

Automatisiertes Monitoring des Fressverhaltens von Milchschaafen und -ziegen

Automatic monitoring of feeding behaviour of dairy sheep and goats

ROXANNE BERTHEL, ALISHA DEICHELBOHRER, WENDELIN EGLI, FRIGGA DOHME-MEIER, NINA KEIL

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, das System MSR-Viewer2 (MSR electronics GmbH, Seuzach, Schweiz) zur automatisierten Aufzeichnung und Klassifizierung von Fress- und Wiederkauverhalten von Schafen und Ziegen zu validieren.

Das System wurde für Milchkühe entwickelt und besteht aus einem ölfüllten Schlauch im Nasenband eines Halfters, dessen Innendruck von einem Drucksensor auf einen Datenlogger gespeichert wird. Diese Daten werden von der Viewer2-Software in „Fressen“, „Wiederkauen“ und „keine Aktivität“ klassifiziert. Zudem werden pro Verhalten die Dauer und die Anzahl Kauschläge ermittelt. Zur Evaluierung wurde die Verhaltensklassifizierung (VKI) mit Verhaltensbeobachtungen (VBeo) verglichen. Dafür wurde die Fressaktivität von zehn Schafen und neun Ziegen während 2 bis 3 Stunden pro Tier auf der Weide direkt und von fünf Schafen und fünf Ziegen während sechs Stunden im Stall bei einer Mischrationsfütterung (MR) per Video beobachtet. Zur Auswertung wurde jede Sekunde der VKI mit der entsprechenden Sekunde aus der VBeo verglichen. Die Anzahl an korrekt und inkorrekt klassifizierten Sekunden wurde zur Berechnung von Genauigkeit (Acc), Sensitivität (Sen), Spezifität (Spc) und Präzision (Prc) der Viewer2-Software verwendet. In linearen gemischte Effekte Modellen wurde der Einfluss des Verhaltens (Fressen/Wiederkauen) und der Tierart auf diese vier Parameter untersucht.

In einem Fütterungsversuch mit drei verschiedenen MR wurde zudem das Fressverhalten von 24 Schafen und 24 Ziegen mit dem beschriebenen System automatisiert aufgezeichnet. Die Fress- und Wiederkaudauern wurden je MR mittels gemischter Effekte Modelle zwischen den Tierarten verglichen.

Hinsichtlich der untersuchten Parameter wurden keine relevanten Unterschiede zwischen Schafen und Ziegen gefunden. Für das Fressverhalten war der Viewer2 gegenüber dem Wiederkauverhalten genauer, sensitiver und spezifischer, aber weniger präzise. Im Fütterungsversuch unterschieden sich die Fressdauern von Schafen ($5,1 \pm 0,22$ Std/Tag, Mittelwert \pm SD) und Zie-

gen ($5,0 \pm 0,21$ Std/Tag) bei allen drei MR kaum. Die Wiederkaudauer war bei den Schafen mit $7,2 \pm 0,30$ Std/Tag bei allen MR länger als bei den Ziegen mit $5,1 \pm 0,25$ Std/Tag.

Die Viewer2-Software erwies sich als zuverlässig in der Klassifizierung von Fress- und Wiederkauverhalten von Schafen und Ziegen. Die mit ihr ermittelten Fress- und Wiederkaudauern von Schafen und Ziegen bei MR-Fütterung entsprechen Angaben aus der Literatur.

Summary

The aim of this study was to validate the MSR-Viewer2 system (MSR electronics GmbH, Seuzach, Switzerland) for automatic recording and classification of feeding and ruminating behaviour of sheep and goats.

The system was developed for dairy cows. It consists of an oil-filled tube in the noseband of a head collar, the internal pressure of which is detected by a pressure sensor and stored on a data logger. This data is classified by the Viewer2 software into „feeding“, „ruminating“ and „no activity“. In addition, the duration and number of chews is calculated per behaviour. For evaluation, the behavioural classification (VKI) was compared with behavioural observations (VBeo). For this purpose, feeding activities of ten sheep and nine goats were observed directly on pasture during two to three hours per animal, and five sheep and five goats offered a mixed ration (MR) in a barn were observed by video during six hours. For evaluation, each second of VKI was compared with the corresponding second from VBeo. The numbers of correctly and incorrectly classified seconds were used to calculate accuracy (Acc), sensitivity (Sen), specificity (Spc) and precision (Prc) of the Viewer2 software. Linear mixed effects models were used to investigate the influence of behaviour (feeding/ruminating) and animal species on these four parameters.

Additionally, the feeding behaviour of 24 sheep and 24 goats was automatically recorded with the described system in a feeding experiment with three different MR. The feeding and ruminating durations were compared per MR between species by linear mixed effects models.

No relevant differences were found between sheep and goats with regard to the parameters investigated. The Viewer2 was more accurate, sensitive and specific, but less precise for feeding behaviour compared to ruminating behaviour. In the feeding experiment, feeding durations of sheep (5.1 ± 0.22 h/day, mean \pm SD) and goats (5.0 ± 0.21 h/day) hardly differed with all three different MR. The chewing time was longer for sheep (7.2 ± 0.30 h/day) than for goats (5.1 ± 0.25 h/day) with all MR.

The Viewer2 software proved to be reliable in classifying feeding and ruminating behaviour of sheep and goats. The eating and ruminating durations of sheep and goats on MR feeding determined with this software correspond to data from the literature.

1 Einleitung und Zielsetzung

Erhebungen zum Fressverhalten von Wiederkäuern können als guter Indikator für Gesundheit und Wohlbefinden verwendet werden (Kaske 2015). Dies könnte in der Zukunft sogar als Monitoring-Tool in der landwirtschaftlichen Praxis nützlich sein (Paudyal 2021). Es wurden bereits verschiedene Systeme für die automatisierte Aufzeichnung von Fress- und Wiederkauverhalten entwickelt, wobei das Erfassen von Kieferbewegungen der Tiere mittels Drucksensoren sich als besonders zuverlässig erweist (Andriamandroso et al. 2016).

Ein solches System wurde ebenfalls von MSR electronics GmbH (Seuzach, Schweiz) in Zusammenarbeit mit Forschern der Agroscope (ehemals ART) für erwachsene Kühe erarbeitet (Nydegger et al. 2011). Dieses System wurden später auch für Ziegen angepasst (Patt et al. 2012), um das Fressverhalten während eines Versuchs aufzuzeichnen. Eine Validierung der Auswertung des MSR-Systems liegt jedoch nur für Kühe vor (Braun et al. 2013).

Ziel dieser Studie war es zu validieren, ob die automatisierte Klassifizierung des Fress- und Wiederkauverhaltens des MSR-Systems durch die Viewer2-Software, welche für Rinder entwickelt wurde, auch für Ziegen und Schafe auf der Weide und im Stall geeignet ist. Zudem wurde das System zum Monitoring der Fress- und Wiederkauzeiten von Schafen und Ziegen in einem Fütterungsversuch mit drei verschiedenen Mischrationen über je 48 Stunden angewendet.

2 Material und Methoden

2.1 Verhaltensbeobachtung

Zur Validierung wurde die Verhaltensklassifizierungen durch das automatisierte Aufzeichnungssystem von MSR mit Verhaltensbeobachtungen verglichen. Dafür wurden zehn Schafe und neun Ziegen für je eine Woche tagsüber auf der Weide direkt und wiederholt in 10-min-Intervallen kontinuierlich beobachtet (125–160 min Gesamtbeobachtungszeit pro Tier). Für die Auswertung wurde die Beobachtungssoftware Boris verwendet (Friard and Gamba 2016).

Ausserdem wurden fünf Schafe und fünf Ziegen an zwei Tagen für je drei Stunden im Stall bei einer Mischrationsfütterung per Video beobachtet. Für die Auswertung wurde hier die Beobachtungssoftware INTERACT verwendet (Mangold 2020). Eine Person führte alle Beobachtungen durch (A.D.) und zeichnete die Verhaltensweisen Fressen, Wiederkauen und andere bzw. keine Aktivität (Tab. 1) auf. Die Genehmigung zur Durchführung des Tierversuchs erfolgte vom kantonalen Veterinäramt Thurgau, Schweiz (Genehmigungsnummer TG10/18).

Tab. 1: Ethogramm der Verhaltensbeobachtungen

Tab. 1: Ethogram of behavioural observations

Verhalten	Beschreibung Direktbeobachtung	Beschreibung Videobeobachtung
Fressen	Stehend mit dem Kopf am Boden	Stehend mit dem Kopf im Futtertrog, und sichtbares Kauen während des Verlassens des Troges, bis das Kauen für minimal drei Sekunden unterbrochen wurde
Wiederkauen	Stehend oder liegend mit regelmäßigen Kaubewegungen, unterbrochen durch sichtbares Schlucken und Hochwürgen der Boli bei bewegungslosem Kopf und Mund	Stehend oder liegend mit regelmäßigen Kaubewegungen, unterbrochen durch sichtbares Schlucken und Hochwürgen der Boli bei bewegungslosem Kopf und Mund
Trinken	Kopf in Wassertränke	Position und Richtung des Kopfes und des Mundes zur Wassertränke in einem Abstand von einer Kopflänge zur Wasseroberfläche (welche vom Kamerawinkel und Sichtfeld durch eine Holztür verdeckt und nicht sichtbar war) für minimal eine Sekunde mit bewegungslosem Kopf
Andere orale Aktivität	Jegliche Art von oralem Verhalten gegen sich selbst, ein anderes Tier oder Objekte (z. B. Lecken, Nibbeln)	Jegliche Art von oralem Verhalten gegen sich selbst, ein anderes Tier oder Objekte (z. B. Lecken, Nibbeln)

2.2 Automatisierte Verhaltensaufzeichnung

Das MSR-System besteht aus einem Halfter, in dessen Nasenband ein ölgefüllter Schlauch und in einer Ledertasche an einem Seitenriemen ein Drucksensor und ein Datenlogger (MSR145, MSR electronics GmbH, Seuzach, Schweiz) integriert sind. Durch die Kieferbewegungen des Tiers ändert sich der Druck im Schlauch, was in einer vorher festgelegten Zeitfrequenz gespeichert wird. Durch die Unterschiede in den Bewegungsmustern der verschiedenen Verhaltensweisen ändern sich die Druckverhältnisse in unterschiedlicher Weise, sodass Fressen und Wiederkauen unterschieden werden können. Aus den Daten können verschiedene Parameter des Fressverhaltens, wie Dauer und Häufigkeit von Kauschlägen, berechnet werden.

Die Aufnahmefrequenz der Druckdaten auf die Logger lag bei 10 Hz bzw. 20 Hz. Zur Auswertung wurde die Viewer2-Software verwendet, die auf dem Auswertungs-Skript von Nydegger et al. (2011) basiert und die Kieferbewegungen in Fressen, Wiederkauen und andere bzw. keine Aktivität klassifiziert.

2.3 Auswertung

Für die Validierung wurde jede Sekunde der Viewer2-Klassifizierung mit der entsprechenden Sekunde aus den Verhaltensbeobachtung (direkt oder per Video) verglichen. Die Klassifizierungen der Sekunden wurden eingeteilt in korrekte Klassifizierung von Verhalten (True Positive = TP), korrekte Klassifizierung von keinem Verhalten, bzw. korrekte Nichtklassifizierung von anderem Verhalten (als Fressen und Wiederkauen; True Negative = TN), inkorrekte Klassifizierung von Verhalten (False Positive = FP) und nicht klassifiziertes Verhalten (False Negative). Die Anzahl an korrekt und inkorrekt klassifizierten Sekunden wurde zur Berechnung von Genauigkeit (Acc), Sensitivität (Sen), Spezifität (Spc) und Präzision (Prc) der Software verwendet.

$$\text{a) Genauigkeit} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

$$\text{b) Sensitivität} = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$\text{c) Spezifität} = \frac{TN}{TN+FP}$$

$$\text{d) Präzision} = \frac{TP}{TP+FP}$$

In linearen gemischte Effekte Modellen wurde der Einfluss des Verhaltens (Fressen/Wiederkauen) und der Tierart auf Acc, Sen, Spc und Prc untersucht.

2.4 Anwendung im Fütterungsversuch

Für das Monitoring im Fütterungsversuch wurde das Fressverhalten von 24 Schafen und 24 Ziegen wie oben beschrieben automatisiert aufgezeichnet. Die Tiere wurden in Paaren gehalten und erhielten nacheinander drei verschiedene Mischrationen (MR; Aufnahme 48 Std pro MR). Die MR bestanden aus 1) Heu aus erstem und zweitem Schnitt (50:50 % Trockensubstanz (TS)), 2) Heu und Grassilage (50:50 % TS) und 3) Grassilage, Maissilage und Luzerneheu (55:40:5 % TS) und wurden jeweils um 9, 11 und 16 Uhr frisch vorgelegt. Mittels gemischter Effekte Modelle wurden die Fress- und Wiederkaudauern zwischen den Tierarten verglichen.

3 Ergebnisse

Hinsichtlich der untersuchten Parameter wurden keine relevanten Unterschiede zwischen Schafen und Ziegen gefunden. Der Viewer2 war genauer ($0,88 \pm 0,04$, $p < 0,01$), sensiti- ver ($0,92 \pm 0,04$, $p < 0,01$) und spezifischer ($0,82 \pm 0,14$, $p < 0,01$) für Fressverhalten als für Wiederkauverhalten (acc: $0,85 \pm 0,04$; sen: $0,72 \pm 0,04$; spc: $0,71 \pm 0,14$). Hingegen wurde das Wiederkauverhalten Viewer2 präziser klassifiziert ($0,97 \pm 0,06$; $p > 0,01$) als das Fressverhalten ($0,81 \pm 0,06$).

Die Fressdauern von Schafen ($5,1 \pm 0,22$ Std/Tag, Mittelwert \pm SD) und Ziegen ($5,0 \pm 0,21$ Std/Tag) unterschieden sich bei allen drei MR kaum (MR1 $p = 0,05$; MR2 $p = 0,13$; MR3 $p = 0,06$). Die Wiederkaudauer war bei Schafen mit $7,2 \pm 0,30$ Std/Tag bei allen MR länger (MR1-3 $p < 0,01$) als bei Ziegen mit $5,1 \pm 0,25$ Std/Tag.

4 Diskussion

Die Viewer2-Software erwies sich als zuverlässig in der Klassifizierung von Fress- und Wiederkauverhalten von Schafen und Ziegen, obwohl sie für Kühe entwickelt worden war. Die Genauigkeit der Klassifizierung ist vergleichbar mit anderen angewendeten Systemen zur automatisierten Erfassung des Fressverhaltens von Wiederkäuern (Pereira et al. 2021, Rombach et al. 2018, Ruuska et al. 2016). Die mit dieser Software ermittelten Fress- und Wiederkaudauern von Schafen und Ziegen bei MR-Fütterung entsprechen Angaben aus der Literatur (Arnold and Dudzinski 1978). Das System eignet sich daher für die automatisierte Erfassung des Fressverhaltens von Schafen und Ziegen.

Literatur

- Andriamandroso, A.; Bindelle, J.; Mercatoris, B.; Lebeau, F. (2016): A review on the use of sensors to monitor cattle jaw movements and behavior when grazing. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* 20
- Arnold, G. W.; Dudzinski, M. (1978): *Ethology of free-ranging domestic animals*. Elsevier Scientific Publishing Co.
- Braun, U.; Trösch, L.; Nydegger, F.; Hässig, M. (2013): Evaluation of eating and rumination behaviour in cows using a noseband pressure sensor. *BMC Veterinary Research* 9, pp. 1–8, Article 164, <https://doi.org/10.1186/1746-6148-9-164>
- Friard, O.; Gamba, M. (2016): BORIS: a free, versatile open-source event-logging software for video/audio coding and live observations. *Methods in Ecology and Evolution* 7(11), pp. 1325–1330, <https://doi.org/10.1111/2041-210x.12584>

- Kaske, M. (2015): Vormagenmotorik und Ingestapassage. In: v. E. Wolfgang, B. Gerhard, D. Martin, G. Gotthold (Eds.): *Physiologie der Haustiere*, pp. 326–337
- Mangold. (2020): INTERACT User Guide. Mangold International GmbH (Ed.), www.mangold-international.com
- Nydegger, F.; Gygax, L.; Egli, W. (2011): Automatisches Messen der Kaubewegungen bei Wiederkäuern mit Hilfe eines Drucksensors. *Agrarforschung Schweiz* 2(2), S. 60–65, <https://www.ms.ch/media/pdf/stories/Agrarforschung-02-2011-Messen-der-Kaubewegungen-bei-Wiederkaeuern.pdf>
- Patt, A.; Gygax, L.; Wechsler, B.; Hillmann, E.; Palme, R.; Keil, N. M. (2012): The introduction of individual goats into small established groups has serious negative effects on the introduced goat but not on resident goats. *Applied Animal Behaviour Science* 138(1–2), pp. 47–59, <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2012.02.012>
- Paudyal, S. (2021): Using rumination time to manage health and reproduction in dairy cattle: a review. *Veterinary Quarterly* 41(1), pp. 292–300, <https://doi.org/10.1080/01652176.2021.1987581>
- Pereira, G. M.; Sharpe, K. T.; Heins, B. J. (2021): Evaluation of the RumiWatch system as a benchmark to monitor feeding and locomotion behaviors of grazing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 104(3), pp. 3736–3750, <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2020-18952>
- Rombach, M.; Münger, A.; Niederhauser, J.; Südekum, K.-H.; Schori, F. (2018): Evaluation and validation of an automatic jaw movement recorder (RumiWatch) for ingestive and rumination behaviors of dairy cows during grazing and supplementation. *Journal of Dairy Science* 101(3), 2463–2475, <https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.2016-12305>
- Ruuska, S.; Kajava, S.; Mughal, M.; Zehner, N.; Mononen, J. (2016): Validation of a pressure sensor-based system for measuring eating, rumination and drinking behaviour of dairy cattle. *Applied Animal Behaviour Science* 174, pp. 19–23, <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applanim.2015.11.005>

Danksagung und Förderhinweis

Das Projekt wurde vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen der Schweiz finanziert.

Dank geht an das technische und Tierpflegepersonal der Forschungsstation und des Versuchsbetriebs Agroscope in Tänikon. Zudem bedanken wir uns bei Joël Berard, Katharina Zipp und Antonia Patt für fachlichen Austausch und Beratung zum MSR-System.