

Entdeckung blutbenetzter Euteroberflächen mit einem Bildverarbeitungssystem

Ein industrielles Bildverarbeitungssystem wird benutzt, um die Effizienz der Entdeckung blutbenetzter Oberflächen zu beurteilen. Zur Erkennung von Fehlbeurteilungen werden die Ergebnisse mit vorher gewonnenen Wertebereichen optischer Parameter verglichen. Die Auswertung der von dem Bildverarbeitungssystem erzeugten Daten ergab nutzbare Ergebnisse lediglich für das Farbpaar gelb-blau. Die Wertebereiche für Helligkeit und rot-cyan lagen sehr dicht an Daten, die an „weißen“ Euteroberflächen mit geringer Behaarung gefunden wurden, welche zu einem gewissen Grade den Rotanteil der Hautfarbe abdeckte. Die an schwarzen oder verschmutzten Euteroberflächen gemessenen Werte unterschieden sich deutlicher von denen blutbenetzter Oberflächen.

Prof. Dr. agr. habil. Dieter Ordolff ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Institut für Chemie und Technologie der Milch, BAFM, Standort Kiel, Hermann-Weigmann-Str. 1, 24103 Kiel, und im Institut für Betriebstechnik und Bauforschung der FAL, 38116 Braunschweig; e-mail: ordolff@bafm.de

Stichwörter

Euter, Sauberkeit, Bildverarbeitung

Keywords

Udder, cleanliness, image processing

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 05208 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/local/literatur.htm> abrufbar.

Gegenwärtig sind automatische Melk-systeme nicht in der Lage, die Sauberkeit des Euters zu beurteilen, Verletzungen der Zitzen zu entdecken und die Reinigung von Euter und Zitzen entsprechend den derzeit gültigen Regelungen vorzunehmen.

Ergebnisse grundlegender Untersuchungen zur Anwendung optischer Parameter zur Erfüllung dieser Anforderungen wurden von [1] präsentiert. Probleme wurden vor allem in Bezug auf pigmentierte Oberflächen gefunden. In einer weiteren Untersuchung [2] wurde eine CCD-Farb-Kamera benutzt. Die Koppelung von Typ und Intensität der Farbwerte aller Pixel erlaubte die korrekte Erkennung verschmutzter Zitzen.

Die Analyse spektroskopischer Parameter zur Bewertung der Wirksamkeit der Reinigung von Eutern und Zitzen unter Nutzung eines industriellen Standards ergab, dass Handreinigung vor allem die Helligkeit der Oberflächen beeinflusste [3, 4]. Auf schwarzen Oberflächen wurde als Folge der Reinigung eine deutliche Verringerung der Messwerte für gelb beobachtet. Der Parameter rot-grün eignete sich am besten für die Entdeckung blutbenetzter Oberflächen. Es wurde der Schluss gezogen, dass für praktische Anwendung ein kontaktloses Messsystem, basierend auf Videokameras, besser geeignet sei als das in dieser Untersuchung eingesetzte Gerät.

In der folgenden Untersuchung [5] wurde in zwei Messreihen ein industrielles Bildverarbeitungssystem benutzt, um Informationen über optische Parameter zur Anzeige der Sauberkeit der Euteroberflächen von zehn Kühen zu gewinnen, welche in einem Anbindestall der Versuchsstation der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL) in Braunschweig gehalten wurden.

Für das Merkmal weiß wurde eine signifikante Differenz zwischen verschmutzten und sauberen Oberflächen gefunden, während an schwarzen und beschatteten

Oberflächen keine Unterschiede zu finden waren. Ähnlich wie in den Untersuchungen von [3] und [4] wies auch hier die Luminanz die höchste Variabilität auf. Eine zuverlässige Entscheidung über den erforderlichen Umfang und die Wirksamkeit der Euterreinigung war nur bei Auswertung aller Parameter möglich.

Material und Methoden

In einer weiteren Untersuchung wurde das von [5] beschriebene Bildverarbeitungssystem zur Beurteilung der Wirksamkeit der Erkennung blutbenetzter Oberflächen eingesetzt. Um Mängel der Spezifität zu bewerten, wurden die Messergebnisse mit den in der vorausgehenden Untersuchung gewonnenen optischen Parametern verglichen (Tab. 1).

Das System zur Datenaufzeichnung erzeugte drei Parameter (Y, U, V) zur Beschreibung der optischen Beschaffenheit der zu beurteilenden Oberfläche. Der Wertebereich von 1 bis 255 entsprach einem 8-Bit-Datenübertragungssystem [6]. Der Parameter Y gibt die Helligkeit (Luminanz) wieder, die farblichen Eigenschaften (Chrominanz) werden durch die Farbpaare rot-cyan (Parameter U) und gelb-blau (Parameter V) beschrieben. Das hier benutzte Modell Y-U-V zur Farbwiedergabe ist in der Norm CCIR-601 niedergelegt, welche die Bedingungen zur Übertragung von Farb-Video-Signalen beschreibt.

Die Bilder der Euterrückseiten wurden durch eine CCD-Kamera aufgezeichnet, die auf einem Rollwagen aufgebaut war, auf dem sich zur konstanten Ausleuchtung der Euteroberflächen auch zwei 55-Watt-Halogenleuchten befanden. Die trianguläre Anordnung der Lichtstrahlen zeigte den zentralen Bereich des aufzuzeichnenden Bildes an, was die korrekte Platzierung der Kamera etwa 1,5 m hinter der Kuh erleichterte.

Tab. 1: Bereiche der optischen Parameter

Table 1: Ranges for optical parameters

Oberfläche	Mittelwerte					
	Ymin	Ymax	Umin	Umax	Vmin	Vmax
Schmutz	46,4	78,3	111,7	123,3	133,7	139,1
Weiß	92,6	150,8	112,2	123,4	136,3	151,2
Schwarz	25,1	51,5	126	131	128,7	133,1
Schatten	55,7	74,8	122,8	131,5	132,6	143,3
Blut	83,2	135,7	113,7	121,3	158,1	172,1

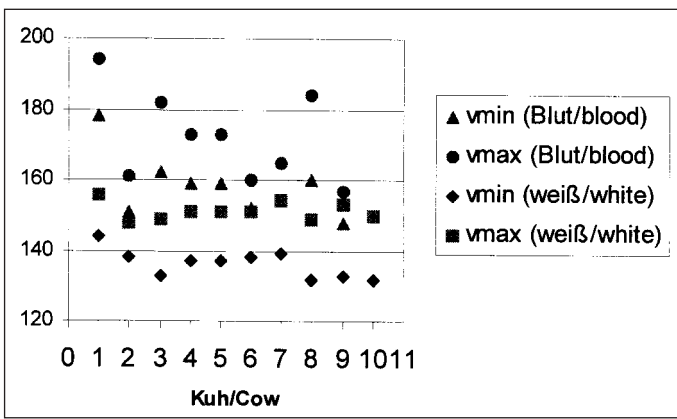


Bild 1: Wertebereich „Weiß/Blut“ (gelb-blau)

Fig. 1: Range „White/Blood“ (yellow-blue)

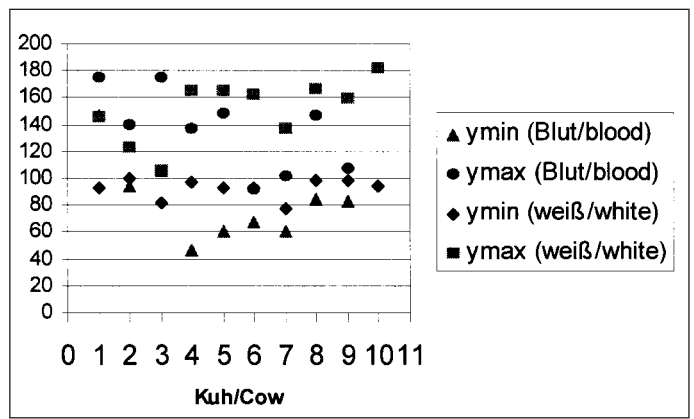


Bild 2: Wertebereich „Weiß/Blut“ (Luminanz)

Fig. 2: Range „White/Blood“ (luminance)

Die Auswertung der Bilder beruhte auf folgenden Zuständen der Euteroberfläche: Schmutz, weiß, schwarz, Schatten/Kontur, Blut. Die Variante „Schatten/Kontur“ wurde in die Auswertung einbezogen, weil auf Grund unzureichender Ausleuchtung in einem gewissen Umfange auch von sauberen Flächen Signale erzeugt werden können, die denen von verschmutzten Oberflächen gleichen. Über ähnliche Beobachtungen berichtet auch [2]. Zehn Bilder von Eutern aus der ersten Messreihe wurden benutzt, um den Zustand der Euteroberflächen anhand der niedrigsten und höchsten Messwerte aus den Einlernprozeduren zu definieren (Tab. 1).

Ergebnisse und Diskussion

Wie bereits erwähnt, war in früheren Untersuchungen, in denen eine ähnliche spektroskopische Methode benutzt wurde [3, 4], der Parameter rot-grün, entsprechend rot-cyan in dem aktuellen System, wie erwartet als der deutlichste Indikator für Blut ermittelt worden. Die Auswertung der aktuellen Daten, welche unter realistischeren Bedingungen gewonnen wurden, produzierte im Hinblick auf „Blut“ jedoch nur für den Parameter gelb-blau nützliche Ergebnisse (Bild 1). Die entsprechenden Wertebereiche für Luminanz (Bild 2) und rot-cyan (Bild 3) lagen sehr dicht an den Messwerten, die an weißen

Euteroberflächen gewonnen wurden, bei denen keine Behaarung vorhanden war, welche zu einem gewissen Grade den Rotanteil der Hautfarbe kompensiert hätte.

Die Parameter für andere Bedingungen, wie verunreinigte Oberflächen, unterschieden sich deutlicher von den Ergebnissen von blutbenetzten Oberflächen (Bild 4).

Ähnlich wie bei früheren Untersuchungen ergab die visuelle Beurteilung der aufgenommenen Bilder, dass sich nicht alle Kühe bei der Aufzeichnung von sauberen und verschmutzten Oberflächen in identischer Position befanden. Diese Situation, welche auch von [2] erwähnt wurde, könnte die Erklärung für einige irreguläre Ergebnisse sein. Für die praktische Anwendung muss daher die Position der Kamera in Bezug auf das Euter stabilisiert werden, etwa durch Nutzung der Signale von Sensoren zur Überwachung der Kuhposition, die in den meisten automatischen Melksystemen vorhanden sind.

Während Schatten, die von [2] als Problem erwähnt wurden, in der hier beschriebenen Untersuchung die Wirksamkeit der Einstufung von Euteroberflächen nicht beeinträchtigten, sollte dieser Effekt dennoch durch optimale Ausleuchtung der Euter vermieden werden. Da die vollständige Erfassung der Euteroberfläche mindestens zwei Kameras erfordert, könnte dieses Problem

durch individuelle Anpassung der Beleuchtung an den von der jeweiligen Kamera erfassten Bereich gelöst werden. Dies könnte auch ein Weg zur Vermeidung irregulärer Bewertung von Konturen sein.

Zusammenfassung

Die Analyse von Bildern verschmutzter und sauberer Euteroberflächen, aufgenommen mit einem industriellen Bildverarbeitungssystem, zeigte, dass die Kombination von Helligkeit und Farbsignalen die Bestimmung von Grenzwerten zur Bewertung der Oberflächen mit einiger Sicherheit ermöglichte. Auf der Grundlage des Parameters gelb-blau war auch die Entdeckung von Blut mit diesem System möglich. Es ist zu untersuchen, inwieweit es zweckmäßig wäre, tier-spezifische Grenzwerte der Parameter für unverletzte Hautbereiche festzulegen, vor allem mit Bezug auf Oberflächen mit unterschiedlicher Behaarung. Für die praktische Anwendung sind außerdem weitere Untersuchungen zusätzlicher Aspekte erforderlich, wie Position der Kuh, zusätzliche Kameras für die Beurteilung der kompletten Euteroberfläche und Optimierung der Ausleuchtung der zu überprüfenden Flächen.

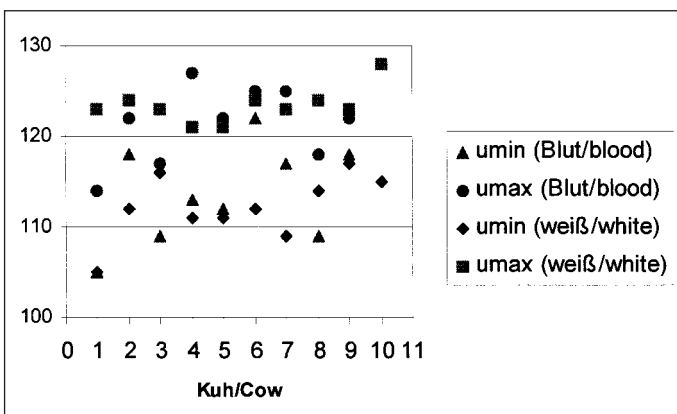


Bild 3: Wertebereich „Weiß/Blut“ (rot-cyan)

Fig. 3: Range „White/Blood“ (red-cyan)

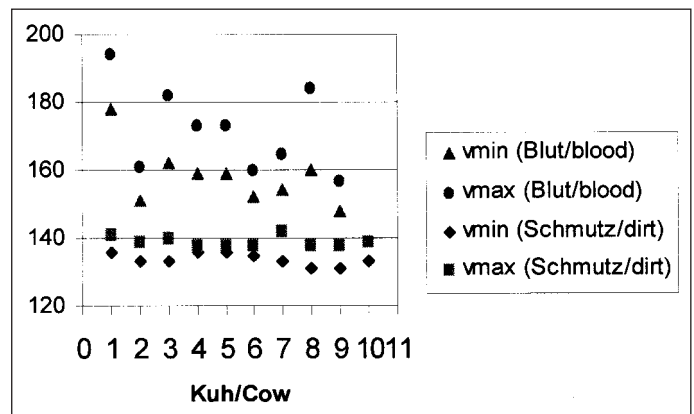


Bild 4: Wertebereich „Schmutz/Blut“ (gelb-blau)

Fig. 4: Range „Dirt/Blood“ (yellow-blue)