

## Extraktion von Bewegungsparametern aus Positionsdaten von Milchkühen

Christiane Engels<sup>1</sup> und Wolfgang Büscher<sup>1</sup>

**Abstract:** Trackingsysteme für die Indoor-Ortung von Milchkühen finden vermehrt Einsatz in Milchviehbetrieben. Diese sollen die Tiere im Stall lokalisieren und eine digitale Verhaltensbeobachtung ermöglichen. Die Auswertung der anfallenden Rohdatenmenge stellt allerdings eine Herausforderung dar. Um aus den Positionsdaten Informationen über Brunst- und Gesundheitsereignisse abzuleiten, berechnen wir aus den Rohdaten komprimierte Rasterzellendaten. Daraus können zur weiteren Analyse Bewegungsparameter extrahiert werden.

**Keywords:** Indoor-Ortung, Milchvieh

### 1 Einleitung

Im Zuge der Digitalisierung der Landwirtschaft werden auch in der Milchviehhaltung vermehrt Sensorsysteme im Stall eingesetzt. Neben einer Automatisierung steht dabei zunehmend der Tierwohlaspekt im Fokus. So können Sensorsysteme die Landwirte beispielsweise bei der Bestandsbetreuung durch digitale Tierbeobachtung und in der Entscheidungsfindung unterstützen. Trackingsysteme, welche die Tiere und deren Verhalten im Stall lokalisieren, gewinnen dabei immer mehr an Bedeutung. Diese generieren eine Vielzahl an Datenpunkten, werden aber oftmals nur dazu genutzt, um eine Navigation zum Tier zu ermöglichen. Wir sehen großes Potenzial in solchen Raum-Zeit-Daten, die ähnlich wie Sensordaten aus Bewegungs- oder Beschleunigungssensoren dazu genutzt werden können, Rückschlüsse auf Brunstereignisse und die Gesundheitssituation eines Tieres zu ziehen. Zusätzlich zur Bewegungsaktivität bieten Trackingsysteme eine räumliche Zuordnung der Bewegung im Stall. Allerdings stellt sich die Herausforderung, die oftmals hohe „Flut“ an Rohdaten zu verarbeiten und relevante Informationen daraus abzuleiten. Im Folgenden stellen wir eine Methode vor, um Bewegungsparameter aus den Positionsdaten von Milchkühen zu extrahieren.

---

<sup>1</sup> Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Institut für Landtechnik, Nußallee 5, 53115 Bonn, christiane.engels@uni-bonn.de, buescher@uni-bonn.de

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Datenerhebung

In der vorliegenden Studie wurden Positionsdaten des Real-Time Locating Systems (RTLS) *CowView* der Firma GEA Farm Technologies GmbH vom 01.10. – 31.12.2019 ausgewertet. Die Daten wurden auf der Lehr- und Versuchsstation Frankenforst der Universität Bonn in einem zweireihigen Liegeboxenlaufstall erhoben. Den 60 Milchkühen der Rasse Holstein-Friesian standen 66 Liegeboxen (Liegeplatzverhältnis 1:1) und 30 Wiegetröge der Firma INSENTEC B. V. (Fressplatzverhältnis 2:1) zur Verfügung. Zusätzlich zum CowView-Transponder am Halsband der Tiere waren die Kühe mit einem Pedometer (ebenfalls Fa. GEA) zur Messung der täglichen Aktivitätsimpulse ausgestattet. Die Positionsdaten wurden vom RTLS mit einer Frequenz von 1 Hz aufgenommen, was – im Idealfall – 86.400 Positionsbestimmungen pro Kuh und Tag entspricht. Die Genauigkeit des Systems liegt laut Herstellerangaben unter 0,5 m, welche in Studien bestätigt wurde [VMS17]. Während des analysierten Zeitraums befanden sich 39 Tiere durchgehend im Stall, deren Positionsdaten ausgewertet wurden. Aufgrund von Datenausfällen konnten die Daten von acht Tagen nicht verwendet werden, sodass insgesamt Positionsdaten von 84 Tagen ausgewertet wurden. Während des 2x täglichen Melkens (ca. 6:00 Uhr und 16:30 Uhr) konnten die Tiere nicht vom RTLS erfasst werden, sodass der gesamte Melkvorgang inkl. Wartezeit im Wartehof ebenfalls von der Auswertung ausgeschlossen wurde.

### 2.2 Datenauswertung

Für die Auswertung wurden die Rohdaten (Transponder-ID, Position, Zeitstempel) zunächst komprimiert. Dazu wurden verschiedene regelmäßige Raster über die Stallfläche gelegt, um diese in Rasterzellen zu unterteilen. Getestet wurden die Rastergrößen 2 m x 2 m, 3 m x 3 m und 5 m x 5 m. Daraus ergeben sich jeweils 168, 80 und 30 Rasterzellen für den Stall der Versuchsstation Frankenforst (48 m x 13,2 m). Jeder dieser Rasterzellen wurde anschließend ein (Haupt-)Funktionsbereich „Fressen“ (und Saufen), „Liegen“ oder „Laufen“ zugeordnet.

Die Rohdaten wurden so prozessiert, dass zusammenhängende Aufenthalte innerhalb einer Rasterzelle zu einem Datenpunkt mit entsprechender Zeitdauer zusammengefasst wurden. Dabei wurden Ausreißer von unter 15 s aus einer Rasterzelle heraus geglättet und eine Toleranz um die Rasterzelle zugelassen. Die Toleranz ist sowohl der Größe der Rasterzellen als auch der Genauigkeit des Systems angepasst und beträgt  $\pm 0,4$  m,  $\pm 0,5$  m bzw.  $\pm 1,0$  m für die drei untersuchten Rastergrößen. Dadurch sollen kleinere Kopfbewegungen der Tiere und Ungenauigkeiten des Ortungssystems herausgefiltert werden. Die Bewegung einer Kuh durch den Stall wird durch den Wechsel der Rasterzelle registriert.

Die extrahierten Rasterzellendaten (Kuh, Rasterzelle, Startzeitpunkt, Endzeitpunkt) wurden zur weiteren Verarbeitung in einer Datenbank gespeichert. Daraus wurden verschiedene Bewegungsparameter berechnet:

- Die Anzahl der Rasterdatenpunkte pro Kuh und Tag
- Die Anzahl der Rasterdatenpunkte pro Kuh, Tag und Funktionsbereich
- Die Aufenthaltsdauer pro Rasterzelle pro Kuh und Tag
- Die Aufenthaltsdauer pro Funktionsbereich pro Kuh und Tag
- Die Gesamtanzahl betretener Rasterzellen pro Kuh und Tag
- Die Anzahl betretener Rasterzellen pro Funktionsbereich pro Kuh und Tag

Die Anzahl betretener Rasterzellen wurde dabei ähnlich wie in [Vá18] berechnet. So wurde zum einen die Anzahl aller betretenen Rasterzellen ermittelt. Zusätzlich wurden zwei Schwellwerte verwendet, um die 95 % und 50 % Isoplethe abzubilden. Diese wurden auf 1 min und 15 min festgelegt.

Da jeder Rasterdatenpunkt einen Ortswechsel aus der vorherigen Rasterzelle angibt, soll die Anzahl der Datenpunkte als Maß für die Bewegungsaktivität der Tiere dienen. Um dies zu überprüfen, wurde eine Korrelation mit der vom Pedometer ermittelten Aktivitätsrate durchgeführt.

Bei der Auswertung sollten zudem die verschiedenen Rastergrößen miteinander verglichen werden.

Neben einzeltierspezifischen Auswertungen wurde auch die Raumnutzung der Herde für den Versuchszeitraum analysiert.

### 3 Ergebnisse

Durch die Datenvorverarbeitung in Rasterzellen konnte die Datenmenge pro Kuh und Tag von durchschnittlich 55.111 Rohdatenpunkten deutlich reduziert werden auf 818,9 (2 m), 509,3 (3 m) bzw. 225,7 (5 m) Rasterdatenpunkte. Dies entspricht einer Kompressionsrate von 74,7 – 271,3. Die Zeitbudgets in den jeweiligen Funktionsbereichen können aufgrund der Zuordnung der Rasterzellen zu einem (Haupt-)Funktionsbereich weiterhin berechnet werden. Mit zunehmender Rastergröße wird diese Zuordnung allerdings grober, da sich beispielsweise in einer Rasterzelle der Größe 5 m x 5 m Liegeboxen und ein Teil des Laufgangs befinden können. Bei den kleineren Rastergrößen ist aufgrund der Maße der Stallinrichtung (z. B. Liegeboxenlänge von 2,65 m) eine Zuordnung eindeutig möglich.

Korreliert mit der mittleren Aktivitätsrate des Pedometers ergeben sich mäßige Korrelationskoeffizienten von  $r = 0,53 - 0,59$  für die Anzahl der Rasterdatenpunkte als Maß für die Aktivität der Kühe (vgl. Tab. 1). Eingeschränkt auf Kühe in höheren

Laktationen ( $\geq 3$ ) erhält man höhere Korrelationskoeffizienten von bis zu  $r = 0,71$ . Dies könnte durch die aus der Literatur bekannte verringerte Aktivität von älteren Kühen bedingt sein.

Rastergröße	Gesamtanzahl Rasterdatenpunkte		Rasterdatenpunkte „Laufen“	
	alle Kühe	Lakt. $\geq 3$	alle Kühe	Lakt. $\geq 3$
2 m x 2 m	0,54	0,61	0,57	0,68
3 m x 3 m	0,57	0,62	0,58	0,71
5 m x 5 m	0,59	0,65	0,53	0,51

Tab. 1: Korrelationskoeffizienten zwischen der mittleren Aktivitätsrate des Pedometers und der Gesamtanzahl der Rasterdatenpunkte bzw. der Rasterdatenpunkte im Funktionsbereich „Laufen“ für alle Kühe und Kühe in Laktation  $\geq 3$

Interessant ist, dass die Anzahl der Rasterdatenpunkte im Funktionsbereich „Laufen“, wo die meiste Bewegungsaktivität stattfindet, die Aktivitätsrate des Pedometers tatsächlich besser widerspiegelt als die Gesamtanzahl der Rasterdatenpunkte. Eine Ausnahme bildet das 5-m-Raster, da dort die Zuordnung zu den Funktionsbereichen größer ist.

So können auf Basis der täglichen Rasterdatenpunkte im tierindividuellen Vergleich Brunstereignisse detektiert werden. In Abbildung 1 ist beispielhaft der Verlauf der täglichen Rasterdatenpunktanzahl für Kuh 1527 dargestellt. Am 08.10.2019 und am 02.11.2019 sind Brunstereignisse zu erkennen.

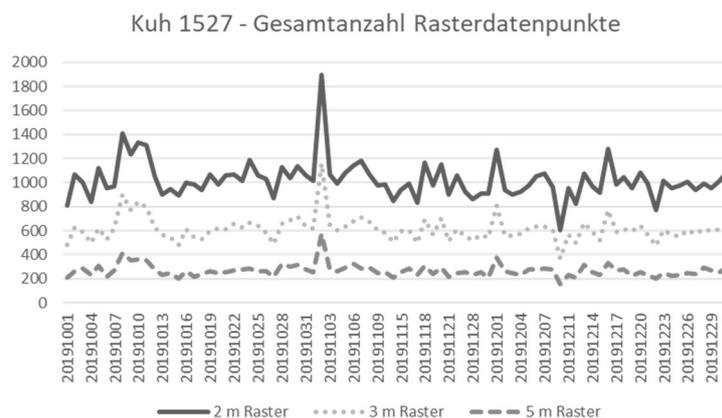


Abb. 1: Verlauf der Gesamtanzahl Rasterdatenpunkte für Kuh 1527 über den Versuchszeitraum

Die Anzahl betretener Rasterzellen konnte in diesem Versuch nicht mit Lahmheiten oder Klauenbehandlungen der Kühe in Verbindung gebracht werden. Über den Tag verteilt

nutzten die Tiere in Durchschnitt zwischen 77 – 88 % der Rasterzellen in den verschiedenen Rastergrößen.

Bei der Analyse der Raumnutzung der gesamten Herde konnte festgestellt werden, dass die Wandliegeboxen gegenüber der mittleren Liegeboxenreihe stark bevorzugt wurden. Die durchschnittliche Liegezeit ist dort 1,55-fach höher. Bei den Wiegetrögen konnten für die gesamte Herde keine Präferenzen in der Nutzung festgestellt werden. Allerdings verbrachten manche Kühe über 20 % ihrer Aufenthaltsdauer im Funktionsbereich „Fressen“ in einer bestimmten Rasterzelle dieses Funktionsbereichs.

#### 4 Ausblick

Wir erhoffen uns, zukünftig aus den extrahierten Bewegungsparametern und den Abweichungen zum tierindividuellen „Normalverhalten“ neben Brunstereignissen auch Rückschlüsse auf Gesundheitsereignisse der Milchkühe zu ziehen. So deutet sich beispielsweise in Abbildung 1 durch den Rückgang der Rasterdatenpunktanzahl eine Mortellaro-Behandlung am 10.12.2019 an. Das Ziel ist, mithilfe solcher Ableitungen die Kühe frühzeitig behandeln und somit das Tierwohl steigern zu können.

#### Literaturverzeichnis

- [Vá18] Vázquez Diosdado, J. A.; Barker, Z. E.; Hodges, H. R. et al.: Space-use patterns highlight behavioural differences linked to lameness, parity, and days in milk in barn-housed dairy cows. PLoS ONE 13(12): e0208424, 2018.
- [VMS17] Veissier, I.; Mialon, M.; Sloth, K.: Short Communication: Early modification of the circadian organization of cow activity in relation to disease or estrus. Journal of Dairy Science 100, pp. 3969–3974, 2017.