

GESELLSCHAFT  
FÜR INFORMATIK



C. Hoffmann, A. Stein,  
A. Ruckelshausen, H. Müller, T. Steckel, H. Floto (Hrsg.)

## **Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft**

**Fokus:  
Resiliente Agri-Food-Systeme**

**Referate der 43. GIL-Jahrestagung  
13.-14. Februar 2023  
Osnabrück, Germany**

Gesellschaft für Informatik e.V. (GI)

**Lecture Notes in Informatics (LNI) - Proceedings**  
Series of the Gesellschaft für Informatik (GI)

Volume P-330

ISBN 978-3-88579-724-1  
ISSN 1617-5468

**Volume Editors**

Dr. Christa Hoffmann  
oeconos GmbH  
73265 Dettingen, Germany  
Email: [christa.hoffmann@oeconos.de](mailto:christa.hoffmann@oeconos.de)

Jun.-Prof. Dr. Anthony Stein  
Universität Hohenheim  
Institut für Agrartechnik & Computational Science Hub (CSH)  
70599 Stuttgart, Germany  
Email: [anthony.stein@uni-hohenheim.de](mailto:anthony.stein@uni-hohenheim.de)

Prof. Dr. Arno Ruckelshausen  
Hochschule Osnabrück  
49090 Osnabrück, Germany  
Email: [A.Ruckelshausen@hs-osnabrueck.de](mailto:A.Ruckelshausen@hs-osnabrueck.de)

Dr. Henning Müller  
Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)  
& Agrotech Valley Forum e.V.  
49163 Bohmte, Germany  
Email: [henning.mueller@hof-fleming.de](mailto:henning.mueller@hof-fleming.de)

Dr. Thilo Steckel  
Claas E-Systems GmbH  
49201 Dissen a.T.W., Germany  
Email: [thilo.steckel@claas.com](mailto:thilo.steckel@claas.com)

Helga Floto  
GIL-Geschäftsführung  
73730 Esslingen, Germany  
Email: [gil.floto@gmail.com](mailto:gil.floto@gmail.com)

**Series Editorial Board**

Andreas Oberweis, KIT Karlsruhe,  
(Chairman, andreas.oberweis@kit.edu)  
Torsten Brinda, Universität Duisburg-Essen, Germany  
Dieter Fellner, Technische Universität Darmstadt, Germany  
Ulrich Flegel, Infineon, Germany  
Ulrich Frank, Universität Duisburg-Essen, Germany  
Michael Goedicke, Universität Duisburg-Essen, Germany  
Ralf Hofestädt, Universität Bielefeld, Germany  
Wolfgang Karl, KIT Karlsruhe, Germany  
Michael Koch, Universität der Bundeswehr München, Germany  
Peter Sanders, Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Germany  
Andreas Thor, HFT Leipzig, Germany  
Ingo Timm, Universität Trier, Germany  
Karin Vosseberg, Hochschule Bremerhaven, Germany  
Maria Wimmer, Universität Koblenz-Landau, Germany

**Dissertations**

Rüdiger Reischuk, Universität Lübeck, Germany

**Thematics**

Agnes Koschmider, Universität Kiel, Germany

**Seminars**

Judith Michael, RWTH Aachen, Germany

© Gesellschaft für Informatik, Bonn 2023

printed by Köllen Druck+Verlag GmbH, Bonn



*This book is licensed under a Creative Commons BY-SA 4.0 licence.*

## Beurteilung von Use Cases zur Tierortung nach dem Grad des Informationsgehalts

Marie Lamoth<sup>1</sup>, Heiko Neeland<sup>1</sup> und Christina Umstätter<sup>1</sup>

**Abstract:** In der Nutztierhaltung ist das rechtzeitige Erkennen von kranken Tieren von großer Bedeutung. Um dies zu unterstützen, werden automatisierte Assistenzsysteme entwickelt. Die Tierortung kann eine Technik sein, um Verhaltensabweichungen zu detektieren. Für ein solches Erkennungssystem ist es wichtig zu definieren, worüber es Auskunft geben soll. Stachowicz und Umstätter [SU21] unterscheiden drei Nachweisebenen nach dem Grad ihres Informationsgehalts. Die ersten beiden Ebenen beinhalten umwelt- oder tierbezogene Aspekte und die dritte Ebene spezifische krankheitsbezogene Indikatoren. In dieser Studie wurden auf Tierortung beruhende Use Cases für Assistenzsysteme hinsichtlich der Nachweisebene bewertet. Dafür wurde der jeweilige Indikator betrachtet und in dem Entscheidungsbaum der passenden Stufe verortet. Bei allen untersuchten Use Cases fallen die Indikatoren in die Ebene 1. Das heißt, die unspezifischen Daten der Tierortung können genutzt werden, um generelle Probleme des Wohlbefindens automatisch zu identifizieren. Eine Erkennung oder Vorhersage von spezifischen Erkrankungen ist hingegen mit diesen technischen Systemen nicht möglich.

**Keywords:** Milchvieh, Tierwohl, Früherkennung, Assistenzsystem, Nachweisebene

### 1 Einleitung

Automatisierte Assistenzsysteme sollen die Landwirtinnen und Landwirte bei den Arbeitsprozessen unterstützen und diese vereinfachen. Aufgrund der steigenden Tierzahlen auf den Milchviehbetrieben steht dabei auch die Erkennung von Erkrankungen bei den Kühen im Fokus. Viele Forschungsvorhaben in der landwirtschaftlichen Tierhaltung beschäftigen sich mit der Anwendung und dem Nutzen dieser Systeme.

Eine mögliche Komponente von Assistenzsystemen können Ortungssysteme sein, deren Aufgaben im Milchviehbereich vom schnelleren Auffinden der Kühe [Ra17] über die kontinuierliche Beobachtung verschiedener Grundverhaltensweisen, wie Bewegung, Fressen, Saufen und Liegen [Me18; Be20] bis hin zur automatischen Erkennung von Brunst [Be20; Ar16] oder Krankheiten [Wa20; VMS17] reichen.

Für die Entwicklung und den Einsatz von Assistenzsystemen in der Praxis ist es wichtig, deren Aufgaben und Ziele zu definieren. Die Bedeutung dessen haben auch Stachowicz und Umstätter [SU21] in ihrem Framework herausgearbeitet.

---

<sup>1</sup> Thünen-Institut für Agrartechnologie, Bundesallee 47, 38116 Braunschweig, marie.lamoth@thuenen.de, heiko.neeland@thuenen.de, christina.umstaetter@thuenen.de, <https://www.thuenen.de/de/>

Die vorliegende Studie hat zwei Ziele verfolgt. Zum einen wurden Use Cases für die Nutzung der Tierortung und kontinuierlichen Positionsbestimmung im Milchviehstall identifiziert. Zum anderen erfolgte eine Einordnung der Use Cases basierend auf dem Framework von Stachowicz und Umstätter [SU21] nach ihrem Informationsgehalt.

## 2 Material und Methoden

Im Rahmen des Projektes „CattleHub“ wurden 25 Use Cases identifiziert und zusammengestellt, die auf der Ortung oder dem Tracking von Kühen im Innenbereich beruhen.

Als Tierortung oder Lokalisierung wird dabei die Bestimmung des aktuellen Aufenthaltsortes der Kuh bezeichnet und Tracking ist die kontinuierliche Positionsbestimmung und die Rückverfolgbarkeit der gegangenen Wege.

Für die Tierortung gibt es verschiedene Technologien, die in den Ställen Einsatz finden. Dabei haben alle Indoor-Systeme miteinander gemein, dass sie für die Ortung eine Infrastruktur, beispielsweise in Form von Ankern und individuellen Tags für die Tiere, benötigen. Bildgebende Ortungsverfahren wurden hingegen für die Milchviehhaltung bisher eher selten entwickelt.

Zur Bewertung der Aufgaben und Ziele der Use Cases wurde das Framework von Stachowicz und Umstätter [SU21] herangezogen. Es besteht aus drei Entscheidungsbäumen, mit deren Hilfe sich die Use Cases nach dem Grad ihrer Information einordnen lassen. Jeder Entscheidungsbaum gehört zu einer der Ebenen „generelle Tierwohlprobleme“ (1), „Gesundheits- oder distressbezogene Probleme“ (2) oder „definierte krankheitsbezogene Probleme“ (3). Anhand unterschiedlicher tier- oder umweltbezogener Indikatoren, Merkmalen wie Frequenz oder Dauer eines Indikators und verschiedener beeinflussender Faktoren erfolgt die Einordnung in die ersten beiden Stufen. Dabei werden bei der zweiten Ebene die Indikatoren etwas genauer abgefragt als in der ersten. Die Einordnung in die dritte Ebene erfordert spezifische Informationen, wie beispielsweise die Krankheitsursache und einen möglichen chronischen oder klinisch manifesten Verlauf.

Um die Use Cases in die Ebenen einzuordnen, wurde zunächst der jeweilige Indikator identifiziert. Dieser wurde mit seinen Merkmalen betrachtet und seinem Informationsgehalt entsprechend in einen Entscheidungsbaum eingeordnet. Daraus ergibt sich die dazugehörige Ebene, auf der mit diesem Indikator Nachweise erbracht werden können.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Bei der Betrachtung der Use Cases fiel auf, dass sich bestimmte Indikatoren nicht direkt durch die Tierortung erfassen lassen, sondern sich über den Tierstandort ableiten. Dazu zählen die Use Cases Fressen [VMS17], Saufen [Me18] und Nutzung des Minerallecksteins sowie der Putzbürste [Me18]. Für die Unterscheidung zwischen Liegen und Stehen über die Tierortung wird die zuverlässige Erfassung der Z-Koordinate benötigt. Diese Zuverlässigkeit wird in den kommerziellen Ortungssystemen bisher nicht hinreichend sichergestellt [Hi20]. In der Literatur wurde daher oftmals die zusätzliche Verwendung von Beschleunigungssensoren oder visuellen Kontrollen beschrieben.

Die Use Cases Bewegung, Liegen und Fressen werden als Indikatoren für eine Reihe von Anwendungen herangezogen. Veränderungen in diesen Grundverhaltensweisen können zum Beispiel auf eine Brunst [Be20; VMS17], Mastitis [Ma22; VMS17], Lahmheit [VMS17; Va18] oder Hitzestress [HA18] hindeuten (Tab. 1).

Bewegung (Anzahl der Schritte, zurückgelegte Wegstrecke und Laufgeschwindigkeit) und Stehen bzw. Liegen wird in vielen Studien in der Aktivität zusammengefasst. Eine erhöhte Aktivität wird dabei meistens mit einer Brunst in Verbindung gebracht. So betrachteten Benaissa et al. [Be20] die Aktivität im Zeitraum von zwei Wochen vor bis zwei Wochen nach der Brunst und stellten fest, dass die Anzahl der Schritte und die zurückgelegte Strecke anstieg, während die Liegezeiten sanken, wenn die Kuh brünstig war. Arcidiacono et al. [Ar18] beobachteten einen signifikanten Anstieg in der Laufgeschwindigkeit am Tag der Brunst. Auch Veissier et al. [VMS17] stellten eine Steigerung im Aktivitätslevel, bei dem neben Ruhen und Aufenthalt in den Laufgängen auch Fressen mit einbezogen wurde, fest. Sofern die Kuh kurz vor dem errechneten Abkalbetermin steht, kann eine erhöhte Aktivität zusammen mit einem Rückgang in den Liegezeiten auch auf den Beginn der Geburt hindeuten [Be20]. Verkürzte Liegezeiten und ein erhöhtes Aktivitätslevel [VMS17] bzw. gesteigerte Schrittzahl [Ma22] können aber ebenso im Zusammenhang mit einer Mastitis stehen. Diese Veränderung wird meistens mit Schmerzen wegen des geschwollenen Euters beim Liegen erklärt [Si11]. Ein weiteres viel untersuchtes Problem in der Milchviehhaltung sind Lahmheiten bei Kühen. Von einem Rückgang der Aktivität bzw. einer Erhöhung der Liegezeiten berichten verschiedene Studien [VMS17; Va18; Tu21].

Werden mehrere Tiere parallel betrachtet, lassen sich über die Anzahl und Dauer der Kuhkontakte soziale Interaktionen und Entwicklungen nach Umgruppierungen [Ro19] sowie synchrones Gruppenverhalten [SPS12] untersuchen. Sofern die Z-Koordinate erfasst werden könnte, ist auch der Nachweis von Aufspringen und Duldung in der Brunst [Ho13] sowie die Berechnung von verschiedenen Indices denkbar. Diese Indices könnten der Stall Standing Index (SSI: Anteil stehender Kühe in Liegeboxen an allen Kühen, die sich in Liegeboxen befinden), der Stall Use Index (SUI: Anteil der liegenden Kühe in Liegeboxen an der Gesamtzahl der Kühe im Stall, die nicht fressen) oder der Cow Comfort Index (CCI: Anteil liegender Kühe in Liegeboxen an der Gesamtzahl Kühe, die sich in

Liegeboxen befinden) sein [CBN05]. Diese Indices können Änderungen im generellen Wohlbefinden anzeigen [CBN05].

Alle genannten Use Cases basieren auf Verhaltensweisen von Tieren, meist sogar auf Grundverhaltensweisen wie Fressen, Liegen oder Bewegung. Diese können auf ein Individuum oder auch auf die Gruppe bezogen sein. Die Ortungsdaten liefern unspezifische Indikatoren, die eine Vielzahl von Interpretationen zulassen und somit nur einen Hinweis auf das generelle Wohlbefinden der Tiere geben können. Eine genaue Aussage, ob es sich um Disstress oder ein Gesundheitsproblem handelt oder gar um eine spezifische Erkrankung, kann mit der Tierortung allein nicht erfolgen. Um die Ursache für eine Verhaltensveränderung herauszufinden, ist beispielsweise der Einsatz von spezifischen Sensoren oder visuellen Kontrollen nötig.

<b>Use Cases mit Nachweis von Verhaltensweisen</b>	<b>Use Cases mit Veränderungen in Verhaltensweisen</b>
Bewegung [Me18; Be20]	Brunst [Be20; VMS17], Abkalbung [Be20], Lahmheit [VMS17; Va18; Tu21], Hitzestress [HA18], Mastitis [Ma22; VMS17], Ketose [He22], Subakute Pansenazidose [Wa20]
Zurückgelegte Wegstrecke [Be20; Va18]	Brunst [Be20], Lahmheit [Va18]
Laufgeschwindigkeit [Ar18]	Brunst [Ar18]
Stehen [Wa20]	Subakute Pansenazidose [Wa20]
Liegen [VMS17; Wa20]	Brunst [Be20; VMS17], Lahmheit [VMS17; Va18; Tu21], Hitzestress [HA18], Mastitis [VMS17], Metritis [Ba18], Ketose [He22], Subakute Pansenazidose [Wa20]
Fressen [VMS17; Go08]	Brunst [VMS17], Lahmheit [Va18], Mastitis [VMS17], Ketose [Go08], Subakute Pansenazidose [Wa20]
Raumnutzungsverhalten [Me18; Va18]	Lahmheit [Va18]

Tab. 1: Die wichtigsten identifizierten Use Cases für die Tierortung



## 4 Schlussfolgerung

Das Framework von Stachowicz und Umstätter [SU21] wurde erfolgreich für die tierortungsbasierten Use Cases angewandt. Bei der Einordnung der Ortungsdaten ohne eine Verknüpfung mit weiteren Variablen lassen sich Aussagen treffen, die in der Nachweisebene der „generellen Tierwohlprobleme“ anzusiedeln sind, da Veränderungen im Grundverhalten nachgewiesen werden können. Tiefere Aussagen zu den Nachweisebenen „Disstress- oder Gesundheitsproblemen“ oder sogar zu „speziellen Krankheiten“ sind aufgrund des fehlenden Informationsgehalts nicht möglich.

Das Prinzip des Frameworks lässt sich auch auf andere Technologien und deren Use Cases übertragen. Es bietet mit den Entscheidungspfaden einen praktikablen Weg, um herauszufinden, was für Informationen ein Sensor- oder Assistenzsystem liefern kann. Das Framework kann auch für die Planung weiterer Forschung angewandt werden, da Potentiale von neuen Systemen frühzeitig bewertet werden können.

**Förderhinweis:** Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projekträgererschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen der Förderung der Digitalisierung in der Landwirtschaft mit dem Förderkennzeichen 28DE108A18 (Experimentierfeld CattleHub).

### Literaturverzeichnis

- [Ar18] Arcidiacono, C., et al.: A software tool for the automatic and real-time analysis of cow velocity data in free-stall barns: The case study of oestrus detection from Ultra-Wide-Band data. *Biosystems Engineering*, S. 157-165, 2018.
- [Ba18] Barragan, A. A., et al.: Assessment of daily activity patterns and biomarkers of pain, inflammation, and stress in lactating dairy cows diagnosed with clinical metritis. *Journal of dairy science* 9, S. 8248-8258, 2018.
- [Be20] Benaissa, S., et al.: Calving and estrus detection in dairy cattle using a combination of indoor localization and accelerometer sensors. *Computers and Electronics in Agriculture*, Art.-Nr. 105153, 2020.
- [CBN05] Cook, N. B.; Bennett, T. B.; Nordlund, K. V.: Monitoring Indices of Cow Comfort in Free-Stall-Housed Dairy Herds. *Journal of dairy science* 11, S. 3876-3885, 2005.
- [Go08] González, 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* 3, S. 1017-1028, 2008.
- [He22] Hendriks, S. J., et al.: Associations between peripartum lying and activity behaviour and blood non-esterified fatty acids and  $\beta$ -hydroxybutyrate in grazing dairy cows. *Animal: an international journal of animal bioscience* 3, Art.-Nr. 100470, 2022.

- [HA18] Herbut, P.; Angrecka, S.: Relationship between THI level and dairy cows' behaviour during summer period. *Italian Journal of Animal Science* 1, S. 226-233, 2018.
- [Hi20] Hindermann, P., et al.: High precision real-time location estimates in a real-life barn environment using a commercial ultra wideband chip. *Computers and Electronics in Agriculture*, Art.-Nr. 105250, 2020.
- [Ho13] Homer, E. M., et al.: Technical note: a novel approach to the detection of estrus in dairy cows using ultra-wideband technology. *Journal of dairy science* 10, S. 6529-6534, 2013.
- [Ma22] Mainau, E., et al.: Alteration in Activity Patterns of Cows as a Result of Pain Due to Health Conditions. *Animals: an open access journal from MDPI* 2, 2022.
- [Me18] Meunier, B., et al.: Image analysis to refine measurements of dairy cow behaviour from a real-time location system. *Biosystems Engineering*, S. 32-44, 2018.
- [Ra17] Rackwitz, R.: CowView. Lokalisierungs-, Gesundheits- und Fruchtbarkeitsmanagement., [https://www.tllr.de/www/daten/veranstaltungen/materialien/melksysteme/300517\\_rackwitz.pdf](https://www.tllr.de/www/daten/veranstaltungen/materialien/melksysteme/300517_rackwitz.pdf), 04.10.2022.
- [Ro19] Rocha, L.E.C., et al.: Real-Time Locating System to study the persistence of sociality in large-mammal group dynamics. In (O'Brien, B.; Hennessy, D.; Shalloo, L., Hrsg.): *Precision Livestock Farming '19*. Fermoy Print & Design, Cork S. 894-898, 2019.
- [Si11] Siivonen, J., et al.: Impact of acute clinical mastitis on cow behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 3-4, S. 101-106, 2011.
- [SPS12] Stoye, S.; Porter, M. A.; Stamp Dawkins, M.: Synchronized lying in cattle in relation to time of day. *Livestock Science* 1-2, S. 70-73, 2012.
- [SU21] Stachowicz, J.; Umstätter, C.: Do we automatically detect health- or general welfare-related issues? A framework. *Proceedings. Biological sciences* 1950, Art.-Nr. 20210190, 2021.
- [Tu21] Tucker, C. B., et al.: Invited review: Lying time and the welfare of dairy cows. *Journal of dairy science* 1, S. 20-46, 2021.
- [Va18] Vázquez Diosdado, J. A., et al.: Space-use patterns highlight behavioural differences linked to lameness, parity, and days in milk in barn-housed dairy cows. *PloS one* 12, Art.-Nr. e0208424, 2018.
- [VMS17] Veissier, I.; Mialon, M.-M.; Sloth, K. H.: Short communication: Early modification of the circadian organization of cow activity in relation to disease or estrus. *Journal of dairy science* 5, S. 3969-3974, 2017.
- [Wa20] Wagner, N., et al.: Machine learning to detect behavioural anomalies in dairy cows under subacute ruminal acidosis. *Computers and Electronics in Agriculture*, Art.-Nr. 105233, 2020.