

Akzelerometer-basierte Erfassung von Basisverhalten zur Verbesserung von Tiergesundheit, Tierwohl und Herdenmanagement

Kristina Maschat^{1,2}, Laura Lidauer³, Alexandra Berger³, Magdalena Sigler³,
Thomas Potrusil³, Wolfgang Auer³, Maciej Oczak¹, Johannes Baumgartner¹,
José Maria Chapa-Gonzalez^{2,4}, Marc Drillich⁴ und Michael Iwersen⁴

Abstract: Der Zwiespalt aus wachsender Tierzahl und limitierten zeitlichen und ökonomischen Ressourcen einerseits sowie der Forderung der Gesellschaft nach Transparenz der Lebensmittelproduktion und Tierwohl andererseits verlangt nach neuen Methoden der permanenten Tier- und Gesundheitsüberwachung. Im Rahmen der beschriebenen Studie wird das Tierverhalten als Indikator für Gesundheit, Wohlbefinden und Qualität des Herdenmanagements bei Rindern und Schweinen herangezogen. Es wird untersucht, ob anhand von Algorithmen, die Daten von am Ohr fixierten Beschleunigungssensoren verarbeiten, Basisaktivitäten realitätsgetreu und in Echtzeit erfasst werden können. In einem weiteren Schritt wird getestet, ob diese Art der automatisierten Tierbeobachtung sensitiv genug ist, um management- und umweltbedingte Verhaltensänderungen zu detektieren, die gegebenenfalls einen Hinweis auf die Verbesserung oder Verschlechterung der Tiergesundheit und des Tierwohls durch das vorangehende Ereignis geben können. Die in dieser Studie erzielten Ergebnisse sollen zur weiteren Verfeinerung des Tiergesundheitsmonitorings von Nutztierbeständen auf Einzeltier- und Bestandsebene genutzt werden.

Keywords: Precision Livestock Farming, Sensortechnik, automatisierte Verhaltensbeobachtung, Herdenmanagement, Tiergesundheitsindikatoren, Tierwohlintikatoren, Nutztiere

1 Einleitung

Weltweit setzt sich der Trend einer abnehmenden Anzahl von Nutztierbeständen bei gleichzeitig steigendem Viehbesatz der in der Produktion verbleibenden Betriebe fort. Heutige Produktionsbedingungen sind generell durch stärker variierende Erzeugerpreise und geringere Gewinnmargen gekennzeichnet, die eine effiziente Produktionsweise erfordern. Der überproportionale Anstieg von Arbeiterledigungskosten im Vergleich zu Kapitalkosten führt, neben anderen Faktoren, zu einer zunehmenden Automatisierung von landwirtschaftlichen Produktionsabläufen. Diese „Precision Livestock

¹ Vetmeduni Vienna, Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien, maciej.oczak@vetmeduni.ac.at, johannes.baumgartner@vetmeduni.ac.at

² FFoQSI GmbH, Technopark 1C, A-3430 Tulln, kristina.maschat@ffoqsi.at, josem.chapa@ffoqsi.at

³ Smartbow GmbH, Jutogasse 3, A-4675 Weibers, laura.lidauer@zoetis.com, alexandra.berger@zoetis.com, magdalena.sigler@zoetis.com, thomas.potrusil@zoetis.com, wolfgang.auer@zoetis.com

⁴ Vetmeduni Vienna, Universitätsklinik für Wiederkäuer, Abteilung Bestandsbetreuung, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien, michael.iwersen@vetmeduni.ac.at, marc.drillich@vetmeduni.ac.at

Farming“(PLF)-Technologien, die die Anwendung moderner Informations- und Computertechnologien für ein Echtzeit-Monitoring und -Management von Tieren ermöglichen [NB17], werden derzeit vornehmlich zur Optimierung von Arbeitsabläufen, Gesundheitsüberwachung der Tiere, Qualitätssicherung der Produkte sowie zur Verbesserung der Ressourceneffizienz genutzt.

Neben dem Einfluss der veränderten ökonomischen Rahmenbedingungen werden landwirtschaftliche Produktionsabläufe, insbesondere im Bereich der Tierhaltung, in den letzten Jahren zunehmend kritischer von Verbraucherseite hinterfragt: Stand früher die Sicherung der Nahrungsmittelproduktion im Vordergrund, so finden sich heute eine Vielzahl von Verbraucher-Strömungen, wie beispielsweise die Forderung nach einem verminderten Arzneimitteleinsatz, einer ökologischen Tierhaltung sowie nach einem gesteigerten Tierwohl. Der Einsatz von Precision-Livestock-Farming-Technologien ermöglicht es, Ressourcen optimiert einzusetzen und Risikofaktoren in der Produktionskette frühzeitig zu identifizieren, sodass Erkrankungen weitestgehend vermieden und das Tierwohl weiter gesteigert werden kann. Precision Livestock Farming kann folglich einen Beitrag dazu leisten, das oftmals beschriebene Spannungsfeld zwischen effizienter Tierproduktion, Tiergesundheit und Verbraucheransprüchen zu überbrücken, um letztendlich auch die Zufriedenheit von LandwirtInnen und TierärztInnen zu steigern. Zusätzlich können diese Technologien nützliche Tools für die Beurteilung des Tierwohls darstellen, die sich einerseits an validierten Methoden des „Welfare Assessments“ (z. B. Welfare Quality, [We09]) orientieren, andererseits, jedoch im Gegensatz zu diesen, die Möglichkeit zur kontinuierlichen, automatisierten und objektivierte Datenerfassung bieten und nicht nur eine Momentaufnahme eines Beobachters zu einem bestimmten Zeitpunkt widerspiegeln.

Der zuvor beschriebene, innovative Ansatz zur Überwachung der Tiergesundheit wird als Teilprojekt im Austrian Competence Centre for „Feed and Food Quality, Safety and Innovation“ (FFoQSI) bearbeitet. Im Rahmen des Projektes soll unter anderem getestet werden, ob ein am Ohr fixierter dreidimensionaler Beschleunigungssensor (SMARTBOW, Smartbow GmbH, Weibers Österreich) in der Lage ist, das Basisverhalten (z. B. Stehen, Liegen, Futteraufnahme) von Rindern und Schweinen in Echtzeit und unter verschiedenen Umweltbedingungen zu erkennen. Das SMARTBOW-System ist zum Einsatz in Rinderbeständen kommerziell erhältlich und wird im Schweinebereich ausschließlich für Forschungsfragestellungen eingesetzt. Ein ähnliches PLF-System wird u. a. von CowManager B.V. (SensOor©) zur Verfügung gestellt. Die valide Erfassung der Basisaktivitäten ist die Grundlage für zukünftige Forschungsfragestellungen, die darauf abzielen, das Tierwohl im Allgemeinen und im Speziellen die im „Welfare Quality Protokoll“ [We09] dargelegten Prinzipien zur Erhebung des Tierwohls „good feeding“, „good housing“, „good health“ und „appropriate behaviour“ zu verbessern. Der Einfluss unbefriedigter Grundbedürfnisse auf das Basisverhalten ist vielfältig. Beispielsweise kann sich Hunger in aktiver Nahrungssuche und folglich in einer vermehrten Fortbewegung äußern [Ve12]. Kühe mit

vorliegender Ketose zeigen hingegen einen Rückgang im Futteraufnahmeverhalten [Go08]. Bei Sauen kann das Nestbauverhalten kurz vor der Geburt durch das Anbieten von Nestbaumaterialien modifiziert werden. So zeigen sich Sauen in dieser hochsensiblen Phase bei Zugang zu Stroh aktiver und führen mehr Wühlverhalten aus als Sauen ohne Zugang zu Stroh [Th99]. Durch die im Rahmen des Projektes angestrebte Automatisierung der Erhebung von Basisaktivitäten sollen physiologische und pathologische Verhaltensmerkmale auf Einzeltier- und Gruppenebene frühzeitig erkannt und Schwachstellen im Herdenmanagement und in Tierwohlaspekten identifiziert werden. Dies erfolgt einerseits durch die Ergänzung und Verfeinerung von Algorithmen bereits evaluierter Parameter des bestehenden Produktes im Rinderbereich (z. B. Tieraktivität, Wiederkauen, Lokalisierung), andererseits durch die Entwicklung neuer Algorithmen für die Anwendung bei Schweinen.

2 Material und Methoden

2.1 Allgemeines zur Entwicklung von PLF-Technologien

Von der Erhebung der Rohdaten bis zur Anwendung von Echtzeit-Algorithmen in der Praxis sind verschiedene, aneinandergereihte Arbeitsschritte notwendig: (1) Identifikation der Schlüsselvariablen und des „Goldstandards“, (2) Festlegen der Versuchsanordnung und Installation des Equipments, (3) Datensammlung und Erhebung nach validierten Methoden, (4) Algorithmenentwicklung und -verfeinerung, (5) Testung der Algorithmen unter Feldbedingungen, (6) Implementierung der Algorithmen in das PLF-System.

Schlüsselvariablen sind Merkmals- und Zielvariablen. Eine Merkmalsvariable wird in einem Datenverarbeitungsschritt anhand der tierindividuellen, in Echtzeit aufgezeichneten Rohdaten (im Projekt die 3D-Beschleunigungswerte der SMARTBOW Ohrmarke) berechnet und stellt den Output der primären Algorithmenentwicklung dar (Abb. 1). Sie dient als verbindendes Element zwischen Felddaten und der Zielvariable und kann gegebenenfalls als frühzeitig detektierbarer Indikator eingesetzt werden. Abhängig von der Fragestellung können beispielsweise Basisaktivitäten als Merkmalsvariablen definiert werden. Die Zielvariable stellt den direkten Bezug zum eigentlichen Ergebnis der Algorithmenentwicklung her. Beispielsweise kann eine Algorithmusentwicklung zur Lahmheiterkennung erfolgen, bei der die „Lahmheit“ als Zielvariable definiert wird und „Stehen“ und „Liegen“ als Merkmalsvariablen dienen. Als „Goldstandard“ wird eine gängige, wissenschaftlich anerkannte Messmethode zur Quantifizierung der Zielvariable bezeichnet [Be13]. Für die Erkennung von Lahmheit werden validierte Methoden des Lahmheitsscorings als Goldstandard herangezogen. Die Erhebung der Felddaten, in PLF auch „Biosignale“ genannt, erfolgt einerseits kontinuierlich und direkt am Tier, im Fall des SMARTBOW-Systems am Ohr. Andererseits müssen als Ausgangspunkt der Algorithmenentwicklung auch manuell, z.B. anhand von Video- oder Bildaufnahmen erhobene Referenzdaten herangezogen werden.

Bei der anschließenden Algorithmenentwicklung wird jedes Tier als sogenanntes „CITD-System“ behandelt. CITD steht für “complex”, “individually different”, “time-varying” und “dynamic” [Qu06]). Mathematische Modellierungstechniken, die hierbei zum Einsatz kommen, umfassen Signalverarbeitung, Zeitreihenanalyse, Systemidentifizierung und maschinelles Lernen. Im Folgenden wird der Entwicklungsprozess im Rahmen des FFOQSI-Projektes dargestellt.

2.2 Über Felddaten zur Merkmalsvariablen

Im Vorfeld wurden die Basisaktivitäten „Stehen“, „Liegen“ und „Wiederkäuaktivität“ und zusätzlich beim Schwein „Sitzen“, „Liegen in Seitenlage“ und „Liegen in Brustlage“ als Merkmalsvariablen festgelegt. Die Erhebung der Rohdaten für die Algorithmenentwicklung wird im Rinder- und Schweinestall der VetFarm der Veterinärmedizinischen Universität Wien vorgenommen. Hierzu wurde der gesamte Rinderstall und im Schweinebereich die Produktionseinheiten Warte-, Abferkel- und Test-/Maststall mit dem SMARTBOW-System ausgestattet. Gleichzeitig wurde in beiden Betriebsteilen ein digitales Videosystem installiert, sodass Referenzdaten über Videoanalyse gewonnen werden können, die bei der Algorithmenentwicklung mit den Beschleunigungsdaten verglichen werden. Beide Systeme werden dazu regelmäßig über einen externen Server zeitsynchronisiert. Zugleich werden genaue Aufzeichnungen über Management- (z. B. Einstreuen der Liegefläche, Durchführen von Klauenpflege) und Umweltfaktoren (z. B. stallklimatische Bedingungen) mit potenziellem Einfluss auf die Merkmalsvariablen sowie zur Tiergesundheit geführt. Bei den Rindern wird im Speziellen auf die Fütterung eingegangen. Hierbei werden regelmäßig Futteraufnahmemenge und Fütterungszeiten erfasst und die Zusammensetzung der Futtermischung analysiert. Umstallen und Abgänge von Tieren werden erfasst. Weiterhin werden auch gezielt Haltungsbedingungen mit Relevanz in der Tierwohldebatte modifiziert, um eine Änderung des Verhaltens der Tiere hervorzurufen, die im Idealfall zuverlässig über die kreierte Algorithmen erkannt werden sollen. Beispielsweise werden bei den Mastschweinen Buchtenbesatz, Bodenverhältnisse und Beschäftigungsmaterial nach einer vordefinierten Versuchsanordnung alterniert.

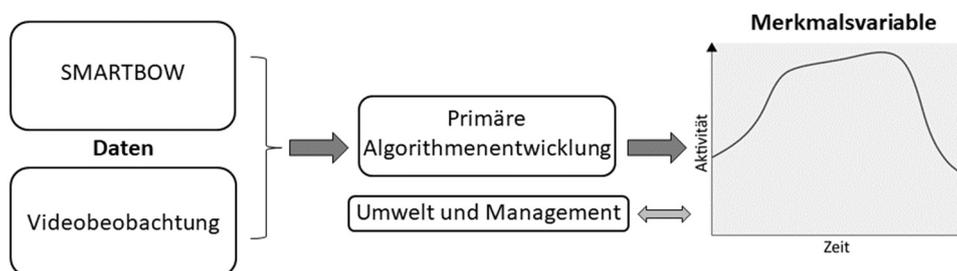


Abb. 1: Entwicklungsschritte der automatisierten Detektion einer Merkmalsvariablen (Aktivität)

2.3 Von der Merkmalsvariablen zur Zielvariablen

Zusätzlich zu den zuvor erwähnten äußeren Parametern werden Gesundheits-, Fruchtbarkeits- und bei den Rindern auch Milchproduktionsdaten aufgezeichnet sowie haltungs- und fütterungsbedingte Gesundheitsindikatoren (Hautverletzungen, Body Condition Score, Lahmheiten etc.) routinemäßig tierärztlich erhoben, sodass diese retrospektiv für zukünftige Fragestellungen als Goldstandard für die Entwicklung von Algorithmen zur automatisierten Erhebung diverser Zielvariablen zur Verfügung stehen. Ausgehend von der oben erwähnten Merkmalsvariable „Aktivität“ kann in Kombination mit visuellem Scoring der Tiere als Goldstandard, möglicherweise ein Algorithmus zur frühzeitigen Detektion von Schwanzbeißen bei Mastschweinen entwickelt werden (Abb. 2). Ein Ausbruch kündigt sich laut Vorgängerstudien bereits Tage vor dem tatsächlichen Ausbruch durch erhöhte Aktivität der Tiergruppe an [St09, Ur14].

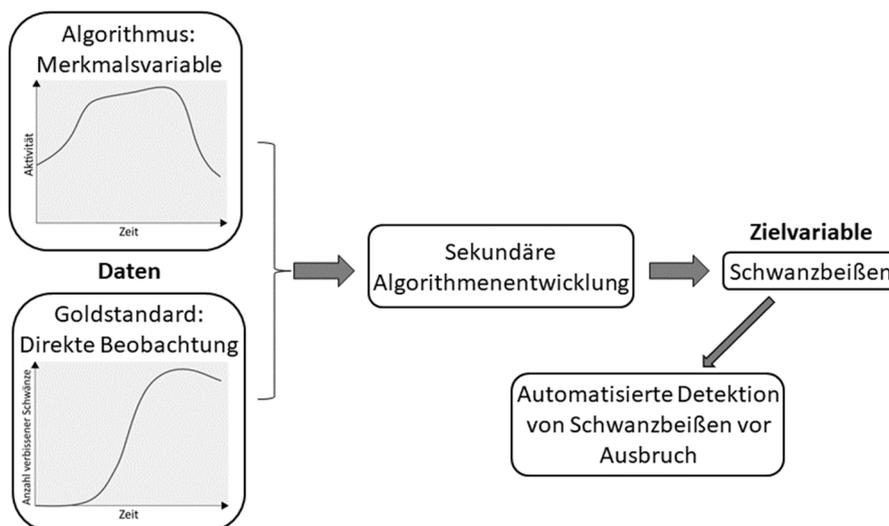


Abb. 2: Entwicklungsschritte der automatisierten Detektion einer Zielvariablen (Schwanzbeißen)

3 Status Quo und Ausblick

Die technische Ausstattung der VetFarm für die dargestellte Studie ist abgeschlossen. Derzeit werden Daten zur Algorithmenentwicklung und -testung bei Rindern und Schweinen erhoben. Der erste Datensatz wurde über Videobeobachtung ausgewertet, eine Plausibilitätskontrolle durchgeführt und samt der zugehörigen SMARTBOW-Daten der Algorithmenentwicklung zugeführt. Die ersten Ergebnisse werden im Rahmen der Tagung präsentiert. Die entwickelten Algorithmen werden anschließend im Feld auf

strukturell unterschiedlichen landwirtschaftlichen Betrieben mit bereits vorhandener SMARTBOW-Ausstattung getestet. Hierzu werden beispielsweise österreichische Betriebe mit 20 bis 80 Kühen und ein slowakischer Betrieb mit 2700 Kühen zeitweise mit einem Videosystem ausgestattet.

4 Danksagung

Das COMET-K1 Kompetenzzentrum FFoQSI wird im Rahmen von COMET – Competence Centers for Excellent Technologies durch BMVIT und die Bundesländer Niederösterreich, Oberösterreich und Wien gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt.

Literaturverzeichnis

- [Be13] Berckmans, D.: Basic principles of PLF: gold standard, labelling and field data. In (EC-PLF): The 6th European Conference on Precision Livestock farming, Leuven, S. 21-29, 2013.
- [Go08] Gonzalez, L.A. et al.: Changes in feeding behavior as possible indicators for the automatic monitoring of health disorders in dairy cows. *Journal of dairy science* 91, S. 1017-1028, 2008.
- [NB17] Norton, T.; Berckmans, D.: Developing precision livestock farming tools for precision dairy farming. *Animal Frontiers* 7, S. 18-23, 2017.
- [Qu06] Quanten, S. et al.: Individualized and time-variant model for the functional link between thermoregulation and sleep onset. *Journal of Sleep Research* 15, S. 183-198, 2006.
- [St09] Statham, P. et al.: Predicting tail-biting from behaviour of pigs prior to outbreaks. *Applied Animal Behaviour Science* 121, S. 157-164, 2009.
- [Th99] Thodberg, K. et al.: Influence of environmental stimuli on nest building and farrowing behaviour in domestic sows. *Applied Animal Behaviour Science* 63, S. 131-144, 1999.
- [Ur14] Ursinus, W.W. et al.: Tail biting behaviour and tail damage in pigs and the relationship with general behaviour: Predicting the inevitable? *Applied Animal Behaviour Science* 156, S. 22-36, 2014.
- [Ve12] Verbeek, E. et al.: Motivation to obtain a food reward of pregnant ewes in negative energy balance: behavioural, metabolic and endocrine considerations. *Horm Behav* 62, S. 162-172, 2012.
- [We09] Welfare Quality: Assessment protocol for pigs. Welfare Quality®, 2009.