

## Technik in der Rinderhaltung

Georg Wendl,

Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

### Kurzfassung

Der Trend zur Automatisierung und zur sensorgestützten Tierüberwachung hält in der Milchviehhaltung weiter an. In Europa sind Melkroboter bisher am weitesten verbreitet, wobei hauptsächlich Einboxen-Anlagen eingesetzt werden. Automatische Fütterungssysteme befinden sich erst in der Markteinführungsphase. Mit neueren Aktivitätssensoren lässt sich das Aktivitätsverhalten auch in die einzelnen Teilaktivitäten Liegen, Gehen und Stehen aufschlüsseln. In Verbindung mit Fress-/Wiederkausensoren eröffnet sich damit eine umfassendere Tierüberwachung und eine bessere Erkennung von Brunst- und Abkalbevorgängen sowie von Krankheiten. Indoor-Ortungssysteme, von denen die ersten in Praxisbetrieben installiert sind, zielen in die gleiche Richtung.

### Schlüsselwörter

Milchvieh, Fütterung, Melken, Sensoren, Tierüberwachung, Automatisierung

## Machinery and Techniques for Cattle Husbandry

Georg Wendl,

Institute for Agricultural Engineering and Animal Husbandry, Bavarian State Research Center for Agriculture

### Abstract

The trend of automation and sensor-based animal monitoring is continuing in dairy farming. In Europe, milking robots are common so far, mainly as single box systems. Automatic feeding systems are just in the market introduction phase. Using novel activity sensors, the activity behavior can be classified in the sub-activities lying, walking and standing. In combination with feeding/ruminating sensors a more comprehensive animal surveillance and also a better detection of estrus, calving and diseases is possible. Indoor positioning systems, the first are installed in practical farms, are aimed at the same direction.

### Keywords

Dairy cow, feeding, milking, sensors, animal monitoring, automation

## Allgemeine Rahmenbedingungen

Die Rinderhaltung hat für die Landwirtschaft eine enorme wirtschaftliche Bedeutung. Mehr als 50 % aller landwirtschaftlichen Betriebe in Deutschland halten Rinder (etwa die Hälfte davon Milchkühe) und etwa 35 % der Verkaufserlöse der Landwirtschaft werden über den Verkauf von Milch, Rindern und Kälbern erzielt. Auch ein großer Teil unserer Kulturlandschaft kann nur mit Wiederkäuern genutzt werden [1]. Trotz dieser Bedeutung und trotz der großen Fortschritte in den letzten Jahrzehnten im Bereich der Wettbewerbsfähigkeit, der Ressourceneffizienz und der Produktqualität steht die moderne Tierhaltung zunehmend in der gesellschaftlichen Diskussion und wird von mehr oder weniger großen Teilen der Bevölkerung kritisch bis ablehnend gesehen. Daher hat der Wissenschaftliche Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (WBA) diese Thematik aufgegriffen und sein viel beachtetes Gutachten „Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung“ verfasst [2]. Eine Kernaussage des Gutachtens ist, dass die derzeitigen Haltungsbedingungen für einen Großteil der Nutztiere nicht zukunftsfähig sind. Daher hat der WBA neun Leitlinien für mehr Tierwohl und Empfehlungen für eine zukunftsfähige Tierhaltung entwickelt. Wenngleich die Milchviehhaltung im Vergleich zur Schweinehaltung nicht zentral in der allgemeinen Kritik steht, so sind auch hier Maßnahmen zu mehr Tierwohl zu ergreifen.

In der öffentlichen Tierwohl-Diskussion wird mit dem Begriff „Massentierhaltung“ die Rolle der Betriebsgröße stark herausgestellt. Die Betriebsgröße hat allerdings nach derzeitigem Kenntnisstand gegenüber anderen Einflussfaktoren (z. B. Managementqualität) einen vergleichsweise geringen Einfluss auf das Tierwohl [2; 3]. Der Einfluss der Bewirtschaftungsform (konventionell oder ökologisch) auf das Tierwohl wird womöglich überschätzt. So wurden in einer Erhebung an 115 ökologisch und konventionell wirtschaftenden Milchviehbetrieben zwischen den einzelnen Betrieben zwar große Unterschiede festgestellt, es konnte aber bei Betrachtung von 10 tierbezogenen Tierwohl-Indikatoren keine Bewirtschaftungsform als klar überlegen bezeichnet werden [4].

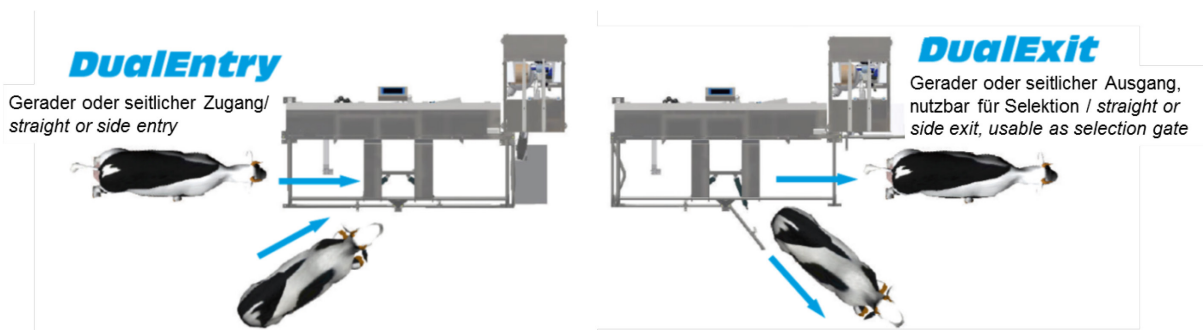
Die Themen "Tierwohl", "Nachhaltigkeit" und "gesellschaftliche Akzeptanz" sind zukünftig bei der Weiterentwicklung der Haltungstechnik stärker in den Fokus zu rücken. Eine zentrale Herausforderung besteht allerdings darin, dabei die wirtschaftliche Realität nicht zu übersehen.

## Melktechnik

Nachdem Krafffutter- und Tränkeautomaten in der Milchviehhaltung seit langem Stand der Technik sind, hat das automatische Melken inzwischen auch einen beachtlichen Verbreitungsgrad erreicht. Nach einer Marktübersicht der International Federation of Robotics sind Melkroboter im Bereich Servicerobotik in der weltweiten Verkaufsstatisik nach militärischen Roboteranwendungen an zweiter Position (Verkaufszahlen 2014: Gesamtmarkt 24.207, Militäranwendungen 11.000, Melkroboter 5.180, im Vergleich dazu verkaufte Industrieroboter 229.261) [5]. Weltweit nutzen derzeit mehr als 25.000 Betriebe Melkroboter. In Skandinavien haben sich Melkroboter in den Milchviehbetrieben bisher am stärksten durchgesetzt. So mel-

ken in Dänemark und Schweden fast schon 25 % der Milcherzeuger mit einem Roboter, in den Niederlanden liegt die Quote bei knapp 20 %, in Deutschland bei etwa 7 %. In Übersee hat der Melkroboter bisher hauptsächlich in Kanada (ca. 5 %) Fuß fassen können [6]. In absoluten Zahlen sind die meisten Melkroboter in Deutschland und in den Niederlanden zu finden.

Die Technik des automatischen Melkens wird ständig weiter entwickelt. Drei nennenswerte Neu-/Weiterentwicklungen werden nachfolgend kurz vorgestellt. Für einen besseren Tierzugang und flexiblere Einbaumöglichkeiten im Stall hat die Firma Fullwood eine neue Version ihres bisherigen Einboxen-Melkroboter auf den Markt gebracht, der optional einen geraden und seitlichen Ein- und Austritt hat und der beim Roboterarm anstelle der druckluftbetriebenen Motoren effizientere Elektroantriebe verwendet (**Bild 1**). Außerdem hat Fullwood ein neues Konzept für ein automatisches Melkzentrum vorgestellt, bei dem mehrere Einboxen-Melkroboter im Halbkreis nebeneinander angeordnet sind und in Verbindung mit einem kreisförmigen Vorwartehof automatisch gemolken wird [7]. Die Firma GEA hat einen neuen Einboxen-Melkroboter (System Monobox) angekündigt, der über das vom automatischen GEA-Melkkarussell bereits bekannte autonome Ansetzmodul DairyProQ verfügt [8]. Die Firma DeLaval bietet ihr vollautomatisches Melkkarussell nun auch in einer Aufrüstversion an, so dass zuerst das Karussell mit 24 viertelindividuellen Melkplätzen manuell betrieben und später zum vollautomatischen Karussell aufrüstet werden kann [9]. Seit der Vorstellung dieses automatischen Melkkarussells im Jahr 2010 sind nunmehr 11 Anlagen weltweit in Betrieb. Mit Umstellung der Zitzenlokalisierung auf eine TOF-Kamera konnte die Ansetzrate der Melkbecher auf mehr als 95 % gesteigert werden [10].



**Bild 1:** Flexibler Ein- und Austritt beim neuen Einboxen-Melkroboter von Fullwood [11]

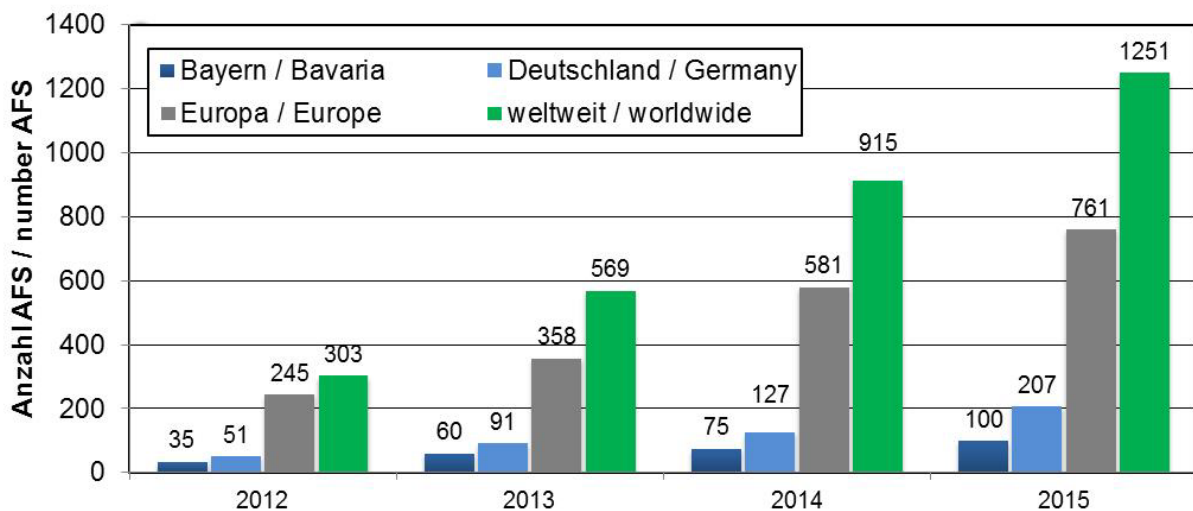
**Figure 1:** Flexible entry and exit of new single box milking robot from Fullwood [11]

Auch Standardkomponenten einer Melkanlage wie z. B. Zitzengummi und Melkbecher werden weiterentwickelt. Beide Komponenten sind entscheidende Bauteile einer Melkanlage und haben großen Einfluss auf die Eutergesundheit. Ein neu entwickelter Zitzengummi mit konkav geformten Schaft und variierenden Wandstärken wurde in einem Milchviehbetrieb mit ca. 400 Kühen in einem Halbeuterversuch untersucht. Es zeigten sich gegenüber konventionellen Zitzengummis positive Auswirkungen auf die Zitzenkondition (Rauigkeit der Hyperkeratosen, Anteil blauer Zitzen) und die Eutergesundheit (tendenziell niedrigerer mittlerer somatischer Zellgehalt der Milch und geringerer Anteil Zitzen mit somatischem Zellgehalt > 100.000 Zellen/ml Milch) [12]. Als Weiterentwicklung des konventionellen Zweiraummelkbe-

chers wurde ein Prototyp mit einer Funktionstrennung für Melken und Halten des Zitzenbeckers vorgestellt, der zeitweise ohne Melkvakuum am Euter haftet. In Laborversuchen konnte die Haltefunktion des neuen Melkbeckers unabhängig vom Melkvakuum bereits erreicht werden, für die praktische Umsetzung im Feld sind jedoch noch Optimierungen erforderlich [13].

### Fütterungstechnik

Ein weiterer Schritt in Richtung Automatisierung der Milchviehhaltung ist die automatische Fütterung. Weltweit sind in der Zwischenzeit über 1.250 automatische Fütterungssysteme in den unterschiedlichsten Ausführungen installiert, in Deutschland über 200. In den letzten zwei Jahren haben sich die installierten Stückzahlen in etwa verdoppelt (**Bild 2**). Im Vergleich zum Marktvolumen der Standardmechanisierung, dem Futtermischwagen, dessen Verkaufszahlen in 2015 bei etwa 2.000 Stück lagen, ist der Verbreitungsgrad zwar noch gering, aber das Interesse an dieser neuen Technik nimmt zu [14]. Derartige Systeme tragen nicht nur zur Arbeitserleichterung, -flexibilisierung und -reduzierung bei, sondern verursachen auch geringere Energiekosten. Messungen in Praxisbetrieben ergaben, dass im Vergleich zu einer Fütterung mit einem gezogenen Futtermischwagen die Energiekosten (Strom- und Dieselkosten) bei der automatischen Fütterung um z. T. mehr als 50 % gesenkt werden konnten (Einsparpotenzial von 15 – 50 €/GV und Jahr) [15].



**Bild 2:** Verbreitung von automatischen Fütterungssystemen [16]

**Figure 2:** Dissemination of automatic feeding systems [16]

Als Weiterentwicklung zum klassischen Selbstfahrer-Futtermischwagen wurde auf der Ausstellung EuroTier 2014 ein Prototyp eines teil-autonomen Futtermischwagens präsentiert, der mehrmals täglich das Futter autonom verteilen kann. In weiteren Entwicklungsschritten müssen die Arbeitssicherheit, die Routengenauigkeit und die Genauigkeit des Futteraustrages verbessert werden [17].

## **Sensorgestützte Überwachung des Tierverhaltens und der Tiergesundheit**

Die individuelle Tierüberwachung mit sensitiven, validen, robusten, zuverlässigen und kostengünstigen Sensoren eröffnet neue Möglichkeiten zur Verbesserung der Tiergesundheit sowie des Tierwohls und ist Voraussetzung für eine umfassende Realisierung von Precision Dairy Farming. Über die Marktdurchdringung der einzelnen Sensorsysteme liegen bisher kaum Erhebungen vor. Nur aus den Niederlanden sind aktuelle Zahlen aus einer Befragung verfügbar. Danach hatten ca. 60 % der 512 befragten Milchviehbetriebe keine Sensorsysteme, diese hatten mit 90 Kühen auch eine kleinere Bestandsgröße. Melkroboterbetriebe (24 % aller Betriebe) und Betriebe mit konventionellen Melksystemen und Sensorsystemen (16 % aller Betriebe) hielten mehr Kühe, nämlich 104 bzw. 123 Kühe. Die Melkroboterbetriebe verfügten standardmäßig über Sensoren zur Mastitiserkennung, 40 % davon auch über Aktivitätssensoren. Etwa 20 % aller Betriebe hatten Aktivitätssensoren installiert und nur 5 % Wiederkausensoren. Täglich bzw. regelmäßig werden die Sensoren zur Überwachung der Eutergesundheit sowie die Aktivitäts- und Wiederkausensoren von den Landwirten genutzt, die anderen weniger häufig [18].

### *Aktivitätssensoren*

Seit vielen Jahren werden Aktivitätssensoren zur automatischen Brunsterkennung eingesetzt. Nach verschiedenen Studien können damit zwischen 36 und 78 % der tatsächlichen Brunstvorgänge sensorgestützt detektiert werden, während mit einer visuellen Beobachtung nur 20 bis 59 % der Brunstvorgänge erkannt werden [19]. Neuere Systeme zur Aktivitätsmessung verwenden 3D-Beschleunigungssensoren, womit das Aktivitätsverhalten in die einzelnen Teil-Aktivitäten (Liegen, Stehen, Gehen) aufgeschlüsselt werden kann. Zur Optimierung der Aussagekraft wurde für den Pedometer RumiWatch der Firma ITIN+HOCH (Schweiz) ein neuer Algorithmus entwickelt, der gegenüber dem Goldstandard (Videobeobachtung) eine sehr hohe Übereinstimmung bei der ermittelten Liege-, Steh- und Gehzeit sowie bei der ermittelten Schrittzahl als auch bei der ermittelten Anzahl der Liege-, Steh- und Gehphasen erzielt hat. Inwieweit eine noch detaillierte Auswertung des Gehverhaltens auch eine Früherkennung von Lahmheiten gewährleisten kann, muss noch erarbeitet werden [20].

### *Sensoren für Fressverhalten und Wiederkauaktivität*

Für eine optimale Überwachung der Fütterung ist die Kenntnis der täglichen Futteraufnahme des Einzeltiers wünschenswert, allerdings ist dessen automatische Registrierung für Praxisbetriebe ökonomisch nicht darstellbar. Deshalb werden vermehrt Sensoren entwickelt, die das Fressverhalten und/oder die Wiederkaudauer erfassen können. Eine Überprüfung des seit 2013 verfügbaren Systems der Firma Nedap (Smarttag Neck) ergab, dass die Sensordaten für das Fressen auf der Weide und im Stall mit den 10-Minuten-Beobachtungsdaten gut übereinstimmen (Korrelation bei 98 % bzw. 84 %). Somit eröffnet der Sensor eine gute Möglichkeit, die Fresszeit im Stall und auf der Weide für die Einzelkuh und für die Herde kontinuierlich zu überwachen [21].

Mit der Verfügbarkeit von kommerziellen Wiederkausensoren rückt die Überwachung der Wiederkautätigkeit stärker in den Vordergrund. Einigkeit herrscht darüber, dass die Höhe der

Wiederkaudauer keinen Schluss auf die tatsächliche Futteraufnahme zulässt [22]. Wiederkausensoren liefern nur bei Stallhaltung, nicht aber bei Weidehaltung, zuverlässige Daten [23]. Obwohl die Wiederkauzeiten zwischen den Tieren und den Betrieben beträchtlich schwanken, ist das Wiederkauverhalten bei Stallhaltung für die Früherkennung von Krankheiten und für die Überwachung des Brunst- und Abkalbegeschehens ein sehr wertvoller Parameter [23 bis 25]. Nach Untersuchungen, die die Wiederkaudauer von Kühen im Zeitraum von einigen Tagen vor bis etwa 30 Tage nach der Kalbung ausgewertet haben, lag die Wiederkauzeit von Kühen, die nach der Kalbung erkrankten, niedriger als bei gesunden Kühen. Besonders deutlich war der Rückgang bei Stoffwechselerkrankungen. Kühe mit Gebärmutterentzündungen zeigten nur eine geringe Abnahme der Wiederkaudauer, während sich diese bei Kühen mit Mastitis nicht verändert hat [26 bis 28]. Auch während der Brunst zeigten die Kühe eine deutliche Reduzierung der Wiederkauzeiten, wobei der Hauptrückgang zwischen 6:00 am Tag vor der Besamung bis 12:00 am Tag der Besamung aufgetreten ist [29]. Weitere Untersuchungen zur Veränderung der Wiederkauzeit während der Kalbung und Brunst sind im Jahrbuch Agrartechnik 2014 zu finden [30]. Festzuhalten ist, dass nicht die absolute Höhe der Wiederkauzeit, sondern die Veränderung der Wiederkauzeit von Tag zu Tag wichtige Hinweise für die Tierüberwachung liefert. Als Schwellenwert für die tägliche Abweichung bei der Wiederkaudauer wird ein Wert von > 30 bis 50 min/Tag empfohlen [31].

#### *Sensoren zur Lahmheitserkennung*

Trotz verschiedenster Anstrengungen zur automatischen Erkennung von Lahmheiten sind bisher kaum kommerzielle Systeme in Praxisbetrieben zu finden [32]. Allerdings können Veränderungen im Fressverhalten schon frühzeitig wertvolle Hinweise auf eine zunehmende Lahmheit geben. So zeigten Untersuchungen, dass die Zahl der Futtertischbesuche und die Fresszeit auch dann schon abgenommen haben, wenn eine Lahmheit visuell noch nicht festgestellt wurde [33; 34]. Auch das Liegeverhalten von lahmen Kühen ändert sich in der Weise, dass diese längere Liegezeiten mit weniger, dafür aber längeren Liegephasen aufweisen [35]. Um robuste und zuverlässige Erkennungssysteme erstellen zu können, reicht sicherlich ein Tierparameter nicht aus, vielmehr müssen mehrere Parameter miteinander verknüpft werden [34].

#### *Indoor-Ortungssysteme*

In den letzten Jahren wurden von verschiedenen Herstellern Indoor-Ortungssysteme für die Tierüberwachung am Markt eingeführt. Verschiedene Studien und Praxiserfahrungen belegen, dass je nach System und Stallbedingungen Lokalisierungsgenauigkeiten zwischen 0,3 - 2,0 m erreicht werden, dass mit derartigen Systemen die Tiersuche im Stall deutlich erleichtert wird und dadurch bei Herdengrößen von 130 bis 200 Kühen etwa 10 bis 45 min Arbeitszeit pro Tag eingespart werden kann, dass das Bewegungsprofil der Kühe im Stall bestimmt werden kann und dass die Verhaltensaktivitäten nach der Anwesenheit der Kühe in den einzelnen Funktionsbereichen (Liegen, Fressen, Laufen, Stehen) zugeordnet werden können. Eine Analyse der Tierverhaltensparameter ermöglicht auch detailliertere Aussagen zur Brunsterkennung und Gesundheitsüberwachung. Dazu sind aber noch weitere Optimierungen und entsprechende Auswertelgorithmen notwendig [36 bis 42].

### *Auswirkungen der sensorgestützten Tierüberwachung*

Viele wissenschaftliche Untersuchungen zeigen den Nutzen einer sensorgestützten Tierüberwachung. Die Fragestellung, ob der Einsatz von Sensoren auch in praktischen Betrieben einen erkennbaren Nutzen bewirkt, wurde in einer neueren Erhebung an ca. 400 niederländischen Betrieben mit automatischen oder konventionellen Melksystemen untersucht. Der Einsatz von Sensoren zur Mastitiserkennung hat nur bei Betrieben mit konventioneller Melktechnik eine leichte Reduzierung der somatischen Zellzahlen um 10.000 Zellen/ml Milch bewirkt, bei Betrieben mit automatischen Melksystemen ist der Zellgehalt nach Installation sogar leicht um etwa 10.000 Zellen/ml Milch angestiegen. Der Einsatz von Brunsterkennungssystemen hatte keinen Einfluss auf die Reproduktionsleistung. Als wesentlichen Grund für die Anschaffung von Sensorsystemen nannten die Betriebe die Arbeitserleichterung [43].

Die Analyse von Buchführungsdaten dieser Betriebe zeigte keine Veränderung in der Produktivität. Daraus schließen die Autoren, dass der mögliche technologische Fortschritt, der von den Herstellern in Anspruch genommen wird, in der Praxis nicht ankommt. Daher sollten den Landwirten für eine bessere Nutzung der technischen Möglichkeiten mehr Informationen und Hilfen bei der Interpretation der Ergebnisse zur Verfügung gestellt werden [44]. In diesem Zusammenhang ist auch festzuhalten, dass zu oft neue Technologien ohne ausreichende Erprobung, Validierung und Schulung auf den Markt gebracht werden [6].

### **Zusammenfassung**

Die öffentliche Diskussion um die Tierhaltung wird dazu führen, dass Tierwohl- und Nachhaltigkeitsaspekte bei der Weiterentwicklung der Haltungstechnik noch stärker berücksichtigt werden. Der allgemeine Trend zur Automatisierung und zur "präzisen" Milchviehhaltung setzt sich weiter fort. Melkroboter, in der überwiegenden Mehrheit sogenannte Einboxen-Anlagen, sind weltweit schon wesentlich stärker verbreitet als automatische Fütterungssysteme, die sich noch eher in der Markteinführungsphase befinden (Melkroboter > 25.000 Betriebe, automatische Fütterung > 1.250 Betriebe). Neuere Sensoren für die Brunsterkennung verwenden 3D-Beschleunigungssensoren, die eine noch bessere Tierüberwachung ermöglichen. Bei der Überwachung der Fütterung stehen derzeit Wiederkausensoren im Vordergrund. Der Parameter Wiederkautätigkeit kann nicht nur für die Erkennung von Stoffwechselproblemen, sondern auch für die Erkennung einer anstehenden Brunst oder Kalbung verwendet werden. Eine sensorgestützte Erkennung von Lahmheiten für Praxisbetriebe lässt weiter auf sich warten. Eingang gefunden in die ersten Praxisbetriebe haben bereits Indoor-Ortungssysteme. In der Praxis ist aber festzustellen, dass die technischen Möglichkeiten der Tierüberwachung noch nicht voll ausgenutzt werden.

## Literatur

- [1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Hrsg.): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland 2014. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, 58. Jahrgang.
- [2] Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Gutachten, Bonn, März 2015, URL [http://www.bmel.de/DE/Ministerium/Organisation/Beiraete/\\_Texte/AgrVeroeffentlichungen.html](http://www.bmel.de/DE/Ministerium/Organisation/Beiraete/_Texte/AgrVeroeffentlichungen.html) - Aktualisierungsdatum: 04.12.2015.
- [3] Gieseke, D.; Lambertz, Ch. und Gauly, M.: Untersuchungen zum Einfluss der Bestandsgröße auf tierbezogenen Verhaltensindikatoren bei Milchkühen. In: KTBL-Schrift 510 "Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2015", S. 264 - 266. Hrsg.: KTBL, Darmstadt.
- [4] Brinkmann, J.; March, S.; Wagner, K.; Renziehausen, D.; Starosta, D.; Osterbuhr, M. und Bergschmidt, A.: Indikatoren für eine ergebnisorientierte Honorierung von Tierschutzleistungen in der praktischen Milchviehhaltung. In: Tagungsband zur Tierwohl-Tagung "Tierhaltung im Spannungsfeld von Tierwohl, Ökonomie und Gesellschaft", 07.- 08. Oktober 2015, Göttingen, S. 30 - 33. URL [https://www.uni-goettingen.de/de/tagu98\(2015\)ngsband/524868.html](https://www.uni-goettingen.de/de/tagu98(2015)ngsband/524868.html) - Aktualisierungsdatum: 27.01.2016.
- [5] International Federation of Robotics (IFR): World robotics 2015 - Executive Summary. URL [http://www.worldrobotics.org/uploads/tx\\_zeifr/Executive\\_Summary\\_\\_WR\\_2015.pdf](http://www.worldrobotics.org/uploads/tx_zeifr/Executive_Summary__WR_2015.pdf). - Aktualisierungsdatum: 27.01.2016.
- [6] Barkema, H. W.; von Keyserlingk, M. A. G.; Kastelic, J. P.; Lam, T. J. G. M.; Luby, C. and Roy, J.: Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. Journal of Dairy Science 98 (2015) No. 11, pp: 7426 - 7445.
- [7] Zäh, M.: Vom Lehrling zum Meister - Neuvorstellung: Lemmer-Fullwood Merlin 2. profi 27 (2015) H. 4, S. 68 - 71.
- [8] N.N.: GEA präsentiert neuen Einboxen-Melkroboter. URL <http://www.elite-magazin.de/produktinfo/GEA-praesentiert-neuen-Einboxen-Melkroboter-2024635.html> – Aktualisierungsdatum: 27.01.2016.
- [9] N.N.: DeLaval AMR™: In zwei Schritten zum vollautomatischen Melken im Karussell. Presseinformation Juni 2015. URL [http://www.delaval.de/ImageVaultFiles/id\\_25487/cf\\_5/DeLaval\\_AMR.PDF](http://www.delaval.de/ImageVaultFiles/id_25487/cf_5/DeLaval_AMR.PDF) – Aktualisierungsdatum: 27.01.2016.
- [10] Wiedemann, M.; Melfsen, A.; Füllner, B. und Scholz, H.: Einsatz des vollautomatischen Melkkarussells AMR™ in der Praxis: Erfahrungen und Untersuchungen in der Umstellungszeit. In: Tagungsband zur 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 08. - 10. September 2015 in Freising, S. 288 - 293. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 2015.



- [11] N.N.: Lemmer-Fullwood Prospekt: M<sup>2</sup>erlin - die neue Generation. URL [http://www.lemmer-fullwood.info/fileadmin/user\\_upload/flyer/Melkroboter/Prospekt\\_Merlin\\_2014\\_www.pdf](http://www.lemmer-fullwood.info/fileadmin/user_upload/flyer/Melkroboter/Prospekt_Merlin_2014_www.pdf) – Aktualisierungsdatum: 27.01.2016.
- [12] Haeusermann, A.; Pahl, Ch. und Hartung, E.: Auswirkungen eines Sitzgummis mit neuartiger Schaftform auf Merkmale der Zitzenkondition und der Eutergesundheit. In: Tagungsband zur 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 08. - 10. September 2015 in Freising, S. 246 - 251. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 2015.
- [13] Ströbel, U.; Rose-Meierhöfer, S.; Luhdo, T. und Brunsch, R.: Entwicklung eines neuen Melkbeckers für sanftes Melken. In: Tagungsband zur 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 08. - 10. September 2015 in Freising, S. 252 - 257. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 2015.
- [14] Rath-Kampe, J.: Komfortabel und robust - Trends beim Futter Mischen und Verteilen. Agrartechnik (2015) H. 10, S. 38 - 45.
- [15] Oberschätzl, R.; Haidn, B.; Neiber, J. und Neser, S.: Energieverbrauch automatischer Fütterungssysteme in Praxisbetrieben. In: Tagungsband zur 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 08. - 10. September 2015 in Freising, S.116 - 121. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 2015.
- [16] Oberschätzl, R. und Haidn, B.: Verbreitung von automatischen Fütterungssystemen - Umfrage bei Hersteller. Interne Datensammlung, Bayer. Landesanstalt für Landwirtschaft 2015.
- [17] Adeili, S.; Haidn, B. und Robert, M.: Entwicklung eines Steuerungsmoduls zur autonomen Führung eines Selbstfahrer-Futtermischwagens. In: Tagungsband zur 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 08. - 10. September 2015 in Freising, S. 218 - 223. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 2015.
- [18] Steeneveld, W. and Hogeveen, H.: Characterization of Dutch dairy farms using sensor systems for cow management. Journal of Dairy Science 98 (2015) No. 1, pp: 709 - 717.
- [19] Roelofs, J. B.; van Erp-van der Kooij, E.: Estrus detection tools and their applicability in cattle: recent and perspectival situation. Animal Production 12 (2015) No. 3, pp: 498-504.
- [20] Alsaad, M.; Niederhauser, J. J.; Beer, G.; Zehner, N.; Schuepbach-Regula, G. and Steiner, A.: Development and validation of a novel pedometer algorithm to quantify extended characteristics of the locomotor behavior of dairy cows. Journal of Dairy Science 98 (2015) No. 9, pp: 6236 - 6242.
- [21] Ipema, B.: Application of a neck-collar mounted sensor for recording feeding and grazing behavior. In: Tagungsband zur 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 08. - 10. September 2015 in Freising, S. 128 - 133. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 2015.
- [22] Malkow-Nerge, K.: Lässt sich mittels Wiederkauaktivität auf die Futteraufnahme schließen? Milchpraxis 49 (2015) H. 2, S. 54 - 56.
-

- [23] Ambriz-Vilchis, V.; Jessop, N. S.; Fawcett, R. H.; Shaw, D. J. and Macrae, A. I.: Comparison of rumination activity measured using rumination collars against direct visual observations and analysis of video recordings of dairy cows in commercial farm environments. *Journal of Dairy Science* 98 (2015) No. 3, pp: 1750 - 1758.
- [24] Byskov, M. V.; Nadeau, E.; Johansson, B. E. O. and Nørgaard, P.: Variations in automatically recorded rumination time as explained by variations in intake of dietary fractions and milk production, and between-cow variation. *Journal of Dairy Science* 98 (2015) No. 6, pp: 3926 - 3937.
- [25] Hoy, S.: Nutzung der automatisch gemessenen Rumination bei Kühen für Brunst-, Gesundheits- und Abkalbemonitoring. In: Tagungsband zur 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 08. - 10. September 2015 in Freising, S. 140 - 145. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 2015.
- [26] Stangaferro, L.; Wijma, R.; Medrano, M. M.; Al Abri, M. A. and Giordano, J. O.: Prepartum rumination patterns in dairy cows that develop health disorders in the early postpartum period. *Journal of Dairy Science* 98 (2015) Suppl. 2, p. 327.
- [27] Stangaferro, L.; Wijma, R.; Quinteros, C. E.; Medrano, M. M.; Masello, M. and Giordano, J. O.: Use of a rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders. *Journal of Dairy Science* 98 (2015) Suppl. 2, p. 506 - 507.
- [28] Kaufman, E. I.; LeBlanc, S. J.; McBride, B. W.; Duffield, T. F. and Trevor, J.: Monitoring rumination in transition dairy cows for the early detection of subclinical ketosis. *Journal of Dairy Science* 98 (2015) Suppl. 2, p. 506.
- [29] Pahl, C.; Hartung, E.; Mahlkow-Nerge, K. and Haeussermann, A.: Feeding characteristics and rumination time of dairy cows around estrus. *Journal of Dairy Science* 98 (2015) No. 1, pp: 148 - 154.
- [30] Wendl, G.: Technik in der Rinderhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): *Jahrbuch Agrartechnik 2014*. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2015. S. 1- 10. URL <http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/208.html> – Aktualisierungsdatum: 27.01.2016.
- [31] Grant, R. J. and Dann, H. M.: Biological importance of rumination and its use on-farm. William H. Miner Agricultural Research Institute Chazy, NY. URL <https://ecommons.cornell.edu/handle/1813/41226> - Aktualisierungsdatum: 27.01.2016.
- [32] Rutten, C. J.; Velthuis, A. G. J.; Steeneveld, W. and Hogeveen H.: Invited review: Sensors to support health management on dairy. *Journal of Dairy Science* 96 (2012) No. 4, pp. 1928 - 1952.
- [33] Schindhelm, K.; Haidn, B. und Reese, S.: Früherkennung von Klauenerkrankungen durch automatische Aktivitäts- und Leistungsanalyse bei Milchkühen. In: Tagungsband zur 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 08. - 10. September 2015 in Freising, S. 158 - 163. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 2015.
-

- [34] Norring, M.; Häggman, J.; Simojoki, H.; Tamminen, P.; Winckler, C. and Pastell, M.: Short communication: Lameness impairs feeding behavior of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96 (2012) No. 7, pp. 4317 - 4321.
- [35] Westin, R.; Vaughan, A.; de Passillé, A. M.; DeVries, T. J.; Pajor, E. A.; Pellerin, D.; Siegford, J. M.; Vasseur, E. and Rushen, J.: Lying times of lactating cows on dairy farms with automatic milking systems and the relation to lameness, leg lesions, and body condition score. *Journal of Dairy Science* 96 (2016) No. 1, pp. 551 - 561.
- [36] Berkemeier, K.; Ostermann-Palz, B. und Stöcker, Ch.: Kuh-Navis für den Stall. *Elite* 2015 H. 3, S. 26 - 29.
- [37] Rose-Meierhöfer, S.; Børsting, C. F.; Auer, M.; Gföllner, V.; Ammon, C. and Demba, S.: Validation of a positioning system in a loose housing dairy barn by using a wireless local area network. In: *Proceedings of the 7th European Conference on Precision Livestock Farming, 15 - 18 September 2015, Milan (Italy)*, pp. 75 - 83.
- [38] Fontana, I.; Tullo, E.; Gottardo, D.; Bahr, C.; Viazzi, S.; Sloth, K. H. and Guarino, M.: Validation of a commercial system for the continuous and automated monitoring of dairy cows activity. In: *Proceedings of the 7th European Conference on Precision Livestock Farming, 15 - 18 September 2015, Milan (Italy)*, pp. 93 - 102.
- [39] Mialon, M. M.; Sloth, K. H. and Veisier, I.: Real time positioning to detect early signs of welfare problems in cows. In: *Proceedings of the 7th European Conference on Precision Livestock Farming, 15-18 September 2015, Milan (Italy)*, pp. 115 - 118.
- [40] Backman, J.; Frondelius, L.; Mononen, J. and Pastell, M.: Filtering methods to improve the accuracy of dairy cows indoor positioning data. In: *Proceedings of the 7th European Conference on Precision Livestock Farming, 15 - 18 September 2015, Milan (Italy)*, pp. 130 - 137.
- [41] Rose, T.; Traulsen, I.; Hellmuth, U.; Georg, H. and Krieter, J.: Realisierbare Genauigkeit beider automatisierten Erfassung von Aufenthaltszeiten von Milchkühen im Boxenlaufstrall mit dem Real Time Location System Ubisense Series 7000. In: *Tagungsband zur 12. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, 08. - 10. September 2015 in Freising*, S. 188 - 193. Hrsg.: KTBL, Darmstadt, 2015.
- [42] Porto, S. M. C.; Arcidiacono, C.; Giummarra, A.; Anguzza, U. and Cascone, G.: Localisation and identification performances of a real-time location system based on ultra wide band technology for monitoring and tracking dairy cow behaviour in a semi-open free-stall barn. *Computers and Electronics in Agriculture* 108 (2014), pp. 221 - 229.
- [43] Steeneveld, W.; Vernooij, J. C. M. and Hogeveen, H.: Effect of sensor systems for cow management on milk production, somatic cell count, and reproduction. *Journal of Dairy Science* 96 (2016) No. 6, pp. 3896 - 3905.
- [44] Steeneveld, W.; Hogeveen, H. and Oude Lansink, A. G. J. M.: Economic consequences of investing in sensor systems on dairy farms. *Computers and Electronics in Agriculture* 119 (2015), pp. 33 - 39.
-

**Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Wendl, Georg: Technik in der Rinderhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2015. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2016. S. 1-12

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055127>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/261.html>