

Technik in der Rinderhaltung

Heinz Bernhardt,

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Technische Universität München

Kurzfassung

Die Entwicklung zur Automatisierung und zur sensorgestützten Tierüberwachung ist in der Rinderhaltung weiterhin ungebrochen. Die Umsetzung in die Praxis wurde im letzten Jahr durch die niedrigen Milchpreise ausgebremst. Allgemein ist zu beobachten, dass die Lücken zu komplett automatisierten Stallsystemen in allen Betriebsgrößen immer mehr geschlossen werden. Bei der Sensorik lassen sich mehrere Trends ausmachen. Es werden immer mehr Techniken, die ursprünglich für das automatische Melken entwickelt wurden, auch im konventionellen Melken angeboten, die Suche nach neuen Sensoren zur Bestimmung von Tierparametern geht weiter und die intelligente Verknüpfung verschiedenster Sensordaten ermöglicht eine deutliche Steigerung der Aussagegenauigkeit. Dabei wird auch ein immer größerer Wert auf die Benutzerfreundlichkeit der Systeme gelegt.

Schlüsselwörter

Milchvieh, Melken, Kälberhaltung, Sensoren, Automatisierung

Machinery and Techniques for Cattle Husbandry

Heinz Bernhardt,

Agricultural Systems Engineering, Technical University of Munich

Abstract

The development for automation and sensor-assisted animal monitoring is still unbroken in cattle management. The implementation into the practice was slowed down last year by the low milk prices. In general it can be observed that the gaps to completely automated barn systems are being closed more and more in all operating sizes. There are several trends in sensor technology. More and more techniques developed for automatic milking have been offered in conventional milking. The search for new sensors for the determination of animal parameters continues, and the intelligent linkage of various sensory data allows a clear increase in out-of-rangeness. An ever greater emphasis is placed on the user-friendliness of the systems.

Keywords

Dairy cow, milking, sensors, calf breeding, automation

Allgemeine Rahmenbedingungen

Im Vergleich der Mitgliedsstaaten der EU ist Deutschland mit einem Milchproduktionsanteil von etwas über 20 Prozent der größte Erzeuger. Dabei hält etwa jeder vierte landwirtschaftliche Betrieb in Deutschland Milchkühe, womit die Milchproduktion der wichtigste tierische Produktionszweig ist. Aufgrund der vergleichsweise hohen Milcherzeugerpreise und vor dem Hintergrund des Auslaufens der Milchquotenregelung im Jahr 2015 wurde die Milcherzeugung seit 2008 um 14 Prozent gesteigert. [1] Dieser Entwicklungstrend brach im letzten mit dem massiven Einbruch der Milchpreise ein. Im Jahresdurchschnitt lag der Milchpreis 2016 bei 29,29 € pro 100 kg [2] wobei besonders die erste Jahreshälfte noch darunter lag. Dies führte neben einem deutlichen Investitionsrückgang [3] auch zu einer Reduktion der Tieranzahl und Betriebe. In Deutschland ging die Zahl der Milchkühe im Erfassungsjahr 2016 um rund 67.000 (- 1,6 %) Tiere und die Zahl der Haltungen um rund 4.100 Betriebe (- 5,6 %) zurück. [4,5]

Neben der ökonomischen Situation wurde der Milchsektor auch im letzten Jahr wieder stark von der Tierwohl- und Nachhaltigkeitsdiskussion geprägt. Insgesamt ist ein starker gesellschaftlicher Trend in Richtung von Tierwohl und Nachhaltigkeit zu erkennen. [6,7] Darauf reagiert der Sektor mit entsprechenden Tierwohllabeln, die auch wieder Auswirkungen auf die entsprechende Technik, Gebäude [8] und Haltungssysteme haben. [9-13] Im Bereich der rechtlichen Struktur der Haltungsverfahren für Milchkühe ist hierbei besonders der Bundesratsentwurf zum Verbot der ganzjährigen Anbindehaltung von Rindern zu nennen [14]. Dabei soll die ganzjährige Anbindehaltung von Milchkühen als nicht tiergerechtes Haltungssystem im Sinne des § 2 Tierschutzgesetz erklärt werden und mit einer Übergangsfrist von 12 Jahren verboten werden. Dieser wurde vom Bundesrat verabschiedet, aber von der Bundesregierung abgelehnt. Insgesamt ist zwar die ganzjährige Anbindehaltung von Milchkühen ein auslaufendes Haltungssystem. In Bayern wurden aber noch laut Statistik der Milchleistungsprüfung in 2016 in 36,6 % alle Betriebe Milchkühe in ganzjähriger Anbindehaltung gehalten. Dies sind 21,8 % aller hierbei erfassten Milchkühe. [15] Es zeigt sich damit, dass es eher kleine und mittlere Betriebe sind. Trotzdem hätte das gesetzliche Verbot erhebliche Auswirkungen auf den gesamten Milchsektor in Süddeutschland.

Melktechnik

Nachdem es in den letzten Jahren mit der Präsentation automatischer Melkkarussellen noch einmal zu einer tiefgreifenden Veränderung in der Melktechnik kam verbreiten sich diese Systeme nach den positiven Ergebnissen in ersten Testbetrieben nun auch immer mehr in der Praxis. Zwar wurde diese Entwicklung im letzten Jahr durch die ökonomische Situation stark abgebremst, aber besonders bei Großbetrieben müssen vor dem Hintergrund des Alters der bestehenden Technik und der Mitarbeitersituation entsprechende Entscheidungen getroffen werden.

Insgesamt entwickelt sich automatisches melken kontinuierlich weiter. Entsprechende Anpassung der Technik und Sensorik haben dabei wie Untersuchungen zeigen positive Auswirkungen auf die Milchleistung. [16]

Die Firma GEA hat ihr Angebot im Bereich der Einboxenanlagen für Betriebe bis zu 70 Milchkühen überarbeitet und bietet die Monobox an die auf der gleichen Ansetzeinheit wie die automatischen Melkkarusselle basiert. [17] Auch bei den Neuentwicklungen im Bereich der konventionellen Melkstände wird durch unterstützende Automatisierung immer mehr auf Tierwohl und Arbeitseffizienz geachtet. [18,19]

Die Sensorik beim Melken nimmt einen immer größeren Raum ein. So werden in Untersuchungen NIRS in den Milchsschläuchen eingesetzt, um aussagen über die Milchqualität zu erhalten [20], Messung von Progesteron im Milchfluss zur Erstellung von tierindividuellen Progesteron Profilen vorgenommen [21] oder von GEA CMIQ-Monitoring präsentiert das Mastitis auf Viertelebene in Echtzeit frühzeitig erkennen soll [22]. Es ist auch zu beobachten das Systeme die ursprünglich für das automatische Melken entwickelt wurden, nun immer mehr auch in konventionellen melkständen Einzug halten.

Besonders bei größer werden Melkanlagen spielt die automatische Reinigung eine immer wichtigere Rolle für die Milchqualität. Ziel ist es alle Leitungsoberflächen in Kontakt mit Reinigungslösung zu bringen, wozu ein Pfropfen mit der richtigen Geschwindigkeit und Länge durch die gesamte Leitung geschossen wird. Eine Kontrolle der Reinigungswirkung gestaltet sich dabei schwierig. Das von DeLaval vorgestellte Cleaning Analysis System erfasst über Vakuumsensoren den Druckverlauf in der Leitung und kann damit die Pfropfen und Reinigungswirkung errechnen. [23]

Mit fortschreitender Automatisierung der Melktechnik wird auch die kontinuierliche Verfügbarkeit von Energie für die Sicherheit des Unternehmens immer wichtiger. Untersuchungen zeigen, dass bei einem Stromausfall von 4 Stunden zwar eine extreme Unruhe in der Herde entsteht, die auch noch einige Zeit danach andauert. Es aber zu keinen signifikanten Leistungsveränderungen in der Herde kommt. [24,25]

Fütterungstechnik

Nachdem sich die Automatisierung in der Fütterungstechnik in den letzten Jahren stark auf die direkte Fütterungstechnik konzentriert hat werden nun andere Bereiche dieses Sektors automatisiert. Als gutes Beispiel dafür kann die Siloabdeckvorrichtung Wicky der Wasserbauer GmbH gelten. Hiermit wird die Abdeckfolie von Fahrsilos automatisch aufgerollt. Dies stellt eine deutliche Verbesserung zum komplett manuellen Aufdeckverfahren dar, da die Folienbeschwerung im sicheren Abstand zur Silokante im Vorfeld entfernt werden kann. Außerdem kann die Aufdeckung des Silos automatisch an der Fütterung bzw. dem Entnahmevorschub angepasst werden. Somit ist auch eine optimale Siloqualität gesichert. [26,27]

Im Bereich der sensorgestützten Erfassung der Futterqualität gibt es auch neue Ansätze. So sind mehrere Systeme auf dem Markt die Sensoren direkt in den Futtermischwagen integrieren. Hiermit Der können über Bildverarbeitung und -analyse in Echtzeit die Strukturveränderung [28] oder Homogenität [29] von Futtermischungen während des Mischens erfasst und bewertet. So ist eine Anpassung noch während des laufenden Prozesses möglich. [26]

Bei der Steuerung automatischer Fütterungssysteme versucht man weg von den festen Fütterungszeiten zu gehen und sie mehr an die Bedürfnisse der Kühe anzupassen. Dies kann

zu einer höheren Grundfutteraufnahme führen. [30] Ein daraus abgeleiteter Ansatz ist hierbei über die Vorlage von frischem Futter die Kühe zum Besuch des AMS zu bewegen. Dies gelingt aber noch nicht durchgängig im Jahresverlauf. Ein anderer Aspekt ist über die Ortung der Tiere im Stall Rückschlüsse auf die Fressbereitschaft zu erhalten und danach das AFS zu steuern. [31-33]

Sonstige Stalltechnik

Bei der Stalltechnik ist auch eine weitere Automatisierung zu erkennen. Autonome Einstreugeräte übernehmen Transport und selbstständigen Verteilen von gehäckseltem Stroh in die Liegeboxen. Dabei werden belegte Liegeboxen erkannt, dokumentiert und die vorgegebene Einstreumenge in einer der nächsten Fahrten ausgebracht, bis alle Liegeplätze mit der gegebenen Menge Einstreu versorgt worden sind. [34]

Im Bereich Stallbodenreinigung hat Lely eine Innovation im automatischen reinigen von Planbefestigten Böden vorgestellt. Der Lely Discovery 120 Collector verdünnt und löst die Gülle mit Wasser von der Lauffläche, saugt sie dann in einen Tank auf und entlädt diesen an vorgegeben Abgabepositionen. Dies verhindert, dass die Kühe mit ihren Klauen in einer „Bugwelle“ von Gülle stehen, wie dies bei gängigen Schieberentmistungsanlagen bei planbefestigten Ställen oft der Fall ist. [35]



Bild 1: Lely Discovery 120 Collector [35]

Figure 1: Lely Discovery 120 Collector [35]

Bei den Stallreinigungsrobotern ist aber auch zu beobachten, dass hier die Interaktion mit der Milchkuh noch zu verbessern ist. Eine Umfeldüberwachung würde hier Vorteile bringen, z.B. das der Roboter stoppt wenn er feststellt das eine Kuh aus der Liegebox heraustraten will oder er seine Route ändert wenn zu viele Kühe im Reinigungsbereich stehen. [36,37]

Sensorik Milchvieh

Die umfassende Sensorik spielt in der Milchviehhaltung eine immer entscheidende Rolle. Bei den in Europa immer stärker wachsenden Betrieben bei gleichzeitiger Reduktion der Arbeitskräfte ist ohne entsprechende Sensorik keine ausreichende Erfassung der Produktionsprozesse mehr möglich. [38] Das Ziel ist es möglich schnelle und genaue Daten zu bekommen. [39] Die Genauigkeit einzelner Systeme liegt auch wie verschiedene Vergleichsanalysen zeigen relativ hoch. [40]

Ein Ansatz für die Vernetzung ist das von GEA vorgestellte Produkt GEA DairyNet, das die Daten des Herdenmanagerprogramms in die allgemeine Plattform 365-FarmNet integriert und damit den Austausch mit anderen Partnern der Plattform ermöglicht. [41]

Tierkennzeichnung und -ortung

Die Ohrmarke stellt einen grundlegenden Baustein zur durchgängigen Dokumentation in der Rinderhaltung da. Bisherige Ansätze über die Ohrmarken auch andere Funktionen aus dem Bereich Tiersensorik wie z.B. Aktivität oder Ortung abzubilden scheiterten meist am Energiebedarf der Sensoren. Die von der Firma Smartbow auf der EuroTier vorgestellte Rinderohrmarke "Eartag LIFE" dient neben der offiziellen Tierkennzeichnung auch zur Ortung in Echtzeit und zum Gesundheitsmonitoring. Das geringe Gewicht ermöglicht den Einsatz bereits ab der Geburt des Kalbes und über die entsprechende Energieversorgung kann die Funktionsfähigkeit über den gesamten Lebenszyklus sichergestellt werden. Die Ortungsdaten können über das Netzwerk direkt auf das Smartphone des Herdenmanagers übertragen werden. In größeren Gruppen können auch einzelne Tiere über eine eingebaute LED lokalisiert werden. [26,42,43] Die Genauigkeit der Tierortung von Smartbow lag in Vergleichsuntersuchungen bei 1,32 m. [44] Beim Tierortungssystem CowView von GEA zeigen Überprüfungen eine richtige Zuordnung in die einzelnen Aktivitätsbereiche von weit über 95 %. [45]

Fressverhalten und Wiederkauaktivität

Das Fressverhalten und die Wiederkauaktivität spielt eine entscheidende Rolle bei der Futterverwertung. Es zeigt sich das der Rumi Watch Sensor Wiederkauen und Fressen hoch signifikant erfassen kann, bei der Tränke ist diese Genauigkeit nicht gegeben. [46] Auch bei der Weidehaltung ist das Fressverhalten wichtig. Hier können mit speziellen Aktivitätssensoren gute Ergebnisse erzielt werden. [47]

Gesundheitszustand

Der Bereich Gesundheitsmonitoring von Milchkühen ist von verschiedenen Ansätzen geprägt. Zum einen werden neue Einzelsensoren gesucht und zum anderen versucht man über die intelligente Verknüpfung verschiedener Sensorwerte die Genauigkeit des Gesamtsystems zu erhöhen.

Als mögliches Einzelfrühwarnsystem für ein beginnendes Milchfieber soll die Innenohrtemperatur der Kuh und der damit zusammenhängende Kalziumspiegel analysiert werden. In der Untersuchung zeigt sich, dass ein Zusammenhang besteht aber der Wert als alleiniger Kennwert zur sicheren Bestimmung nicht ausreicht. [48]

Über die Verknüpfung von Aktivität- und Wiederkausensor zeigen sich bei der Früherkennung von Verdauungsstörungen gute Ergebnisse. Die Erkennung von Mastitis und Metritis gelingt erst im klinischen Stadium, womit die Datenverknüpfung zur Früherkennung noch nicht ausreicht [49-51]

Kälberhaltung

Ähnlich wie in der Milchviehhaltung ist auch bei der Kälberaufzucht die Sensorik ein entscheidender Aspekt. Eine optimale Versorgung während der Tränkephase des Kalbes hat erhebliche Auswirkungen auf die Milchleistung der ersten Laktation der Milchkuh. [52]



Bild 2: Smart Calf System von Förster Technik [53]

Figure 2: Smart Calf System from Förster Technik [53]

Erkrankungen im Kälberalter haben somit erhebliche Auswirkungen auf das Milchleistungspotential der späteren Kuh. Ein verändertes Trinkverhalten und verringerte Mengenaufnahmen sind meist die ersten Zeichen einer Kälbererkrankung und bei größeren Beständen nur schwer visuell zu erkennen. Über das „Smart Calf System“ von Förster-Technik können verschiedene Gesundheitsparameter erfasst und die Ergebnisse miteinander Verschnitten werden. Am Tränkeautomat wird die abgerufene Tränkemenge und über einen Beschleunigungssensor die Saug- und Stoßbewegungen erfasst, an der Wassertränke die konsumierte Wassermenge und Trinkgeschwindigkeit und über das Tierhalsband die Aktivität. Über die Verschnidung dieser Daten können früher als bei Einzeldaten gesundheitliche Abweichungen

erkannt werden. Zu beobachtende Tiere können direkt über ein LED am Halsband angezeigt werden und die Kontrolle auch am Halsband bestätigt werden. [26,53]

Als Beispiel für die Automatisierung in der Kälberhaltung kann das neue Milchtaxi von Holm & Laue gelte bei dem automatisch der einzelne Tränke Eimer erkannt wird und die für das entsprechende Kalb verknüpfte individuelle Tränkemenge ausdosiert wird. [26]

Zusammenfassung

Die schwierige ökonomische Situation in der Milchproduktion hat im letzten Jahr viele Entwicklungspläne in den Betrieben erst einmal ausgebremst. Gleichzeitig ist aber eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Haltungssysteme in Richtung Tierwohl- und Nachhaltigkeitsaspekte vor dem Hintergrund des gesellschaftlichen Drucks notwendig. Dass der gesellschaftliche Druck auch bereits in der Politik angekommen ist, zeigt der Bundesratsbeschluss zur ganzjährigen Anbindehaltung. Der besonders für Süddeutsche Betriebe erhebliche Auswirkung hätte. Insgesamt entwickelt sich der Trend zum automatisieren Stall- und Managementsystem immer weiter. Automatische Melk- und Fütterungssysteme stehen inzwischen marktreif für alle Betriebsgrößen zur Verfügung. Auch für weitere Bereiche wie z.B. reinigen oder einstreuen gibt es inzwischen verschiedene automatisierte Systeme. Kälbertränkesysteme werden immer stärker vernetzt und dienen inzwischen auch zum Gesundheitsmonitoring des Kalbes. Zum Management dieser Systeme wird auch die Stallsensorik immer weiter ausgebaut. Sowohl über neue Einzelsensoren als auch über die intelligente Verknüpfung bestehender Sensorsysteme stehen immer genauere Datengrundlagen zum Steuern und Regeln für den Betriebsleiter zur Verfügung. Die so gewonnen Daten können über Plattformen ausgetauscht werden und somit betriebsindividuelle Beratungsempfehlungen bereitgestellt werden. Dadurch verändert sich auch die Rolle des Landwirts von der Arbeitskraft zum Melken und Füttern entwickelt er sich immer mehr zum Manager der das komplexe System kontrolliert ohne dabei zu vergessen, dass es sich um Milchkühe handelt. Dies stellt auch die Landwirte vor große Herausforderungen.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Milchkrise. URL - https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agrarpolitik/1_EU-Marktregelungen/_Texte/Fragen_und_Antworten_Milch_2016.html - Zugriff am: 27.02.2017.
- [2] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: 2016 Milchpreise pro Monat. URL - http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/01_MilchUndMilcherzeugnisse/_functions/TabelleMilchpreiseProMonat2016.html - Zugriff am: 27.02.2017.
- [3] Deutscher Bauernverband: Stimmungslage und Investitionsbereitschaft weiter auf Tiefstand. URL - <http://www.bauernverband.de/dbv-konjunkturbarometer-sep-2016> - Zugriff am : 27.02.2017.

- [4] Landesvereinigung der Milchwirtschaft Niedersachsen: Strukturwandel: Weniger Milchkühe und weniger Milchviehhaltungen ermittelt. URL - <http://milchwirtschaft.de/aktuelles-und-veranstaltungen/aktuelles/2017/01-Strukturwandel-Milchkuehe-Milchviehhaltungen.php> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [5] DeStatis: Tiere und tierische Erzeugung. URL - <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFisc/herei/TiereundtierischeErzeugung/TiereundtierischeErzeugung.html> - Zugriff am 27.02.2017.
- [6] Martinez, J.: Paradigmenwechsel in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung - von betrieblicher Leistungsfähigkeit zu einer tierwohlorientierten Haltung. in: Rechtswissenschaft, Seite 441 - 467, Jahrgang 7 (2016), Heft 3, DOI: 10.5771/1868-8098-2016-3-441.
- [7] Johnsen, J.; Zipp, K.; Kälber, T.; Passillé, A.; Knierim, U.; Barth, K.; Mejdell, C.: Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms? —Current and future research. In: Applied Animal Behaviour Science 181 (2016), S. 1–11. DOI: 10.1016/j.applanim.2015.11.011.
- [8] Gomez, Y.; Terranova, M.; Zahner, M.; Hillmann, E.; Savary, P.: Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. In: Journal of dairy science 100 (2), 2017, S. 1331–1339. DOI: 10.3168/jds.2016-11589.
- [9] QM-Milch: Standarddokumente. URL - <http://www.qm-milch.de/standarddokumente> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [10] Heise, H.; Pirsich, W.; Theuvsen, L.: Kriterienbasierte Bewertung ausgewählter europäischer Tierwohl-Labels. Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Band 94, Heft 1, Mai 2016. DOI: 10.12767/buel.v94i1.85.g253.
- [11] Luhmann H.; Schaper C.; Theuvsen L.; Weiland I.: Was bedingt die Bereitschaft deutscher Milcherzeuger zur Teilnahme an einem Nachhaltigkeitsstandard? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: 56. Jahrestagung der GEWISOLA, Bonn, 28. - 30. September 2016. No. 244758. Hrsg.: German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA), 2016.
- [12] Zapf, R.; Schultheiß, U.; Achilles, W.; Schrader, L.; Knierim, U.; Herrmann, H. et al.: Indikatoren für die betriebliche Eigenkontrolle auf Tiergerechtigkeit – Beispiel Milchkühe. 221–230 Seiten / LANDTECHNIK – Agricultural Engineering, Bd. 70, Nr. 6 (2015) DOI: 10.15150/lt.2015.2678.
- [13] Graaf, S.; van Loo, E.; Bijttebier, J.; Vanhonacker, F.; Lauwers, L.; Tuytens, F.; Verbeke, W.: Determinants of consumer intention to purchase animal-friendly milk. In: Journal of dairy science 99 (10), 2016, S. 8304–8313. DOI: 10.3168/jds.2016-10886.
- [14] Bundesrat: Entschließung des Bundesrates zum Verbot der ganzjährigen Anbindehaltung von Rindern. Grunddrucksache 548/15 und 187/16. URL - <https://www.bundesrat.de/SharedDocs/TO/944/tagesordnung-944.html> -
-

- [15] Landeskontrollverband Bayern. URL - <http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Laufstaelle/00%20Bayern.pdf> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [16] Rose-Meierhöfer, S.; Gündel, S.; Demba, S.; Ammon, C.: Comparison of two automatic milking systems regarding milk delivery and milk quality. In: Tagungsband zur International Conference on Agricultural Engineering, 26.-29. Juni 2016 in Arhus/Dänemark. URL - <http://conferences.au.dk/cigr-2016/full-papers/> - Hrsg.: CIGR, 2016.
- [17] N.N.: Pressemitteilung GEA Monobox. URL - <http://www.gea.com/de/products/Monobox.jsp> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [18] N.N.: Pressemitteilung Lemmer Fullwood Quick-E. URL - <http://www.lemmer-fullwood.info/presse-> Zugriff am: 27.02.2017.
- [19] N.N.: Pressemitteilung Silicon Form EuroTier 2016. URL - <http://www.siliconform.com> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [20] Iweka, P.; Kawamura, S.; Morita, A.; Mitani, T.; Okatani, T.; Koseki, S.: Development of a Nearinfrared Spectroscopic Sensing System for Milk Quality Evaluation during Milking. In: Tagungsband zur International Conference on Agricultural Engineering, 26.-29. Juni 2016 in Arhus/Dänemark. URL - <http://conferences.au.dk/cigr-2016/full-papers/> - Hrsg.: CIGR, 2016.
- [21] Derks, M.; Blavy, P.; Höglund, J.; Friggens, N.: Templates to classify progesterone profiles, built using real-time milk progesterone measurements. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.239-244.
- [22] N.N.: Pressemitteilung GEA CMIQ-Monitoring. URL - <http://www.gea.com/> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [23] N.N.: Pressemitteilung DeLaval DCA Reinigungssystem. URL - <http://www.delaval.com/de/uber-delaval/de/news/> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [24] Gräff, A.; Palme, R.; Petermeier, H.; Bernhardt, H.: Assessing adrenocortical activity in dairy cows during simulated power cuts in AMS. In: Tagungsband zur International Conference on Agricultural Engineering, 26.-29. Juni 2016 in Arhus/Dänemark. URL - <http://conferences.au.dk/cigr-2016/full-papers/> - Hrsg.: CIGR, 2016.
- [25] Höld, M.; Gräff, A.; Stumpfenhausen, J.; Bernhardt, H.: Basics for the energy distribution in a dairy barn with an energy management System. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.135-140.
- [26] N.N.: Innovation Award EuroTier 2016 - Neuheiten Magazin EuroTier 2016. Hrsg.: Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft, Frankfurt, 2016.
- [27] N.N.: Pressemitteilungen Wasserbauer GmbH. URL - <http://www.wasserbauer.at/news-fuetterungsroboter.htm> - Zugriff am: 27.02.2017.
-

- [28] N.N.: News Precision Feeding - Dinamica Generale. URL - <http://www.dinamicagenerale.com/dgprecisionfeeding> - Zugriff am:27.02.2017.
- [29] N.N.: V-READY to Feed Optical Mix Control - Bernard van Lengerich. URL - <http://landmaschinentechnik.bvl-group.de/de/home/> - Zugriff am:27.02.2017.
- [30] King, M.; Crossley, R.; DeVries, T.: Impact of timing of feed delivery on the behavior and productivity of dairy cows. In: Journal of dairy science 99 (2), 2016, S. 1471–1482. DOI: 10.3168/jds.2015-9790.
- [31] Oberschätzl-Kopp, R.; Haidn, B.; Peis, R.; Reiter, K.; Bernhardt, H.: Effects of an automatic feeding system with dynamic feed delivery times on the behaviour of dairy cows. In: Tagungsband zur International Conference on Agricultural Engineering, 26.-29. Juni 2016 in Arhus/Dänemark. URL - <http://conferences.au.dk/cigr-2016/full-papers/> - Hrsg.: CIGR, 2016.
- [32] Oberschätzl-Kopp, R.; Haidn, B.; Peis, R.; Reiter, K.; Bernhardt, H.: Effects of an automatic feeding system with dynamic feeding times on the behavior of dairy cows. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.363-369.
- [33] De Mol, R.; Goselink, R.; Van Riel, J.; Knijn, H.; Van Kneegsel G.: The relation between eating time and feed intake of dairy cows. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.387-392.
- [34] N.N.: Prospekt „Einstreu-Meister“ Hartmann GmbH & Co. KG. URL - <http://www.stallbauprofis.de/iq-stall/einstreutechnik.html> - Zugriff am:27.02.2017.
- [35] N.N.: Pressemitteilung Lely Discovery 120 Collector. URL - https://www.lely.com/de/pressemitteilungen-copy/2017/01/23/Neue_Lely_Discovery_120_Collector/ - Zugriff am: 27.02.2017.
- [36] Doerfler, R.; Martin, R.; Bernhardt, H.: Implications of Robotic Walkway Cleaning for Hoof Disorders in Dairy Cattle. In: IJERA 7 (01), 2017, S. 98–104. DOI: 10.9790/9622-07010498104.
- [37] Doerfler, R.; Lehermeier, C.; Kliem, H.; Mostl, E.; Bernhardt, H.: Physiological and Behavioral Responses of Dairy Cattle to the Introduction of Robot Scrapers. In: Frontiers in veterinary science 3, S. 106. DOI: 10.3389/fvets.2016.00106.
- [38] Caja, G.; Castro-Costa, A.; Knight, C.: Engineering to support wellbeing of dairy animals. In: The Journal of dairy research 83 (2), S. 136–147. DOI: 10.1017/S0022029916000261.
- [39] Griffioen, K.; Hop, G.; Holstege, M.; Velthuis, A.; Lam, T.: Dutch dairy farmers' need for microbiological mastitis diagnostics. In: Journal of dairy science 99 (7), 2016, S. 5551–5561. DOI: 10.3168/jds.2015-10816.

- [40] Borchers, M.; Chang, Y.; Tsai, I.; Wadsworth, B.; Bewley, J.: A validation of technologies monitoring dairy cow feeding, ruminating, and lying behaviors. In: *Journal of dairy science* 99 (9), 2016, S. 7458–7466. DOI: 10.3168/jds.2015-10843.
- [41] N.N.: Pressemitteilung GEA DairyNet. URL - <http://www.gea.com/> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [42] N.N.: Pressemeldung Smartbow. URL - <http://www.smartbow.at/de/mehr/news-terme/news-detail/goldmedaille-geht-an-eartag-life.html> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [43] Tomic, D.; Iwersen, M.; Auer, W.: Cow time budget and beyond - experience with the Smartbow system. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): *Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming*, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.81-87.
- [44] Wolfger, B.; Jones, B.; Orsel, K.; Bewley, J.: Technical note: Evaluation of an ear-attached real-time location monitoring system. In: *Journal of dairy science* 100 (3), 2017, S. 2219–2224. DOI: 10.3168/jds.2016-11527.
- [45] Tullo, E.; Fontana, I.; Gottardo, D.; Sloth, K.; Guarino, M.: Technical note: Validation of a commercial system for the continuous and automated monitoring of dairy cow activity. In: *Journal of dairy science* 99 (9), 2016, S. 7489–7494. DOI: 10.3168/jds.2016-11014.
- [46] Ruuska, S; Kajava, S; Mughal, M; Zehner, N; Mononen, J: Validation of a pressure sensor-based system for measuring eating, rumination and drinking behaviour of dairy cattle. In: *Applied Animal Behaviour Science* 174, (2016) S. 19–23. DOI: 10.1016/j.applanim.2015.11.005.
- [47] Allain, C.; Danilo, S.; Raynal, J.; Beck, C.; Delagarde, R.; Brocard, V.: Recording grazing time of dairy cows in AMS farms with the Lifecorder+ sensor. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): *Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming*, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.401-406.
- [48] Venjakob, P.; Borhardt, S.; Thiele, G.; Heuwieser, W.: Evaluation of ear skin temperature as a cow-side test to predict postpartum calcium status in dairy cows. In: *Journal of dairy science* 99 (8), 2016, S. 6542–6549. DOI: 10.3168/jds.2015-10734.
- [49] Stangaferro, M.; Wijma, R.; Caixeta, L.; Al-Abri, M.; Giordano, J.: Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part I. Metabolic and digestive disorders. In: *Journal of dairy science* 99 (9), 2016, S. 7395–7410. DOI: 10.3168/jds.2016-10907.
- [50] Stangaferro, M.; Wijma, R.; Caixeta, L.; Al-Abri, M.; Giordano, J.: Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part II. Mastitis. In: *Journal of dairy science* 99 (9), 2016, S. 7411–7421. DOI: 10.3168/jds.2016-10908.

- [51] Stangaferro, M.; Wijma, R.; Caixeta, L.; Al-Abri, M.; Giordano, J.: Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part III. Metritis. In: Journal of dairy science 99 (9), 2016, S. 7422–7433. DOI: 10.3168/jds.2016-11352.
- [52] Heins, B.; Chester-Jones, H.; Ziegler, D.; Ondarza, M.; Schuling, S.; Ziegler, B. et al.: Relationships between early life growth and first lactation performance of Holstein dairy cows. In: Journal of Animal Science 94 (2016), S. 598. DOI: 10.2527/jam2016-1243.
- [53] N.N.: Pressemeldung von Förster Technik zu Smart Calf System. URL - <http://www.foerster-technik.de/website/de/index/eurotier2016.php> - Zugriff am: 27.02.2017.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Bernhardt, Heinz: Technik in der Rinderhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-12

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64184>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/304.html>