Ausbildung von Zell- Zellkontakten beobachtet werden. Die Zellen zeigten eine polygonale Form und es entstanden kleine Gallenkanälchen. Dies spricht für eine gute Vitalität. Im Vergleich zu der Ko-Kultur mit Kupfferschen Sternzellen zeigt sich in der Monokultur eine höhere Genexpression von ISG-15, MX-1, MX-2, OAS-1 an den Tagen 1 bis 3 nach der Kultivierung, jedoch vor allem an Tag 2. Nach Stimulation mit IFN τ an Tag 3 für 2 Stunden stieg die Genexpression bei allen ISG an. Dieser Effekt ist sowohl in der Monokultur, als auch in der Ko-Kultur mit Kupfferschen- Sternzellen zu betrachten. Die Genexpression bei ISG-15, MX-1 und OAS-1 ist nach Stimulation durch Interferon τ in der Ko-Kultur und der Monokultur vergleichbar, lediglich die Expression von MX-2 ist in der Monokultur größer.



Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist aus Lebern von Spendertieren vitale primäre bovine Hepatozyten und Kupffersche Sternzellen zu gewinnen. Die Hepatozyten reagieren auf IFN τ und durch die Zugabe von Kupfferschen Sternzellen konnte eine geringere Genexpression als in Monokultur erreicht werden. Daraus lässt sich ableiten, dass es für die Erforschung von Abläufen des Leberstoffwechsels durchaus von Vorteil ist, die physiologischen Verhältnisse in der Leber möglichst genau nachzuahmen und deshalb der Schwerpunkt auf dem Modell der Hepatozyten Ko- Kultur mit Kupfferschen Sternzellen liegen sollte. Außerdem ist festzuhalten, dass primäre bovine Hepatozyten ein geeignetes Modell für die Untersuchung peripherer Effekte des frühen Embryosignals IFN τ auf den maternalen Organismus zu sein scheinen.

Literatur

ADR. (2013). *Hintergrundinformationen zur Rinderzucht in Deutschland* (Vol. 49)

Ehrhardt, S. & Schmicke, M. (2016). Isolation and Cultivation of Adult Primary Bovine Hepatocytes from Abattoir Derived Liver. *EXCLI Journal*, 15, 858 – 866. <https://doi.org/10.17179/excli2016-794>

Imakawa, K., Bai, R., Nakamura, K. & Kusama, K. (2017). Thirty years of interferon-tau research; Past, present and future perspective. *Animal Science Journal*, 88 (7), 927 – 936. <https://doi.org/10.1111/asj.12807>

Zhao, G., Jiang, K., Zhang, T., Wu, H., Qiu, C. & Deng, G. (2018). Specific interferon tau gene-regulation networks in bovine endometrial luminal epithelial cells. *Theriogenology*, 105, 51 – 60. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.09.004>

Autorenanschrift

Kai Endriß
Klinik für Rinder
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15, 30539 Hannover
Kai.Endriss@tiho-hannover.de

Gesundheitsüberwachung von Milchkühen durch hochauflösendes Immun-Monitoring in Blut und Rohmilch mithilfe der Durchflusszytometrie

Sabine Farschtschi, Martina Kraus, Prof. Dr. Michael Pfaffl

Lehrstuhl für Tierphysiologie und Immunologie, Wissenschaftszentrum Weihenstephan

Die Euterentzündung (Mastitis) gehört zu den am häufigsten auftretenden Krankheiten bei Milchkühen. Mastitiden beeinträchtigen das Tierwohl nachhaltig, führen zu enormen finanziellen Verlusten (1) und erfordern einen hohen Einsatz an Antibiotika für Therapie und Prophylaxe.

Als eine der wichtigsten Maßnahmen, die Eutergesundheit auf Einzeltier- oder Herdenebene zu überwachen, gilt seit langem die Bestimmung der Gesamtzellzahl (Somatic Cell Count, SCC) einer Rohmilchprobe, wie sie z. B. monatlich im Rahmen der Milchleistungsprüfung erfolgt.

Es ist aber sinnvoll, nicht nur die absolute Zellanzahl zu betrachten, sondern mehr in die Tiefe zu gehen. Da die verschiedenen somatischen Zelltypen im Rahmen der Immunantwort unterschiedliche Aufgaben erfüllen, können aus deren Vorkommen und deren relativer Verteilung in der Milch Rückschlüsse auf den immunologischen Zustand des Euters gezogen werden (2), (3). Die Bestimmung eines Zelldifferentialbilds (Differential Cell Count, DCC) erlaubt genauere Aussagen über Entzündungsgeschehen im Euter (4) und über Sinn und Erfolg einer Mastitis-Behandlung. Darüber hinaus hat die Bestimmung des DCC das Potential, Auskünfte über den systemischen Gesundheitszustands der Kuh zu geben.

Als Methode zur Zelldifferenzierung bietet die Durchflusszytometrie gegenüber der mikroskopischen Auszählung von gefärbten Ausstrichen deutliche Vorteile im Hinblick auf Praktikabilität und Effizienz. Zusätzlich zur Bestimmung der Größe und Granularität der Zellen können diese mit fluoreszierenden Farbstoffen gefärbt und mit fluorochrom-gekoppelten Antikörpern markiert und dadurch detektiert werden. Bei der Auswertung ist es mit entsprechenden Gating-Strategien möglich, zusätzlich zu den drei großen Leukozytenpopulationen (Granulozyten, Monozyten/ Makrophagen, Lymphozyten) in Blut und Rohmilch noch 10 weitere Subpopulationen zu quantifizieren, sowie deren Viabilität zu bestimmen. Die in einem individuellen Langzeit-Immunmonitoring dokumentierten somatischen Zellzahlverläufe können als Kennzahlen für den aktuellen Gesundheitszustand herangezogen werden und sollen als prognostisches Frühwarnsystem zur Überwachung von Einzeltieren oder ganzen Herden genutzt werden.

Neben diesem Langzeit-Monitoring beproben wir derzeit auch Milchkühe nach regulären Impfungen, um damit unsere Grundannahme, dass wesentliche Veränderungen im Blutbild auch parallel in der Milch nachgewiesen werden können, weiter zu belegen.

Literatur

- 1.van Soest FJ, Santman-Berends IM, Lam TJ, Hogeveen H. Failure and preventive costs of mastitis on Dutch dairy farms. *J Dairy Sci.* 2016;99(10):8365-74.
- 2.Rivas AL, Quimby FA, Blue J, Coksaygan O. Longitudinal evaluation of bovine mammary gland health status by somatic cell counting, flow cytometry, and cytology. *J Vet Diagn Invest.* 2001;13:399-407.
- 3.Schwarz D, Diesterbeck US, König S, Brugemann K, Schlez K, Zschock M, et al. Flow cytometric differential cell counts in milk for the evaluation of inflammatory reactions in clinically healthy and subclinically infected bovine mammary glands. *J Dairy Sci.* 2011;94(10):5033-44.
- 4.Green M, Bradley A. The changing face of mastitis. *Veterinary Record.* 2013;173:517-21.

Autorenanschrift

Sabine Farschtschi
Technische Universität München
Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt
Lehrstuhl für Tierphysiologie und Immunologie
Weihenstephaner Berg 3
85354 Freising-Weihenstephan
Tel. +49 / 8161 / 71 5550
sabine.farschtschi@wzw.tum.de

Dieses Forschungsprojekt wird unterstützt von der Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der Technischen Universität München in Freising-Weihenstephan e.V.

Einsatz pansengeschützter Aminosäuren in der Bullenmast

Vivienne Inhuber^{1,2}, Thomas Ettle², Wilhelm Windisch¹

¹Lehrstuhl für Tierernährung, Technische Universität München, Liesel-Beckmann-Straße 1, 85354 Freising

²Institut für Tierernährung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Prof.-Dürrwaechter-Platz 3, 85586 Grub/Poing

Einleitung

Das stickstoffhaltige Umweltgas Ammoniak (NH₃) führt in der Atmosphäre zur Bildung von Feinstaub und trägt im Boden zur Versauerung bei. Die Landwirtschaft ist in Deutschland für 95% der NH₃-Emissionen verantwortlich. Die Rinderhaltung trägt über die Hälfte dazu bei (BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT 2012). NH₃ entsteht dort unvermeidlich bei der Verdauung des Futterrohproteins (XP) im Pansen. Ein Teil des zu Harnstoff entgifteten NH₃ wird im ruminohepatischen Kreislauf wiederverwertet, der Rest wird mit dem Harn ausgeschieden. Die ausgeschiedene Menge steigt mit Proteinüberschuss aus dem Futter an. Zudem wird überschüssiges Protein direkt mit dem Kot ausgeschieden. Bei der Lagerung und Ausbringung der Exkrememente (Wirtschaftsdünger) entsteht durch mikrobielle Umsetzungen NH₃, welches in die Atmosphäre gelangt (LAPIERRE ET AL. 2001).

Eine Strategie zur Minderung der NH₃-Emissionen aus der Landwirtschaft besteht somit darin, die Tiere möglichst bedarfsgerecht mit Protein zu versorgen. Ein im Milchviehbereich vielfach untersuchter Ansatz ist die Supplementierung von XP-reduzierten Rationen mit einzelnen pansengeschützten Aminosäuren (z.B. Methionin, Lysin). Untersuchungen zeigten, dass durch den Einsatz von pansengeschütztem Methionin eine verbesserte N-Nutzungseffizienz erreicht werden konnte (BRODERICK ET AL. 2007, ARRIOLA APELO ET AL. 2014). Des Weiteren legen Ergebnisse diverser Studien nahe, dass die Supplementierung praxisüblicher Milchviehrationen mit pansengeschütztem Methionin (Met) positive Effekte auf den Energiestoffwechsel sowie das Immunsystem hat (OSORIO ET AL. 2014). Auch konnte oxidativer Zellstress in Folge von Entzündungsreaktionen durch die Gabe von Met reduziert werden (OSORIO ET AL. 2014; BATISTEL ET AL. 2018). Ähnliche Effekte zeigten sich sogar bei neugeborenen Kälbern, deren Muttertiere in der Transitphase mit Met supplementiert wurden (JACOMETO ET AL. 2016; BATISTEL ET AL. 2017).

Met wird in der Leber in die stoffwechselaktive Form S-Adenosyl-Methionin (SAM) überführt. Diese schwefelhaltige Aminosäure fungiert als Methylgruppendonator und ist somit essentiell für wesentliche Biosynthesen, die auf Strukturänderungen durch Transmethylierung beruhen. Ein Beispiel hierfür ist die Synthese von Glutathion (L-Glutamyl-L-Cysteinglycin (GSH)). GSH dient als Substrat für das anti-oxidativ wirkende Enzym Glutathionperoxidase, welches Zellen vor oxidativem Stress schützt. Oxidativer Stress, d.h. eine Imbalance zwischen reaktiven Sauerstoffspezies und schützenden Antioxidantien, entsteht in Folge von außergewöhnlichen Stoffwechselbelastungen (z.B. Erkrankungen, Entzündungen, Umweltstress, intensives Wachstum) (KÖNIGSHOFF ET AL. 2007).

Im Bereich der Mastbullen sind nach aktuellem Kenntnisstand noch keine Untersuchungen hinsichtlich oben aufgeführter Aspekte durchgeführt worden. Die Ergebnisse der Studien aus dem Milchviehbereich legen jedoch nahe, dass die Aminosäuren-Supplementierung der praxisüblichen Rationen auch bei leistungsintensiven Masttieren etwaige positive Effekte auf deren Stoffwechsel birgt. Des Weiteren ist zu prüfen, ob die Aminosäuren-Supplementierung Effekte auf die Mastleistung zeigt.

Vor diesem Hintergrund wird an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Grub ein zweimonatiger Fütterungsversuch mit Mastbullen der Rasse Fleckvieh durchgeführt.

Material und Methoden

Für einen Fütterungsversuch wurden 71 Mastbullen (durchschnittliches Lebendgewicht: 360 kg) gleichmäßig nach Lebendgewicht, Alter und täglichen Zunahmen auf drei Fütterungsgruppen (FG) aufgeteilt.

FG 1 erhält eine totale Mischration (TMR) mit einem Rohproteingehalt von 13,8% (Positivkontrolle). FG 2 wird eine XP-reduzierte TMR mit nur 8,9% XP (Negativkontrolle) vorgelegt. Die Absenkung des XP-Gehaltes erfolgt über die Herausnahme von Futterharnstoff sowie Austausch von Rapsextraktionsschrot durch Trockenschnitzel. FG 3 erhält die TMR von FG 2, die mit 10 g pansengeschütztem Methionin pro Tier und Tag supplementiert wird (Behandlungsgruppe).

Die Tiere werden zwei Monate nach o.g. Fütterungsplan gemästet. Es soll ein Stallendgewicht von ca. 450-500 kg Lebendmasse erreicht werden.

Bei der Schlachtung der ungenücherten Tiere werden Blut- und Leberproben entnommen, die auf entsprechende Stoffwechselfparameter untersucht werden sollen.

Ergebnisse

Die Schlachtung der Tiere erfolgt von November bis Dezember 2018. Erste Ergebnisse sind Anfang 2019 zu erwarten.

Literatur

ARRIOLA APELO SI, BELL AL, ESTES K, ROPELEWSKI J, DE VETH MJ, HANIGAN MD Effects of reduced dietary protein and supplemental rumen-protected essential amino acids on the nitrogen efficiency of dairy cows. *J Dairy Sci* 2014; 97; 5688-5699

BATISTEL F, ARROYO JM, GARCES CIM, TREVISI E, PARYS C, BALLOU MA, CARDOSO FC, LOOR JJ. Ethyl-cellulose rumen-protected methionine alleviates inflammation and oxidative stress and improves neutrophil function during the periparturient period and early lactation in Holstein dairy cows. *J Dairy Sci* 2017; 101; 480-490

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT (LFU) L F, ARROYO JM, GARCES CIM, TREVISI E, PARYS C, BALLOU MA, CARDOSO FC, LOOR JJ. Ammoniak und Ammonium. 2013; 2-3

BRODERICK GA, STEVENSON MJ, PATTON RA, LOBOS NE, OLMOS COLMENERO JJ. Effect of Supplementing Rumen-Protected Methionine on Production and Nitrogen Excretion in Lactating Dairy Cows. *J Dairy Sci* 2007; 91; 1092-1102

JACOMETO CB, ZHOU Z, LUCHINI D, TREVISI E, CORRÊA MN, LOOR JJ. Maternal rumen-protected methionine supplementation and its effect on blood and liver biomarkers of energy metabolism, inflammation, and oxidative stress in neonatal Holstein calves. *J Dairy Sci* 2016; 99; 6753-6763

KÖNIGSHOFF M, BRANDENBURGER T. Kurzlehrbuch Biochemie 2007. Thieme Verlag. 303-305

LAPIERRE H, LOBLEY GE. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. *J Dairy Sci* 2001; 84; 223-236

OSORIO JS, JI P, DRACKLEY JK, LUCHINI D, LOOR JJ. Smartamine M and MetaSmart supplementation during the periparturient period alter hepatic expression of gene networks in 1-carbon metabolism, inflammation, oxidative stress, and the growth hormone-insulin like growth factor 1 axis pathways. *J Dairy Sci* 2014; 97; 7451-7464.

OSORIO JS, TREVISI E, JI P, DRACKLEY JK, LUCHINI D, BERTONI G, LOOR JJ. Biomarkers of inflammation, metabolism, and oxidative stress in blood, liver, and milk reveal a better immunometabolic status in periparturient cows supplemented with Smartamine M or MetaSmart. *J Dairy Sci* 2014; 97; 7437-7450.

Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Förderkennzeichen: A/17/18)

Autorenanschrift

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung
Vivienne Inhuber
Prof.-Dürrwachter-Platz 3
85586 Poing/Grub
Email: vivienne.inhuber@wzw.tum.de

Ökonomische Bewertung automatischer Brunsterkennungssysteme in der Milchviehhaltung

Johanna Pfeiffer¹, Markus Gandorfer¹, Georg Wendl¹

¹Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung

Einleitung

Gute Reproduktionsleistungen von Kühen sind das Fundament einer nachhaltigen Milchviehhaltung, weshalb eine möglichst präzise Erkennung von Brunsten wesentlich ist. Deshalb werden seit den 1980ern Sensoren zur Brunsterkennung entwickelt (Mottram 2015), für die in der Literatur eine umfassende ökonomische Bewertung nur begrenzt stattfindet. Dieser Beitrag ist eine gekürzte Version des Tagungsbeitrags *Bewertung automatischer Brunsterkennung in der Milchviehhaltung* (Pfeiffer et al. (2018)), der auf der 38. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e.V. präsentiert wurde. Für eine detaillierte Beschreibung der Methodik sowie der Datengrundlage wird auf diesen Tagungsbeitrag verwiesen.

Methodik

Für die ökonomische Bewertung automatischer Brunsterkennungssysteme wird der Gewinnbeitrag für eine Investition eines Milchviehhalters in ein automatisches Brunsterkennungssystem ermittelt. Dies erfolgt über die Berechnung erweiterter Deckungsbeiträge (berücksichtigt jährliche Kosten der Investition in automatische Brunsterkennung) für die automatische und visuelle Brunsterkennung, welche jeweils als Funktion der Brunsterkennungsrate dargestellt werden. Auswirkungen verschiedener Brunsterkennungsraten auf den Deckungsbeitrag werden mit SimHerd (SimHerd A/S, Denmark) (z. B. Kristensen et al. 2008) modelliert. Die ökonomische Bewertung erfolgt für Fleckviehbestände mit Milchleistungen von 7000 kg und 9000 kg, wobei jeweils Herdengrößen von 70 und 210 Kühen und eine Ausstattung von Kühen bzw. Kühen und Jungvieh simuliert werden. Da einige Variablen mit Unsicherheiten behaftet sind (Brunsterkennungsraten und Zeitaufwand zur Brunstkontrolle), werden diese mit Dreiecksverteilungen in @RISK (Palisade Corporation software, Ithaca NY USA) mittels Monte Carlo-Simulation modelliert. Für die ökonomische Bewertung werden beispielhaft in der Literatur angegebene Brunsterkennungsraten für das automatische Brunsterkennungssystem Heatime® (SCR) angenommen. Weiterhin werden ein Lohnansatz von 15 €/h, ein Milchpreis von 0,34 ct/kg ECM, eine Lebensdauer der Sensorik von 6 Jahren und ein Zinssatz von 4 % zugrunde gelegt. Die jährlichen Kosten für das automatische Brunsterkennungssystem (Heatime®) bestehen aus den Kosten für Sensoren und Basiszubehör sowie den Implementierungs- und Reparaturkosten.

Ergebnisse und Diskussion

Die Integration von Unsicherheiten für einige Variablen resultiert in Wahrscheinlichkeitsverteilungen für den Gewinnbeitrag bei einer Investition in das automatische Brunsterkennungssystem. Die Simulationsergebnisse zeigen, dass der Gewinnbeitrag über alle Szenarien hinweg zwischen -33 und +111 € je Kuh und Jahr liegt, mit Erwartungswerten zwischen +6 und +35 € je Kuh und Jahr (siehe Tab. 1). Ein Vergleich der Häufigkeitsverteilungen für den Gewinnbeitrag aller acht Szenarien (Tab. 1) zeigt, dass dieser unabhängig von den beiden analysierten Milchleistungsniveaus ist. Der Gewinnbeitrag ist höher für größere Herdengrößen, aufgrund einer Degression der Fixkosten. Besonders positiv wirkt sich eine zusätzliche Ausstattung des Jungviehs und somit eine Senkung des Erstkalbealters auf die Wirtschaftlichkeit der automatischen Brunsterkennung aus (vgl. Ettema und Santos 2004). Die Ergebnisse bestätigen die Bedeutung einer niedrigen Zwischenkalbezeit, da die Kosten einer

Bedürfnisse der Nutztiere

übersehenen Brunst auf ca. 40 – 80 € beziffert werden (Jung 2009). Die Wahrscheinlichkeit für einen positiven Gewinnbeitrag bei einer Investition in das automatische Brunsterkennungssystem liegt im Mittel bei 84 % (Tab. 1).

Milchleistung	7000 kg				9000 kg			
	70		210		70		210	
Herdengröße	K + JV		K + JV		K + JV		K + JV	
Ausstattung	K	K + JV	K	K + JV	K	K + JV	K	K + JV
Minimum	-29	-26	-15	-15	-33	-31	-20	-16
Erwartungswert	11	27	15	29	12	28	16	30
Maximum	52	83	60	99	54	93	64	111
Anteil [%]	80	92	80	88	79	91	78	87
GWB > 0 €								

GWB: Gewinnbeitrag durch automatische Brunsterkennung; K: Ausstattung nur Kühe; K + JV: Ausstattung Kühe und Jungvieh; Annahme Lohnansatz: 15 €/h

Tabelle 1: Gewinnbeiträge aller simulierten Szenarien

Schlussfolgerungen

Eine Investition in automatische Brunsterkennung resultiert in der Mehrheit aller Simulationsläufe in einem positiven jährlichen Gewinnbeitrag. Der finanzielle Vor- bzw. Nachteil hängt stark vom bisherigen Fruchtbarkeitsmanagement ab. Eine Ausstattung des Jungviehs mit einem automatischen Brunsterkennungssystem kann zu einem Absenken des Erstkalbealters führen und ist deshalb nicht nur ökonomisch sinnvoll.

Literatur

Ettema, J., Santos, J.: Impact of age at first calving on lactation, reproduction, health and income in first-parity holstein on commercial farms. J. Dairy Sci. 87, S. 2730 – 2742, 2004.

Jung, M.: Brunstbeobachtung: Welche Möglichkeiten bieten technische Hilfsmittel?. Milchrindtage Brandenburg, 2009.

Kristensen, E., Østergaard, S., Krogh, M. A., Enevoldsen, C.: Technical Indicators of Financial Performance in the Dairy Herd, 2008.

Mottram, T.: Animal board invited review: precision livestock farming for dairy cows with a focus on oestrus detection. animal 10 (10), S. 1575 – 1584, 2015.

Pfeiffer, J., Gandorfer, M., Wendl, G.: Bewertung automatischer Brunsterkennung in der Milchviehhaltung, Referate der 38. GIL-Jahrestagung in Kiel: Digitale Marktplätze und Plattformen, A. Ruckelshausen et al. (Hrsg.), S. 183-186, 2018.

Autorenanschrift

Johanna Pfeiffer
 Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 Institut für Landtechnik und Tierhaltung
 Projektgruppe Digitalisierung
 Vöttinger Straße 36, 85354 Freising
johanna.pfeiffer@lfl.bayern.de

Tierwohlaspekte in der Bienenhaltung

Wiecha, J.G., Ziegler, K.L.M., Bernhardt, H.

Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Technische Universität München (TUM)

Einleitung

Tierwohl steht bei landwirtschaftlichen Nutztieren regelmäßig im Fokus der Betrachtung. Waren es früher aufgedeckte Missstände, die nachfolgend Verbesserungen des Tierwohls bewirkten, weiß man heute, dass sich eine Tierwohl gerechte Haltung maßgeblich auf die Qualität des Endprodukts Fleisch auswirkt (CASTELLINI ET AL. 2012). Zu den wichtigsten landwirtschaftlichen Nutztieren wurden in den letzten Jahrzehnten Bewertungskataloge für Tierwohl veröffentlicht. Wenig beachtet werden bislang jedoch die Honigbienen, welche als „flying livestock“ besondere Bedürfnisse hinsichtlich Tierwohl haben. Der erste Grundstein hierzu wird in dieser Arbeit gelegt. Dabei wird zwischen natürlich bedingten Einflüssen, sowie den Auswirkungen auf das Tierwohl bei Honigbienen, welche durch den Menschen verursacht werden können, kategorisiert.

Material und Methode

Da bislang kein praktikables Bewertungssystem für das Tierwohl bei Honigbienen besteht, werden die Grundstrukturen nach BAUMGARTNER UND ZEITLER-FEICHT (2017) extrapoliert und auf das Nutztier Biene übertragen. Die Klassifizierung der Stressfaktoren erfolgt nach der Faktorengruppierung, wie sie von WIECHA ET AL. (2018) eingeführt wurde. Die Ergebnisse werden nach Impact-Stufen ausgewertet, welche die Schwere der Tierwohlbeeinflussung widerspiegeln. Der Nachweis von physiologischen Schäden an Bienen ist aufwändig. Die Immunkompetenz kann nur bedingt dazu herangezogen werden. Im Fokus dieser Arbeit stehen die Stressoren, welche die Bienen dazu veranlassen, ihren normalen Tagesablauf zu ändern und mit Verhaltensänderungen zu reagieren, welche optisch und akustisch beobachtet werden können. Nicht auf diesem Wege wahrnehmbare, das Tierwohl negativ beeinflussende Stressoren werden nicht aufgeführt.

Ergebnisse

Auch ohne den Einfluss des Menschen hätte die mitteleuropäische Honigbiene trotzdem mit dem Parasiten *Varroa destructor* zu kämpfen. Unter dem Aspekt Tierwohl ist die Verletzung durch den Varroabiss an der Biene als negativ zu werten. Die Bissstelle dient als Eintrittspforte für Krankheitserreger und Viren, wie dem Deforming Wing Virus (DWV). Solche Bienen schlüpfen mit verkrüppelten Flügeln und können niemals ihrer Lebensbestimmung „Fliegen“ nachgehen. Eine schlechte oder gar unterlassene Behandlung der Bienen durch den Tierhalter gegen die Varroamilbe kann als Verletzung des Tierwohls gewertet werden. Nach BAUMGARTNER UND ZEITLER-FEICHT (2017) ist ein guter Gesundheitszustand eines der Grundbedürfnisse. Hierzu ist auch die Abwesenheit von Pflegemängeln zu zählen.

In weiten Bereichen ist in intensiv genutzten Agrarlandschaften nur wenig Trachtpotential für Bienen vorhanden. Eine Beeinträchtigung des Tierwohls der Honigbienen besteht darin, nicht genügend natürliche Sammelquellen zu finden. Entsprechendes gilt für eine fehlerhafte Aufstellung der Bienenstöcke in einer Region mit negativen klimatischen Bedingungen. Diesem Zustand gilt es, im Zeichen der globalen Erwärmung in Zukunft vermehrt Aufmerksamkeit zu schenken. Nach den aufgestellten Faktorengruppen von WIECHA ET AL. (2018) fallen die Stressoren in die Gruppe der exogenen kontrollierbaren Faktoren. Hier kann und muss der Mensch Einfluss nehmen.

Interaktion zwischen den Bienenstöcken führt zu Räuberei und Reinvasion des Parasiten *Varroa destructor*. Beide Vorgänge sind negativ für das Tierwohl. Räuberei kostet die beraubten Bienen neben dem bereits eingelagerten Honig oftmals das Haarkleid und große Kraftreserven. Viele Individuen

sterben beim Kampf gegen Räuberei am Flugloch.

Schlussfolgerung

Der größte, den Tierwohl der Honigbienen beeinflussende Faktor, ist der Mensch. Es ist aber auch in der Lage zu Steuern und zu Handeln. Dass dieser Steuerungsmechanismus großes Potential besitzt, zeigen die vielen Regionen weltweit, in denen die Honigbienenpopulation in den letzten Jahrzehnten drastisch ausgebaut werden konnte (MORITZ 2014). Methoden der Varroabekämpfung, welche das Tierwohl der Honigbienen negativ beeinflussen, sind gesetzlich zu unterbinden.

Literatur

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2009): Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten, online verfügbar unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tierschutz/GutachtenLeitlinien/HaltungPferde.pdf;jsessionid=6FEC6238947C023199CF4C8C47B3E086.2_cid358?__blob=publicationFile

Castellini, C.; Boggia, A.; Cortina, C.; Dal Bosco, A.; Paolotti, L.; Novelli, E.; Mugnai, C. (2012): A multicriteria approach for measuring the sustainability of different poultry production systems. In: *Journal of Cleaner Production* 37 (2012) 192-201, Elsevier 2012, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.006>

Moritz, R.F. (2014): Die Ursachen des weltweiten Bienensterbens. In: *Rundgespräche der Kommission für Ökologie*, Bd. 43 »Soziale Insekten in einer sich wandelnden Welt«, S. 87-94. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München – ISSN 0938-5851 – ISBN 978-3-89937-179-

Wiecha, J.; Wörz, S.; Bernhardt, H. (2018): Predictive Systems Model Simulating The Development Of Beehives And Honeybee Population (*Apis mellifera*) In Professional Apicultures. *AgEng 2018*, New engineering concepts for a valued agriculture, Wageningen University and Research, book with ISBN number 978-94-6343-891-9, DOI: 10.18174/438349

Zeitler-Feicht, M.; Baumgartner, M. (2017): Beurteilung der Tiergerechtheit von Pferdehaltungen – Entwicklung, Aufbau und Beratungsmöglichkeit anhand des Weihenstephaner Bewertungssystems. *Tierärztl. Umschau* 72, S. 331-339

Autorenanschrift

M.Sc. Jochen G. Wiecha
Technische Universität München
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik
Am Staudengarten 2
D-85354 Freising
E-Mail: jochen.wiecha@wzw.tum.de

Tierwohl nach der Stalltür: Schall- und Vibrationsemissionen während Tiertransporten

Ziegler, K.L.M., Wiecha, J.G., Bernhardt, H.

Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Technische Universität München (TUM)

Einleitung

Vor dem Hintergrund der steigenden Bedeutung des Tierwohlgedankens rückt der Tiertransport zum Schlachthof mit all seinen Risikobereichen immer mehr in den Fokus der Öffentlichkeit. Wenige wissenschaftlich-fundierte Messungen untersuchen bislang jedoch technische Belastungen wie Schall und Vibration, die durch das Transportfahrzeug hervorgerufen werden und als „physische Stressoren“ ebenfalls Einfluss auf das Wohlergehen der Tiere haben können (WILHELM 1996, STAJKOVIC ET AL. 2017). Ziel der Arbeit ist es, Überschreitungen der von der Literatur vorgegebenen Maximalwerte aufzudecken und die Dauer der Einwirkung auf die Tiere zu protokollieren. So kann die Notwendigkeit einer Verbesserung in diesem Bereich gezeigt werden.

Material und Methodik

Gegenstand der Untersuchung ist der Transport von Schweinen, da sie besonders auf Lärm empfindlich reagieren (EUROPEAN COMMISSION, HEALTH AND CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL 2002, MANTEUFFEL UND SCHÖN 2004, STEFANCIC UND DOBCIC 2005). Die bei der Transportfahrt entstehenden Schallemissionen werden mit einem Schallpegelmessgerät, die Vibrationsemissionen mit einem Beschleunigungssensor erfasst. Um die Messungen der gesamten gefahrenen Strecke besser kategorisieren zu können, werden die Fahrten in Streckenabschnitte Ladevorgang (keine Fahrt), Landstraße außer Orts, Verbindungsstraße, Straße innerorts, Autobahn, Stadtverkehr, Schnellstraße und Stau (Autobahn) eingeteilt und zugeordnet.

Ergebnisse

Vor allem die Ver- und Entladevorgänge, sowie die Streckenabschnitte Landstraße/Autobahn/Schnellstraße sind anfällig für Schallemissionen teils weit über dem angenommenen Maximalwert aus der Literatur von 85 dB. Die Auswertung des Lärmpegels und die dort sichtbaren Spitzen (≥ 100 dB) bestätigen die zeitgleich mitprotokollierten Besonderheiten (z.B. Ver- und Entladevorgänge). Die für die Entstehung von Vibrationsemissionen entscheidendsten Streckenabschnitte sind bei den Beschleunigungswerten die Abschnitte Landstraße/Autobahn/Schnellstraße, sowie bei den Bremsvorgängen und Kurvengeschehen die Streckenabschnitte Stadtverkehr/ Innerorts/Verbindungsstraße. Die häufige Befahrung von Wohngebieten und innerstädtischen Straßen mit häufigen Kurven, Bremsvorgängen und dem Halten an Ampeln erklären diese Ergebnisse.

Diese Faktoren spielen bei der Reduzierung von Stress während des Transports eine große Rolle und können folglich als negativ für das Tierwohl angesehen werden. Die Auswertung in R eröffnet auch die Möglichkeit einer weiterführenden Automatisierung der Daten, da bereits der visuelle Eindruck der grafischen Auswertung eindeutig ist.

Schlussfolgerungen

Am Lastkraftfahrzeug zeigt sich Potential hinsichtlich optimierter aerodynamischer Formelemente, die einen mindernden Einfluss auf die auftretende Aeroakustik haben. Außerdem kann eine Reduzierung

der Geräuschkulisse im Innenraum beispielsweise durch die Verwendung einer Schallisolation und metallischer Oberflächenkaschierung erfolgen. Weitere Verbesserungsmöglichkeiten, die sich positiv auf das Tierwohl auswirken können, wäre die elektrische Unterstützung des Motors auf besonderen Risikostrecken (Senken der Vibration), sowie die Routenplanung (Reduzierung der Kurven- und Bremsvorgänge) und Schulung der Fahrer (Einfluss des persönlichen Fahrverhaltens). Weitere Versuche bezüglich der Gewöhnung der Tiere an industriellen Lärm sind der nächste Schritt.

Literatur

BRANDT, P.; AASLYNG, M. D. (2015): Welfare measurements of finishing pigs on the day of slaughter. In: *Meat Science*, 2015 (103), S. 13–23.

EUROPEAN COMMISSION, HEALTH&CONSUMER PROTECTION DIRECTORATE-GENERAL (2002): The welfare of animals during transport. (details for horses, pigs, sheep and cattle). Unter Mitarbeit von DON BROOM UND et al. Report of the Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare, 11 March.

MANTEUFFEL, G.; SCHÖN, PETER C. (2004): STREMODO, ein innovatives Verfahren zur kontinuierlichen Erfassung der Stressbelastung von Schweinen bei Haltung und Transport 47 (2), S. 173–181.

STAJKOVIĆ, S.; TEODOROVIĆ, V.; BALTIĆ, M.; KARABASIL, N. (2017): Pre-slaughter stress and pork quality. In: *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 85, S. 12034. DOI: 10.1088/1755-1315/85/1/012034.

STEFANCIC, I.; DOBIC, MARTIN (2005): Influence of transport conditions on animal welfare. In: *ISAH* Vol 2.

WILHELM, J. S. (1996): Untersuchung zur Transportbelastung von Rindern anhand physiologischer Parameter. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. eingereicht von Jutta Sabine Wilhelm, Tierärztin aus Giengen a.d.Brenz.

Autorenanschrift

B.Sc. Kathrin L.M. Ziegler
Technische Universität München
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik
Am Staudengarten 2
D-85354 Freising
E-Mail: kathrin.ziegler@tum.de

Der Tierwohlfahrtenschreiber - technische Lösung für mehr Tierwohl

Wiecha, J.G., Ziegler, Kathrin L.M., Bernhardt, H.

Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Technische Universität München (TUM)

Einleitung

Das Tierwohl ist in den letzten Jahren immer mehr in den Fokus des Europäischen Konsumenten gerückt. Die Qualität eines Lebensmittels wird mittlerweile auch von Faktoren wie beispielsweise der Art der Haltung eines Tiers beeinflusst (BROOM 1991; BLOKHUIS ET AL 2003). Da das Tierwohl als multidimensionales Konzept nicht exakt messbar ist, sondern nur durch Parameter/Indikatoren erschlossen werden kann, ist es essentiell, Monitoring Systeme in der Tierhaltung zu entwickeln. Diese sollten einfach in der Handhabung sein (non-invasiv), aber trotzdem präzise Ergebnisse liefern (BOTREAU, VEISSIER ET AL 2009). Mit dem hier vorgestellten Konzept „Tierwohlfahrtenschreiber“ können eventuelle Mängel während Tiertransporten schnell identifiziert und ein effektiver Beitrag zum Tierwohl geleistet werden.

Material und Methodik

Die entstehenden Schallemissionen und Vibrationsemissionen, welche während einer Transportfahrt von Nutztieren, beispielsweise zum Schlachthof, entstehen, wurden mit einem Schallpegelmessgerät und einem Beschleunigungssensor gemessen und von der Software eines Logging-Moduls automatisch mitgeschrieben. Die Datenanalyse erfolgte mittels R Software, um ein Trennen der individuellen Streckentypen während der Transportfahrt zu ermöglichen. Der Aufbau des finalen Geräts erfordert lediglich die Zusammenstellung der Messkomponenten und ein Modul zur Protokollierung der aufgenommenen Daten. Die verwendeten Komponenten wurde nach ihrer Wiederverwendung im Tierwohlfahrtenschreiber gewählt.

Ergebnisse

Erschütterungssensoren und Schallpegelmesstechnik sind erschwinglich und allgemein verfügbar. Somit kann mit kleinem Mitteleinsatz das Tierwohl zusätzlich während Transportfahrten abgesichert werden. Den Praxiseinsatz hat das Messverfahren „Tierwohlfahrtenschreiber“ bereits in den ersten Versuchen bewiesen, da unter Realbedingungen getestet und signifikante Ergebnisse erzielt wurden (vgl. Schall- und Vibrationsemissionen bei Tiertransporten). Die Mängel/Verbesserungsmöglichkeiten während einer Transportfahrt hinsichtlich der Entstehung von Schall- und Vibrationsemissionen können aufgedeckt und beseitigt/optimiert werden. Das Messsystem wurde den herrschenden Gegebenheiten angepasst und erfasste genau die kritischen Situationen auf dem Weg zum Schlachthof.

Da Transportunternehmen nicht immer gewillt sind, ihre Daten zum Tierwohl preiszugeben, erlaubt der „Tierwohlfahrtenschreiber“ zusätzlich den Nachweis des Umgangs mit den transportierten Nutztieren, sowie zusätzlich eine Einschätzung des Fahrverhaltens des Transporteurs. Dieses kann maßgeblich zur Entstehung von Schall- und Vibrationsemissionen beitragen. Sollte ein Herausgeben der Navigationsdaten von Ferntransporten verweigert werden, steht mit dem Tierwohlfahrtenschreiber ein neuer Datenpool zur Verfügung.

Schlussfolgerungen

In besonderem Maße sind Schweine und deren nachfolgende Fleischqualität Ziel dieser

Neuentwicklung. Kritische Situationen lassen sich einfach und preiswert nachweisen und es können sogar Rückschlüsse auf das Verhalten des Fahrers während des Transports gezogen werden. Somit ist auch das Transportunternehmen dazu angehalten, sich schonend und tiergerecht zu verhalten. Folglich kann ein effektiver Beitrag zu Vermeidung von Schmerzen und Leiden an den Tieren durch einfache Datenanalyse geleistet werden.

Literatur

Blokhuis, H. J.; Jones, R. B.; Geers, R.; Miele, M.; Veissier, I. (2003): Measuring and monitoring animal welfare: transparency in the food product quality chain. In: *Animal Welfare* (12), S. 445-455.

Botreau, R.; Veissier, I.; Perny, P. (2009): Overall assessment of animal welfare: strategy adopted in Welfare Quality. In: *Animal Welfare* (18), S. 363-370.

Broom, D. M. (1991): Animal Welfare: Concepts and Measurement. In: *Journal of animal science* (69), S. 4167-4175.

Autorenanschrift

M.Sc. Jochen G. Wiecha
Technische Universität München
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik
Am Staudengarten 2
D-85354 Freising – Weißenstephan
Email: wiecha@wzw.tum.de

Bedürfnisse der Nutztiere

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Verbesserung der Haltung von Milchkühen durch Zucht auf Futterraufnahme und Stoffwechselstabilität unter Beachtung von Futtereffizienz und Umweltwirkung

Zucht, Haltung, Futtermittel, Betreuung – alles optimal für die Milchkuh

Hintergründe und Zielsetzungen von ptiKuh

Das Energiedefizit zu Beginn der Laktation bei steigender Milchleistung und das damit einhergehende Risiko von Erkrankungen stellt ein Hauptproblem in der Milchviehhaltung dar. Hinzu kommt die öffentliche Diskussion im Hinblick auf Tierwohl, die gesellschaftliche Akzeptanz der Nutztierhaltung, Umweltwirkung und Kostendruck in der Milcherzeugung. Tierhalter und Tiere werden so vor große Herausforderungen gestellt.



Vor diesem Hintergrund haben sich **15 Partner** aus Forschungseinrichtungen, Instituten sowie Wirtschaftsunternehmen für ein deutschlandweites Forschungsvorhaben zusammengeschlossen. Sie gehen der Frage nach, wie sich die **Tiergesundheit** und das **Tierwohl** in der Milchproduktion weiter verbessern lassen, das **Klima** geschont und zugleich die **Wirtschaftlichkeit** gesteigert werden kann. Ziel hierbei ist es, durch Innovationen Grundlagen für eine optimierte Nutztierhaltung zu schaffen.



Dadurch kann ein wichtiger Beitrag geleistet werden, um den Anforderungen der Tierhalter, der Gesellschaft und des Tieres gerecht zu werden. Ein Transfer der Versuchsergebnisse durch entsprechende Innovationen in die Praxis, Beratung und dem Versuchswesen ist sowohl auf dem Agrar- wie Veterinärmedizinischen Sektor vorgesehen.

Folgende Punkte stehen im Versuchsbereich im Fokus:

- ⇒ Genombasierte Selektion auf hohe Futterraufnahme und Stoffwechselstabilität sowie Minderung der Methanemission
- ⇒ Prüfung der Praxistauglichkeit von Sensortechniken, die zur Verbesserung des Tierwohls beitragen können
- ⇒ Optimale Rationsgestaltung für unterschiedliche Fütterungsintensitäten

Versuchsstandorte von ptiKuh



- **Futterkamp** Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (LWK SH)
- **Dummerstorf** Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN), Ernährungsphysiologie
- **Karkandamm** Christian-Albrechts-Universität (CAU), Tierzucht und Tierhaltung, Kiel
- **Iden** Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau, Tierhaltung und Technik
- **Braunschweig** Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Tierernährung
- **Kleve** „Haus Riswick“, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (LWK NRW)
- **Münchweiler** Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung, „Hofgut Neumühle“
- **Triesdorf** Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Landwirtschaftliche Lehranstalten
- **Hohenheim** Universität Hohenheim, Tierernährung
- **Grub** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Tierernährung
- **Aulendorf** Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung, Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei, Baden-Württemberg (LAZBW)
- **Achselschwang** Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Tierernährung



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
 Prof.-Dürwächter-Platz 3, 85586 Poing, www.LfL.bayern.de
 Ansprechpartner: Peggy.Hertel-Boehne@lf.l.bayern.de Tel. 089/99141-430



www.optikuh.de



Bedürfnisse der Nutztiere

Gefördert durch:

 Bundesministerium
 für Ernährung
 und Landwirtschaft
 aufgrund eines Beschlusses
 des Deutschen Bundestages



Verbesserung der Haltung von Milchkühen durch Zucht auf Futterraufnahme und Stoffwechselstabilität unter Beachtung von Futtereffizienz und Umweltwirkung

Zucht, Haltung, Futter, Betreuung – alles optimal für die Milchkuh

Eckdaten von 

- Laufzeit des Projektes: 3,5 Jahre 10/2014 — 06/2018
- Versuchszeitraum: 2 Jahre 12/2014 — 02/2017
- Projektkoordination: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Prof. Dr. H. Spiekers
- Datenerhebung: Trockenstehperiode und Laktation
- Datenmaterial: > 1500 Milchkühe (Deutsche-Holstein (DH), Fleckvieh (FV), Brown Swiss)

Tierindividuelle Datenerfassung bei 



- Rationsgestaltung
- Futterinhaltsstoffe
- Futterraufnahme mittels Wiegetröge
- Energiesaldo




- Genotyp
- Lebendmasse
- Körperkondition, Rückenfettdicke
- Stoffwechselparameter Blut/Harn
- Sensordaten: Wiederkauaktivität, Pansen pH-Wert, Methan Emission
- Gesundheitsdaten, Herdenmanagement (Transition Kuh Index, TKI)



- Milchmenge
- Milchhaltsstoffe
- Spektraldaten (OPTIMIR)

Zentrale Datenerfassung in der Tier und Daten GmbH (TiDa GmbH)

Rationskonzept bei 

Die Fütterung ist maßgeblich für die Energieversorgung der Kuh.

Fütterungsvarianten		Kraftfutter (g / kg ECM*)	
		150	250
Grobfutter (MJ NEL / kg TM)	6,1	6,1 x 150	6,1 x 250
	6,5	6,5 x 150	6,5 x 250

*Energiekorrigierte Milch (4%Fett)

Management Laktation:

Unterschiedliche Fütterungsintensitäten durch Staffelung der Energiekonzentrationen im Grobfutter und in den Kraftfuttergaben.



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft,
 Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
 Prof.-Dürrwachter-Platz 3, 85586 Poing, www.lfl.bayern.de
 Ansprechpartner: Peggy.Hertel-Boehnke@lfl.bayern.de Tel. 089/99141-430



Dr. med. vet. Peggy Hertel-Böhnke
 Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
 Prof.-Dürrwachter-Platz 3, 85586 Poing/Grub
 E-Mail: Peggy.Hertel-Boehnke@lfl.bayern.de

Wir danken den Sponsoren für ihre Unterstützung!



Bayerischer
BauernVerband



www.boumatic.de



www.boumaticrobotics.de



BayWa

Agrarwissenschaftliches Symposium 2018