

Berührungslose / nicht-invasive Registrierung und Wiedererkennung von erwachsenen Rindern

F. Deißing¹; H.C. Klück²; S. Pache¹; R.Fischer¹

¹Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Am Park 3, 04886 Köllitsch² Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und –automatisierung (IFF), Sandtorstraße 22, 39106 Magdeburg

1 Motivation

Elektronische Tierkennzeichnung ist die Voraussetzung der digitalen Datenerhebung im Stall und wird seit vielen Jahren in der Praxis eingesetzt. Die Kennzeichnungshardware als Halsbandtransponder oder elektronische Ohrmarke begleitet das Tier ein ganzes Leben lang. Kennzeichnung und Registrierung von Rindern ist nach der Verordnung (EG) Nr. 1760/2000 des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft in Deutschland klar geregelt, siehe eine exemplarische Ohrmarke in Abbildung 1.



Abbildung 1: Exemplarische Ohrmarke

[Quelle: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tiergesundheit/Kennzeichnung-Rinder.pdf?__blob=publicationFile]

Diese Art von Kennzeichnung bringt neben dem Nutzen aber auch einige Nachteile mit sich. Das Tragen der Hardware ist ein relevanter Belastungsfaktor für die Tiere. Die Fixierung der Tiere zur Anbringung, egal ob sie als Ohrmarke beim Kalb oder als Halsband nach der ersten Kalbung vorgenommen wird, ist mit viel Stress verbunden. Jeder Batteriewechsel beim Transponder und jedes Nachrüsten einer verlorenen elektronischen Ohrmarke stellt eine erneute Belastung von Tier und Mensch dar. Das Zeitreservoir in der Produktion ist gering, so dass der Ausfall der Einzeltieridentifikation oft zu spät bemerkt und noch später behoben wird. Die Folge ist der Verlust der kostbaren individuellen Tierdaten.

Nachdem sich in den letzten Jahrzehnten die Biometrie als Wissenschaft zur Messung und Auswertung von Merkmalen an Lebewesen etablieren konnte, gewinnen diese lang bekannten Methoden durch heute vermehrten Einsatz des maschinellen Lernens und verfügbare Rechenkapazitäten in der Cloud oder offline rasant an Bedeutung. Wie alle Lebewesen besitzen Rinder individuelle Merkmale, die für eine biometrische Identifizierung herangezogen werden können, sofern deren Ausprägung eine ausreichende Varianz und damit Differenzierung erlaubt. Als Beispiele könnten hier die Musterung des Felles, die Aderung, Körperproportionen, Haarwirbel und Fellfarbe genannt werden. Die Flexibilität von optischen Sensoren spricht auch hier auf den ersten Blick für die Anwendung bildgebender Verfahren mit nachgelagerter Datenanalyse auf Basis einer entfernten Datenbank oder online auf der jeweils verfügbaren Hardware. Die Kombination spektraler Information mit dem Abgleich reiner (2D, 3D) morphologischer Merkmale zur Erhöhung der Klassifikationsleistung ist ebenfalls denkbar. Vorarbeiten wurden hier bereits im Projekt CowBodyScan (05/2017 - 08/2019) geleistet. Im Vorfeld erneuter Studien ist sicherlich der Markt nach Vorarbeiten und bereits bestehenden kommerziellen Lösungen zu untersuchen, um einen ausreichend hohen Grad an Innovation und Praktikabilität zu gewährleisten. Am Ende der Entwicklung soll ein leichtgewichtiges, kostengünstiges Erkennungssystem stehen, das den Umweltbedingungen in der Tierhaltung, dem Tierwohl und der Mobilität der Tiere Rechnung trägt.

2 Vorarbeit in CowBodyScan und Abgrenzung

Im Rahmen des Projektes *CowBodyScan* war es durch Algorithmen bereits möglich, aufstauende Tiere durch ein 3D-Bildanalyse-System voneinander zu differenzieren. Das Assistenzsystem vermisst die Tiere sensorisch aus der Bewegung und liefert stets aktuelle Verlaufsdaten zur Körperkondition, zum Gangbild und zum Wachstum der Kühe. Detektierte Abweichungen der tierindividuellen Erwartungswerte erlauben Rückschlüsse zu beginnender Lahmheit oder zur laktationsabhängigen Konditionierung der Herde. Die ermittelten Daten stehen in ständigem Austausch mit den tierindividuellen Informationen aus dem Herdenmanagementsystem HERDEplus® der Firma dsp agrosoft.

3 Ansätze zur robusten, automatisierten Trainingsdatenerhebung

Die genaue und schnelle Bestimmung von Merkmalen, gerade *inline* (im Prozess) ist Kern jedes Analysesystems. Optische Systeme werden durch die chemische Zusammensetzung von Stoffen und Beleuchtungsbedingungen stark beeinflusst. Die Zusammenhänge der zu detektierenden Objekte mit anderen sich im Bild befindlicher Objekte und mit dem Hintergrund sind oft räumlich variabel und müssen orts- und zeitaufgelöst betrachtet werden.

Besonders bei biologischen Produkten und Lebewesen stellt nicht die Entwicklung der Hardware selbst die Herausforderung dar, sondern die Fülle an erfassbaren Features, die große auftretende Varianz und die softwareseitige Auswahl relevanter Merkmale, also die Dimensionsreduktion als Stufe der Datenvorverarbeitung für ein lernendes System.

Am Fraunhofer IFF wurden in den letzten Jahren für eine Vielzahl von Anwendungen im Agrarbereich Möglichkeiten selbstlernender Systeme untersucht, um den Zusammenhang zwischen dem Auftreten signifikanter Merkmale, deren Ausprägung und damit Relevanz zu modellieren. Einen zentralen Baustein bildet die intelligente Datenverarbeitung mittels maschinellen Lernens. Basierend auf systematisch erhobenen Beispieldaten («Trainingsdaten») werden Modelle generiert, die die Verarbeitung der Bilddaten in Echtzeit im produktiven Prozess ermöglichen.

Im Folgenden werden einige charakteristische Ansichten von zu vermessenden Tieren dargestellt. Allein aus den Bildern kann erahnt werden, dass eine Fokussierung auf feste biometrische Merkmale zu einem erheblichen Aufwand für die Datenerhebung mit nicht abschätzbarem Erfolg führen würde. Ausgehend von der These des nicht kalkulierbaren Aufwands soll eine automatisierte Trainingsdatenerhebung, beschrieben in Abschnitt 4 motiviert werden.

Kopfbereich/Gesicht



Abbildung 2 Muster/Abzeichen/Kopfform

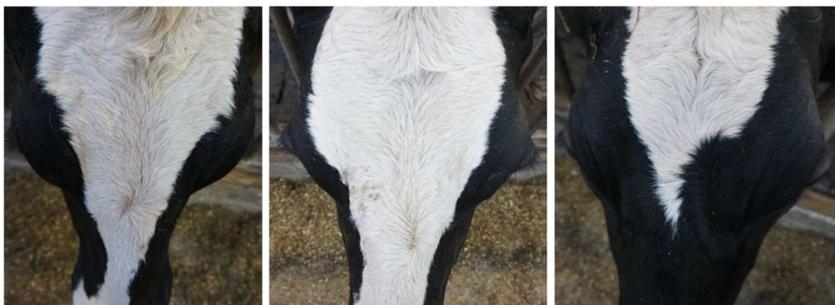


Abbildung 3 Haarwirbel

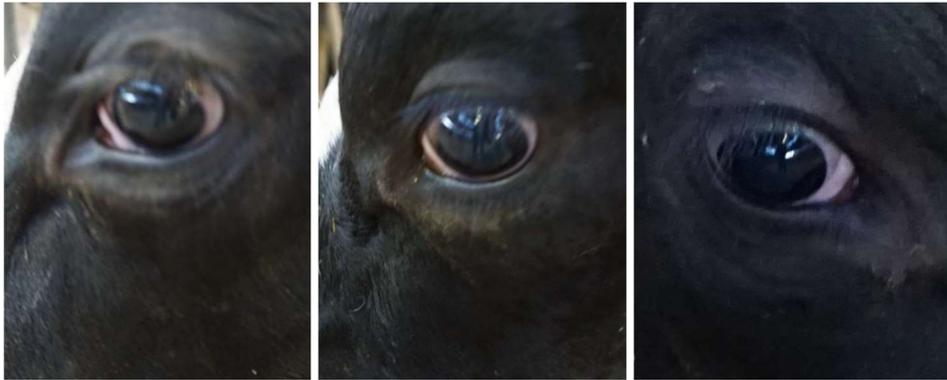


Abbildung 4 Augen/Iris
Rückansicht



Abbildung 5 Euter



Abbildung 6 Muster/Form

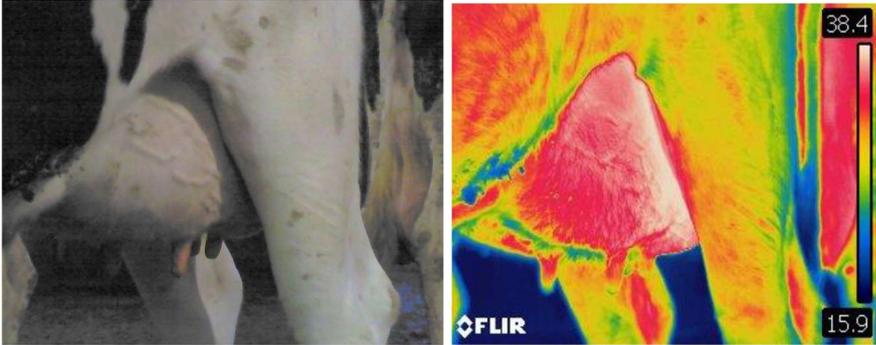


Abbildung 7 Haarwirbel

Seitenansicht



Abbildung 8 Muster



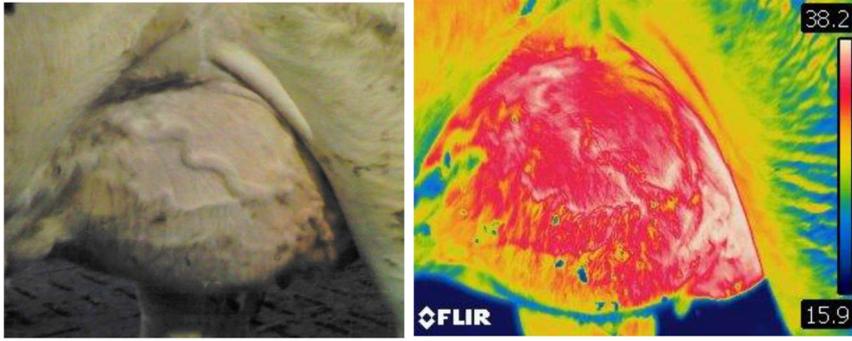


Abbildung 9 Euter



Abbildung 10 Schwanzansatz / Kreuzbein / Becken / Umdreher

Top-Shot



Abbildung 11 Muster

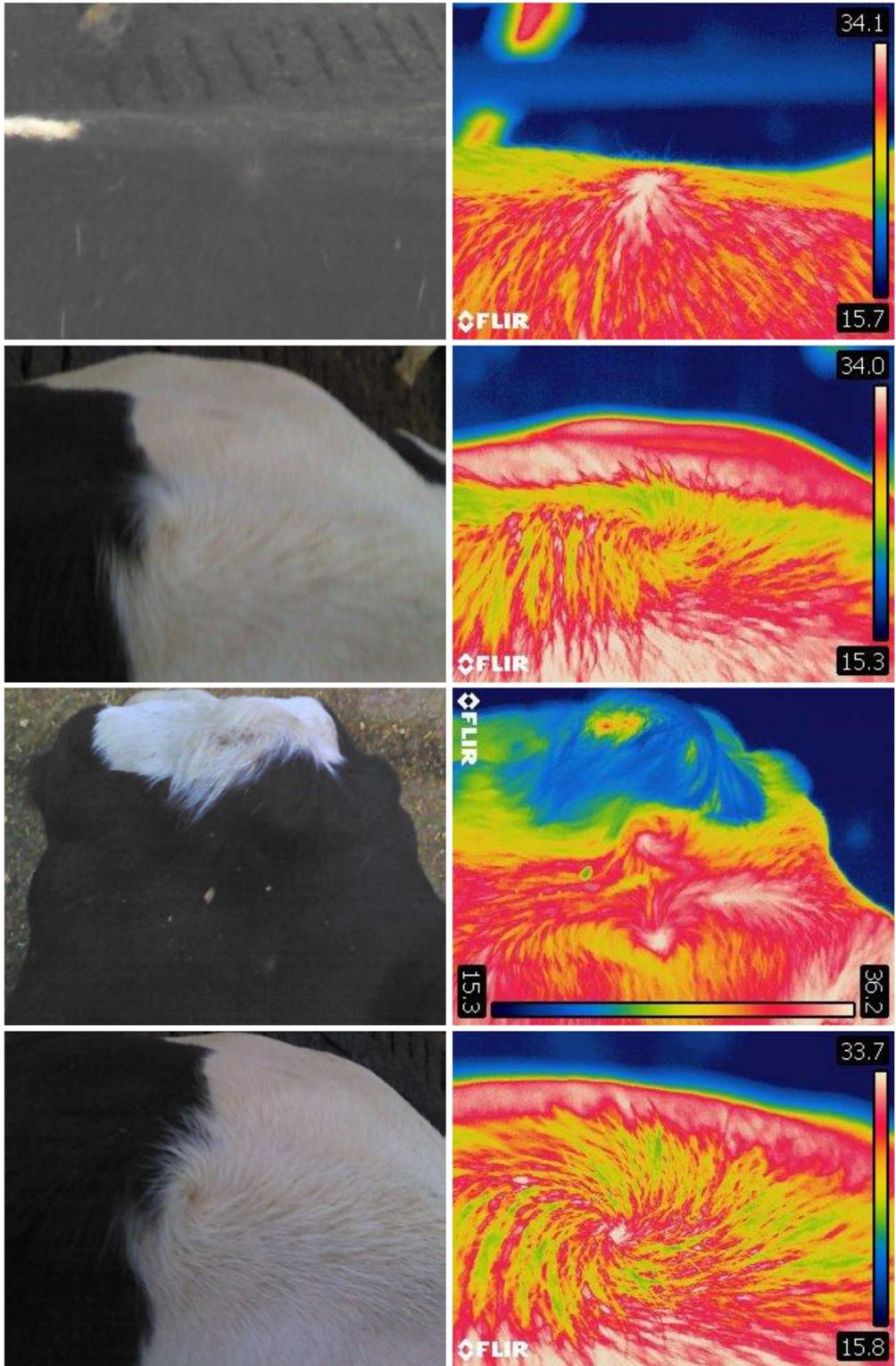


Abbildung 12 Haarwirbel

4 Trainingsdatenerhebung durch standardisierte Messbox

Da die manuelle Erhebung von genug Datenmaterial unter reproduzierbaren Bedingungen eher den in der Einleitung beschriebenen hohen Personal- und Zeitaufwand stützen würde, soll eine automatisierte Datenerfassung motiviert werden. Eine „lernende Box“, die sich nicht allzu sehr von der gewohnten Stallumgebung unterscheidet wird mit einem verteilten Sensorsystem und einer kontrollierten, steuerbaren Beleuchtung ausgestattet, damit das Ziel einer kontrollierten Erfassung möglichst optimaler Trainingsdaten sichergestellt werden kann. Die einfache Steuerung der zeitlichen Auflösung ohne menschliche Präsenz unterstützt die Aufwandsminimierung.



Abbildung 13 Konstruktiv kann die Box aus einem Texasgittersystem bestehen.



Abbildung 14 Kontrollierte Beleuchtungsbedingungen werden mit tierverträglicher LED-Beleuchtung oder im Zweifelsfall mit breitbandiger Halogenbeleuchtung hergestellt.

Handelsübliche Industriekameras, ausgerüstet mit lichtstarken Festbrennweiten nehmen wahlweise Einzelbilder im Sekundentakt oder einen Videostream auf. Dieser wird in der Nachprozessierung automatisiert nach qualitativ relevanten Bildern gefiltert.

5 Herausforderung und Methodenauswahl

- Fehlertoleranz gegenüber Variation phänotypischer Tiermerkmale (Bsp. Fellfarbe im Sommer/Winter, tageszeitliche Schwankungen, Verschmutzung von gelernten Merkmalen)
- Fehlertoleranz gegenüber Umgebungsbedingungen (Wasserdampf/Kondensationseffekte in der Luft)
- Fehlertoleranz gegenüber Hintergrundvariation (Entwicklung einer Vordergrund-Hintergrund-Segmentierung)

- Fehlertoleranz gegenüber Beleuchtungsvariation, Softwareseitige Fehlertoleranz gegenüber Sensorsystemwechsel (müssen dann neue Trainingsdaten erhoben werden?)
- Aufwand zur Trainingsdatenerhebung noch nicht abschätzbar

6 Einordnung der Studie am LfULG, Zielstellung und Ergebnisverwertung

Die Kennzeichnung und Detektion bzw. Wiedererkennung von Rindern, speziell in großen Herden, ist zeitlich anspruchsvoll und fehleranfällig. Dies zeigt sich zum Beispiel durch fehlende Ohrmarken oder elektronische Nichtdetektionen von ID-Chips. Durch eine optische Registrierung der Rinder ist mit einer erheblichen Zeitersparnis und personellen Aufwandsreduktion zu rechnen.

Da nicht zu erwarten ist, dass spektrale Merkmale zwischen den Kühen systematisch variieren, müssen diese auch nicht speziell erhoben werden. Stattdessen soll ein RGB/Nahinfrarotsystem entwickelt werden, das aus standardisierten Aufnahmereihen einer Kuh robuste Features „lernt“ und später detektieren kann, sobald diese im Sensorsichtfeld erscheinen. Die Summe der erkannten Features soll eindeutig einer Kuh zugeordnet werden. Hier wird der Datenerhebungsaufwand eine maßgebliche Rolle spielen. Es ist also im Vorfeld in einer Machbarkeitsstudie bereits festzustellen, welche Merkmale einer Kuh und welche Datenmengen erfasst werden müssen, um eine nutzbringende Klassifikationsleistung zu erreichen. Wie in der Einleitung beschrieben, ist eine Fixierung auf bestimmte biometrische Merkmale durch die zu erwartende Varianz vermutlich nicht praktikabel, stattdessen soll ein System entwickelt werden, welches phänotypische Muster lernt und diese auch anwenden kann.

Die Software muss Fehlertoleranz gegenüber wechselnder Beleuchtungsbedingungen und wechselnder Tierbedingung beweisen. Um die Wirtschaftlichkeit und Praktikabilität zu wahren, soll geprüft werden, ob das System mobil sein kann und mit einem handelsüblichen Smartphone nutzbar ist. Möglicherweise kann auf den Vorarbeiten aus »CowBodyScan« <https://www.herde-net.de/produkte/cow-body-scan/> aufgebaut werden, was in jedem Falle die Ergebnisse des Vorprojektes nachhaltig unterstreichen dürfte.

Die Erkenntnisse zur eingesetzten Technik sind Erfahrungen, die in allen weiteren Projekten zur Bildverarbeitungsanalyse Verwendung finden. Das im Rahmen der Studie entwickelte Bildanalysesystem soll die Grundlage für weitere Arbeiten im Tierbereich darstellen. Denkbar ist der Einsatz der gleichen Anwendung für andere Tierarten, wie z.B. bei Schweinen und Schafen. Aber auch andere Funktionen im Rinderbereich, wie z.B. die Kontrolle des Fressverhaltens durch Bildanalyse der Hungergrube oder Feststellung des Gemütszustandes durch eine Gesichtsanalyse sind denkbar und können als Ergänzung der Ergebnisgröße des Cow Condition Scores fungieren.

Einen durchaus interessanten Aspekt eröffnen Thermalkameras möglicherweise für die Thematik »Animal Welfare«, wie in https://vertassets.blob.core.windows.net/download/f4e4cf30/f4e4cf30-b929-419a-9330016c0ddd911a/hot_biology.pdf beschrieben wird. Zur Differenzierung von verschiedenen Tieren ist dieser Ansatz vermutlich weniger geeignet, zumal er die Sensorik für den Endanwender stark einschränkt. So liegt der Fokus für die Nutzung dieser Technik eher auf der Individualprognose in einem separaten Forschungsprojekt.

Als innovatives Verfahren der optischen Tiererkennung kann eine Anwendung überall dort erfolgen, wo tierindividuelle Daten erhoben werden.

- Kraftfutterautomat
- Sortierungstechnik
- Melksystem
- u.a.

Am Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG) ordnet sich die Studie der lang- und mittelfristigen Planung der Fachaufgaben, speziell in die Themenfelder »Präzise Milchproduktion« und »Automatisierung« ein. Aus der gemeinsamen Bearbeitung des Vorhabens werden Synergieeffekte zu anderen bzw. zu anschließenden Projekten gebildet.