



Hochschule Wismar, Fakultät für Ingenieurwissenschaften und
Universität Kassel, Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften

Erprobung eines Messsystems zur automatischen Früherkennung von Lahmheit mittels akustischer Analyse des Körperschalls verursacht durch den Bewegungsablauf von Milchkühen als Qualitätssicherungssystem

Masterarbeit im Studiengang Master Quality Management und im Fachgebiet Agrartechnik

1. Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Daniela Schwerdt
2. Betreuer: Dr. Hubertus Siebald

Vorgelegt von: **Boris Kulig**

Witzenhausen, September **2019**

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit ist Teil des Forschungsprojektes „SoundHooves: Automatisierte Frühdiagnostik von Klauenerkrankungen mittels akustischer Analyse des Trittschalls von Rindern“, gefördert durch den Projektträger „Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung“ (BLE), Förderkennzeichen 2817902015, vgl. [(BLE, 2016)].

Sie beschäftigt sich mit der Erprobung eines Messsystems zur automatisierten Früherkennung von Lahmheit mittels akustischer Analyse des Körperschalls, verursacht durch den Bewegungsablauf von Milchkühen, als Qualitätssicherungssystem. Es ergab sich folgende Aufgabenstellung: (1) Entwurf eines geeigneten Messsystems (Messstand); (2) Ermittlung von geeigneten Deskriptoren aus den Körperschalldateien, um das Laufverhalten der Milchkühe abbildbar zu machen (Kapitel 3.1.2.3); (3) Auswahl eines manuell-visuellen Boniturschemas für die Klassifikation von Lahmheit; (4) Identifikation geeigneter Modellansätze (Kapitel 2.7.3) zur Klassifikation von Lahmheit und Entwicklung von Prädiktionsmodellen; (5) Prüfung (Kapitel 3.2) und Bewertung (Kapitel 3.3) der Modellansätze.

Im Rahmen einer Literaturübersicht konnte herausgestellt werden, dass Körperschallmessung ein beachtenswerter messtechnischer Ansatz für die Aufgabenstellung darstellt (Kapitel 2.6). Weiterhin wurde auf die Bedeutung von Tierwohl (Kapitel 2.1 bis 2.5) im Allgemeinen und Lahmheit als Tierwohlindikator für

eine landwirtschaftliche Qualitätssicherung und ein landwirtschaftliches Qualitätsmanagement im Besonderen eingegangen. Die theoretischen Voraussetzungen von Machine-Learning und die Auswahl geeigneter Modelle wurde beschrieben (Kapitel 2.7).

Im Rahmen der Erprobung des Messsystems wurden sowohl „Neuronale Netze“ als auch „Random Forest“ als Machine-Learning-Algorithmus für die Detektion von Lahmheit eingesetzt.

Leider stellte sich heraus, dass das im Rahmen dieser Arbeit eingesetzte manuell-visuelle Boniturschema für Lahmheit nur bedingt geeignet als Zielgröße für das Klassifikationsmodell war. Im besten Fall ergab sich nur eine Konkordanz von Cohen's Kappa = 0,62 gegen eine gesicherte Diagnose aus parallel stattfindender Klauenpflege (vgl. Kapitel 3.2.3.1). Es wurde also Klassifikationsmodelle mit der Bonitur und mit der Diagnose aus der Klauenpflege gerechnet.

Das beste gefundene Modell war ein Random Forest mit Zielgröße „Diagnose aus der Klauenpflege“ Das gefundene Prädiktionsmodell hatte ein R^2 von 0,67 im Trainingsdatensatz und in der Validierung liegt das R^2 nur bei 0,03. Die Missklassifikationsrate lag im Trainingsanteil bei 7 %, im Validierungsanteil aber bei 29 %. Ein Overfitting war nicht auszuschließen. Eine Veränderung der Kosten in der Missklassifikationsmatrix durch Verschiebung des Cutoff-Wertes für die Zuordnung in Klasse „Lahm“ von 0,5 auf 0,4 erbrachte zwar eine deutlich besseres Modellergebnis (Cohen's Kappa zwischen Diagnose oder Prognosewert = 0,80; Sensitivity = 0,81 und Specificity = 0,97), aber das Modell muss immer noch als nicht stabil und nicht hinreichend fähig gelten.

Grundsätzlich hat das präferierte Modell im Vergleich zu anderen automatischen und manuell-visuellen Bonituren und Prädiktionsmodellen [vgl. Kapitel 2.3 und (Schlageter-Tello et al., 2014)] eine ähnliche Sicherheit. Alleinig ist das gefundene Modell nicht ausreichend als Prädiktionsmodell, aber im Zusammenspiel mit anderen Tierwohlindikatoren ergeben sich Synergien [vgl. Kapitel 2.1, 3.4 und (Beer et al., 2016; Singh et al., 2018)]. Ein Risikoindex gebildet aus vorliegendem Prädiktionsmodell kombiniert mit den Daten anderen Sensorsystemen in Melkständen (Eutergesundheit), Konditionssensoren (Body Condition Score) und Sensoren für die Erfassung von Lokomotions-, Fressverhalten wäre denkbar.

Eine Integration des gefundenen Modells in ein Herdenmanagement oder ein QMS ist möglich und wird auch angeraten. Das in dieser Arbeit entwickelte und erprobte Messsystems kann zu einem Risikobewertungsmodell für Lahmheit in erheblichen Umfang beitragen.

Als Fazit aus der bedingt tauglichen Qualität der gefundenen Prädiktionsmodelle wurden Verbesserungen im Wesentlichen für die Hardware des Messstands, aber auch für die Deskriptoren aus den Körperschalldateien und die Modellkonzeption vorgeschlagen (vgl. Kapitel 3.3).

Eine Weiterentwicklung des Messsystems und des gewählten Machine-Learning-Ansatzes ist angeraten und wird als erfolgsversprechend eingeschätzt.