ART-Bericht 748

Wiederkausensor für Milchkühe

Automatisches Erfassen der Kau- und Fressaktivität zur Gesundheitsüberwachung

Oktober 2011

Autorinnen und Autoren

Franz Nydegger, Markus Keller, ART, Lorenz Gygax, Zentrum für tiergerechte Haltung von Wiederkäuern und Schweinen, ART

Wendelin Egli, MSR Electronics GmbH, CH–8444 Henggart

franz.nydegger@art.admin.ch

Impressum

Herausgeber:
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen,
Redaktion: Etel Keller, ART

Die ART-Berichte/Rapports ART erscheinen in rund 20 Nummern pro Jahr. Jahresabonnement Fr. 60.–. Bestellung von Abonnements und Einzelnummern:
ART, Bibliothek, 8356 Ettenhausen
T +41 (0)52 368 31 31
F +41 (0)52 365 11 90
doku@art.admin.ch
Downloads: www.agroscope.ch

ISSN 1661-7568

Der neue Wiederkausensor dient der Erfassung der Kau- und Fressaktivitäten von Wiederkäuern. Mit Hilfe dieser Geräte ist es einerseits möglich, im Rahmen von wissenschaftlichen Versuchen die Kau- und Fressaktivitäten zu erfassen und auszuwerten. Andererseits erlaubt diese Technik, Kühe unter Praxisbedingungen sehr detailliert auf die entsprechenden Aktivitäten zu untersuchen und daraus Rückschlüsse auf mögliche Gefährdung der Kühe durch Stoffwechselkrankheiten zu ziehen.

Die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART und die Firma MSR Electronics GmbH entwickelten den Wiederkausensor und die notwendige Auswertesoftware in Zusammenarbeit mit der ZHAW Winterthur. Der Einsatz und eine detaillierte Überprüfung der Geräte ergaben eine hohe Zuverlässigkeit sowohl in Bezug auf die Funktion als auch auf die erzielten Ergebnisse. Aus den Ergebnissen des Tests lassen sich Rückschlüsse auf die Fütterung und die Gefährdung durch Strukturmangel in der Ration ziehen. Damit steht der Fütterungsberatung und Tierärzten ein neues Hilfsmittel zur frühzeitigen Erkennung von sich anbahnenden Stoffwechselkrankheiten zur Verfügung. Durch den vermehrten Einsatz dieser Technik können auch detailliertere und aktuellere Erkenntnisse zur Frage der «wiederkäuergerechten» Ration und entsprechende «Alarmwerte» gewonnen werden. Die Erfassungsmethode hat sich als robust, zuverlässig und gut handhabbar erwiesen. Für den Einsatz in der breiteren Praxis sind weitere Optimierungsschritte in Arbeit.

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches
Volkswirtschaftsdepartement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Agroscope

Problemstellung

In Milchviehherden führt die Leistungssteigerung zu einem steigenden Einsatz von Futtermitteln mit einer hohen Energiedichte. Zur Erzielung einer guten Silagequalität ist eine starke Verdichtung Voraussetzung. Das Häckseln des Futters unterstützt die Verdichtung.

Dies kann zu einer Senkung der Strukturanteile der Ration führen und eine verringerte Kau- und Wiederkauaktivität bewirken. Ein hoher Anteil fermentierbarer Kohlenhydrate bei gleichzeitig verminderten Kau- und Wiederkauzeiten kann Stoffwechselstörungen wie subakute oder akute Pansenazidose auslösen.

Die Kau-, Wiederkau- und Fressaktivität hat als bedeutender Verdauungs- und Stoffwechselparameter eine wichtige Aussagekraft. Deshalb ist eine automatische Erfassung der Kau- und Wiederkauaktivität von Wiederkäuern interessant. Sie kann frühzeitig Hinweise auf Fütterungsfehler geben und somit die Entscheidung für eine Anpassung der Ration erleichtern. Die auf dem Markt erhältlichen Geräte sind entweder für den Einsatz in Laufställen mit Selbstfangfressgittern nicht geeignet, oder sie lassen keine Erfassung der einzelnen Kauschläge zu.

ART setzte sich deshalb zum Ziel, ein neues anwender- und tierfreundliches Gerät zu entwickeln. Dies erfolgte in Zusammenarbeit mit der Firma MSR Electronics, Henggart, der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft (ZHAW) sowie der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP und führte zum neuen patentierten Wiederkausensor.

Beschreibung und Funktionsweise

Der neue Kausensor misst die Kauaktivität am Tier, ohne dieses dabei in seinem natürlichen Verhalten zu beeinträchtigen (Abb. 1). Ein Halfter dient zur Aufnahme der Messeinheit. Dieses enthält einen Nasenbandsensor (NBS) und eine Datenerfassungseinheit (Logger). Der NBS besteht aus einem mit pflanzlichem Öl gefüllten Silikonschlauch mit eingebautem Drucksensor und wird in die Schutzhülle über dem Nasenrücken der Kuh eingeführt. Durch die Kieferbewegungen der Kuh ändert sich die Krümmung des Nasenbandes, was eine Druckänderung im Silikonschlauch bewirkt. Der Drucksensor ist mit einem Kabel am Logger angeschlossen. Der Logger befindet sich in der Schutztasche auf der linken Seite des Halfters und registriert den Druck im NBS mit einer Frequenz von 10 Hertz. Seine Speicherkapazität reicht für eine Aufzeich-

Abb. 1: Das Mess-Set besteht aus einem Drucksensor über der Nase und einem Datalogger (MSR145), die im Futter und in einer Tasche am Nasenband des Halfters untergebracht sind.

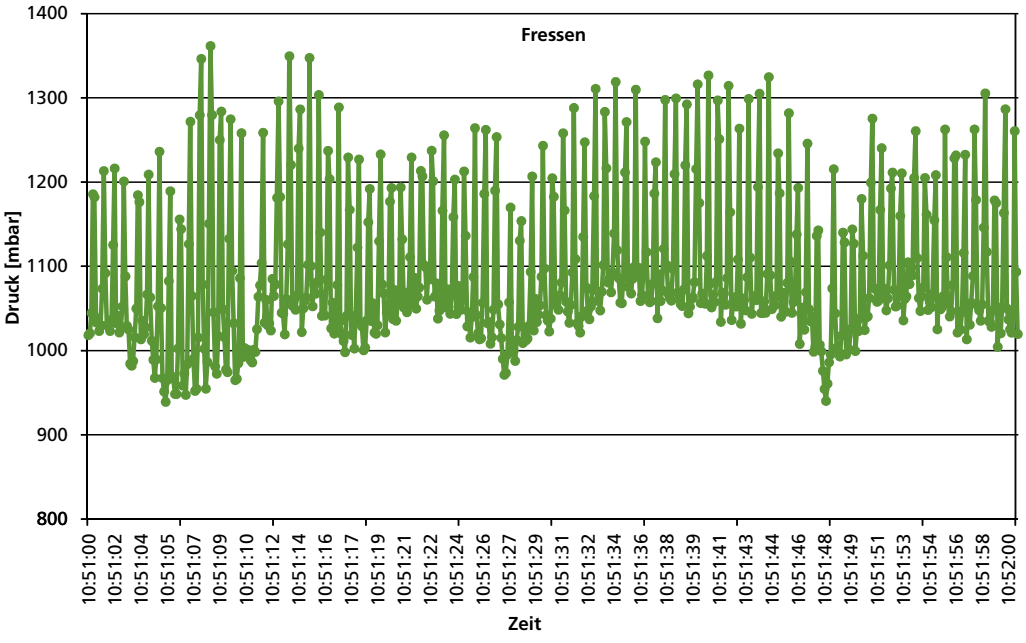

Abb. 2: Der Druckverlauf beim Fressen zeigt jeden einzelnen Kauschlag des Kiefers. Pro Sekunde zeichnet das Gerät 10 Messpunkte auf.

Tabelle 1: Ergebnis-Tabelle einer Tagesauswertung

Kuh Nr.	45	13.5.2009
Wiederkaudauer	min	299,9
Wiederkaudauer	h	5,00
Boli	Anzahl	433
Wiederkauschläge	Anzahl	22867
Wiederkauschläge/Bolus	Anzahl	53
Fressdauer	min	311,8
Fressdauer	h	5,20
Kauschläge Fressen	Anzahl	24435

nungsdauer von rund 40 Stunden. Der Vorgang der Datenerfassung und Auswertung wird in mehreren Schritten abgewickelt. Der Benutzer gibt die Start- und Endzeiten für die Aufzeichnung über die Verbindungssoftware im Logger ein. Die Datenübertragung zum PC erfolgt über einen USB-Anschluss mit einer speziellen Software. Mit dieser erstellt der Benutzer oder die Benutzerin Musterdateien zu den Fress- und Wiederkauaktivitäten für die Auswertesoftware. Die Fress-und Wiederkauaktivitäten der Kuh lassen sich anhand der gemessenen Druckdaten in vier Gruppen einteilen: «Wiederkauen», «Fressen im Stall», «Weiden» und «Andere Aktivitäten».

Messung der Kauaktivität

Die Kaubewegungen der Kuh lösen je nach Aktivität unterschiedlich Druckverlaufsmuster aus. Diese Muster sind mit Hilfe des Grafikprogramms MSR-Viewer optisch am Bildschirm gut zu unterscheiden.
Abbildung 2 zeigt den Druckverlauf beim Fressen und Abbildung 3 beim Wiederkauen.
Die Auswertesoftware erfasst die Kauschläge und teilt diese den Aktivitäten «Wiederkauen» (WK), «Fressen» und «Andere Aktivitäten» zu und errechnet die Wiederkaudauer (WK-Dauer), die Anzahl Boli (Wiederkaubissen), die durchschnittliche Anzahl Wiederkauschläge pro Bolus, die Fressdauer und die Anzahl Kauschläge während des Fressens. Sie gibt die Resultate einer Messphase einerseits als Textfile (Tab. 1) und als Grafik aus (Abb. 4).

Tabelle 2: Vergleich der Zuordnung der Aktivitäten nach optischer und automatischer Auswertung in der Stichprobe (zirka 5 Minuten).

	Aktivität	Automatisch erfasst: Fressen	Wiederkauen	Andere Aktivität
Optisch erfasst	Fressen	18	0	0
	Wiederkauen	0	16	0
	Andere Aktivität	0	0	26
	Korrekt %	100	100	100

Überprüfung der Auswertung

Zur Überprüfung der Auswertung der Aktivitäten durch die Software wurden Messungen mit vier Rationen und zwei Tiergruppen mit 12 bis 15 Milchkühen durchgeführt. In einem ersten Schritt wurde geprüft, ob eine Musterdatei mehrfach verwendet werden kann. Es zeigte sich, dass eine typische Musterdatei für «andere Aktivitäten» für alle Kühe ausreicht. Es ist aber nicht möglich, alle unterschiedlichen Kühe mit lediglich einem Musterdatensatz für «Wiederkauen und Fressen» auszuwerten. Dazu müssen für jede Messung Musterdateien erstellt werden.
Im zweiten Schritt erfolgte ein Vergleich zwischen optischer und automatischer Beurteilung.

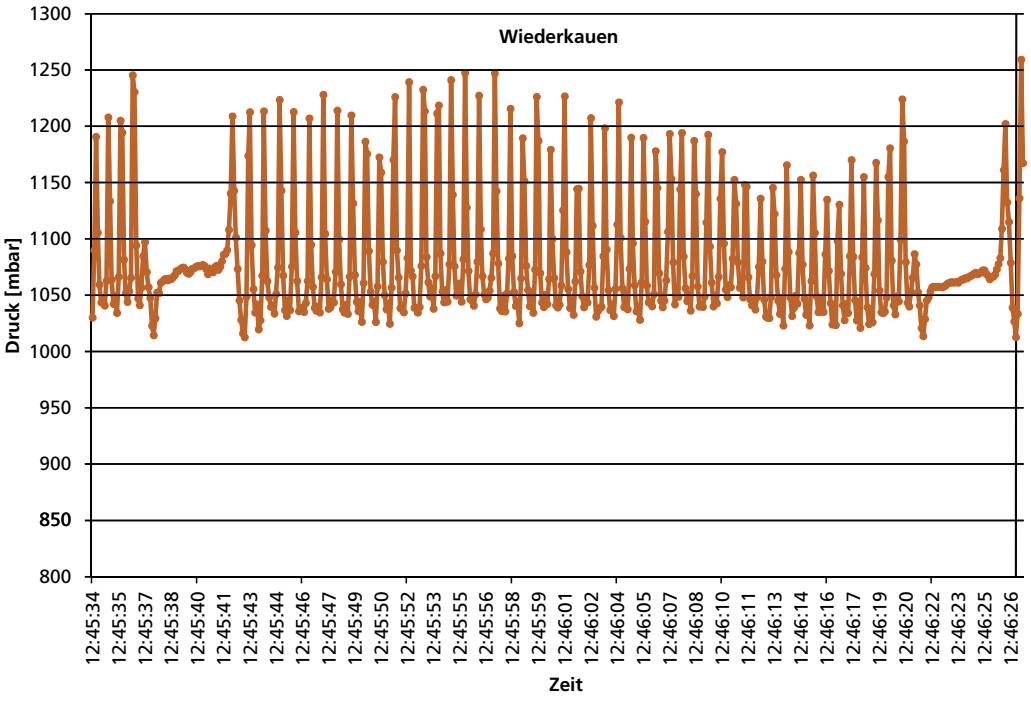

Abb. 3 Beim Wiederkauen sind die Pausen zwischen den Wiederkaubissen (Boli) deutlich zu erkennen. Für diesen Bolus führte die Kuh 50 Kauschläge aus.

Aus 145 Messdatensätzen wurden 60 Zufallsstichproben von jeweils fünf Minuten gezogen. Die Stichproben wurden danach einerseits optisch mit Hilfe der Software MSR-Viewer beurteilt und andererseits automatisch ausgewertet. Beurteilt wurden die Übereinstimmung der Aktivitätszuteilung, die Kauschläge bei den Aktivitäten «Fressen im Stall» (Kauschläge in der Stichprobe) und «Wiederkauen» (Anzahl Kauschläge je Bolus in der Stichprobe).
Die Zuordnung der Aktivitäten durch die automatische Auswertung war in allen Fällen zutreffend (Tab. 2).

Als zweites Kriterium wurde die Differenz von optisch zu automatisch gezählten Kauschlägen (KS) herbeigezogen. Die Differenz ist ausgedrückt in Prozent des optisch erfassten Werts.

Beim Fressen im Stall betrugt die mittlere Abweichung der optischen im Vergleich zur automatischen Auszählung 12,0 % und schwankte in einem Bereich von +31,4 bis –1,91 % mit einer Standardabweichung von 9,0 %, wobei die Überschätzung unabhängig vom absoluten Wert ist. Die Übereinstimmung zwischen optischer und automatischer Auswertung ist in Abbildung 5 dargestellt.

Die mittlere Abweichung der optischen im Vergleich zur automatischen Auszählung der Kauschläge pro Bolus betrug –0,24 % und schwankte in einem Bereich von +1,09 bis –2,36 %. Sie zeigt eine sehr gute Übereinstimmung der beiden Methoden. Die Übereinstimmung zwischen optischer und automatischer Auswertung ist in Abbildung 6 dargestellt.

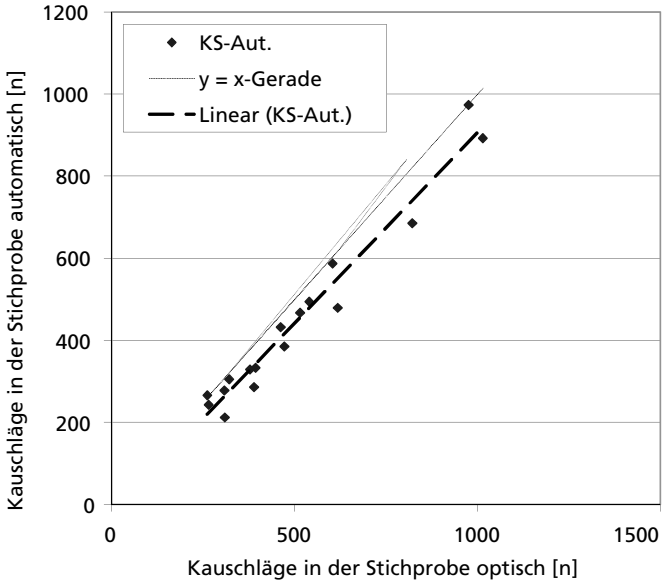

Abb. 5: Zusammenhang zwischen optischer Auszählung (x-Achse) und automatischer Auszählung (y-Achse) für die Anzahl Kauschläge pro Stichprobe beim Fressen (Punkte, gestrichelte Linie) im Vergleich zur y = x-Geraden (100 % Übereinstimmung grau gepunktet).

Damit erweist sich die Übereinstimmung bei den Kauschlägen während des Fressens als geringer als bei den Kauschlägen pro Bolus. Sie kann jedoch als gut eingestuft werden, eine Verfeinerung der Einstellparameter in der Auswertesoftware ist aber noch möglich.

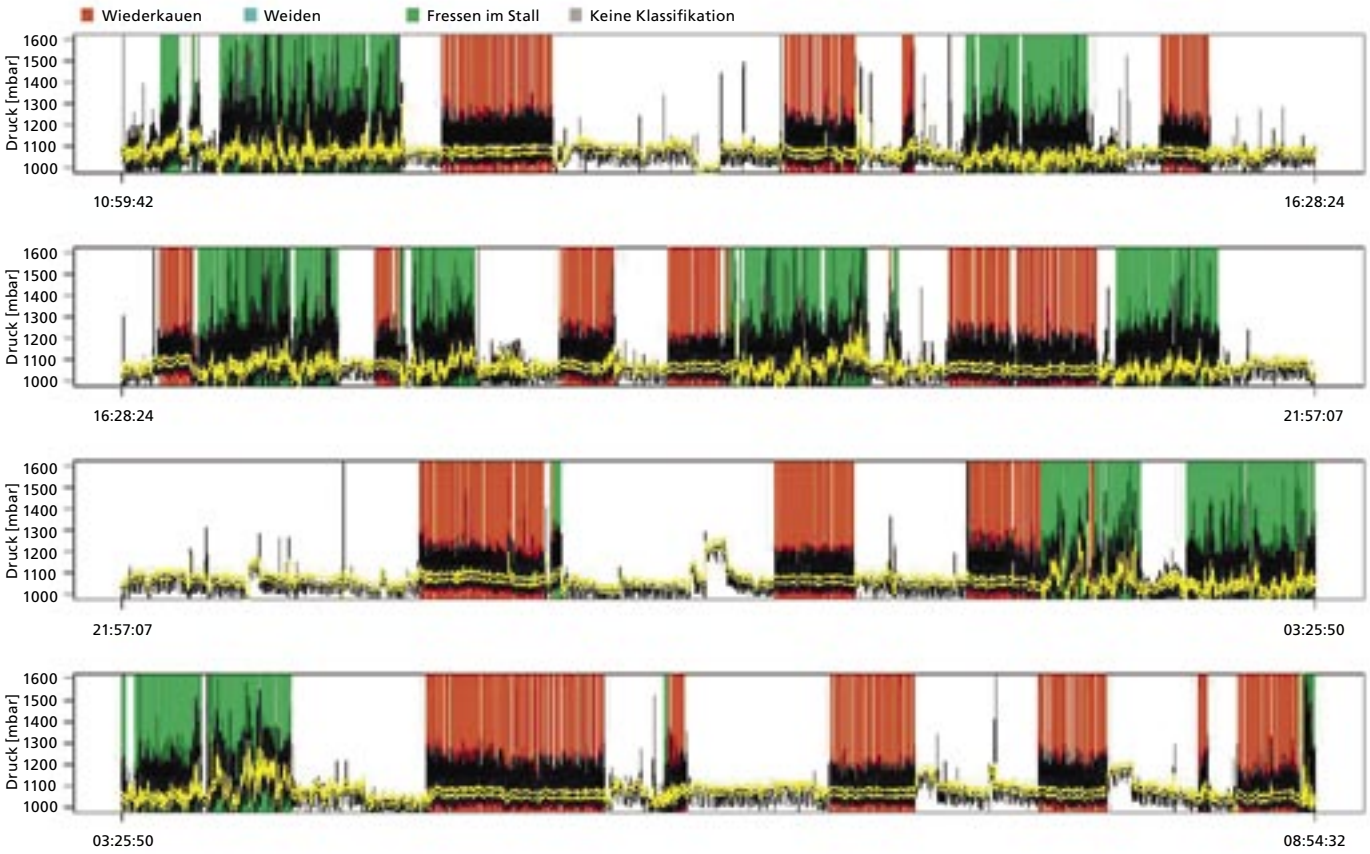

Abb. 4: Beispiel Grafik der Auswertung eines Tagesverlaufs, rot markiert die Wiederkauphasen und grün die Fressphasen.

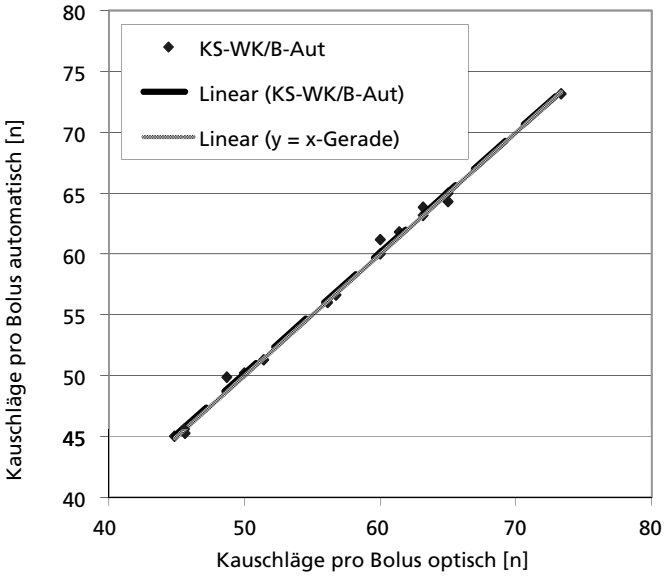

Abb. 6: Zusammenhang zwischen optischer Auszählung (x-Achse) und automatischer Auszählung (y-Achse) für die Anzahl Kauschläge pro Bolus (Punkte, gestrichelte Linie) im Vergleich zur y = x-Geraden (100 % Übereinstimmung grau gepunktet).

Interpretation der gemessenen Wiederkau- und Fressdaten

In der Literatur wird auf die Wichtigkeit der Wiederkauaktivität hingewiesen. Porzig und Sambraus (1991) nennen als normale Spannen 40 bis 70 Kauschläge je Bissen (Bolus) und 20 000 bis 30 000 Wiederkauschläge pro Tag.
Piatkowski und Nagel (1977) fordern bei einstreuloser Haltung eine Wiederkauzeit von 6,5 bis 8 h pro Tag. Die untere Grenze sollte bei 20 000 bis 22 000 in 6,5 h liegen. Piatkowski (1983) gibt 40 min Wiederkauzeit je Kilogramm Trockensubstanz (TS) Grobfutter als Richtwert an.
Steingass (2005), Rinderernährung, Universität Hohenheim, versteht die in Tabelle 3 aufgeführten Werte als Anzeichen für eine «wiederkäuergerechte» Ernährung.
Schneider (2002) untersuchte das Wiederkauverhalten der Fleckviehherde auf dem biologisch-dynamisch bewirtschafteten Betrieb Rheinau. Der Herdendurchschnitt betrug 2000/01 5500 kg/Laktation, und die Ration bestand aus Belüftungsheu, Gras- und Maissilage und der Verzehr dieser Grundration bei 16 kg TS pro Tier und Tag.

Yared Hailu (2003) hat die Frequenz der Kieferschläge während des Wiederkauens untersucht. Er stellte fest, dass die Variabilität (Schwankungen) der Frequenz der Kieferschläge zwischen den verschiedenen Kühen wesentlich höher ausfiel als zwischen verschiedenen Messungen einer Kuh.
Die aufgeführten Spannen für die «wiederkäuergerechte» Ernährung sind relativ gross.
Vor diesem Hintergrund ist eine Beurteilung des Verlaufs der Werte der einzelnen Kühe zielführender als ein Vergleich mit breiten Normwerten. Durch das vermehrte Aufzeichnen von Wiederkaudaten und deren Zuordnung zu den bekannten Grössen wie Grundfutterration und Gesundheitsstörungen sollte es möglich sein, in der Zukunft Grenzwerte besser zu definieren.

Diskussion

In verschiedenen Versuchen im In- und Ausland wurden für Forschungszwecke Wiederkaumessgeräte des Typs IGER eingesetzt (Rutter 1997). Dabei hat sich gezeigt, dass diese beim Aufenthalt der Kühe im Stall häufig beschädigt werden und dass der Logger die Kühe beim Zugang und beim Verlassen des Fressgitters behindert. Zudem ist die Dauer der Aufzeichnung auf gut 24 Stunden beschränkt. Verschiedene Firmen bieten Geräte, basierend auf dem System Vocal-Tag zur Erfassung der Wiederkauzeit und des Wiederkaurhythmus (Ungar 2005, Schirmann 2009), an. Das von Scheibe (2006) beschriebene System WAS kann Verhaltensdaten (Stehen, Gehen, Grasen und Wiederkauen) von frei lebenden Tieren erfassen und bis zu 200 Meter drahtlos übermitteln (Scheibe 2006). Vocal-Tag und WAS können jedoch keine Informationen zur Anzahl Kauschläge pro Bolus und beim Fressen liefern und sind deshalb für die detaillierte Erfassung des Kauverhaltens nicht in jedem Falle geeignet.

Tabelle 3: Masszahlen der Verteilungen der Wiederkauparameter (Porzing, Piatkowski, Steingass, Schneider)

Wiederkauparameter	Einheit	Porzing	Piatkowski	Steingass	Schneider Mittelwert	Schneider Standardabweichung	ART Mittelwerte
Wiederkauzeit/d	min	240–540	390–480	300–500	526,2	44,4	429
Dauer einer Wiederkauperiode	min	20–50		20–30	39,7	7,5	
Häufigkeit der Wiederkauperioden/d	Anzahl	4–13		10–15 (20)	13,5	1,8	
Kieferschläge/Bissen	Anzahl	40–70		50–60	59,1	8,5	57
Zeit/Bissen	sec				49,4	6,0	
Kaugeschwindigkeit	sec/Kieferschlag			0,8–1,0	0,84	0,06	
Gesamt-Kauzeit	min/d			600–900			689
Boli	Anzahl/Wdk-Periode			30–40			
Wiederkauschläge	Anzahl/d	20 000–30 000	25 000–28 000 [1]	20 000–30 000			30 932
Fress-Kauschläge	Anzahl/d			20 000–25 000			17 500

[1] *Minimum bei 20 000–22 000 in 390 Min.*

Schlussfolgerungen

Der ART-Wiederkausensor weist gegenüber den bisherigen Entwicklungen (IGER) deutliche Vorteile in Bezug auf den Tragkomfort für das Tier und die Handhabung für die Bedienungsperson aus. Die Geräte arbeiteten während der ganzen Versuchsperiode mit zirka 25 Messungen während 24 Stunden pro Gerät zuverlässig und störungsfrei. Die Speicherkapazität der MSR 145 Logger reicht für rund 40 Stunden und deckt damit Messungen während eines Fütterungstages ab. Neuere Logger der Firma MSR weisen zudem dank Speicherkarten eine wesentlich grössere Kapazität auf und erlauben somit mehrtägige Aufzeichnungen.

Die Überprüfung hat gezeigt, dass die Übereinstimmung der automatischen Auswertung der Kauaktivitäten vor allem beim Wiederkauen (Kauschläge pro Bolus) hohen Ansprüchen genügt. Beim Auswerten der Kauschläge beim Fressen liegt die Übereinstimmung noch etwas tiefer, sie kann aber als genügend eingestuft werden, zumal eine Verfeinerung der Einstellparameter in der Auswertesoftware noch möglich ist. Die Geräte sind somit insbesondere für den Einsatz zu Forschungszwecken, für Tierärzte und für die Fütterungsberatung geeignet. Für den Einsatz in der breiteren Praxis sind Weiterentwicklungen speziell zur Verbesserung der Handhabung und zur Datenübertragung auf das Herdenmanagementprogramm notwendig und im Gange. Mit einer einfach handhabbaren Technik und automatisierter Auswertung wird es möglich sein, eine wesentlich grössere Datenbasis für das Einzeltier, aber auch die ganze Herde zu schaffen. Dadurch wird es möglich, zukünftig zuverlässige Grenz- oder Alarmwerte für die Gesundheitsüberwachung zu erstellen.

Literatur

Rutter S.M., Champion R.A. and Penning P.D., 1997. An automatic system to record foraging behaviour in free-ranging ruminants. Applied animal behaviour science, Vol. 54, 185–195.

Ungar E.D., Rutter S.M., 2005. Classifying cattle jaw movements: Comparing IGER Behaviour Recorder and acoustic techniques. Applied animal behaviour science, Vol. 98, 11–27.

Scheibe K.S. & Gromann C., 2006. Application testing of a new three-dimensional acceleration measuring system with wireless data transfer (WAS) for behavior analysis. Behavior Research Methods, Vol. 38, 427–433.

Scheidegger A., 2008. Klassifikation des Fressverhaltens von Kühen. Diplomarbeit, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaft, Winterthur.

Porzig E. & Sambraus H.H., 1991. Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere, Ort, 120–122.

Steingass H., 2005. Rinderernährung, UNI Hohenheim, Hohenheim.

Yared Hailu Jile, 2003. Untersuchungen zur Bedeutung der Frequenz der Kieferschläge während des Wiederkauens für die Einschätzung der Wiederkauaktivität von Milchkühen.

Schneider C., 2002. Entwicklung und Anwendung von Methoden zur vergleichenden Beschreibung des individuellen Wiederkauverhaltens von Milchkühen, Diplomarbeit FIBL.

Die Firma MSR Electronics bietet die Geräte inklusive Auswertungssoftware als Set an.

MSR Electronics GmbH
Oberwilerstrasse 16
CH-8444 Henggart
Tel +41 52 316 35 21
Mail: sales@msr.ch

Anfragen über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführte Beratung für Landtechnik zu richten.
Weitere Publikationen und Prüfberichte beziehen Sie direkt bei ART:
Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, doku@art.admin.ch, www.agroscope.ch

ZH Berger Stephan, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 52
Blum Walter, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 24
Mayer Gerd, Strickhof,
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 16

BE Marti Fritz, Inforama Rütti und Waldhof,
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 52 10
Hofmann Hans Ueli, Inforama Rütti und Waldhof,
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 51 54

LU Moser Anton, BBZN Schüpfheim,
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00
Walthert Lukas, BBZN Hohenrain, Sennweidstrasse,
6276 Hohenrain, Telefon 041 914 30 77

UR Hörler Cyrill, LBBZ Seedorf,
6462 Seedorf, Telefon 041 871 05 66

SZ Landolt Hugo, Landw. Beratung und Weiterbildung,
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22

OW Amgarten Martin, Amt für Landwirtschaft und
Umwelt, 6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 15
Müller Erwin, BWZ Obwalden,
6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16

NW Schlegel Sabrina, Amt für Landwirtschaft,
Kreuzstr. 2, 6371 Stans, Telefon 041 618 40 01

GL Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29,
8750 Glarus, Telefon 055 646 66 40

ZG Gut Willi, LBBZ Schluechthof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 54
Villiger Albert, LBBZ Schluechthof,
6330 Cham, Telefon 041 784 50 59

FR Zwahlen Fabian, Landw. Schule Grangeneuve
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50

SO Ziörjen Fritz, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,
4533 Riedholz, Telefon 061 552 21 40

BL Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,
4450 Sissach, Telefon 061 552 21 40

SH Hauser Peter, LBZ Charlottenfels,
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20

AI Landw. Beratungsdienst AI, Gaiserstrasse 8,
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76

AR Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR,
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56

SG Lehmann Ueli, Landw. Zentrum SG,
9465 Salez, Telefon 058 228 24 19
Steiner Gallus, Landw. Zentrum SG,
9230 Flawil, Telefon 058 228 24 88

GR Merk Konrad, LBBZ Plantahof,
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 35

AG Böll Astrid, LBBZ Liebegg,
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27

TG Baumgartner Christof, BBZ Arenenberg,
8268 Salenstein, Telefon 071 663 33 06
Christian Eggenberger, BBZ Arenenberg,
8570 Weinfelden, Telefon 071 626 10 58

TI Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53

AGRIDEA
Abteilung Landtechnik,
8315 Lindau, Telefon 052 354 97 00

FSC www.fsc.org MIX Aus verantwortungsvollen Quellen FSC® C016687