

## Technik in der Rinderhaltung

Georg Wendl,

Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

### Kurzfassung

Die allgemeine Entwicklung in der Milchviehhaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Herdengrößen weiter wachsen und die Anforderungen hinsichtlich Nachhaltigkeit und gesellschaftliche Akzeptanz steigen. Die allgemeine Tendenz, mehr und mehr Tätigkeiten zu automatisieren, setzt sich auch in der Milchviehhaltung beständig fort. Für automatische Fütterungssysteme ist inzwischen das Marktangebot sehr vielseitig. Neben den bekannten automatischen Melksystemen wurden inzwischen in großen Beständen auch die ersten automatisierten Karussell-Melkstände installiert. Im Bereich der Tierüberwachung gewinnt die automatische Erfassung des Fressverhaltens an Bedeutung. Erstmals ist auch ein Sensor zur automatischen Körperkonditionsbestimmung kommerziell verfügbar. Für das Herdenmanagement werden zunehmend mobile und vernetzte Softwarelösungen entwickelt und eingesetzt.

### Schlüsselwörter

Milchvieh, Automatisierung, Füttern, Melken, Sensoren, Software

## Machinery and Techniques for Cattle Husbandry

Georg Wendl,

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

### Abstract

Further development in dairy husbandry is characterized by growing herd sizes and increasing claims for sustainability and social acceptance. The general tendency to automation can also be observed in dairy husbandry. Various automatic feeding systems are offered on the market in the meantime. Besides the well-known automatic milking systems the first automatic rotary systems have been installed in large dairy herds. Regarding animal monitoring, automatic registration of feeding behavior becomes more important. For the first time a body-condition-score sensor is commercially available. Concerning herd management, mobile and web-based software solutions are increasingly developed and implemented.

### Keywords

Dairy cow, automation, feeding, milking, sensors, software

---

## **Allgemeine Rahmenbedingungen**

Nach dem Auslaufen der Milchquotenregelung zum 31.03.2015 bestehen für die Milcherzeuger in Deutschland bei einem wachsenden Weltmarkt gute Absatzchancen, wenn die Wettbewerbsfähigkeit im Auge behalten und das Risikomanagement ausgebaut wird. Prognosen besagen, dass auf dem Weltmarkt die Gesamtnachfrage für Milchprodukte bis 2022 um 22 % stark steigen dürfte, während das Nachfragewachstum in den Industrieländern mit 5 % vergleichsweise gering ausfallen dürfte [1]. Nach Berechnungen des Thünen-Instituts wird die Milcherzeugung in Deutschland bis zum Jahr 2023 um 18 % zunehmen, da die Milchleistung pro Kuh weiter steigen wird und auch die Kuhbestände leicht zunehmen werden. Die bisher bekannte Wanderung der Milcherzeugung dürfte sich weiter fortsetzen. Vor allem in den Küstenregionen, am Niederrhein, in einigen Mittelgebirgslagen sowie im Allgäu und Voralpenraum wird sich die Milcherzeugung weiter ausdehnen. Dagegen wird die Milcherzeugung insbesondere auf Ackerstandorten wie etwa der Köln-Achener Bucht, der Hildesheimer Börde und dem Nordosten von Brandenburg sowie auf weniger wettbewerbsfähigen Grünlandstandorten (z. B. Schwarzwald oder Teile Hessens) weiter abnehmen [2].

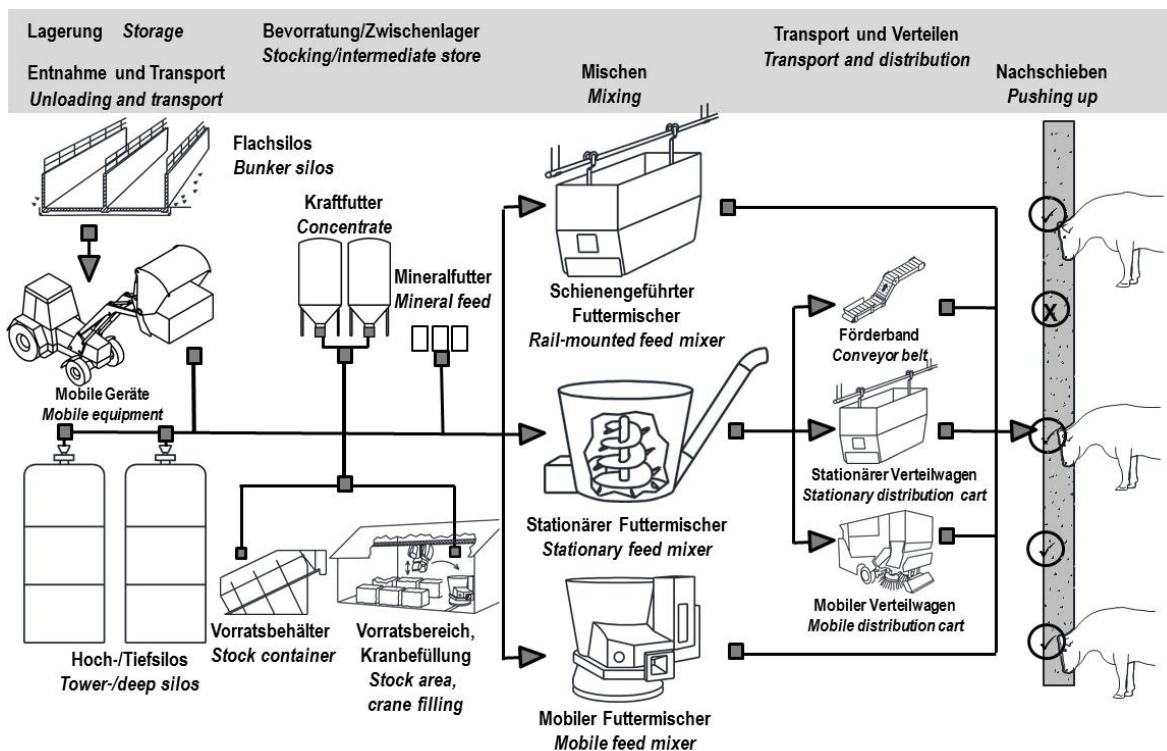
Der Strukturwandel in der Milchviehhaltung, der in der Vergangenheit durch die Milchquote nicht verhindert werden konnte, wird auch in den kommenden Jahren weitergehen. In Deutschland wird vor allem die Zahl der Milchviehbetriebe mit mehr als 100 Kühen deutlich wachsen, die Wachstumsschwelle liegt derzeit schon bei 100 Kühen. Dies führt dazu, dass in zehn Jahren die durchschnittliche Herdengröße bei etwa 90 Kühen je Betrieb liegt (d. h. eine Steigerung um 66 % zu heute), dass etwa 15.000 Betriebe mehr als 100 Kühe halten und dass ca. 60 % der Kühe in diesen Beständen stehen. Nicht mehr die Milchquote wie bisher, sondern die verfügbare Fläche wird mehr und mehr zum beschränkenden Faktor [3].

Die gesellschaftliche Diskussion um die Tierhaltung berührt zunehmend auch die Milchviehhalter. Hervorgerufen durch Nicht-Regierungs-Organisationen fordert der Handel vermehrt von Molkereiunternehmen, eigene Nachhaltigkeitsprogramme für die Milcherzeugnisse zu entwickeln [4] (z. B. Deutsches Milchkontor [5], Frieslandcampina [6]). Diese Programme werden schrittweise umgesetzt und betreffen Themen wie Kuhkomfort, Tiergesundheit, Haltungstechnik, Energieeffizienz, Management. Eine erste Status-Quo-Analyse ausgewählter Nachhaltigkeitsaspekte der Milchviehhaltung in Niedersachsen liegt inzwischen vor [7]. Eine Bestandsaufnahme ist aber nur der erste Schritt, weitere Schritte hin zu einer kontinuierlichen Verbesserung verschiedener Nachhaltigkeitskriterien sind künftig zu realisieren.

Um die gesellschaftliche Akzeptanz der Milchviehhaltung zu verbessern, sind von Forschung, Industrie, Beratung und Praxis innovative Haltungskonzepte zu entwickeln und zu erproben. Ein Beispiel für ein derartiges innovatives Konzept ist der sogen. Garten-Stall aus den Niederlanden, der den Kühen natürliche Lebensbedingungen bieten, das Wohlbefinden der Kühe und deren Lebensleistung steigern, die Emissionen reduzieren und das Image der Milchviehhalter steigern soll [8].

## Fütterungstechnik

Die Automatisierung der Fütterungsarbeiten befindet sich in der Markteinführung. In Deutschland sind derzeit deutlich über 100 Anlagen auf praktischen Betrieben installiert, davon mehr als die Hälfte in Bayern [9]. Von mehreren Herstellern werden inzwischen verschiedenste Systeme auf dem Markt angeboten, die halb- oder vollautomatisch die Fütterung ausführen können (**Bild 1**). Bei halbautomatischen Systemen erfolgt die Futterentnahme noch manuell mit Hilfe eines Schleppers oder Radladers, während das Mischen, Verteilen sowie Nachschieben des Futters automatisch mehrmals am Tag durchgeführt wird. Vollautomatische Systeme sind bisher am Markt nur mit Hoch-/Tiefsilos realisiert, da eine autonome Siloentnahme am Fahrsilo noch nicht verfügbar ist [10]. Arbeitszeitkalkulationen zeigen, dass der Arbeitszeitbedarf bei Beständen von 100 - 200 Kühen zwischen 4,5 und 2 AKh/Kuh und Jahr liegt, je nachdem welche Entnahmetechnik verwendet wird und ob die Vorratsbehälter/Mischer einmal am Tag oder alle zwei Tage befüllt werden. Bei vollautomatischen Varianten liegt der Zeitbedarf sogar unter 1 AKh/Kuh und Jahr [9].



**Bild 1:** Überblick über die verschiedenen Systeme der automatisierten Fütterung [10].

**Figure 1:** Overview of different systems for automatic feeding [10].

Für die Überwachung der Futtermittellieferung ist die Kenntnis der tierindividuellen Futteraufnahme notwendig. Diese kann zwar mit elektronischen Wiegetrögen erfasst werden, aber diese Technik ist für die praktische Milchviehhaltung aus Kostengründen nicht umsetzbar. Als Lösungsmöglichkeit könnte die Überwachung des Futteraufnahmeverhaltens (Zeitdauer der Futteraufnahme und des Wiederkauens) mit Hilfe von Kau-/Wiederkauensensoren dienen. Erste Versuche mit einem Drucksensor (ART-MSR Wiederkauensensor)

zeigen das Potenzial für eine Schätzung der Futteraufnahme anhand der Kauaktivität auf, allerdings sind weitere Untersuchungen auf breiterer Basis notwendig [11]. In einem noch früheren Stadium befindet sich ein Sensor, der auf dem Prinzip der Elektromyographie (EMG) die Kaumuskelaktivität erfasst. Der EMG-Sensor hat seine Eignung zur Erfassung des Fütterungsverhaltens bewiesen, aber bis zum Einsatz als praktisches Managementtool sind weitere Entwicklungsschritte notwendig [12].

## **Melktechnik**

Für die Melkarbeit haben sich Melkroboter in Form von Einboxen- oder Mehrboxenanlagen in mittleren Milchviehbetrieben etabliert, blieben aber bisher in großen Milchviehbetrieben eher die Ausnahme. Zwar gibt es beispielsweise in Sachsen etwa 15 Betriebe mit acht und mehr Melkrobotern, doch auf Grund des höheren Investitionsbedarfs ist die Verbreitung in Großbetrieben eher gering [13]. Speziell für diese Betriebe wurden vollautomatisierte Roboter-Melkkarusselle entwickelt, die sich derzeit in zwei verschiedenen Varianten in der Markteinführung befinden. Das automatisierte Karussell AMR™ der Firma DeLaval (Innenmelker mit 24 Melkplätzen und fünf Roboterarmen) wurde kommerziell erstmals 2011 in Australien installiert. Bis Anfang 2015 waren weltweit mehr als 10 Installationen in vier verschiedenen Ländern in Betrieb. In Deutschland wird Mitte 2015 das vierte System in Betrieb gehen [14]. Die Firma GEA Farm Technologies hat mit ihrem automatisierten Karussell (Außenmelker mit autonomen Melkmodulen DairyProQ) im Jahr 2013 auf einem ersten deutschen Testbetrieb mit 32 Melkmodulen den Dauerbetrieb aufgenommen. 2014 kam ein zweiter Testbetrieb mit 40 Melkmodulen hinzu, 2015 werden weitere folgen [15].

In automatischen Melksystemen ist eine Vielzahl von elektrischen Verbrauchern verbaut. Daher ist der Energieverbrauch der Systeme ein wichtiges Beurteilungskriterium. Da Stromverbrauchsmessungen auf Praxisbetrieben beim gleichen Fabrikat in Abhängigkeit vom Management um bis zu 30 % schwanken und daher wenig aussagefähig sind, wurde am DLG-Testzentrum ein weltweit erstes standardisiertes Messverfahren für den Verbrauch von Strom, Wasser und chemischen Betriebsmitteln entwickelt und an einem Fabrikat durchgeführt [16].

Automatische Melksysteme wurden bisher ausschließlich bei Milchkühen eingesetzt. Eine erste Untersuchung zum Einsatz einer Einboxenanlage bei Milch-Büffeln zeigt, dass diese Systeme auch zum freiwilligen Melken von Büffeln geeignet sind und eine vielversprechende Alternative zum konventionellen Melken darstellen [17].

Alle kommerziellen Ansetzautomatiken beim automatischen Melken basieren darauf, dass mit verschiedenen optischen Systemen die Position jeder einzelnen Zitze bestimmt und anschließend der Zitzenbecher angesetzt wird. Der Zeitbedarf für das Ansetzen der vier Melkbecher kann bis zu 2 min. dauern, ein Melker dagegen kann das Ansetzen in 10 sec. zuverlässig erledigen. Deshalb wurde in einer Entwicklungsarbeit versucht, mit einer Kombination aus einer Thermografiekamera und zwei Stereokameras die 4 Zitzen gleichzeitig in Echtzeit zu orten. Die Labortests zeigen sehr vielversprechende Ergebnisse (Ortungszeit der vier Zitzen < 1 sec.), so dass eine Weiterentwicklung und Feldversuche vorgeschlagen werden [18].

### Sensorgestützte individuelle Tierüberwachung

3D-Beschleunigungssensoren werden seit längerer Zeit für die Brunsterkennung und für die Erfassung des Bewegungsverhaltens in Wissenschaft und Praxis eingesetzt. Dazu liegen inzwischen viele Veröffentlichungen vor und beweisen deren Tauglichkeit (z. B. für Brunsterkennung Sensitivität ~ 80 - 90 %, Spezifität > 90 %) [19]. Erstmals wurde nunmehr das CowManager SensOor System der Firma Agis Automatisierung, das schon kommerziell verfügbar ist, wissenschaftlich untersucht. Dieser Sensor wird an einer elektronischen Ohrmarke zur Tieridentifikation befestigt und erfasst die Ohrtemperatur sowie das Fress-, Wiederkau- und Aktivitätsverhalten. Die Fragestellung war, ob über die Bewegungen des Ohres die Verhaltensmuster "Wiederkauen", "Fressen", "Ruhen" und "Aktiv" im Vergleich zur visuellen Beobachtung eindeutig klassifiziert werden können. Die Ergebnisse zeigen, dass der Sensor für die Überwachung des Wiederkau- und des Ruheverhaltens sehr gut geeignet ist. Er ist ebenso für die Überwachung des Fressverhaltens in Praxisbetrieben geeignet, während bei der Klassifizierung "Aktiv" keine so hohe Übereinstimmung zur visuellen Beobachtung festgestellt wurde [20].

Eine zentrale Größe in der Gesundheitsüberwachung stellt die Körpertemperatur dar. Standardmethode ist die manuelle rektale Messung über ein Fieberthermometer. Für eine permanente automatische Erfassung der direkten Körperkerntemperatur sind bisher keine praktikablen Sensoren verfügbar. Als indirekter Parameter bietet sich die Milchtemperatur an, die in automatischen Melksystemen kontinuierlich bei jeder Melkung registriert wird. Eine zuverlässige Erkennung von kranken Kühen anhand der Milchtemperatur ist allerdings nicht möglich. Nur 65 % der Kühe, die an Hand der Vaginaltemperatur als fiebrig klassifiziert wurden, konnten auch über die Milchtemperatur korrekt identifiziert werden [21]. Eine Alternative zur Milchtemperaturmessung ist die Messung der Pansentemperatur über einen Pansenbolus mit integriertem Temperatursensor. Untersuchungen mit einem batterielosen Pansenbolus, der im Gegensatz zu einem batteriegespeisten lebenslang genutzt werden kann, zeigten aber auch keine zuverlässige Erkennung von kranken Kühen. Bei einem Anstieg der gemessenen Temperatur um 0,8 °C gegenüber dem Basiswert wurde für die Erkennung von Mastitis eine Sensitivität von 67 % bei einer Spezifität 77 % und für die Erkennung von Pneumonie eine Sensitivität von 77 % bei einer Spezifität von 69 % erreicht. Keine signifikanten Unterschiede wurden bei Kühen mit Lahmheit oder Metritis gefunden [22].

Zur frühzeitigen Erkennung von Stoffwechselkrankheiten werden seit ein paar Jahren Wiederkausensoren kommerziell eingesetzt. Der Prozess des Wiederkauens wird allerdings von vielen Faktoren (Gesundheitsstatus, Zusammensetzung der Futterration, Futterqualität, Reproduktionsstatus, Milchleistung, Hitzestress etc.) beeinflusst [23]. Auch tierindividuelle Unterschiede treten auf, bei manchen Kühen wurde eine sehr gute Übereinstimmung der automatisch gemessenen Wiederkauzeit mit der beobachteten Wiederkauzeit festgestellt, bei anderen dagegen nur eine geringe Übereinstimmung [24]. Aus dem Verlauf der Wiederkauzeit vor und nach der Kalbung können aber Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand der Kühe gezogen werden. So wurde beobachtet, dass bei der Kalbung die Wiederkauzeit auf 70 % des Niveaus in der Trockenstellperiode sinkt und nach der Kalbung

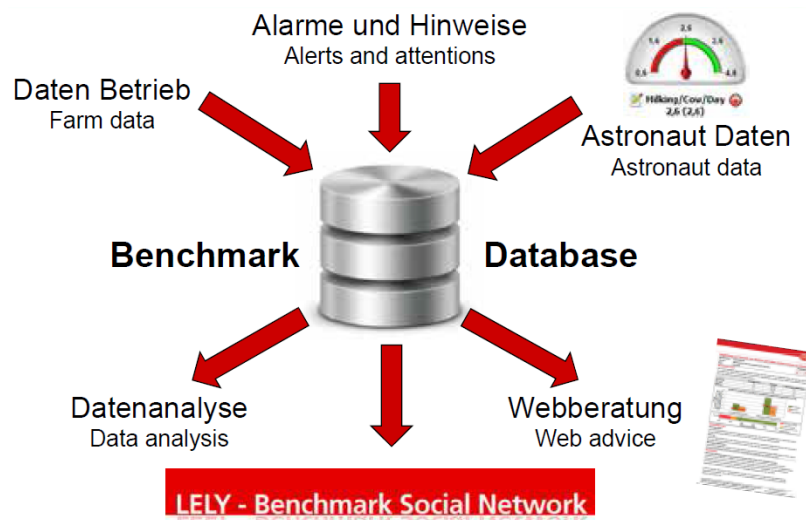
wieder ansteigt. Bei Kühen mit einem langsameren Anstieg wurden in 90 % der Fälle klinische Erkrankungen in den ersten Laktationstagen festgestellt, bei Kühen mit einem schnelleren Anstieg dagegen nur in 40 % der Fälle. Das Ausmaß des Anstiegs kann also Hinweise auf ein höheres Krankheitsrisiko geben. Allerdings müssen noch Grenzwerte für die unterschiedlichen Fütterungssysteme entwickelt werden [23]. Auch während der Brunst verändert sich das Wiederkauverhalten. Untersuchungen zeigten, dass am Tag der Brunst die Wiederkauaktivität im Durchschnitt um ca. 20 % zurückgeht, während die Aktivität ansteigt. Es ist daher davon auszugehen, dass über die beiden Parameter "Aktivität" und "Wiederkau-/Fressaktivität" mit geeigneten Algorithmen die Sicherheit der automatischen Brunsterkennung gesteigert werden kann [25; 26].

Die automatische Erfassung der individuellen Wasseraufnahme könnte ein weiteres Monitoringverfahren sein. So ergaben Untersuchungen zur täglichen Wasseraufnahme, dass die Wasseraufnahme unmittelbar vor der Brunst signifikant verringert wird. In Verbindung mit einer Aktivitätsmessung und/oder Messung der Wiederkauaktivität könnte damit die Brunsterkennung noch weiter verbessert werden [27].

Die Beurteilung der Körperkondition einer Kuh wird allgemein als ein wichtiges Hilfsmittel für das Management einer Milchviehherde angesehen. Viele wissenschaftliche Untersuchungen liegen inzwischen vor, die bildgebende Verfahren als ein geeignetes Verfahren für eine automatische Bestimmung der Körperkondition bewerten und die eine sehr gute Übereinstimmung mit der visuellen Körperkonditionsbewertung erzielt haben [28 bis 30]. Erstmals wurde auf der EuroTier-Ausstellung 2014 von der Firma DeLaval ein kommerzielles System zur automatischen Körperkonditionsbestimmung vorgestellt, das mit einer 3D-Kamera, die auf einer Sortierschleuse oder Melkbox des Melkroboters installiert ist, das Profil des Kuhrückens erfasst und daraus einen Körperkonditionswert berechnet [31].

### **Datenmanagement - mobil und mit der Cloud**

Mit zunehmendem Einsatz von Sensoren für die Tierüberwachung und von Automatisierungslösungen wächst die Datenmenge im Milchviehbetrieb. Für das einzelbetriebliche Datenmanagement zeichnet sich ab, dass mehr und mehr mobile Anwendungen (Apps) und serverbasierte Lösungen auf den Markt kommen und die bisherigen stationären Managementsysteme ergänzen. Beispiel dafür ist etwa das mobile Managementsystem T4C InHerd der Firma Lely, mit dem in Ergänzung zum stationären Managementprogramm T4C ortsunabhängig und online das tägliche Management der Milchviehherde unterstützt wird. Die Firma Lely bietet inzwischen auch eine Cloud-basierte Benchmark-Datenbank an, in der Betriebsdaten, Roboterdaten, Alarme und Hinweise gespeichert werden (**Bild 2**). Auf der Grundlage dieser Datenbank werden verschiedene Services angeboten, mit denen der Milchviehhalter einen horizontalen Betriebsvergleich und eine Web-Beratung durchführen kann und die auch der Hersteller für anonymisierte Auswertungen zur Produktentwicklung nutzen kann [32].



**Bild 2:** Lely Benchmark-Datenbank als zentrales System für verschiedene Services [32].

**Figure 2:** Lely Benchmark Database as central system for different services [32].

Einen neuen Weg, der die bisherigen klassischen Insellösungen ablöst, geht die Firma GEA Farm Technologies mit der Integration ihres neuen Herdenmanagements DairyNet in das herstellerübergreifende Farmmanagement-Informationssystem 365FarmNet. Alle Stamm-, Planungs- und Prozessdaten aus Pflanzenbau und Tierhaltung werden mit einer einzigen Software vernetzt und stehen als zentraler Datensatz für alle Managementaufgaben zur Verfügung. Die Software wird als lokale Stand-alone-Lösung, als vernetzte Web-Version unter 365FarmNet und als mobile App-Version in Kürze im Markt eingeführt [33].

### Zusammenfassung

Nach dem Auslaufen der Milchquotenregelung und bei einem wachsenden Weltmarkt wird die deutsche Milcherzeugung weiterhin gute Marktchancen haben, wenngleich die verfügbare Fläche als begrenzender Faktor wirkt und die gesellschaftlichen Anforderungen steigen. In der Haltungstechnik wird in allen Bereichen die Automatisierung weiter voranschreiten mit dem Ziel, die Arbeitsproduktivität und die Produktionseffizienz zu erhöhen. Neben den schon bekannten Sensorsystemen werden neuere Sensoren zur genaueren Erfassung des Aktivitäts- und Fress-/Wiederkauverhaltens den Weg in die Praxis finden, um die Tierüberwachung weiter zu verbessern. Für die automatische Körperkonditionsbestimmung ist inzwischen ein erstes kommerzielles System verfügbar. Beim Herdenmanagement geht der Trend zu mobilen und web-basierten Softwareanwendungen.

## Literatur

- [1] Thiele, H. D., Richarts, E. und Burchardi, H.: Weg ins Ungewisse. dlz 65 (2014) H.11, S. 138 – 141.
- [2] Offermann, F., Deblitz, C., Golla, B., Gömann, H., Haenel, H-D., Kleinhanß, W., Kreins, P., Ledebur von, O., Osterburg, B., Pelikan, J., Röder, N., Rösemann, C., Salamon, P., Sanders, J. und de Witte, T.: Thünen-Baseline 2013–2023: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2014, 112 p, Thünen Rep 19.
- [3] Göbel, T.: 40 % weniger Milchbauern. DLG-Mitteilungen 130 (2014) H. 11, S. 88 - 90.
- [4] Lehmann, N.: Ende der Schonfrist. Agrarmanager 2014 H. 2, S. 38.
- [5] -, -: Nachhaltigkeitsprogramm DMK 2020: Unsere Milch. Unsere Welt. DMK Deutsches Milchkontor, [http://www.dmk.de/lookbook/pdf/DMK\\_FactSheet\\_D\\_2013.pdf](http://www.dmk.de/lookbook/pdf/DMK_FactSheet_D_2013.pdf), 13.02.2014.
- [6] -, -: Nachhaltigkeitsprogramm für die Milchviehhaltung. FrieslandCampina, <http://www.frieslandcampina.com/english/news-and-press/news/corporate-news/~media/4bbd87160c7647aa9a2b7e327e9518e2.ashx>, 13.02.2015.
- [7] Lassen, B., Nieberg, H., Kuhnert, H. und Sanders, J.: Status-quo-Analyse ausgewählter Nachhaltigkeitsaspekte der Milcherzeugung in Niedersachsen. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 116 p, Thünen Working Paper 28, 2014, [https://www.ti.bund.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper\\_28.pdf](https://www.ti.bund.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_28.pdf), 13.02.2015
- [8] Liste, P.: Kuh-Garten: Ein Stall für die Zukunft. Top agrar 43 (2014) H. 11, S. R6 - R10.
- [9] Siefer, V., Oberschätzl, R. und Haidn, B.: Futter-Roboter: Wie viel Zeit sparen sie wirklich? Top agrar 43 (2014) H. 3, S. R36 - R39.
- [10] Haidn, B., Mačuhová, J., Maier, S. und Oberschätzl, R.: Automatisierung der Milchviehhaltung in Beständen bis 200 Kühe – Schwerpunkt Fütterung. In: Tagungsband zur 14. Jahrestagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e. V., 17. - 19. Sept. 2013, Kiel, <http://www.wgmev.de/download/jahrestagungen.html?task=document.viewdoc&id=218>, 13.02.2015
- [11] Pahl, C., Haeussermann, A., Hartung, E., Grothmann, A. and Malkow-Nerge, K.: Ability to estimate feed intake from feeding time, chewing and rumination activity. In: Proceedings of International Conference of Agricultural Engineering AgEng 2014, 6-10 July 2014 in Zurich (Switzerland), Ref: C0684, <http://www.geyseco.es/geystiona/adjs/comunicaciones/304/C06840001.pdf>, 13.02.2015
- [12] Büchel, S. and Sundrum, A.: Technical note: Evaluation of a new system for measuring feeding behavior of dairy cows. Computers and Electronics in Agriculture 108 (2014), pp. 12 - 16.



- [13] Liste, P.: Melker-Mangel: Sind Roboter die Lösung? Top agrar 43 (2014) H. 9, S. R24 - R27.
- [14] -, -: DeLaval AMR™. <http://www.delaval.de/About-DeLaval/EuroTier-2014/Sortiment-an-DeLavals-Messestand/DeLaval-AMR/>, 13.02.2015
- [15] -, -: Automatisches Melkplatzmodul DairyProQ vor der Markteinführung. Pressemitteilung der Firma GEA Farm Technologies vom 21. Mai 2014, <http://www.gea-farmtechnologies.com/de//de/mediacenter/news/2014/dairyproq.aspx>, 13.02.2015
- [16] Gäckler, S.: Neuer Messstandard für automatische Melksysteme: Melkroboter auf dem Prüfstand. profi 26 (2014) H. 11, S. 84 - 87.
- [17] Caria, M., Tongorra, F.M., Leonardi, S., Bronzo, V., Murgia, L. and Pazzona, A.: Evaluation of the performance of the first automatic milking system for buffaloes. Journal of Dairy Science 97 (2014) No. 3, pp. 1491 - 1498.
- [18] Ben Azouz, A., Esmonde, H., Corcoran, B. and O'Callaghan, E.: Development of a teat sensing system for robotic milking by combining thermal imaging and stereovision technique. Computers and Electronics in Agriculture 110 (2015), pp. 162 - 170.
- [19] 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.
- [20] Bikker, J.P., Laar van, J., Rump, P., Doorenbos, J., Meurs van, K., Griffioen, G.M. and Dijkstra, J.: Technical Note: Evaluation of an ear-attached movement sensor to record cow feeding behavior and activity. Journal of Dairy Science 97 (2014) No. 5, pp. 2974 - 2979.
- [21] Pohl, A., Heuwieser, W. and Burfeind, O.: Technical Note: Assessment of milk temperature measured by automatic milking systems as an indicator of body temperature and fever in dairy cows. Journal of Dairy Science 97 (2014) No. 7, pp. 4333 - 4339.
- [22] Adams, A.E., Olea-Popelka, F.J. and Roman-Muniz, I.N.: Using temperature-sensing reticular boluses to aid in the detection of production diseases in dairy cows. Journal of Dairy Science 96 (2013) No. 3, pp. 1549 - 1555.
- [23] Calamari, L., Soriani, N., Panella, G., Petrera, F., Minuti, A. and Trevisi, E.: Rumination time around calving: An early signal to detect cows at greater risk of disease. Journal of Dairy Science 97 (2014) No. 6, pp. 3635 - 3647.
- [24] Hendriksen, K. and Büscher, W.: Validation of an acoustic rumination sensor for dairy cows. In: Proceedings of International Conference of Agricultural Engineering AgEng 2014, 6-10 July 2014 in Zurich (Switzerland), Ref: C0682, <http://www.geyseco.es/geystiona/adjs/comunicaciones/304/C06820001.pdf>, 13.02.2015.
-

- [25] Zehner, N., Härlimann, M., Nydegger, F. and Schick M.: Application of a chewing sensor (RumiWatch) for automatic heat detection in dairy cows: a pilot study. In: Proceedings of International Conference of Agricultural Engineering AgEng 2014, 6-10 July 2014 in Zurich (Switzerland), Ref: C0687, <http://www.geyseco.es/geystiona/adjs/comunicaciones/304/C06870001.pdf>, 13.02.2015
- [26] Reith, S., Brandt, H. and Hoy, S.: Simultaneous analysis of activity and rumination time, based on collar-mounted sensor technology, of dairy cows over the peri-estrus period. *Livestock Science* 170 (2014), pp. 219 - 227.
- [27] Karlstedt, D., Hoy, S., Hoffmanns, Ch. und Pries, M.: Mit der gemessenen Wasseraufnahme die Brunst besser erkennen. *Milchpraxis* 52 (2014) H. 2, S. 21 - 23.
- [28] Halachmi, I., Klopčič, M., Polak, P., Roberts, D.J. and Bewley, J.M.: Automatic assessment of dairy cattle body condition score using thermal imaging. *Computers and Electronics in Agriculture* 99 (2013), pp. 35 - 40.
- [29] Viazzi, S., Bahr, C., Hertem Van, T., Schlageter-Tello, A., Romanini, C.E.B., Halachmi, I., Lokhorst, C. and Berckmans, D.: Comparison of a three-dimensional and two-dimensional camera system for automated measurement of back posture in dairy cows. *Computers and Electronics in Agriculture* 100 (2014), pp. 139 - 147.
- [30] Bercovich, A., Edan, Y., Alchanatis, V., Parmet, Y., Honig, H., Maltz, E., Antler, A. and Halachmi, I.: Development of an automatic cow body condition scoring using body shape signature and Fourier descriptors. *Journal of Dairy Science* 96 (2013) No. 12, pp. 8047 - 8059.
- [31] -,-: Introducing DeLaval body condition scoring BCS - Daily, automatic scoring of your cows. [http://www.delaval.com/Global/About%20DeLaval/Body%20condition%20scoring\\_Brochure\\_V6\\_brochure.pdf](http://www.delaval.com/Global/About%20DeLaval/Body%20condition%20scoring_Brochure_V6_brochure.pdf), 13.02.2015.
- [32] Herd, D.: Vernetzung von Systemen und Cloud-Anwendungen in der Nutztierhaltung. *Landtechnik* 69 (2014) H. 5, S. 245 - 249.
- [33] -,-: GEA Farm Technologies: neuer Partner von 365FarmNet. Pressemitteilung der Firma GEA Farm Technologies vom 10. September 2014, <http://www.gea-farmtechnologies.com/de/de/mediacenter/news/2014/365farmnet.aspx>, 13.02.2015

---

**Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**

**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Wendl, Georg: Technik in der Rinderhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2014. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2015. S. 1-10

**Zitierfähige URL / Citable URL**

<http://www.digibib.tu-bs.de/?docid=00055075>

**Link zum Beitrag / Link to Article**

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/208.html>

---