

Mihaiela Alexandrina Rus, Annabell Wobschall, Saskia Storm und Otto Kaufmann

# DairyCheck – ein Sensorsystem zur Erfassung und Analyse der Kauaktivität von Kühen

DairyCheck ist ein sich in Entwicklung befindendes Sensorsystem zur qualitativen und quantitativen Erfassung der Kaumuskelaktivität von Milchkühen. Die Messung basiert auf dem Prinzip der Elektromyographie (EMG); der EMG-Sensor misst mittels auf der Haut aufgebrachten Elektroden alle Potenzialänderungen, die bei der Kontraktion des Kaumuskels (*M. masseter*) entstehen. Analyse und Bewertung der aufgezeichneten EMG-Daten und Signalmuster finden mit einer Analysesoftware statt, die die Dauer des Wiederkauens und der weiteren Kauaktivitäten ausgibt. Dies lässt eine qualitative und quantitative Bewertung auf Einzeltierbasis zu, die wiederum die Basis für eine frühzeitige Krankheitserkennung bildet.

## Schlüsselwörter

Milchkühe, Fressverhalten, Wiederkauverhalten, Sensorsysteme, Elektromyographie

## Keywords

Dairy cows, feeding behavior, ruminating, sensor systems, electromyography

## Abstract

Rus, Mihaiela Alexandrina; Wobschall, Annabell; Storm, Saskia and Kaufmann, Otto

DairyCheck – a sensor system for monitoring and analysis of the chewing activity of dairy cows

Landtechnik 68(6), 2013, pp. 395–399, 4 figures, 3 tables, 7 references

DairyCheck is a developing sensor system for recording chewing activity of dairy cows quantitatively and qualitatively. The measurement is based on the principle of electromyography (EMG). The electromyographic sensor quantifies the electrical potential of masticatory muscle contractions at the cow's skin (*M. masseter*). Analysis and assessment of the recorded EMG-data and signal patterns is realized by a software application, evaluating the duration of chewing and

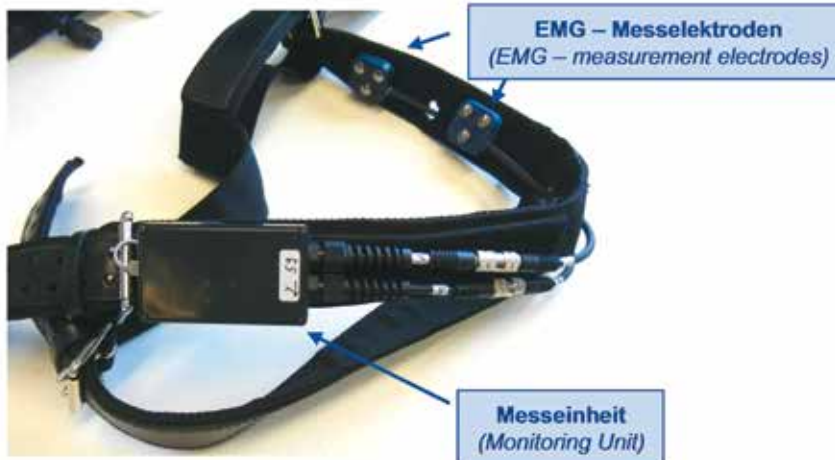
ruminating for each animal quantitatively and qualitatively. This is the basis of early indication of health disorders.

■ In der Milchviehhaltung werden hohe Milchleistungen durch energiereiche Fütterungsrationen erreicht, deren Zusammensetzung entscheidend für die Gewährleistung der Energiezufuhr und des strukturwirksamen Anteils ist. Erkrankungen, die aufgrund einer unausgewogenen Zusammensetzung entstehen, können aufgrund einer veränderten Wiederkaudauer tierindividuell gemessen werden. Die Dauer des Wiederkauens hängt von der aufgenommenen Futtermenge und der Zusammensetzung der Ration ab, wobei ein hoher Strukturanteil das Wiederkauen fördert. Kauaktivität und Wiederkauaktivität sind daher bedeutende Faktoren zur Beurteilung der Strukturwirksamkeit von Futtermitteln [1; 2; 3]. Das Wiederkauen ist bei Rindern eine unerlässliche Verhaltensweise, die das physische und psychische Wohlbefinden eines Tieres abbildet. Anhand von Änderungen der Wiederkauaktivitäten lassen sich Gesundheitsstörungen (z. B. Pansenazidosen) frühzeitig erkennen [4]. In der vorliegenden Studie wurde ein darauf abgestimmtes System entwickelt, das mittels EMG-Elektroden die Kauaktivität von Milchkühen aufzeichnet.

## Systembeschreibung

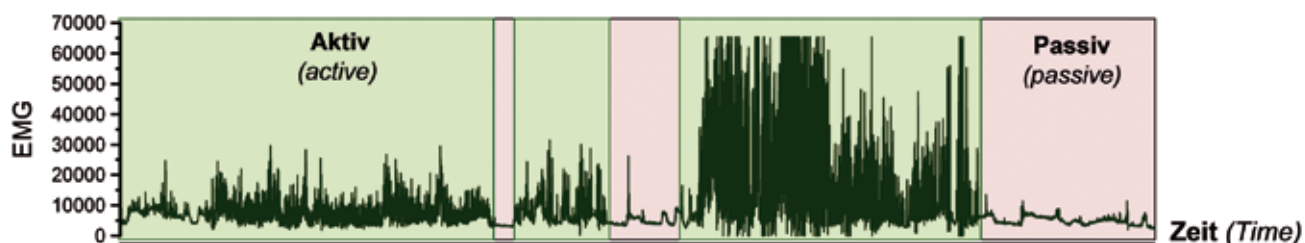
Das neue Messsystem besteht aus einer multiparametrischen Messeinheit und einem Softwaremodul zur Datenerfassung und -analyse mit dem Fokus auf tierindividuelle Veränderungen der Kauaktivität. Die funkbasierte Datenübertragung erfolgt kontinuierlich über mehrere Empfangsstationen im Stall.

Abb. 1



DairyCheck Messhalfter (Foto: M. Rus)  
 Fig. 1: DairyCheck halter

Abb. 2



EMG-Signalmuster  
 Fig. 2: EMG signal

Das Sensorsystem wurde mit einem speziell entwickelten Kopfhalter am Tier fixiert (**Abbildung 1**).

Die Messeinheit beinhaltet zwei Oberflächenelektroden für die elektromyographische Messung der Kauaktivität, einen 3D-Beschleunigungssensor zur Erfassung der Kopfposition und der Kopfbewegung, ein Datenverarbeitungsmodul sowie eine Akkuplatine. Durch die Elektroden werden die Potenzialänderungen, die bei der Kontraktion des Kaumuskels (*M. masseter*) entstehen mit einer Frequenz von 10 Hz erfasst (**Abbildung 2**).

Die Signale für Wiederkauen und Fressen unterscheiden sich bei Kaumuskelaaktivitäten durch unterschiedliche Muster. Während es sich beim Wiederkauen um ein regelmäßiges Muster mit definierten Pausen und Kauvorgängen handelt, ist das Fressen durch ein sehr unregelmäßiges Muster gekennzeichnet. Eine speziell für das System entwickelte Software klassifiziert die vom Sensor gemessenen Daten in Phasen ohne und Phasen mit Maulaktivität. Anschließend werden die Phasen mit Maulaktivität in Wiederkauphasen und Phasen sonstiger Aktivität (z. B. Fressen, Trinken usw.) unterteilt. Außerdem ermittelt das DairyCheck-Programm auch die Anfangs- und Endzeit, die Dauer aller Phasen sowie deren Anzahl.

Im Folgenden wird anhand der Analyse der EMG-Signale an 6 gesunden Milchkühen in der zweiten Laktation mit einer durchschnittlichen Milchleistung von  $47,2 \pm 2,7$  kg je Tier und Tag die Funktionsweise des Systems demonstriert. Die Untersuchung wurde im Juni 2012 in enger Zusammenarbeit mit der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, Sachsen-Anhalt in Iden durchgeführt. Neben den Sensordaten wurden die tägliche Futteraufnahme und die Fressdauer (Wiegeträge) erfasst. Aus dieser umfangreichen Datenerhebung wurden 6 aufeinanderfolgende Tage exemplarisch ausgewählt (**Tabelle 1**).

#### Analyse der Kaumuskelaaktivität

Über die gesamte Messdauer wurden an allen 6 Kühen insgesamt 2 714 Phasen mit und ohne Maulaktivität erfasst; dies entspricht etwa 75,39 Phasen je Tier und Tag mit einer mittleren Phasendauer von ca. 19 Minuten. Die **Tabelle 2** zeigt die Ergebnisse der Parameter Anzahl Phasen, Phasen- und Gesamtdauer als Mittelwerte der Tiergruppe. Die differenzierte Betrachtung der automatisch klassifizierten Phasen ergab, dass ca. 45 % aller Phasen mit einer Maulaktivität verbunden waren und somit relevant für die Analyse der Kauaktivität. Im Durchschnitt be-

Tab. 1

Futteraufnahme und Fressdauer für die einzelnen Kühe in der Untersuchungszeit

Table 1: Feed intake and Feeding duration for each cow in the analysed period

	Tiernummer / Cow number					
	7514	7508	7554	94997	7536	7543
Futteraufnahme [kg/Tag] Feed intake [kg/day]	49,9	49,0	47,8	47,7	47,5	52,6
Fressdauer [hh:mm/Tag] Feeding duration [hh:mm/day]	07:52	04:54	05:09	04:44	03:12	03:22

Tab. 2

Durchschnittliche Kaumuskelaktivität (MW  $\pm$  SD) über die gesamte Messdauer

Table 2: Average muscle activity (mean  $\pm$  SD) of each cow in the analysed period

Parameter / Parameter)	Anzahl Phasen je Tier und Tag Number of phases per cow and day	Phasendauer je Tier Phase duration per cow	Gesamtdauer je Tier und Tag Duration per cow and day
Wiederkauen Rumination	14,94 $\pm$ 3,71	0:28:34 $\pm$ 0:05:39	7:05:48 $\pm$ 2:06:09
Sonstige Maulaktivität Other activities	19,28 $\pm$ 7,69	0:20:19 $\pm$ 0:08:05	5:36:32 $\pm$ 1:04:30
Pause (keine Maulaktivität) Breaks (no activity)	41,17 $\pm$ 9,42	0:16:41 $\pm$ 0:04:27	10:59:44 $\pm$ 1:43:21

Tab. 3

Gruppenanalyse der Gesamtwiederkaudauer (MW  $\pm$  SD) je Tagesabschnitt

Table 3: Group analysis of rumination per daily stage (mean  $\pm$  SD)

	Vormittag (4–12 Uhr) Morning (4–12 a. m.)	Nachmittag (12–20 Uhr) Afternoon (12–8 p. m.)	Nacht (20–4 Uhr) Night (8 p. m.–4 a. m.)
Wiederkaudauer je Tier und Abschnitt [h:mm] Duration of rumination per cow and day [h:mm]	2:02 $\pm$ 0:59	2:11 $\pm$ 0:48	2:52 $\pm$ 0:46
Anzahl der Phasen je Tier und Abschnitt [n] Number of phases per cow and day [n]	4,25 $\pm$ 1,93	4,58 $\pm$ 1,50	6,11 $\pm$ 2,16
Wiederkaudauer je Tier und Phase [h:mm] Duration of rumination per cow and phase [h:mm]	0:28 $\pm$ 0:07	0:30 $\pm$ 0:13	0:30 $\pm$ 0:09

trug eine Wiederkauphase 28 Minuten. Die durchschnittliche Phasenlänge sonstiger Maulaktivitäten betrug 20 Minuten.

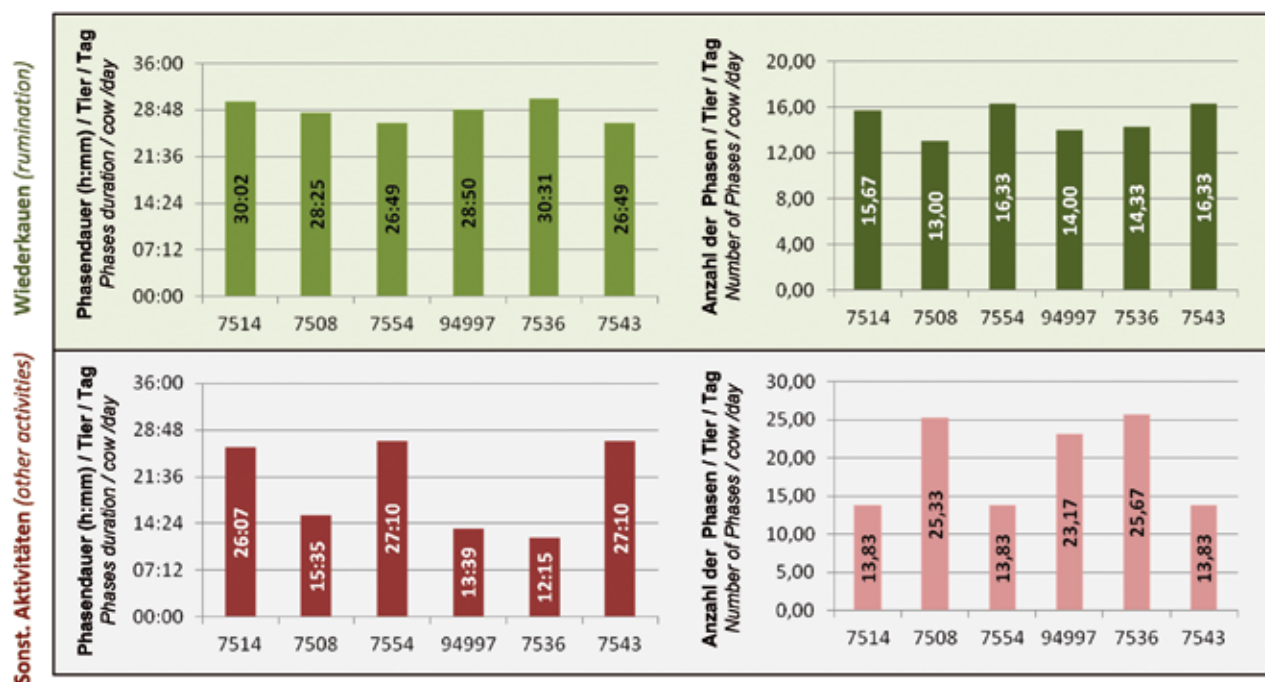
Während die durchschnittliche, tägliche Wiederkaudauer bei über 7 Stunden (ca. 30 % des Tages) liegt, beträgt die tägliche mittlere Dauer sonstiger Aktivitäten 5,5 Stunden (24 % des Tages). Betrachtet man die Standardabweichung aller Phasen mit Maulaktivität (SD: 19  $\pm$  40 % des entsprechenden MW) sowie die in **Tabelle 1** dargestellten Ergebnisse der Fressdauer wird deutlich, dass die Streuung zwischen den Einzeltieren groß ist. **Abbildung 3** zeigt die Ergebnisse der statistischen Analyse der Phasendauer und die Anzahl der Phasen mit Maulaktivität jeweils für jedes Einzeltier.

Es wird deutlich, dass zwischen einzelnen Tieren je nach Phasentyp und Parameter erhebliche Differenzen auftreten. Die mittlere Dauer einer Wiederkauphase schwankt zwischen ca. 26 und 30 Minuten. Die niedrigste Phasendauer bei den

sonstigen Aktivitäten liegt bei ca. 12 Minuten, während die längste Dauer diese um 122 % übersteigt. Unterschiede gibt es ebenfalls in Bezug auf die Anzahl der Phasen. Während die mittlere Anzahl der Wiederkauphasen nur leichte Schwankungen zeigt ( $\pm$  3 Phasen je Tier und Tag), weist die Anzahl sonstiger Aktivitäten erhebliche Differenzen auf ( $\pm$  12 Phasen je Tier und Tag).

Andere Studien ergaben, dass die Wiederkauaktivität einem circadianen Rhythmus unterliegt [5] und dass die Wiederkauphasen von verschiedenen Stressfaktoren beeinflusst werden [6; 7]. Vor diesem Hintergrund konzentrierte sich die weitere Analyse auf die Verteilung der Wiederkauphasen über den Tag (**Tabelle 3**). Bei der Einteilung der Tagesabschnitte wurden die Melkzeiten (4:00, 12:00 und 20:00 Uhr) berücksichtigt. Eine vergleichende Analyse aller untersuchten Parameter deutet auf eine erhöhte Wiederkauaktivität in der Nacht hin.

Abb. 3



Phasen mit Maulaktivität: mittlere Anzahl und mittlere Phasendauer je Tier und Tag  
 Fig. 3: Chewing periods: average duration and number per cow and day

Abb. 4



Vergleich der tierindividuellen Wiederkaudauer je Tagesabschnitt  
 Fig. 4: Comparison of rumination of each cow per daily stage

Anhand der Daten in **Tabelle 3** wird deutlich, dass tagsüber die Streuung zwischen den Einzeltieren relativ groß ist (SD Vormittag: 25–48 % des entsprechenden Mittelwertes; SD Nachmittag: 33–43 %), während die Wiederkauaktivität in den nächtlichen Abschnitten wesentlich geringere tierindividuelle Variationen aufweist (SD Nacht: 27–35 %).

Die Beobachtung der Einzeltiere führte zu ähnlichen Erkenntnissen (**Abbildung 4**). Dabei zeigt sich auch, dass  $41 \pm 3$  % der gesamten Wiederkauzeit je Tier und Tag zwischen 20 Uhr abends und 4 Uhr morgens stattfindet. Die restliche Wiederkauzeit verteilt sich gleichmäßig auf die anderen

beiden Tagesabschnitte (Vormittag:  $29 \pm 4$ %; Nachmittag:  $30 \pm 2$  %).

### Schlussfolgerungen

Die Elektromyographie bietet die Möglichkeit, die Kauaktivität am Tier objektiv zu erfassen, ohne dieses dabei in seinem natürlichen Verhalten zu beeinträchtigen.

Die vorliegenden Ergebnisse haben gezeigt, dass die Wiederkauphasen relativ geringe tierindividuelle Variationen aufweisen. Die kleine Stichprobe ergab folgende Werte für das Wiederkauverhalten:

- 7 Stunden Dauer je Tag
- 15 Phasen je Tag
- 28 Minuten Dauer je Phase

Außerdem zeigt sich, dass Wiederkauen in der Nacht geringer variiert als am Tage. Möglicherweise könnten demnach deutliche Veränderungen des Wiederkauverhaltens in der Nacht besser identifiziert werden.

Das hier vorgestellte Beispiel für die Funktionalität des DairyCheck-Systems macht deutlich, dass das Wiederkauen von anderen Maulaktivitäten abgegrenzt werden kann. In weiteren Untersuchungen sollen die Maulaktivitäten beim Fressen charakterisiert und die „sonstigen Aktivitäten“ weiter differenziert werden, um aus der Muskelaktivität auch auf das Fressen schließen zu können.

### Literatur

- [1] DeBrabander, D. L.; DeBoever, J. L.; Vanacker, J. M.; Boucque, C. V.; Bottermann, M. (1999): Evaluation of physical structure in dairy cattle nutrition. In P. C. Gransworthy, and Wisemann, J. Recent Advances in Animal Nutrition, Nottingham Univ. Press, pp. 111–145
- [2] Hoffmann, M. (1990): Tierfütterung. Dt. Landwirtschaftsverlag, Berlin
- [3] Maekawa, M.; Beauchemin, K.; Christensen, D. (2002): Effect of Concentrate Level and Feeding Management on Chewing Activities, Saliva Production, and Ruminal pH of Lactating Dairy Cows. J. Dairy Sci. 85, pp. 1165–1175
- [4] DeVries, T. J.; Beauchemin, K. A.; Dohme, F.; Schwartzkopf-Genswein, K. S. (2009): Repeated ruminal acidosis challenges in lactating dairy cows at high and low risk for developing acidosis: Feeding, ruminating, and lying behaviour, J. Dairy Sci. 92, pp. 5067–5078
- [5] Welch, J. G.; Smith, A. M. (1970): Forage quality and rumination time in cattle. J. Dairy Sci. 53, p. 797
- [6] Bristow, D. H. (2007): Cortisol levels and anxiety-related behaviors in cattle. Physiology and Behavior 90, pp. 626–628
- [7] Herskin, M. M. (2004): Effects of acute stressors on nociception, adrenocortical responses and behavior of dairy cows. Physiology and Behavior 83, pp. 411–420

### Autoren

**Dr. rer. agr. Mihaiela A. Rus** und **Dipl.-Biol. Annabell Wobschall** sind wissenschaftliche Mitarbeiter, **Saskia Storm** ist studentische Hilfskraft am Fachgebiet Tierhaltungssysteme und Verfahrenstechnik des Departments für Nutzpflanzen- und Tierwissenschaften der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen-Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin (Fachgebietsleiter: **Prof. Dr. Otto Kaufmann**), Philippstraße 13, Haus 10, 10115 Berlin, E-Mail: mihaiela.alexandrina.rus@agr.hu-berlin.de

### Hinweise

Die Entwicklung des DairyCheck-Systems ist aktuell das Ziel eines durch die BLE geförderten Projekts. Die Arbeitsgruppe besteht aus Wissenschaftlern der HU Berlin und der Universität Kassel sowie Technikern der Firmen BITSz engineering GmbH und BIJO-DATA GmbH.