

Aus der Professur für Tiergesundheit und Tierschutz
der Fakultät für Agrar, Bau und Umwelt

Zusammenfassung der kumulativen Dissertation

**Künstliche Intelligenz für Tiergesundheit:
Anwendung von Computer Vision-Methoden für die Überwachung in
der Rinderhaltung**

zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor der Agrarwissenschaften (doctor agriculturae)

an der Fakultät für Agrar, Bau und Umwelt
der Universität Rostock

vorgelegt von

M. Sc. Sarah Susanne Jahn
aus Mesekenhagen

Verteidigung am 15.07.2026

Ziel der vorliegenden Dissertation war die Entwicklung und Validierung eines automatisierten, KI-gestützten Echtzeit-Monitoringsystems zur kontinuierlichen Überwachung von Milchkühen und Kälbern. Dabei sollten Verhaltensweisen, Körperhaltungen und Bewegungsmuster objektiv erfasst und das Potential moderner Computer-Vision-Technologien für das Tierwohlmonitoring untersucht werden. Ergänzend wurde die Integration dieser Technologien in das innovative Stallkonzept „Stall der Zukunft“ (Future Dairy Barn, FDB) bewertet, um deren Beitrag zu einem tiergerechten und nachhaltigen Herdenmanagement zu analysieren.

Tiergesundheit und Tierwohl bilden zentrale Grundlagen einer nachhaltigen Nutztierhaltung. Während Tiergesundheit primär die Abwesenheit von Krankheit beschreibt, umfasst Tierwohl zusätzlich das emotionale Befinden sowie die Möglichkeit zur Ausübung arttypischen Verhaltens. Konzepte wie die „Fünf Freiheiten“ berücksichtigen daher sowohl gesundheitliche als auch verhaltensbezogene Aspekte. Eine kontinuierliche Verhaltensbeobachtung ist entscheidend, da Abweichungen häufig vor klinischen Symptomen auftreten und auf Stress, Erkrankungen oder ungünstige Haltungsbedingungen hinweisen können. Das Verhalten von Rindern gilt somit als sensibler Indikator für Gesundheit und Wohlbefinden. Veränderungen in Aktivität, Liege- und Fressverhalten oder sozialen Interaktionen spiegeln sowohl physiologische als auch managementbedingte Einflüsse wider. Diese werden durch Faktoren wie Klima, Stallstruktur, soziale Hierarchien und individuelle Gesundheitszustände beeinflusst. Eine objektive und kontinuierliche Erfassung dieser Parameter ist daher ein zentrales Element modernen, datenbasierter Tierhaltung.

Zur Überwachung von Tiergesundheit und Tierwohl werden zunehmend sensor- und kamerabasierte Systeme eingesetzt. Besonders Computer Vision und Deep Learning ermöglichen eine automatisierte, nicht-invasive und kontinuierliche Verhaltensanalyse. Kamerasysteme erfassen Bewegungen, Körperhaltungen und Interaktionen und werten diese mithilfe trainierter Modelle in Echtzeit aus. Im Rahmen dieser Arbeit wurden verschiedene Deep-Learning-Modelle der YOLO-Familie (YOLOv4, YOLOv8-pose) trainiert und auf Videodaten von Färsen und Kälbern angewendet.

Für Färsen wurde ein Echtzeit-Modell zur tierindividuellen Erfassung von Körperhaltungen entwickelt. Grundlage bildeten Videoaufnahmen aus drei Gruppen mit jeweils fünf Färsen. Es wurden zwei auf YOLOv4-basierte Modelle trainiert: eines zur Klassifikation der Körperhaltungen (Stehen, Liegen) anhand von 860 annotierten Bildern sowie ein zweites zur tierindividuellen Identifikation über Fellmuster anhand von 200 Bildern nur einer Färsengruppe. Die Datensätze wurden jeweils im Verhältnis von 80:20 in Trainings- und Testdaten aufgeteilt. Beide Modelle zeigten eine sehr hohe Leistungsfähigkeit mit einer Genauigkeit von 99,54 % (Körperhaltung) bzw. 99,79 % (Identifikation). Durch die Kombination beider Ansätze konnten die Färsen zuverlässig identifiziert und ihre Steh- und Liegezeiten kontinuierlich und in Echtzeit erfasst werden. Das Modell ermöglicht damit eine objektive

Verhaltensüberwachung und bietet Potenzial zur frühzeitigen Erkennung gesundheitlicher Veränderungen bei deutlich reduziertem Beobachtungsaufwand.

Aufbauend darauf wurde ein YOLOv8-pose-Modell zur Verhaltensanalyse von Kälbern auf Basis von 2223 Bildern trainiert. Dieses ermöglichte die Erkennung von Stehen, Liegen (Brust- und Seitenlage), Fressen und Trinken sowie die Bestimmung von Aufenthaltsort und Körperausrichtung. Durch die Kombination von Objekterkennung und Keypoint-Schätzung konnten Bewegungsmuster und Nutzung verschiedener Stallbereiche präzise erfasst und zeitlich ausgewertet werden. Das Modell erreichte eine Genauigkeit von 96,78 % für die Körperhaltung, 97,16 % für das Konsumverhalten sowie 92,38 % für die Lokalisierung und 92,66 % für die Körperausrichtung. Mit einer Verarbeitungszeit von 5,6 ms pro Frame ist eine Echtzeitanwendung möglich. Die Ergebnisse unterstreichen das Potenzial solcher Systeme für die kontinuierliche Überwachung sowie für Frühwarnsysteme zur rechtzeitigen Erkennung von Stress, Erkrankungen sowie Veränderungen im Sozialverhalten.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass KI-gestützte Videomonitoring-Systeme eine kontinuierliche, objektive und tierindividuelle Überwachung ermöglichen. Im Vergleich zu manuellen Beobachtungen liefern sie deutlich umfangreichere Datensätze und erlauben die Erstellung individueller Verhaltensprofile. Dadurch können gesundheitliche, soziale und verhaltensbezogene Abweichungen frühzeitig erkannt und gezielte Managementmaßnahmen eingeleitet werden. Für eine umfassende Tierwohlbewertung ist jedoch die Kombination mit weiteren Datenquellen, insbesondere Sensor- und Gesundheitsdaten, sinnvoll.

Ein zentraler Bestandteil dieser Arbeit war die Einbindung der entwickelten Technologien in das FDB-Stallkonzept. Dieses verbindet technische Automatisierung mit tiergerechten Haltungsbedingungen wie Familienherdenhaltung, stabilen Sozialstrukturen, Kompost-Liegeflächen, Weidezugang und automatisierten Fütterungssystemen unter Berücksichtigung der drei Tierwohl-Dimensionen nach Fraser: natürliche Lebensbedingungen, grundlegende Tiergesundheit und affektiver Zustand. Die KI-gestützte Verhaltensanalyse ergänzt das FDB-Konzept, indem sie Körperhaltungen, Aktivitätsmuster, soziale Interaktionen und Mutter-Kalb-Beziehungen kontinuierlich überwacht. Die Daten lassen sich in digitale Managementsysteme integrieren und unterstützen evidenzbasierte Entscheidungen im Gesundheits-, Fütterungs- und Herdenmanagement. Dadurch werden frühzeitige Interventionen ermöglicht und gleichzeitig der manuelle Beobachtungsaufwand reduziert. Zudem wird deutlich, dass technologische Innovationen allein nicht ausreichen, um Tierwohl vollständig zu gewährleisten. Erst die Kombination aus automatisierter Verhaltensanalyse und tiergerechter Haltung ermöglicht eine ganzheitliche Berücksichtigung physiologischer, sozialer und emotionaler Bedürfnisse der Tiere. Das FDB-Konzept bietet hierfür einen praxisnahen Rahmen, der soziale Stabilität, natürliche Verhaltensweisen und moderne Technologien integriert.

Insgesamt zeigt die Dissertation, dass die Verknüpfung von KI-gestützter Verhaltensanalyse mit innovativen Haltungssystemen einen vielversprechenden Ansatz für die zukünftige Milchviehhaltung darstellt. Die trainierten Modelle ermöglichen eine präzise, objektive und kontinuierliche Erfassung tierbezogener Verhaltensdaten und schaffen damit die Grundlage für ein datenbasiertes Tierwohlmonitoring. Darüber hinaus trägt die Integration in das FDB-Konzept dazu bei, Tierwohl, Managementeffizienz und Nachhaltigkeit miteinander zu verbinden. Für zukünftige Forschungsarbeiten empfiehlt sich die Erweiterung der Modelle um zusätzliche Verhaltensklassen wie Brunsterkennung oder sozialer Interaktionen sowie die Nutzung größerer und diversifizierter Datensätze. Ebenso sollten langfristige Auswirkungen innovativer Haltungssysteme auf Gesundheit, Leistung und Sozialverhalten untersucht werden. Die Kombination aus Computer Vision, Sensortechnologie und tiergerechter Haltung besitzt das Potenzial, einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung nachhaltiger, effizienter und gesellschaftlich akzeptierter Milchproduktionssysteme zu leisten.