

Automatisierte Erkennung von Gruppenaktivitätsverhalten von Schweinen in der Aufzucht mithilfe von KI-Kamerasystemen

Alexander Kühnemund¹ und Guido Recke¹

Abstract: Kameras zur Überwachung von Tieren und Tierverhalten sind schon häufig Thema bisheriger Untersuchungen gewesen und werden in Zukunft stetig wachsende Bedeutung haben. Ein Nachteil von Liegeverhaltensbeobachtungen war die Notwendigkeit menschlicher Arbeit bei der Identifikation liegender Tiere. Diese Untersuchung zeigt, dass eine automatische Erkennung von Bewegungen durch ein System künstlicher Intelligenz eine Lösung für dieses Problem sein kann. Mit einer Erfolgsrate von über 90 % konnten liegende und aktive Tiere als solche identifiziert werden. Im Rahmen des Projektes „5G-Agrar – Nachhaltige Landwirtschaft“ wurde dieser Fall untersucht und liefert für zukünftige Automatisierungen wichtige Erkenntnisse.

Keywords: Precision Agriculture, künstliche Intelligenz, Stallüberwachung, Schwein

1 Einleitung

In Deutschland befanden sich im Mai dieses Jahres über 10,6 Millionen Ferkel und Jungtiere in der Aufzucht [SB22]. Die Temperatur der Ställe, in denen die Schweine heranwachsen, ist hierbei ein kritischer Faktor. Einerseits beeinflusst die Stalltemperatur die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere, da zu niedrige Temperaturen zu Unterkühlung und zu hohe Temperaturen zu Überhitzung führen können. Andererseits steht die Stalltemperatur im Zusammenhang mit produktionsökonomischen Größen sowie der Leistung der Schweine [BR13; PT20]. Dies ist vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung des Tierwohls [PT20] zu sehen, worunter die Berücksichtigung von Temperaturansprüchen der Tiere zu zählen ist. Dem entgegen stehen Heizkosten und weitere Kosten für die Klimasteuerung im Stall, die es notwendig machen, in der Aufzucht von Schweinen nach Lösungen zur Optimierung zu suchen. Eine optimale Temperatursteuerung im Stall ist aufgrund der sich verändernden Ansprüche im Wachstumsverlauf der Schweine komplex.

Ein Ansatz zur Temperaturbestimmung ist, neben der Temperaturmessung im Stall, die bildbasierte Analyse des Liegeverhaltens von Schweinen in Gruppen. Dieses Vorgehen wurde bereits in Großbritannien im Rahmen einer Studie mit Schweinen untersucht und validiert [Na15]. Allerdings wurden die Untersuchungszeiträume der Bildanalyse durch manuelle Sichtung der Videodaten vorgenommen, was an personelle wie zeitliche

¹ Hochschule Osnabrück, Fachgebiet Landwirtschaftliche Betriebswirtschaftslehre, Am Krümpel 31, 49090 Osnabrück, alexander.kuehnemund@hs-osnabrueck.de

Ressourcen geknüpft ist [Ch22]. Des Weiteren fokussierte sich diese Untersuchung zunächst auf Schweine in der Mast. Jedoch sind im Stadium der Aufzucht die Temperaturempfindlichkeit sowie die veränderten Temperaturbedürfnisse bedeutend [MB89].

Die optimale Lufttemperatur in Bezug auf die Masse des Einzeltieres wird nach DIN 18-910-1 in Sollwert-Intervallen angegeben [Gr06]. Da diese Werte in unterschiedlichen Ställen mit unterschiedlicher Technik [Ch20] bei unterschiedlicher Genetik der Schweine hinsichtlich ihres Optimums variieren [Br19], nutzt auch diese Arbeit das Tier als Sensor für Wohlbefinden. Jedoch fehlt bisher ein automatisiertes System, das die Landwirte bei der Erkennung der Tiere im ruhenden Zustand im Schweinestall unterstützt und so automatisch aus dem Liegeverhalten das Wohlbefinden der Tiere im jeweiligen Stall ableitet.

Deshalb soll in diesem Forschungsvorhaben mit Hilfe eines KI-gestützten Kamerasystems, das die Bewegung von Schweinen analysiert, die Positionierung von Schweinen als Gruppe ausgewertet werden. Entgegen den bisherigen Forschungsarbeiten erfolgt in dieser Untersuchung die Auswahl der zu bewertenden Bilder durch das automatische Erkennen der Bewegungsrate. Ziel dieser Untersuchung ist es, die Genauigkeit des Bewegungsparameters und die Qualität der ausgewählten Bilddaten zu bestimmen, um eine zuverlässige automatisierbare Methode zum Erkennen von Gruppenliegeverhalten zu generieren. Weiterhin verfolgt diese Arbeit das Ziel, zu überprüfen, ob der Bewegungsparameter geeignet ist, um Gruppenliegeverhalten zu erkennen, um in weiteren Untersuchungen Grenzwerte zur Echtzeitanalyse zu validieren und die Implantation in ein automatisiertes System zu gewährleisten.

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchte Tiere und Lokalisation

Die Untersuchung fand im Rahmen einer Tierbeobachtung für das Projekt „5G – Agrar: Nachhaltige Landwirtschaft“ statt. Das Stallklima der im Untersuchungszeitraum betrachteten Tiere wurde nicht durch die Forschenden beeinflusst, sondern folgte den in der Praxis verwendeten Parametern des Untersuchungsstalls. Für die Untersuchung wurden Bildaufnahmen von sechs Buchten aus zwei Abteilen analysiert. Die Buchten waren jeweils mit 16 Tieren belegt und wurden im Rahmen der Untersuchung für 13 Tage zu je 24 Stunden gefilmt, um eine ganzheitliche Analyse der betrachteten Buchten zu gewährleisten.

2.2 Bilddatenuntersuchung

Die Kameras (zwei MP AcuSense Fixed Dome Network Camera) wurden in 3,5 Metern Höhe direkt über den untersuchten Buchten positioniert, sodass eine Ansicht der vollständigen Bucht in der Vogelperspektive ermöglicht wurde. Die Bilddaten wurden mit

Hilfe von „PigBrother“, einer KI-basierten Verhaltensbewertungstechnologie, analysiert. Das Programm erhebt einen Geschwindigkeitsparameter anhand der durchschnittlichen Summe von Positionsveränderungen von einem Bildframe zum anderen im Verhältnis zur Zeit in Sekunden. Dieser Parameter ergibt eine numerische Variable, die Aufschluss über die Bewegung in den einzelnen Buchten gibt. Für diese Untersuchung haben die Wissenschaftler*innen im System liegend definiert, wenn der Bewegungsparameter zwischen 0 und 0,001 m/s beträgt. Im Gegensatz zu früheren Untersuchungen erfolgt somit die Auswahl der Bilddaten durch die Bewegungsrate der Tiere. Diese Form der Datenauswahl ist unabhängig von ausgewählten Zeiträumen, an denen die Tiere Aktivität zeigen. Außerdem liefert das Bildmaterial Daten zu tatsächlicher Inaktivität, also zum Liegeverhalten der Schweine, an allen als nicht aktiv erkannten Zeiten und Bewegungsverhalten an allen als aktiv bewerteten Datenpunkten. Aus den von der KI gelieferten Bilddaten wird im nächsten Schritt eine zufällige Stichprobe gezogen. Diese Stichprobe wird von zwei Wissenschaftler*innen visuell bewertet. Die Bewertung erfasste eine binäre Zuordnung der Tiere als „aktiv“, mindestens ein Tier wird von den Wissenschaftler*innen als nicht liegend identifiziert (=1) oder „liegend“, um die visuelle Bewertung mit der Bewertung durch die Bewegungsparameter vergleichen und interpretieren zu können. Bei der der Kodierung „liegend“ (=0) werden alle Tiere visuell als liegende Tiere identifiziert. Anschließend werden divergierende Interpretationen genauer untersucht.

3 Ergebnisse

Im Untersuchungszeitraum 19.08.2022 bis 31.08.2022 wurden 3.745 Bewegungsdatenpunkte von der KI-basierten Kamera erhoben. Abbildung 1 zeigt die ermittelten Datenpunkte des Bewegungsverhaltens der Schweine.

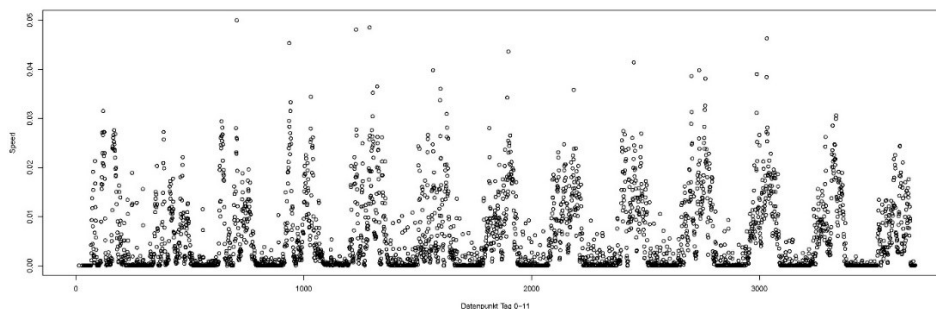


Abb. 1: Bewegungsdaten innerhalb der Bucht im zeitlichen Verlauf

Die Grafik stellt die durchschnittliche Bewegungsrate der Tiere in einem Abstand von fünf Minuten dar. Die Bewegungsrate des Tieres wird in Metern/Sekunde (m/s) angegeben und ist unabhängig von der Anzahl der Tiere. Eine Nullstelle der Bewegungsrate deutet auf ein liegendes Verhalten der beobachteten Tiere hin. Da die Bewegungsrate aus der

durchschnittlichen Bewegung aus fünf Minuten errechnet wird, wurde die tatsächliche Aktivität der Tiere durch die Bewegungsrate „liegend als Gruppe“ definiert mit 0 bis $\leq 0,001$ Meter/Sekunde. Im Folgenden konnten die nicht-aktiven und aktiven Datenpunkte als liegend und aktiv bewertet werden.

Anhand der vorliegenden Bewegungsdaten wurden Bilddaten von einer zufälligen Stichprobe (n=287) von 13 Tagen generiert, die durch die zwei Wissenschaftler*innen bewertet wurden. Die Bewertung des Systems erkennt bei 265 von 287 zu bewertenden Datenpunkten die liegenden beziehungsweise aktiven Tiere. Abbildung 2 zeigt die ausgewerteten Daten und stellt graphisch das Vorgehen des Vergleichs zwischen visueller und systemischer Bewertung dar.

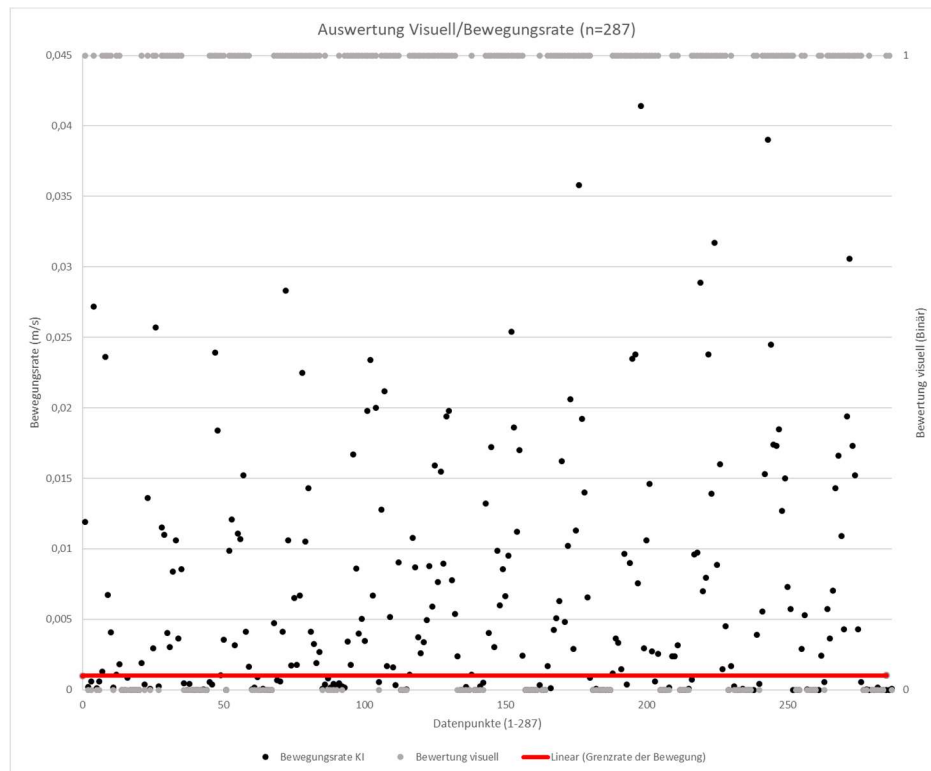


Abb. 2: Vergleich visueller/systemischer Bewertung

Abbildung 2 zeigt auf der primären Ordinate die von „PigBrother“ ermittelten Bewegungsraten in m/s sowie die für die ruhende Position bestimmte Grenzrate der Bewegung (rote Horizontale). Unterhalb dieser Grenzrate wurden alle Schweine als liegend definiert. Die sekundäre Ordinate zeigt die binäre Bewertung der Wissenschaftler*innen, definiert als 0 = liegende Gesamtheit der Gruppe und 1 = Tiere in Bewegung. Buchten, in denen mindestens ein Tier nicht in liegender Position war, wurden als aktiv bewertet. Die Grafik veranschaulicht, dass von der KI erkannt Liegeverhalten

auch zu großer Übereinstimmung auf der Sekundärachse mit dem Wert null kodiert wurde. Schwarze Punkte, die durch das System unter 0,001 m/s kodiert wurden, stimmten also mit den in grau als null kodierten Punkten überein. Ähnlich verhält es sich mit dem Bewegungsverhalten innerhalb der Gruppe oder durch einzelne Tiere. Die Übereinstimmung der Bewertung ist kontinuierlich im Zeitverlauf.

Tabelle 1 führt die einzelnen Bewertungen von Tag 1 bis 13 auf sowie die Rate an korrekt bewerteten Daten zur Aktivität beziehungsweise der Bewertung der Gruppe als liegend.

Tag	Anzahl der bewerteten Bilder	Korrekte systemische Bewertung (%)
1	17	100,00%
2	24	100,00%
3	24	91,67%
4	24	87,50%
5	24	87,50%
6	24	95,83%
7	24	100,00%
8	24	87,50%
9	24	91,67%
10	24	95,83%
11	24	91,67%
12	24	87,50%
13	6	66,67%
Summe	287	

Tab. 1: Übereinstimmungsrate im Zeitverlauf

Die detaillierte Gegenüberstellung der Daten zeigt eine durchschnittliche Genauigkeit von 92,33 % der durch das System bewerteten Bewegungsdaten.

4 Diskussion

Die Stichprobe zeigt, dass eine KI-gesteuerte Identifikation des Liegeverhaltens in über neun von zehn Fällen gelingt. Allerdings ist die Qualität der Ergebnisse an den jeweils beobachteten Tagen unterschiedlich. Eine zweite Sichtung der Bilder zeigte, dass insbesondere Tiere, die die Nahrungsaufnahme in der Ruhephase der anderen Tiere vornahmen, ein Störfaktor für die Identifikation sind. Diese Tiere sind zwar aktiv, bewegen sich aber unter der Grenzhöhe der Bewegung von 0,001 Meter/Sekunde im Durchschnitt der erfassten Periode und werden so als inaktive Tiere erkannt. Ein Lösungsansatz besteht darin, die Erfassungsperiode der Bewegung von fünf Minuten auf einen geringeren Zeitraum zu verkürzen. Ein solches Vorgehen würde zu einer sensibleren Erfassung der Tierbewegung führen. Allerdings resultiert diese Anpassung in einer geringeren Anzahl an Bildern und zu einer geringeren Bewertungsdichte im Falle einer KI-basierten Auswertung der Bilder.

Auf dieser Untersuchung aufbauend wird das hier beschriebene Verfahren praktisch angewendet und die Bilddatenbewertung durch ein System automatisiert. Es benötigt allerdings weitere Forschung mit einer größeren Stichprobe, um die Ergebnisse dieser Arbeit zu validieren. Weiterhin wird in folgenden Untersuchungen der Wert des Bewegungsparameters weiter untersucht, um eine genauere Erfassung über den gesamten Lebenszyklus zu gewährleisten. Weitere Untersuchungen zu verschiedenen Jahreszeiten könnten genutzt werden, um Analysen zu saisonalen Effekten bei der Erkennung durchzuführen. Darüber hinaus wäre es sinnvoll, einen größeren Zeitraum zu betrachten, da die Qualität der Aufnahmen im Zeitverlauf, unter anderem durch Verschmutzung der Kameras, abnehmen kann.

Gegenüber bisherigen Studien, die unter personellen und zeitlichen Ressourcen händisch Bilddaten generierten [Na15], kann mit dieser Art der Detektion liegender Tiere die genaue Betrachtung zu verschiedenen Zeitpunkten bei sich schnell ändernden Anforderungen des Tieres an das Stallklima erfolgen. Diese Methode ermöglicht eine Anpassung in Echtzeit.

Schlussendlich zeigt die vorliegende Analyse, dass eine KI-gestützte Erfassung liegender Schweinegruppen sehr zuverlässig und damit eine Automatisierung möglich ist.

Literaturverzeichnis

- [SB22] Statistisches Bundesamt. Schweinebestand 2022 im Vergleich zum Vorjahr gesunken. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Tiere-Tierische-Erzeugung/schweine.html>, Stand 26.10.2022.
- [BR13] Baumgard, L. H.; Rhoads, R. P.: Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annu Rev Anim Biosci* 1, S. 311-337, 2013.
- [PT20] Pietrosevoli, S.; Tang, C.: Animal Welfare and Production Challenges Associated with Pasture Pig Systems: A Review. *Agriculture* 10/6, S. 223, 2020.
- [Na15] Nasirahmadi, A. et al.: Using machine vision for investigation of changes in pig group lying patterns. *Computers and Electronics in Agriculture* 119, S. 184-190, 2015.
- [Ch22] Chen, C.-P. J. et al.: VTag: a semi-supervised pipeline for tracking pig activity with a single top-view camera. *Journal of Animal Science* 100/6, 2022.
- [MB89] Marx, D.; Buchholz, M. (1989). Verbesserungsmöglichkeiten der Haltung junger Schweine im Sinne der Tiergerechtigkeit anhand der Untersuchungen von Einflussfaktoren auf das Verhalten. In (Boehncke, E. Hrsg.): *Artgemäße Nutztierhaltung und ökologisch orientierte Landwirtschaft*, Birkhäuser Basel, Basel, S. 55-69, 1989.
- [Gr06] Grote, D. et al.: *Stallklimaprüfung in der Tierhaltung - Empfehlungen der Länderarbeitsgruppe Stallklima*, 2006.
- [Ch20] Chantziaras, I. et al.: Environment-, health-, performance- and welfare-related parameters in pig barns with natural and mechanical ventilation. *Preventive Veterinary Medicine*, S. 183, 2020.
- [Br19] Brumm, M. C.: Effect of Environment on Health. In *Diseases of Swine*, S. 50-58, 2019.