

# Automatisierte Lahmheitserkennung in der Milchviehproduktion

## Klassifizierung der Datenerhebung und der Auswertestrategie aktueller Arbeiten

Kathrin Lina Martha Ziegler<sup>1</sup>, Jochen Georg Wiecha<sup>1</sup> und Heinz Bernhardt<sup>1</sup>

**Abstract:** Die frühzeitige Erkennung von Lahmheit stellt in den wachsenden Tierbeständen der Milchviehproduktion eine große Herausforderung dar. Zur Minimierung ökonomischer Verluste sowie einer Steigerung des Tierwohls in modernen Haltungen wird die Entwicklung einer automatischen Erfassung der Klauengesundheit angestrebt. Grundbausteine sind hierbei die maschinelle Erkennung und Beurteilung von individuellen Körpermerkmalen, welche, in Kombination mit einer visuellen Bonitierung mittels Locomotion-Scorings, zur möglichst exakten Ermittlung des Lahmheitsgrads führt. Bereits existierende wissenschaftliche Ansätze werden in der vorliegenden Arbeit hinsichtlich ihrer Methodik und Technik zur Datenerhebung klassifiziert, sowie auf ihre Wiederholbarkeit in der Praxis hin überprüft.

**Keywords:** Lahmheitserkennung, Automatisierung, Milchvieh, Locomotion Score, Automatisches Melksystem

## 1 Einleitung

Wachsende Tierbestände erschweren die Feststellung von Produktionskrankheiten. Eine Beobachtung des Einzeltiers kann ohne zusätzlichen Arbeits- und Kostenaufwand nicht mehr realisiert werden. Als ein ökonomisch und tierschutzrechtlich äußerst wichtiges Krankheitscluster ist die Lahmheit zu betrachten. Da die Produktionsleistung der Tiere wesentlich von ihrem Wohlbefinden abhängt, ist eine frühzeitige Erkennung im Anfangsstadium der Lahmheit entscheidend, da bereits geringe Ausprägungen zu deutlichen Leistungseinbußen führen können [FM08].

Zur Beurteilung des jeweiligen Lahmheitsgrads wird gegenwärtig der fünfstufige „Locomotion Score“ (LCS) nach *Sprecher et al.* (1997) verwendet. Die hierfür verwendeten Klassifizierungskonzepte beruhen auf der Bewertung von Lokomotion, Gewichtsverteilung zwischen den Gliedmaßen, Kopf- und Rückenhaltung sowie dem Verhalten der Tiere. Als Herausforderung dieses Systems ist die Objektivität und Erfahrung des beurteilenden Beobachters zu nennen, da sie Voraussetzung für die Zuverlässigkeit und damit die Gültigkeit des Tests ist [Vi14]. Kombinationen automatisierter Methoden der Datenerhebung als Lösung zur Erkennung von Lahmheit

---

<sup>1</sup> Technische Universität München, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Am Staudengarten 2, 85354 Freising, kathrin.ziegler@wzw.tum.de; wiecha@wzw.tum.de; heinz.bernhardt@wzw.tum.de

sowie zur Überwachung der Wirksamkeit der Behandlung treten dabei immer mehr in den Vordergrund [Ch10]. Sie erlauben eine digitale Frühdiagnostik, ohne dabei zusätzliche Arbeitskraft zu benötigen, und stoßen daher auf großes Interesse [Bo07; EE07]. Bereits bestehende Algorithmen zur automatischen Lahmheitserkennung konnten sich bislang jedoch noch nicht am Markt etablieren. Die vorliegende Arbeit klassifiziert aktuelle wissenschaftliche Arbeiten anhand ihrer Datenaufnahmestrategie, der verwendeten Tiergruppen und deren Stallanlagen, sowie die verwendete Technik mit ihren softwareseitigen Schnittstellen hinsichtlich Aussagekraft und Wiederholbarkeit.

## **2 Material und Methoden**

Die Zusammenstellung der aktuellen Forschungsarbeiten erfolgte anhand einer Literaturrecherche und deren Klassifizierung anhand einheitlicher Bewertungskriterien. Exemplarisch wurden sechs relevante Arbeiten zum Thema ausgewählt, die in den Vergleich einbezogen wurden. Untersucht wurde der Zeitraum von 2014 bis 2019.

### **2.1 Klassifizierung nach Versuchsbedingungen**

Aus wissenschaftlicher Sicht weist die Anzahl der Probanden auf aussagefähige Ergebnisse hin. In der Auswahl der Vergleichsstudien für diese Arbeit wurden Untersuchungen mit einer Gruppengröße von 57 bis 309 Tieren ausgewählt. Um eine Vergleichbarkeit herzustellen, liefen alle Vergleichsuntersuchungen jeweils nur auf einem Betrieb und jeweils nur mit Holstein Frisian als Milchkuhrasse. Die Klassifizierungsstufen sind „1 wenig Tiere“ für Untersuchungen bis 100 Kühe, „2 mäßig viele Tiere“ für Untersuchungen bis 200 Tiere und „3 breite Tieranzahl“ für Untersuchungen mit mehr als 200 Kühen. Betrachtet wurden zusätzlich Versuchsort und Untergrund.

### **2.2 Klassifizierung nach technischer Ausstattung**

In den Untersuchungen fanden sich Arbeiten mit großem Materialaufwand und Arbeiten mit wenigen Kamerapositionen oder Blickwinkeln. Entsprechend werden die Klassifizierungen vorgenommen: „1 2D-Aufnahme oder nur eine Aufnahmequelle / -position“, „2 3D-Aufnahme“ und „3 mehrere 3D-Aufnahmen oder eine Kombination aus 3D mit einer weiteren Datenquelle“.

### **2.3 Klassifizierung nach Bonitierungsverfahren**

Die Klassifizierungsstufen wurden anhand der Auswahl der „Experten“ getroffen und nach der Abstufung deren Bewertungsschemata, binär (lahm/nicht lahm) oder nach Anzahl der LCS-Grade. Die Klassen wurden gewählt wie folgt: „1 binär“, „2 drei Grade“

und „3 fünf Grade nach LCS“. Für die Bewerter der Lahmheit gibt es nur das Optimum „3 geschulter Tierarzt“. Die Stufe „2 geschulter Experte“ wird vergeben, wenn angenommen ist, dass ausgebildetes Personal bewertet hat. Stufe „1 ungelernete Beobachter“ sind Personen, die sich das Wissen ohne Ausbildung angeeignet haben.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Die Versuchsaufbauten der berücksichtigten Veröffentlichungen fanden jeweils nur auf einem konventionellen Betrieb mit teilautomatischen Melksystemen und dualer Melkrhythmik statt. Beprobte wurde dabei nur die Milchleistungsrasse Holstein-Friesian (HF) mit höchst unterschiedlichen Tierzahlen (vgl. Tab. 1). Für die Entwicklung eines Systems zur automatisierten Lahmheitserkennung in der Milchviehproduktion ist die Rasse Holstein-Friesian mit einer deutschlandweiten Nutzung von 47 % zwar als ausschlaggebend einzustufen, jedoch belaufen sich die Tierzahlen der Doppelnutzungsrasse Fleckvieh in Bayern auf 78,8 % [St18].

<b>Autor, Jahr</b>	Tierzahl	Versuchsort	Untergrund	Score nach 2.1
Dieckman n, 2019	309	Treibgang	Spaltenboden Beton	3
Abdul Jabbar, 2017	57	Treibgang	Beton	1
Fiolka, 2018	58	Laufstrecke zum Melkstand	Weide/Streu/Spaltenbo- den	1
Van Hertem et al. 2015	289	Treibgang	Spaltenboden Beton	3
Renn, 2014	150	Treibgang	Beton	2
Li et al. 2019	63	Weide/Außen- bereich	Weide/Erdboden	1

Tab. 1: Klassifizierung nach Umweltbedingungen

Den höchsten Score in der Rubrik Umweltbedingungen erreichen nur zwei ausgewertete Arbeiten. Eine Möglichkeit der Verbesserung von automatisierter Lahmheitserkennung wäre die Einbeziehung verschiedener Rassen, wie beispielsweise Fleckvieh (FV) oder auch Jersey (JER). Ein Vergleich des automatisierten Lahmheitsscorings zweier Rassen

könnte wertvolle Übereinstimmungen, aber auch Unterschiede liefern. Eine regelmäßige Beprobung einer möglichst heterogenen Population könnte, bei der Verwendung einer Machine-Learning-Komponente in der automatisierten Erkennung der Rückenlinie, zu einer Verbesserung der Trefferrate bei verschiedenen Rassen führen. Um die Tiere möglichst separat beproben zu können, wurde sich in vier von fünf Veröffentlichungen für den Treibgang nach der Melkanlage zur Beobachtung und Aufnahme des Gangbilds entschieden. Der Untergrund, auf dem die Tiere liefen, bestand aus mit zumeist mit Spalten versehenem Beton. Einzig *Fiolka et al.* (2018) verwendeten einen Laufgang vom Melksystem in den Stall, was jedoch der seitlichen Aufnahme der Bilder geschuldet war. Die Abstände der eingesetzten 3D-Kameras wurden je nach Modell und den vorherrschenden Bedingungen im Stall eingenordet und an verschiedenen Gestellen mit unterschiedlichen Abständen angebracht und sind daher nicht vergleichbar.

Autor, Jahr	Technik	Kamera- position	Software/ Bildbearb eitung	Bildquali- tät/ Auflösung	Score nach 2.2
Dieckmann, 2019	3D/4D- Sensor/Kamera (Asus Xtion)+ 2x2D- Kamera	oben und vorn	Final Surface	640x480 Pixel	3
Abdul Jabbar, 2017	Eine 3D Kamera (Asus Xtion)	oben	.dll (imProc)	640x480 Pixel	2
Fiolka, 2018	2D Tageslichtkamera+ Wärmebildkamera	seitlich	N.N	N.N	1
Van Hertem et al., 2015	Eine 3D Kamera (Kinect)	Von oben	N.N	640x480	2
Renn, 2014	FLIR Infrarot Kamera	seitlich	N.N	160x120 Pixel	1
Li et al. 2019	iPhone8 plus	seitlich	Tensor Flow, PCKh	1920x108 0	1

Tab. 2: Klassifizierung nach technischer Ausstattung

Beim Score zur technischen Ausstattung scheint die Arbeit von Dieckmann im Vorteil, jedoch waren die 2D-Kameras Modelle aus der üblichen Überwachungstechnik und nur zur Evaluierung angebracht, anstatt zur Datenerzeugung.

<b>Autor, Jahr</b>	Visuelle Bonitur	LCS Verfahren nach Sprecher	Person	Beobachtung	Klassifizierung autom. Erkennung	Score nach 2.3 (Person – Grad)
Dieckmann, 2019	nein	5-stufig	gesch. Experte	Gelabelte Videoaufnahmen	Binär (lahm/nicht lahm)	1 - 1
Abdul Jabar, 2017	ja	5-stufig	gesch. Experte	Im Stall	Grad 1-3+ Lokalisierung Bein	2 - 2
Fiolka, 2018	Ja	5-stufig	gesch. Tierarzt	Im Stall	Binär (lahm/nicht lahm)	3 - 1
Van Hertem et al., 2015	ja	5-stufig	gesch. Experte	Im Stall	Binär (lahm/nicht lahm)	2 - 1
Renn et al., 2014	Ja	-	gesch. Experte	Im Stall	Binär (normal/abnormal)+ Lokalisierung Klaue	2 - 1
Li et al. 2019	Ja	-	-	Gelabelte Videoaufnahmen	Abnormale Bewegungsabläufe	1 - 1

Tab. 3: Klassifizierung des Bonitierungsverfahrens

Das Optimum geschulter Tierarzt kann nur eine Arbeit bieten. Entsprechend fällt das Scoring schlechter aus. Großer Wert sollte aber auf den Einsatz durch Veterinäre zur LCS Beurteilung gelegt werden, um die wissenschaftlichen Ergebnisse zu sichern.

#### 4 Fazit

Die bisherigen Forschungsarbeiten zeigen, dass eine binäre Erkennung der Lahmheit am Tier mittels automatisierbarer Methoden bereits möglich ist. Es existieren Unterschiede hinsichtlich der verwendeten Methodik und ebenso beschreiben die Autoren die Subjektivität des Lameness Scorings gegenüber der objektiven Technik als problematisch. Hier könnte ein technisches Standardisierungsverfahren der automatischen Lahmheitserkennung helfen, unabhängig von der Rasse und dem körperlichen Zustand der Tiere vergleichbare Ergebnisse zu liefern. Um die Effizienz der Erfassung und Berechnung körperlicher Merkmale zu erleichtern, ist das Scannen der Tiere mittels 3D-Standbild aus mehreren Perspektiven im Automatischen Melksystem denkbar.

### Literaturverzeichnis

- [Ab17] Abdul Jabbar, Khalid: 3D Video based Detection of Early Lameness in Dairy Cattle, Dissertation, UWE Bristol, 2012.
- [Bo07] Borderas, T.F.; Fournier, A.; Rushen, J. und de Passillé, A.M.B.: Effect of lameness on dairy cows' visits to automatic milking systems, In: Canadian Journal of Animal Sciences 88, S. 1-8, 2007.
- [Ch10] Chapinal, N.; de Passillé, A.M.B.; Rushen, J. und Wagner, S.: Automated methods for detecting lameness and measuring analgesia in dairy cattle, In: Journal of Dairy Science 93, S. 2007-2013, 2010.
- [Di19] Dieckmann, Sarah: Entwicklung eines Bildverarbeitungssystems zur Überwachung des Locomotion Scoring in Milchviehbetrieben, Dissertation, Humboldt-Universität zu Berlin, 2019.
- [EE07] Espejo, L.A. und Endres, M.I.: Herd-level risk factors for lameness in high-producing Holstein cows housed in freestall barns, In: Journal of Dairy Science 90, S. 306-314, 2007.
- [FM08] Fiedler, A. und Müller, M.: Folgen mangelhafter Klauenpflege, In: Der praktische Tierarzt, 89 (2), S. 152-157, 2008.
- [FSH18] Fiolka, T.; Schächter, F. und Heinskill, J.: Automatische Rückenlinienanalyse bei Milchkühen aus Bilddaten, In: Bornimer Agrartechnische Berichte, 24. Workshop Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft, Heft 99, S. 71-80, 2018.
- [LCD19] Li, J.; Cai, C. und He, J.: Deep cascaded convolutional models for cattle pose estimation, In: Computers and Electronics in Agriculture 164, S. 104885, 2019.
- [Re14] Renn, N.; Onyango, J. und McCormick, W.: Digital Infrared Thermal Imaging and manual lameness scoring as a means of lameness detection in cattle, In: Veterinary Clinical Science, 2 (2), S. 16-23, 2014.
- [SHK97] Sprecher, D.J.; Hostetler, D.E. und Kaneene, J.B.: A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance, In: Theriogenology, 47 (6), S. 1179-1187, 1997.
- [St18] Stmelf – Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hg): Rinderzucht in Bayern-Daten und Fakten, Offizielle Broschüre, Erscheinungsjahr: Juli 2018
- [Va15] Van Hertem, T.; Bahr, C.; Schlageter-Tello, A. und Viazzi, S.: Lameness detection in dairy cattle: single predictor v. multivariate analysis of image-based posture processing and behavior and performance sensing, In: Animal, 10 (9), S. 1525-1532, 2015.
- [Vi14] Viazzi, S.; Bahr, C.; Van Hertem, T.; Schlageter-Tello, A.; Romanini, C.E.B; Halachmi, I. und Berckmans, D.: Comparison of a three-dimensional and two-dimensional camera system for automated measurement of back posture in dairy cows, In: Computers and Electronics in Agriculture, 100, S. 139-147, 2014.