

Digitale Anwendungen für das Herdenmanagement in der Milchviehhaltung



DLG-Mitgliedschaft. Wir geben Wissen eine Stimme.



Jetzt Mitglied werden!

Die DLG ist seit mehr als 130 Jahren offenes Netzwerk, Wissensquelle und Impulsgeber für den Fortschritt.

Mit dem Ziel, gemeinsam mit Ihnen die Zukunft der Land-, Agrar- und Lebensmittelwirtschaft zu gestalten.

www.DLG.org/Mitgliedschaft



DLG-Merkblatt 466

Digitale Anwendungen für das Herdenmanagement in der Milchviehhaltung

DLG-Ausschuss Technik in der Tierhaltung

Autoren

- Prof. Dr. Wolfgang Büscher, Universität Bonn
- Dr. Bernhard Haidn, LfL Bayern, Grub
- Sven Häuser, DLG e.V., Frankfurt a. M.
- Klaudia Klindtworth, Hochschule Osnabrück
- Uwe Mohr, Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf
- Johanna Pfeiffer, LfL Bayern, Ruhstorf a. d. Rott

Titelbild: Christiane Pietsch, LfL

Alle Informationen und Hinweise ohne jede Gewähr und Haftung

Herausgeber:

DLG e.V.
Fachzentrum Landwirtschaft
Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main

1. Auflage, Stand: 11/2021

© 2021

Vervielfältigung und Übertragung einzelner Textabschnitte, Zeichnungen oder Bilder (auch für den Zweck der Unterrichtsgestaltung) sowie Bereitstellung des Merkblattes im Ganzen oder in Teilen zur Ansicht oder zum Download durch Dritte nur nach vorheriger Genehmigung durch DLG e.V., Servicebereich Marketing, Eschborner Landstraße 122, 60489 Frankfurt am Main, Tel. +49 69 24788-209, M.Biallowons@DLG.org

Inhalt

1. Einleitung	5
2. Grundlagen des Digitalen Herdenmanagements	5
3. Anwendungsbereiche	9
3.1 Tieridentifizierung	11
3.2 Fütterungsmanagement	13
3.3 Fruchtbarkeit/Reproduktion	15
3.4 Geburtsüberwachung	16
3.5 Gesundheitsüberwachung	17
3.5.1 Messung der Wiederkäuaktivität	18
3.5.2 Temperaturüberwachung	18
3.5.3 Kuhortung	18
3.5.4 Bildverarbeitende Systeme	19
3.5.5 Kombination und Bewertung von Daten zu einem Gesundheits- oder Krankheitswert	19
4. Datenmanagement und Datensicherheit	20
5. Kosten-Nutzen-Analyse am Beispiel von Aktivitätssensoren zur automatischen Brunsterkennung	21
6. Fazit und Ausblick	22
7. Quellen und weiterführende Informationen	23

1. Einleitung

Die Sammlung, Überwachung und Analyse von Gesundheitsdaten aus dem Milchviehstall verspricht in Zukunft durch die Vernetzung von Sensoren rund um die Kuh sowie der Datenanalyse durch Expertensysteme mit Künstlicher Intelligenz (KI) einen Innovationsschub für das Herdenmanagement in der Milchviehhaltung.

Gehen die Herdenmanager und Tierärzte bald mit dem Tablet oder der Datenbrille in den Bestand? Stehen ihnen alle notwendigen Informationen zu den Kühen in Echtzeit zur Verfügung? Selektiert ein KI-System die betreffenden Tiere bereits in die Behandlungsbucht und gibt passende Handlungsempfehlungen?

Zukünftig stehen – zusätzlich zu zahlreichen Melkdaten – alle relevanten Herdenmanagementdaten, wie z.B. die medizinische Vorgeschichte des Tieres, die Veränderung des Verhaltensmusters beim Fressen, Laufen und Liegen per „Kuh-Navi“, die Entwicklung der Körperkerntemperatur oder das Wiederkäuverhalten innerhalb der letzten Tage mehr oder weniger in Echtzeit zur Verfügung. Die große Herausforderung ist es, diese Daten solide zu erfassen und als Grundlage für das weitere Handeln zu nutzen.

Das vorliegende Merkblatt gibt Hinweise, wie sich die Arbeit im Milchviehstall 4.0 gestalten wird und welche Rolle digitale Tools und Assistenzsysteme dabei spielen werden. Neben einigen grundlegenden Informationen werden die Vor- und Nachteile einzelner Sensorsysteme sowie deren Anwendungsbereiche ausführlich dargestellt. Eine beispielhafte Kosten-Nutzen-Analyse gibt abschließend Hinweise zur Wirtschaftlichkeit.

2. Grundlagen des Digitalen Herdenmanagements

Das Management einer Milchviehherde ist eine anspruchsvolle Aufgabe, die einen großen Einfluss auf den wirtschaftlichen Erfolg der Milcherzeugung als Betriebszweig hat – aber letztlich auch auf die Tierwohlsituation jeder einzelnen Kuh. Es gibt unterschiedliche Ansätze in der Fachliteratur, die Bereiche des Managements zu gruppieren und zu strukturieren. In diesem Merkblatt soll zwischen folgenden Managementbereichen unterschieden werden, die sich – wie in Abbildung 1 dargestellt – wiederum aus eigenen Aufgaben zusammensetzen:

- das Fütterungsmanagement – Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkuh
- das Reproduktionsmanagement – Fruchtbarkeit
- das Haltungsmanagement – Gestaltung der Funktionsbereiche und des Stallklimas
- das Leistungsmanagement – Melken, Melkhygiene und Produktqualität

In Abbildung 2 werden diese Bereiche noch um die typischen Stoffwechselstörungen und Erkrankungen ergänzt, die häufig auch wieder zu dem Überbegriff „Gesundheitsmanagement“ zusammengefasst werden.

Da sich die Gesundheitsstörungen allerdings ursächlich verschiedenen Bereichen zuordnen lassen, sollen sie hier getrennt betrachtet werden. Das frühzeitige Erkennen von Gesundheitsstörungen ist ein wichtiger Motivationsfaktor für Tierhalter, Industrie und Tierärzte, immer neue Sensoren zu entwickeln, zu testen und im Stall einzusetzen, um eine möglichst sichere Prognose über das Eintreten des Ereignisses zu erhalten.

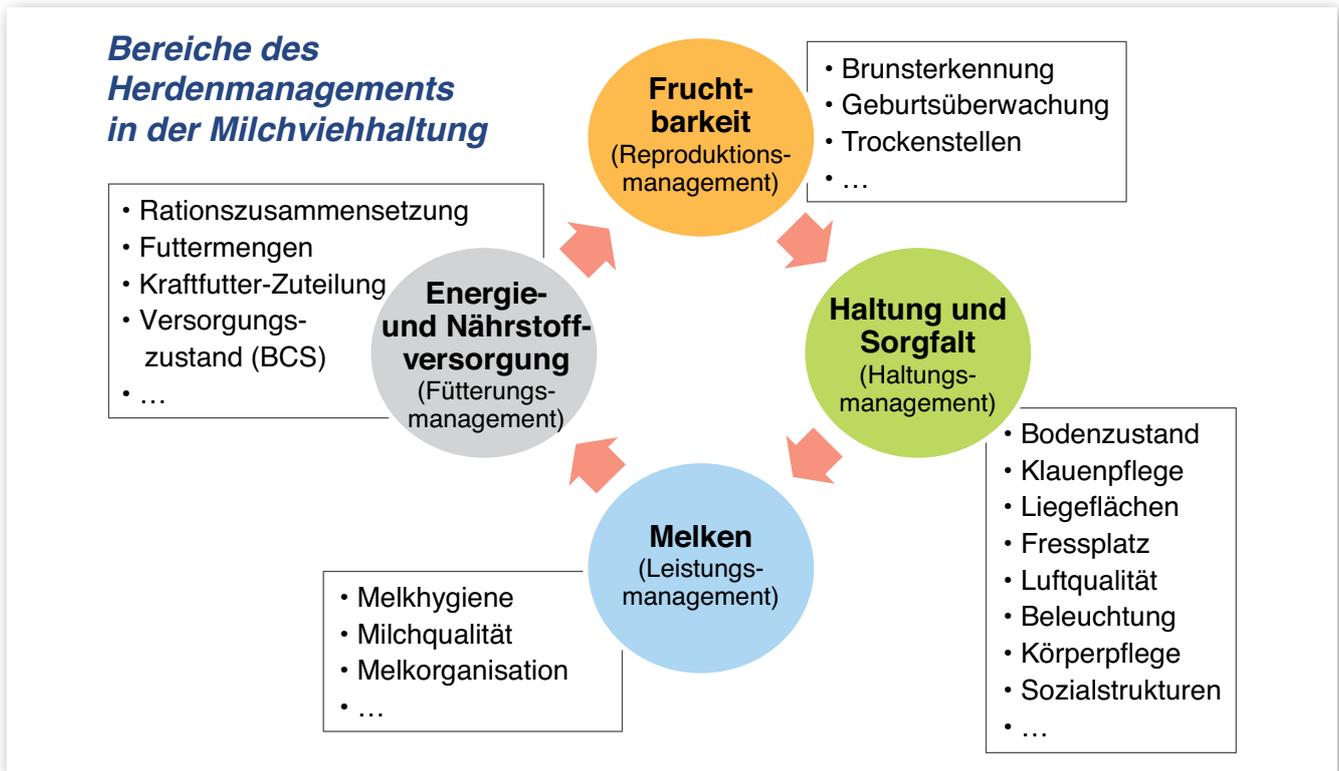


Abbildung 1: Klassische Bereiche des Herdenmanagements in der Milchviehhaltung (Bild: Büscher)

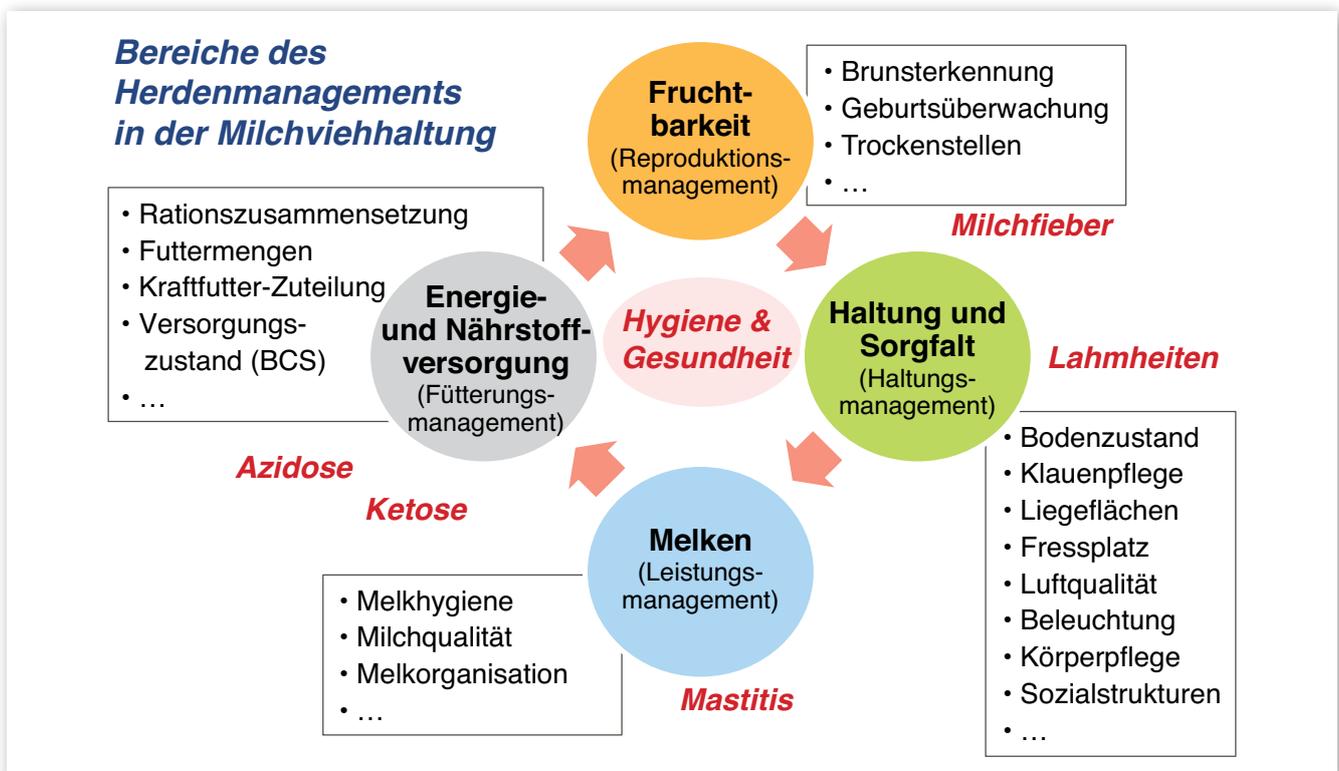


Abbildung 2: Klassische Bereiche des Herdenmanagements in der Milchviehhaltung ergänzt um typische Gesundheitsstörungen (Bild: Büscher)

nisses zu erreichen. Vor diesem Hintergrund spricht man häufig auch von **Assistenzsystemen**, die den Tierhaltern zur Verfügung stehen. Einerseits, um ihnen den Arbeitsalltag zu erleichtern und andererseits, um die Entscheidungen mit einer möglichst hohen Prognosesicherheit zu treffen. Ein frühzeiti-

ges Erkennen ermöglicht eine frühzeitige Behandlung, was wiederum zu mehr Tierwohl und letztlich geringeren Kosten führt.

Schlüsselbegriffe beim **Digitalen Herdenmanagement**

Smart Farming ist die Weiterentwicklung von Precision Farming und trägt hauptsächlich zur Entscheidungsunterstützung bei, da die Informationsverarbeitung durch Datenfusion und -analyse immer komplexer geworden und nur noch teil- oder vollautomatisiert zu bewältigen ist.

Unter **Digital Farming** wird die konsequente Anwendung der Methoden des sogenannten Precision und Smart Farmings, die interne und externe Vernetzung des Betriebes und die Nutzung von internetbasierten Datenplattformen samt Big Data Analysen verstanden. Die Digitalisierung stellt somit moderne Methoden bereit, um eine umfassende Erfassung, Speicherung, Verknüpfung und Auswertung von Betriebs- und Produktionsdaten zu erreichen. (*Auszug aus Positionspapier DLG zur Digitalen Landwirtschaft*)

Unter **Assistenzsystemen** sind elektronische/digitale Hilfsmittel zu verstehen, die den Tierhalter bei seinen Arbeiten und Entscheidungen im Kontext der Milcherzeugung unterstützen.

Hilfsmittel sind Sensoren, Netzwerk-Lösungen, Auswertungs-Software, Dokumentationssysteme, digitale Endgeräte, autonome Geräte und Maschinen, ...

Unter **Arbeiten** sind sowohl physische wie auch organisatorische und informationstechnische Aufgaben zu verstehen, die der Tierhalter regelmäßig oder ereignisabhängig durchführt.

Besondere Aufmerksamkeit in einigen Vermarktungsprogrammen haben tierwohl-relevante Entscheidungen, die vom Tierhalter auf Basis unterschiedlicher Informationen zu treffen sind. Digitale **Entscheidungsunterstützung** ist Gegenstand vieler laufender Forschungs- und Entwicklungsprojekte.

Viele Erhebungen haben gezeigt, dass es individuelle Motive und Erwartungen von Landwirten gibt, sich mit Assistenzsystemen und digitaler Unterstützung in ihrem Betrieb zu befassen. Durch Befragungen von Landwirten und den Austausch mit Beratern haben sich jedoch vier Schwerpunkte herausgestellt, die immer wieder genannt werden und auf die im Weiteren eingegangen werden soll:

- Verbesserung der Arbeitssituation
- Informationssuche und -bereitstellung
- Prozessüberwachung und -optimierung (auch in Bezug auf Tierwohlindikatoren)
- Steigerung der Wirtschaftlichkeit.

Maßgebliche Triebkraft ist die Verbesserung der Arbeitssituation

Viele Tierhalter haben ein Zeitproblem. Sie arbeiten zu viele Stunden pro Tag, sind im Betrieb nicht abkömmlich und haben wenig zeitliche Entscheidungsfreiheit, wann die notwendigen Arbeiten erledigt sein müssen. Seit einigen Jahren gibt es daher den Trend zur Automatisierung von Arbeitsabläufen, die aber oft so komplex sind, dass erst eine ausgereifte Elektronik entwickelt werden muss. Klassisches Beispiel sind die Einzelboxen-Melkautomaten, die über viele Jahre getestet werden mussten, um die gesamten Arbeitsabläufe schnell genug und inklusive der Entscheidungen, z. B. ob die gerade ermolkene Milch „verkehrs-fähig“ ist, autonom zu beherrschen.

Die Tierhalter erwarten nicht nur eine physische Entlastung, sondern wollen sich auch von der zeitlichen Bindung des 12-Stunden-Melktaktes lösen. Anfangs wurde erwartet, dass das automatische Melken nur für Fremdarbeitskraft-Betriebe interessant ist, z. B. um Personal einzusparen. Ganz im Gegenteil hat sich aber gezeigt, dass der Zugewinn an Lebensqualität und der Wegfall des Termindrucks auch für Familienbetriebe die wichtigsten Entscheidungskriterien für das automatische Melken waren.

Ein wichtiger Aspekt der Arbeitsbelastung ist der Entscheidungsdruck, in einem kurzen Zeitraum eine (möglichst) richtige Entscheidung zu treffen. Dieser Druck hat für die Tierhalter zugenommen, weil ihre Entscheidungen komplexer und sehr viel transparenter und nachvollziehbarer geworden sind, seitdem die öffentliche Aufmerksamkeit zugenommen hat und die Rückverfolgbarkeit bzw. Dokumentationspflicht von Tierbehandlungen vom Lebensmitteleinzelhandel eingefordert wird. Umso wichtiger ist es, dass Assistenzsysteme in der Lage sind, am Ort der Entscheidung und bei begrenzter Zeit, die entscheidungsrelevanten Informationen bereit zu stellen. Insgesamt lassen sich positive Effekte für Tier und Umwelt feststellen, denn Fehlentscheidungen nehmen ab und die Prognosesicherheit für eintreffende Ereignisse steigt (Abbildung 3).

Erwartungen und Wege zum Digitalen Herdenmanagement

- verbesserte Tiergesundheit und Wohlbefinden
- transparente Milcherzeugung
- geringere Umweltbelastung
- verbesserte Produktqualität
- Effizienzsteigerung/Kostenreduktion
- kontinuierliche Überwachung (Risikoanalyse)
- Erfassung objektiver Entscheidungskriterien

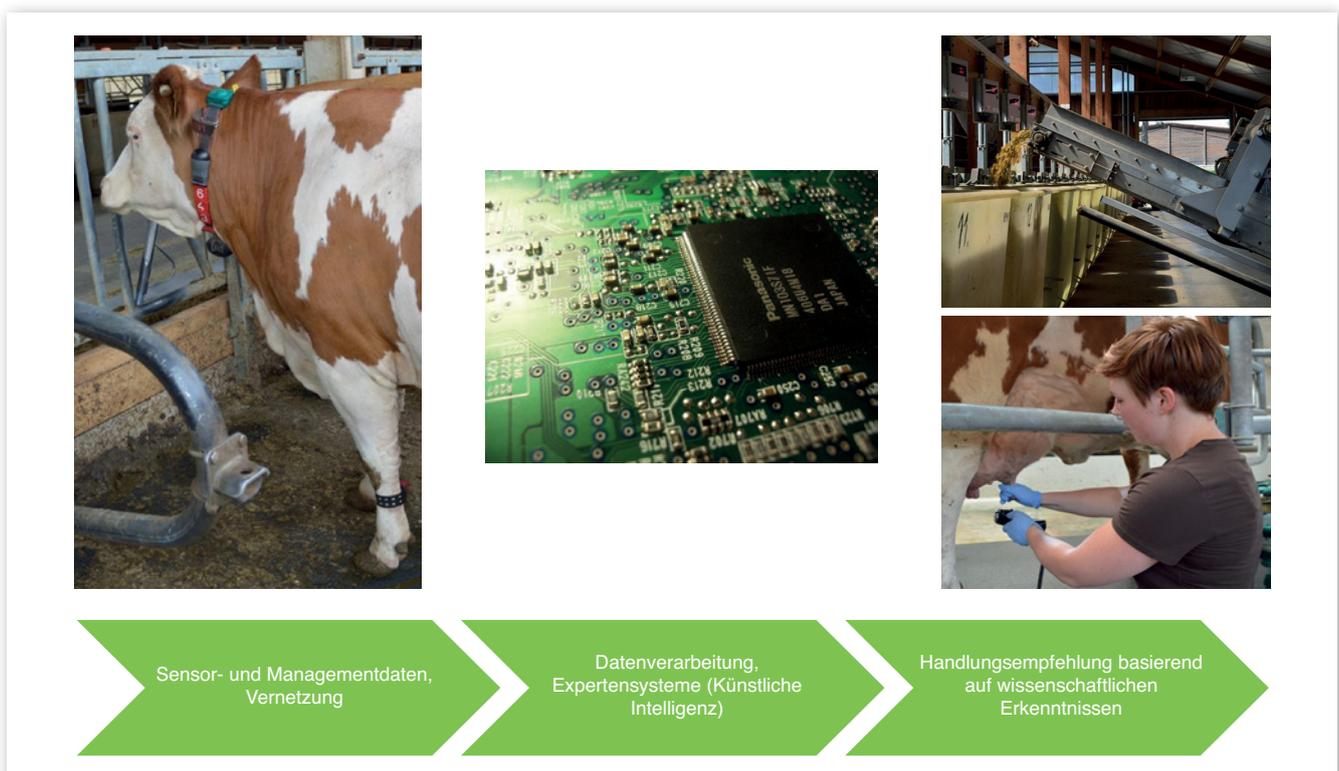


Abbildung 3: Flussdiagramm zum Digitalen Herdenmanagement (Bild: Lehmann, 2018)

3. Anwendungsbereiche

Ausgangspunkt für ein Digitales Herdenmanagement sind **tierbezogene Sensoren** (Abbildung 4). Der Markt ist umfangreich und aufgrund einer Vielzahl von Anbietern unübersichtlich. Aktuell gibt es über 120 tierbezogene Sensoren für Kühe und Kälber.

Milchviehhalter haben u. a. die Wahl zwischen Sensoren zur Brunsterkennung, zur Milchanalyse, zur Aktivitätsmessung,

zum Erfassen der Futteraufnahme, des Wiederkäuerhaltens, der Wasseraufnahme, der Körperkondition, einer Pansenazidose, aber auch der Körpertemperatur und zur Überwachung der Abkalbung sowie zur Detektion von Lahmheit (Abbildung 5).

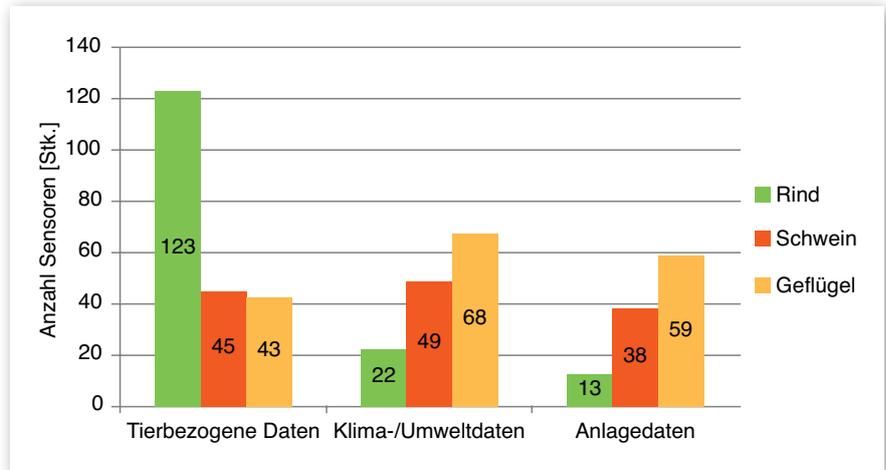


Abbildung 4: Anzahl erfasster Sensoren in Abhängigkeit von Tierart und Datenerhebungsart (Bild: Hölscher, 2019)

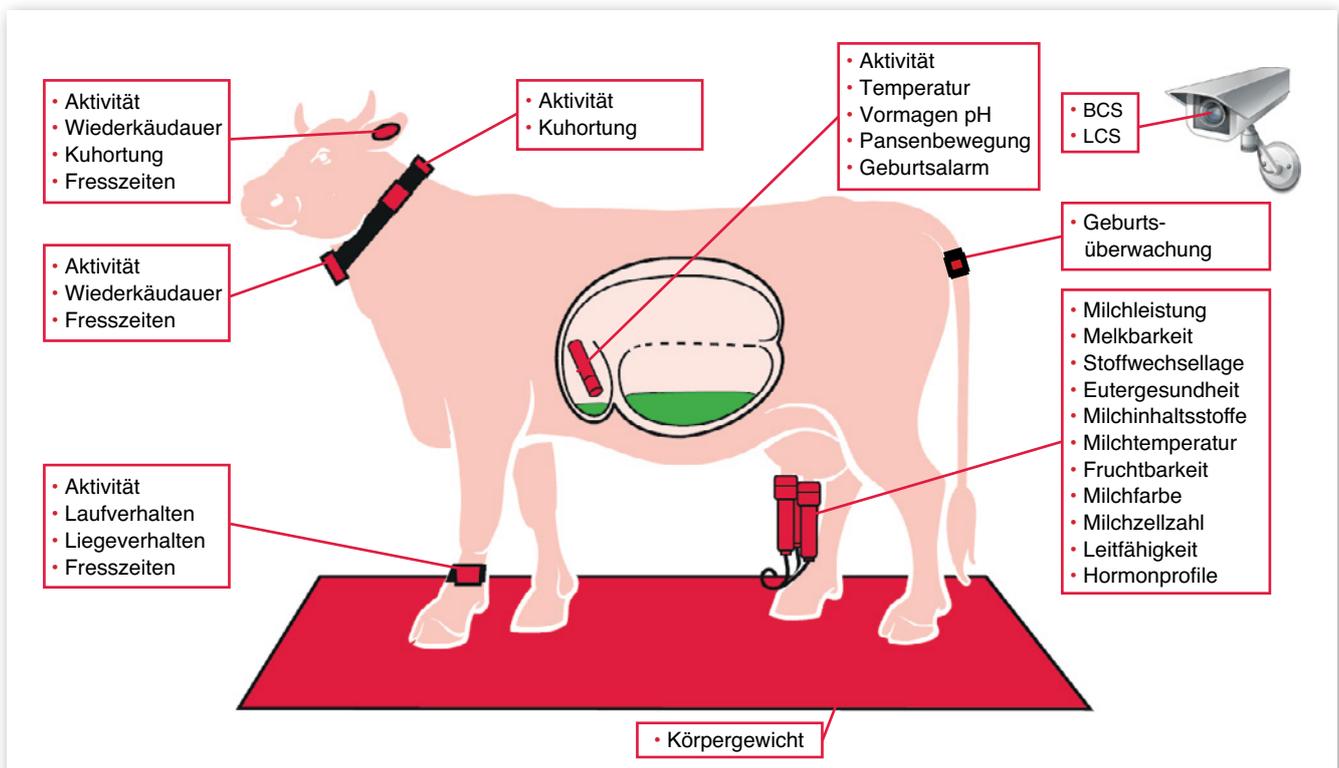


Abbildung 5: Anbringungsorte von Sensoren am und im Tier und deren Anwendungsbereiche (Bild: modifiziert, Übele, 2018)

Ein Vorteil beim Einsatz von Sensorsystemen ist die Vernetzungsmöglichkeit mit dem betriebseigenen Herdenmanagementsystem. Allerdings bestehen häufig noch Kompatibilitätsprobleme zwischen den einzelnen Anbietern. Die Daten werden jedoch nicht nur lokal auf dem Betriebscomputer gespeichert.

chert, sondern zunehmend in überbetrieblich vernetzten Systemen abgelegt (Abbildung 6). Mit entsprechenden Berechtigungskonzepten wird damit auch ein problemloser Datenzugriff von externen Beratern, Zuchtorganisationen etc. möglich. Je größer diese Datennetze werden und je mehr Daten zur Verfügung stehen, desto eher wird es in der Zukunft möglich sein, auch Künstliche Intelligenz zur Bewertung der Daten mit heranzuziehen. Die Künstliche Intelligenz, die im Rahmen des sog. Cloudcomputings eingesetzt wird, kann dazu beitragen, Veränderungen und Tendenzen bei Einzeltieren und ganzen Herden frühzeitig zu erkennen.

So können z. B. Fütterungsfehler oder ungünstige Entwicklungen bei der Fruchtbarkeit der Herde frühzeitig teilautomatisiert erkannt werden und damit einen wichtigen Beitrag zur Verbesserung des Digitalen Herdenmanagements leisten.

Große Angebotsvielfalt von digitalen Hilfsmitteln in der Milchviehhaltung:

- Anwendungsbereiche und -typen (nach Stachowicz und Umstätter, 2020):
 - Brunsterkennung (35)
 - Milchanalyse (Mastitis, Ketose, Milchleistung) (31)
 - Aktivitätsüberwachung (29)
 - Fütterung (19)
 - Temperatur (16)
 - Wiederkäuen (14)
 - Kalben (12)
 - Körperkondition (5)
 - Pansen, Acidose (5)
 - Wasseraufnahme (2)
 - Lahmheit (2)
- Datenübertragung (Echtzeit oder verzögert)
- Kompatibilität mit Herdenmanagementsoftware
- Datensicherung (lokal, Cloud)
- Zugriff möglich über Internetbrowser, iOS, Android-App
- Meldungen möglich in Form von Push-Nachricht, E-Mails, SMS
- Wartung (Fernwartung, automatische Updates)
- Anbringung des Sensors (Fuß, Ohr, Hals, Netzmagen, außerhalb der Kuh/im Stall)
- Weidetauglichkeit
- Sensorart (passiv/aktiv)
- Lebensdauer der Batterie
- Antennenreichweite (10–500 m)
- Datenübertragung (Koaxial-Kabel, WLAN, Mobilfunknetz)
- ...

PC	Smartphone	Tablet
Pro <ul style="list-style-type: none"> • größte Darstellung • Kabelverbindung • alle Daten verfügbar • größter Speicher • weit verbreitet • fester Arbeitsplatz 	Pro <ul style="list-style-type: none"> • überall dabei • handlich • vielseitig • nicht ortsgebunden 	Pro <ul style="list-style-type: none"> • größere Darstellung • erleichterte Eingabe • gutes Handling • nicht ortsgebunden
Kontra <ul style="list-style-type: none"> • örtlich gebunden • Verfügbarkeit 	Kontra <ul style="list-style-type: none"> • Netzverfügbarkeit • Verlust/Schaden 	Kontra <ul style="list-style-type: none"> • schlechter mitzuführen • Verlust/Schaden

Abbildung 6: Ausgabegeräte für Daten, die von Sensoren erhoben werden (Bild: Lehmann, 2021)

3.1 Tieridentifizierung

Um die einzeltierbezogenen Sensordaten dem entsprechenden Tier zuordnen zu können, muss das Tier eindeutig erkannt werden. Dabei unterliegen Tiererkennung, Tierkennzeichnung und Tieridentifikation unterschiedlichen Anforderungen.

Erfolgreiches Herdenmanagement setzt im einfachsten Fall eine sichere Erkennung des Einzeltieres und damit seine Identifikation voraus. So ist z. B. die Bestimmung eines Individuums mit äußerlich sichtbaren Merkmalen (Fellkennzeichnung) möglich. Beim Digitalen Herdenmanagement nehmen Tieridentifikation und die automatisierte Prozesssteuerung in der Milchviehhaltung eine große Bedeutung ein.

Diese setzt eine automatisierte Tieridentifikation mit Hilfe von elektronischen Hilfsmitteln voraus, wobei dann die individuelle Tiernummer mit zusätzlichen Sensoren oder entsprechenden Sensordaten verknüpft werden kann. Ausgehend von diesen unterschiedlichen Anforderungen und technischen Entwicklungen haben sich in der Praxis unterschiedliche Systeme etabliert.

Seit mehr als 25 Jahren werden Rinder in Deutschland nach den Vorgaben der Viehverkehrsverordnung mit standardisierten Ohrmarken gekennzeichnet, die aus zwei identischen Ohrmarken bestehen, die jeweils links und rechts eingezogen werden. Diese Ohrmarken erlauben in der Regel keine Anwendung im Rahmen der automatisierten Prozesssteuerung. Allerdings besteht die Möglichkeit, den auf der Ohrmarke verwendeten Barcode im Rahmen der Rückverfolgbarkeit mitzunutzen, z. B. durch die Erfassung dieses Barcodes im Schlachtprozess.

Eine individuelle Identifizierung ist folglich mit erhöhtem technischen Aufwand möglich, in landwirtschaftlichen Betrieben jedoch nicht üblich.

Die Viehverkehrsverordnung lässt jedoch zu, dass eine der beiden Ohrmarken durch eine elektronische Ohrmarke (so genannte RFID-Ohrmarke) ersetzt wird, wobei diese die Standards ISO 11784¹ und 11785² erfüllen muss. Neben einer festgelegten Nummer wird damit auch die Technik der

¹ ISO 11784: Radio-frequency identification of animals – Code structure

² ISO 11785: Radio-frequency identification of animals – Technical concept

Datenübertragung standardisiert und so eine herstellerübergreifende Nutzung definierter Technik erlaubt.

Die Übertragung der im Chip gespeicherten Tiernummer erfolgt bei diesen RFID-Ohrmarken passiv, d. h. es ist keine zusätzliche Batterie notwendig und sie sind wartungsarm. Die Ohrmarken beziehen die notwendige Energie zur Datenübertragung aus induktiv gekoppelten Magnetfeldern. Der Vorteil liegt in der theoretisch unbegrenzten Nutzungsdauer, die sich über den gesamten Lebenszeitraum eines Rindes erstrecken kann. Nachteil dieser induktiv gekoppelten Datenübertragung ist ein maximaler Leseabstand (Distanz von der RFID-Ohrmarke zur Leseantenne) von unter einem Meter. Etablierte Anwendungsgebiete dieser Transpondersysteme sind die bewährten Futterabrufstationen, Selektionstore oder auch die Tieridentifikation im Melkstand oder Automatischen Melksystem. In all diesen Fällen kann der Abstand zwischen Transponder und Leseantenne durch die Stallbautechnik definiert werden und damit eine ausreichende Lesesicherheit gewährleistet werden.

In der Praxis wird die offizielle Kennzeichnung gemäß Viehverkehrsverordnung, zwei visuelle Kunststoffohrmarken, häufig mit einem herstellerspezifischen (nicht standardisierten) RFID-Erkennungssystem kombiniert. Das RFID-System wird in diesem Fall nicht für administrative, sondern ausschließlich für betriebliche Zwecke genutzt.

Daher stehen heute nicht nur passive Transpondersysteme mit limitierter Reichweite (unter einem Meter) zur Verfügung, sondern eine Vielzahl neuer Systeme. Diese Systeme sind entweder passiv, aktiv oder eine Kombination aus beidem, wenn es um die Datenspeicherung und Datenübertragung geht.

Beispielhaft können die folgenden Anwendungen genannt werden:

- **passives System:** Schrittzähler mit Beschleunigungssensor, Datenspeicher und Datenübertragung an definierten Auslesestationen (z. B. zweimal täglich beim Betreten des Melkstandes).
- **aktives System:** Schrittzähler mit Beschleunigungssensor. Das System enthält eine Batterie zur aktiven Übertragung der Sensordaten an eine Empfangsstation. Diese Übertragung kann unabhängig von Melkzeiten in definierten Zyklen oder sogar in Echtzeit stattfinden. Die aktive Übertragung der Daten erfolgt üblicherweise auf Frequenzen, die eine Reichweite bis zu 100 Metern zulassen. Dadurch ist ein größerer Erkennungsbereich des Tieres möglich. Nachteil ist jedoch, dass die Lebensdauer aufgrund eigener Energieversorgung (Batterie) begrenzt ist.
- **passive UHF-Transponder:** Eine Sonderform stellen RFID-Transpondersysteme dar, die als sogenannte UHF-Systeme bezeichnet werden. UHF steht für Ultra High Frequency Datenübertragung. Sie ist gekennzeichnet durch preiswerte Technik aus dem Konsumbereich (Diebstahlsicherung). Die Lesereichweite kann bis über zehn Meter betragen, die Übertragungswege werden in der Literatur häufig als „lichtähnlich“ beschrieben. Hintergrund für diese Beschreibung ist, dass der Übertragungsweg zwischen Leseantenne und Transponder am Tier möglichst nicht durch Stallbauteile abgeschattet werden sollte. Ähnlich wie beim Navigationssystem im PKW ist das Hauptanwendungsgebiet die Ortung des Transponders im Stall mit Triangulationstechnik. Diese Technik verrechnet die Laufzeiten des übertragenden Signals und bestimmt daraus die Position des Transponders. Allerdings werden dazu keine Satelliten wie beim GPS eingesetzt, sondern mehrere Antennen im Stall.

Es ist offensichtlich, dass die Batterie und die Bauform der integrierten Antenne zu unterschiedlichen Bauarten an kombinierten Sensor-/Erkennungssystemen geführt haben. Die Identifikationssysteme

können entweder am Tier angebracht sein oder im Tier eingesetzt werden. Bei den im Tier eingebrachten Systemen wird selbstverständlich eine entsprechende Körper-/Gewebeverträglichkeit vorausgesetzt. Sogenannte injizierbare Transponder (Injektate) haben in der Rinderhaltung keine Bedeutung mehr. Sie werden jedoch u. a. bei Pferden, Zoo- und Haustieren eingesetzt. In der Rinderhaltung konnten sie sich aufgrund der Problematik der gesicherten Entnahme im Schlachtprozess nicht durchsetzen.

Ein weiteres Identifikationssystem, welches in das Tier eingebracht wird, ist der elektronische Pansenbolus. Grundsätzlich kann die Applikation mit der eines Käfigmagneten verglichen werden. Der elektronische Pansenbolus hat jedoch einen kleineren Durchmesser und in der Regel eine höhere spezifische Dichte. Er wird mit einem Applikator in die Speiseröhre des Rindes appliziert. Der Bolustransponder gelangt dann durch den Schluckreflex in den Netzmagen und verbleibt dort. Der Bolustransponder hat in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen, da hier Sensoren integriert werden können.

Identifikationssysteme, die in Form von Hals- oder Fußbändern bzw. als Ohrmarke äußerlich am Tier befestigt werden, haben bis heute die größte Verbreitung in der landwirtschaftlichen Tierhaltung (Abbildung 7). Im Gegensatz zu den Systemen, die in das Tier eingebracht werden, können sie vom Landwirt selbst wieder entfernt werden, so dass nach entsprechender Reinigung eine anschließende Verwendung bei einem anderen Tier möglich ist.

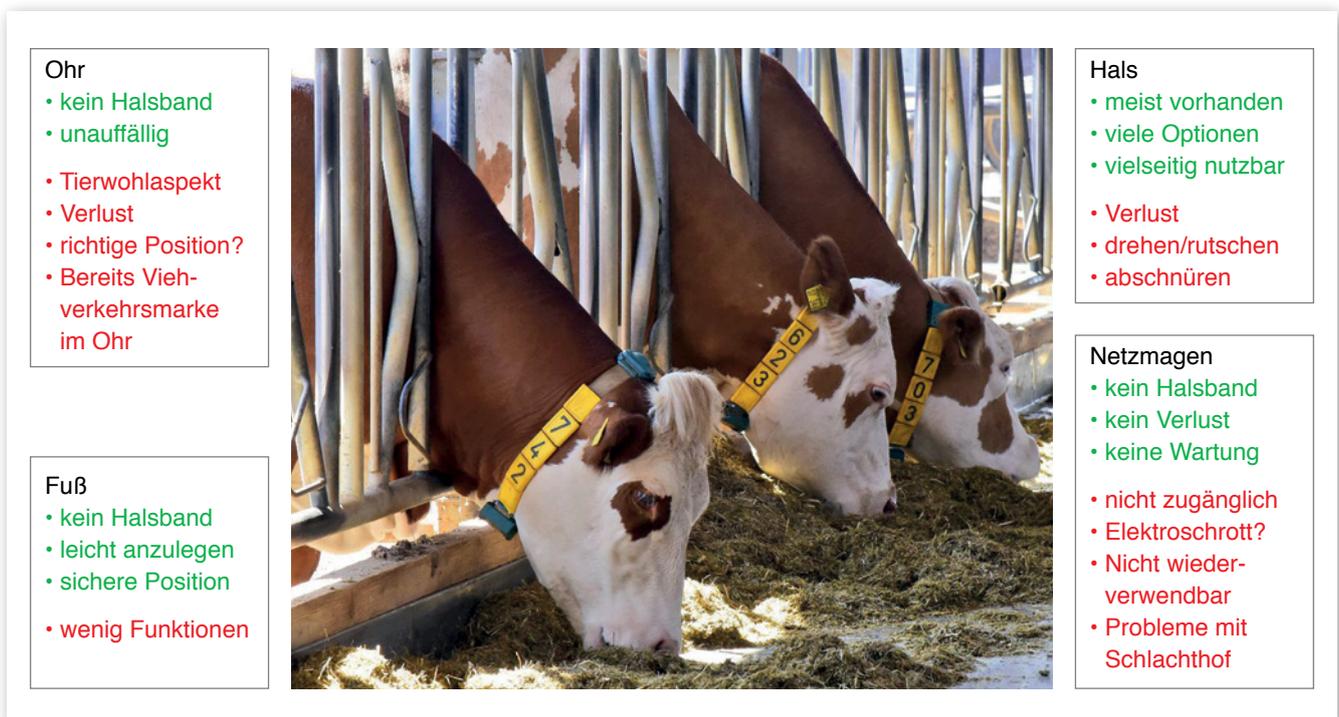


Abbildung 7: Sensorpositionierung am und im Tier mit Vor- und Nachteilen (Bild: Lehmann, 2020)

3.2 Fütterungsmanagement

Die wohl älteste elektronische Anwendung im Herdenmanagement war die leistungsorientierte Fütterung der Milchkühe. Das Fütterungsmanagement der Milchkühe ist deshalb so wichtig, weil Hochleistungskühe in den ersten 100 Tagen der Laktation eine stark negative Energiebilanz haben und große Teile ihrer Körperreserven einschmelzen. Da in dieser Zeit auch eine erfolgreiche Besamung erfolgen

soll und die meisten Stoffwechselstörungen bei den Milchkühen auftreten, ist eine ausgewogene, individuelle Energie- und Nährstoffversorgung besonders wichtig.

Die Basisversorgung erfolgt hauptsächlich über optimierte Mischrationen, die in der Regel mit einem Futtermischwagen homogenisiert und vorgelegt werden. Meist ist der Kuhbestand in Gruppen aufgeteilt, wobei Leistung oder Laktationsstadium Grundlage für die Gruppenzuordnung sind. Um sozialen Stress durch Rangordnungskämpfe zu vermeiden, sollte die Zuordnung der Kühe in neue Gruppen nicht so häufig geändert werden. In den meisten Betrieben erfolgen diese Einstufungen monatlich, wobei die Körperkondition (Body Condition Score, BCS) letztlich entscheidet, ob die Gruppenzugehörigkeit passt oder geändert werden sollte. Innerhalb jeder Gruppe können kleine Unter- oder Überversorgungen mit der Krafftuttergabe über die klassischen Abrufstationen ausgeglichen werden. Ist das Tier allerdings über einen längeren Zeitraum über- oder unterversorgt, ist der Gruppenwechsel unvermeidbar.

Die BCS-Einstufung erfordert viel Sachkunde und sollte von erfahrenen Personen durchgeführt werden. Eine sehr „junge“, elektronische Methode basiert auf digitaler Bildverarbeitung, wobei eine 3D-Kamera die Tiere nach jeder Melkung scannt (beispielhaft siehe Abbildung 8).

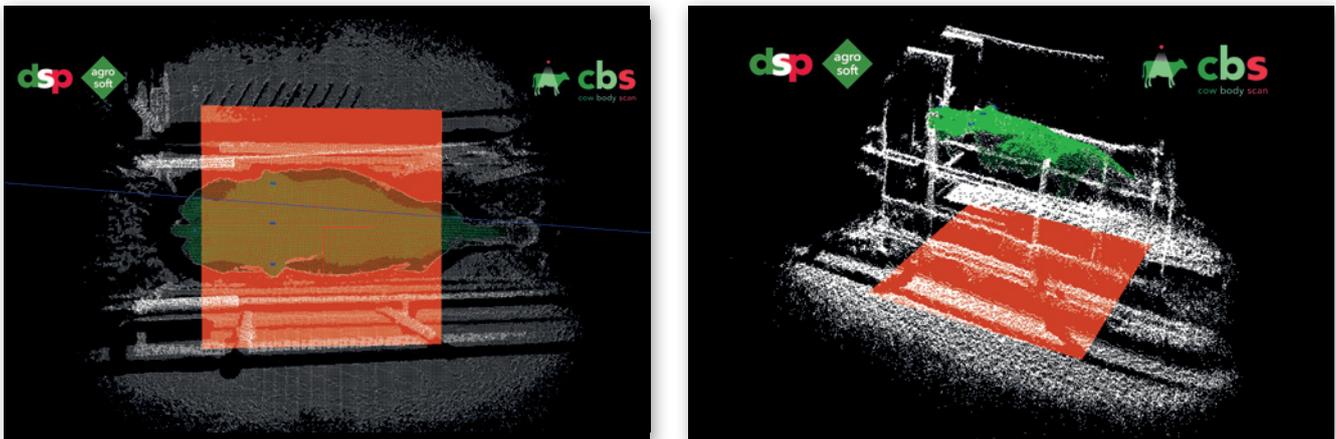


Abbildung 8: 2-dimensionale Darstellung (links) und 3-dimensionale Darstellung einer Milchkuh zur digitalen Bestimmung der aktuellen Körperkondition beim Rücktrieb nach dem Melken (Bild: dsp-agrosoft)

Etwas komplexer wird das Krafftutter-Management in Verbindung mit Einzelboxen-Anlagen beim Automatischen Melken, weil dann 3–4 kg des gesamten Krafftutters für das Melken, also zur Motivation der Kühe, berücksichtigt werden müssen. Insgesamt handelt es sich somit um einen anspruchsvollen Regelkreis aus individueller Milchleistung, Gruppenzuteilung, Krafftuttermanagement und Erfolgskontrolle durch die Körperkonditionsentwicklung.

Die Grundfutter-Vorlage wird von vielen Fachleuten als der nächste Automatisierungsschritt in der Milcherzeugung betrachtet. Schon jetzt gibt es autonome und (teil-)automatische Systeme, die im Milchkuhbetrieb unterschiedlich komplexe Aufgaben erledigen:

- die Mischration mehrmals täglich anschieben
- das Futter mischen und vorlegen
- das Futter aus Vorratsbehältern einwiegen, mischen und vorlegen
- das Futter aus der Konserve entnehmen, einwiegen, mischen und vorlegen.

Weitere Informationen zu automatisierten Fütterungssystemen für Rinder finden sich im gleichnamigen DLG-Merkblatt 398.

3.3 Fruchtbarkeit/Reproduktion

Die Brunsterkennung mit Sensoren ist möglich, da sich die Vorbrunst der Kuh durch eine deutlich gesteigerte Bewegungsaktivität auszeichnet. Die Messung der Aktivität erfolgt bei Pedometern durch die Messung und Bewertung der Schrittzahl (Anzahl Bewegungsimpulse). Durch zusätzliche Induktionsschleifen im Stall kann auch der Aufenthalt an bestimmten Orten (z. B. im Fressbereich) erfasst werden. Bewegungssensoren, die am Halsband der Tiere sitzen, arbeiten spezifischer. Mit Hilfe eines Drei-Achsen-Systems messen sie die Bewegungsart und erkennen so brunstspezifische Bewegungen. Andere Aktivitätssensoren, z. B. Pansenboli oder Ortungssysteme können die Aktivität ebenfalls erfassen.

Im Gesamtsystem zur Aktivitätsmessung werden Datenstromanalysen durchgeführt. Hierfür werden gleitende Mittelwerte berechnet, um nach festgelegten Algorithmen ein normales Bewegungsmuster einer jeden Kuh zu erstellen und bei Abweichungen von diesem Alarm zu schlagen. Manche Systeme verwenden neben der Aktivität weitere Kenngrößen (z. B. die Milchleistung), um die Genauigkeit des Alarms zu erhöhen. Es besteht auch die Möglichkeit, die Brunst/Trächtigkeit durch Analyse von Hormonprofilen in der Milch zu erkennen.

Die Brunstmeldung erfolgt von System zu System unterschiedlich. Die meisten senden jedoch eine Nachricht an das Smartphone und zeigen den Alarm in einer Alarmliste im zugehörigen Software- oder Herdenmanagementprogramm an. Vom Aktivitätspeak aus wird der optimale Zeitpunkt zur Künstlichen Besamung ermittelt. Die höchste Konzeptionsrate wird erzielt, wenn die Künstliche Besamung 7 bis 12 Stunden nach dem Peak erfolgt.

Systeme, die gleichzeitig tierindividuelle Bewegungsaktivität und Wiederkäuaktivität erfassen (Abbildung 9), haben im Praxiseinsatz überzeugt. Sie erleichtern sowohl die Überwachung der Fruchtbarkeit als auch der Gesundheit.

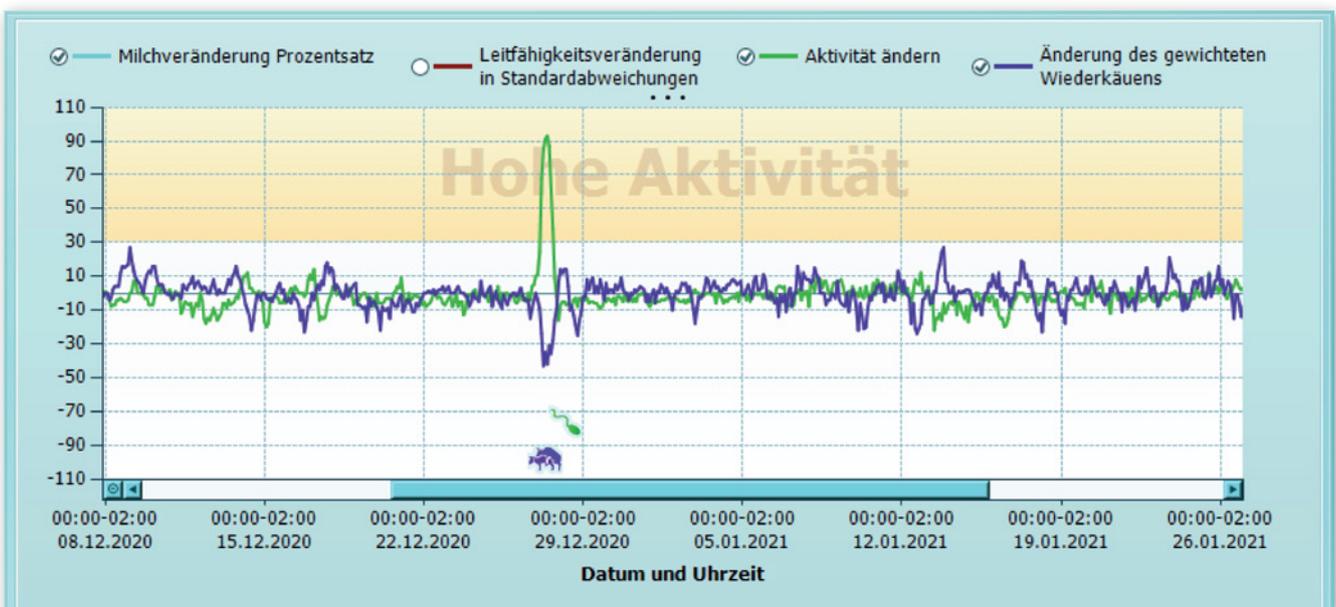


Abbildung 9: Kombination einer gleichzeitigen Aktivitäts- und Wiederkäumessung (Bild: Lehmann, 2021)

Durch die Vernetzung von Sensordaten mit den Herdenmanagementdaten können im Zeitablauf Fruchtbarkeitsstörungen analysiert werden. In Abbildung 10 wird beispielhaft die Verknüpfung von Aktivitätsdaten und erfasster Körpertemperatur mit weiteren Managementdaten dargestellt.

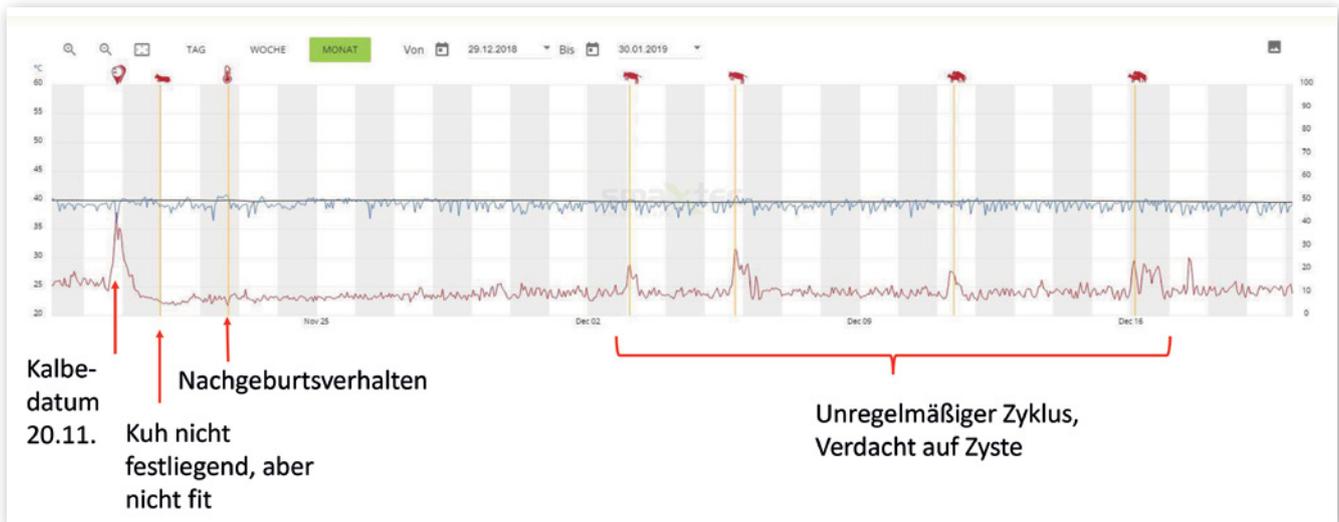


Abbildung 10: Sensorgestützte Feststellung von Fruchtbarkeitsstörungen mit Hilfe von Aktivitätsdaten (braun) und der Körpertemperatur (blau) (Bild: Lehmann, 2021)

3.4 Geburtsüberwachung

Abkalbe-Sensoren erleichtern und entlasten bei der Tierkontrolle, helfen Geburtsprobleme, Komplikationen und Verluste zu reduzieren und unterstützen die zeitnahe Nachversorgung der Kühe und Kälber.

Sie werden als Pedometer zur Verhaltensfeststellung, als Spangen mit Helligkeits- und Temperatursensor oder als Sensoren zum Messen der Schwanzaktivität, der Wiederkäuaktivität oder der Körpertemperatur angeboten. Der Betreuer bekommt entweder den Beginn des Geburtsvorgangs gemeldet oder eine Warnung über sich zu lange hinziehende Geburtsverläufe. Ein großer Unterschied zwischen den Systemen liegt im Zeitpunkt des Alarms und dadurch im Abstand zum Beginn der Austreibungsphase des Kalbes. Hier traten in Praxiserprobungen bis zu 20 Stunden Differenz auf. Dadurch bestimmt der Nutzerwunsch die Sensorauswahl:

Will er eine Information zur Umstallung in die Abkalbebucht, oder möchte er möglichst zeitnah über den Beginn der Austreibungsphase alarmiert werden?

In der Praxis haben sich u. a. Sensoren am Schwanz der Kuh bewährt. Diese werden dort einige Tage vor der bevorstehenden Kalbung auf Höhe der Scheide befestigt (Abbildung 11). Der Sensor misst die Bewegung des Schwanzes und macht sich zunutze, dass die Bewegungsaktivität ca. vier bis sechs Stunden vor der Kalbung (Böhm et al., 2019) ansteigt. Daraufhin meldet er dem Landwirt per SMS, Push-Nachricht oder über eine App die bevorstehende Kalbung.

Bei der Befestigung des Sensors sollte auf einen sicheren Sitz geachtet werden. Ist dieser zu fest angebracht, behindert er



Abbildung 11: Bewegungssensoren am Kuhschwanz zur Überwachung des Einsetzens der Kalbung (Bild: Angermeier, 2020)

die Blutzufuhr. Dies kann in kurzer Zeit zum Absterben der unteren Hälfte des Schwanzes führen. Sitz er zu locker, besteht die Gefahr, dass die Kuh den Sensor verliert. Aus diesem Grund sollte die Befestigung regelmäßig kontrolliert und erneuert werden.

Im Praxiseinsatz von marktüblichen Sensoren (zwei Sensoren zur Fixierung am Schwanz, ein Sensorsystem zur Messung der Körperkerntemperatur im Netzmagen) erkannten diese 85 bis 93% der Kalbungen in einem definierten Zeitraum vor der Kalbung (Sensitivität). Damit ist die Früherkennung von Kalbungen dieser erprobten Sensoren hinsichtlich der Trefferquote in etwa vergleichbar. Sensoren, die am Schwanz des Tieres befestigt sind, gaben dabei wenige Stunden vor einer Kalbung eine Meldung aus und Sensoren zur Messung der Körperkerntemperatur im Mittel 20 Stunden vorher. Die Spezifität, d. h. die Anzahl von Tieren ohne falsch-positive Meldungen, schwankte bei diesen drei Sensoren zwischen 74 und 95% (Pfeiffer et al., 2020a; Böhm et al., 2019). Bei der Praxiserprobung eines Pedometers zur Früherkennung von Kalbungen wurden sowohl hinsichtlich Sensitivität als auch Spezifität deutlich niedrigere Werte ermittelt (Böhm et al., 2019).

3.5 Gesundheitsüberwachung

Sensoren können helfen, Tiere mit gesundheitlichen Problemen zu finden, die sonst nicht oder deutlich später registriert worden wären. Diese Möglichkeiten sind gerade beim Fluchttier Rind wichtig, da es natürlicherweise versucht, sich seiner Umwelt nicht als krank oder schwach zu zeigen.

Motoren der Entwicklung der Gesundheitsüberwachung sind vor allem die Automatischen Melksysteme gewesen. In einer Melkroboterbox können verschiedene Sensoren effizient und kompakt eingesetzt werden sowie externe Sensoren per Schnittstellen ins Herdenmanagementprogramm eingebunden werden.

Zur Kontrolle der Tiergesundheit können dabei verschiedene Parameter erfasst werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Wichtige Parameter für Euter- und Tiergesundheit

Parameter für Eutergesundheit	Parameter für Tiergesundheit allgemein
Milchmenge	Bewegungsaktivität
Fett	Wiederkäuaktivität
Eiweiß	Gesundheits- bzw. Krankheitsindex
Laktose	Liege- und Standzeitenerfassung
Leitfähigkeit	Kuhposition, Aufenthalt an bestimmten Orten
Milchfarben (rot, blau, grün)	Milch- und Körpertemperatur
Zellzahl	Gewicht
Milchtemperatur	pH-Wert im Netzmagen
	Körperkondition
	Messung von Hormonprofilen

In der **Praxis überzeugen** vor allem:

- die Messung einer deutlich veränderten Milchmenge als sehr verlässlicher Warnparameter
- die Zellzahlmessung als sehr gute Früherkennung von Euterkrankheiten
- die Messung der Bewegungsaktivität der Kuh als sehr gute Möglichkeit zur Brunstfeststellung und in Kombination mit anderen Parametern zur Feststellung von Gesundheitsstörungen
- die Körperkerntemperaturmessung mittels Pansenbolus

- die Veränderung des individuellen Wiederkäuens zur Risikoanalyse und bei der Feststellung von Gesundheitsstörungen.

Noch deutliche **Verbesserungspotenziale** liegen in folgenden Bereichen:

- die sehr schwankende Milch-Leitwertmessung von Melkung zu Melkung
- die Farbmessung der Milch, die in der Praxis oft erst anschlägt, wenn die Kuh bereits in Behandlung ist
- die mit hohen Schwankungen verbundene Messung des Körpergewichts, welche später als andere Indikatoren Hinweise auf Gesundheitsstörungen gibt
- die stark schwankenden Ergebnisse der Milchinhaltsstoffanalyse.

3.5.1 Messung der Wiederkäuaktivität

Die Veränderung des individuellen Wiederkäuens hat sich in der Praxis sehr gut zur Feststellung von Gesundheitsstörungen bewährt. Die Messung der Wiederkäuaktivität und der Fressdauer kann mit Hilfe verschiedener Techniken erfolgen. Beschleunigungssensoren messen die Rechts-Links-Bewegung des Kopfes oder die Kopfhaltung beim Fressen. Die Wiederkäudauer lässt sich mit einem Bewegungssensor messen, der den Tonus der beim Wiederkäuen aktiven Muskeln misst. Die Fresszeit kann außerdem mit Hilfe von Sensoren geschätzt werden, welche die Zeit erfassen, in der das Tier am Futtertisch steht. Wiederkäu- und Fressverhalten geben Hinweise auf das Wohlbefinden des Tieres sowie zur Fütterungsoptimierung.

Wichtig bei der Betrachtung der Wiederkäudauer ist, dass nicht die absolute Wiederkäuzeit pro Tag als Fixpunkt herangezogen wird. Das Augenmerk sollte auf der Veränderung der Wiederkäuzeit von Tag zu Tag liegen, um als Hinweis für die Tierüberwachung zu dienen. Abweichungen von mehr als 45 Minuten pro Tag sollten zu einer Kontrolle des Tieres führen.

Die Fressdauer des Tieres oder die Häufigkeit des Fressplatzwechsels können ebenfalls Hinweise auf mögliche Gesundheitsprobleme liefern.

Aufgrund von patentrechtlichen Vorgaben unterscheiden sich die Darstellungsarten des Wiederkäuens zwischen den marktüblichen Systemen. Entscheidend ist aber die Alarmmeldung bei einem Unterschreiten des tierindividuellen Wiederkäuens, wodurch der Milchviehhalter frühzeitig auf Fütterungs- oder Gesundheitsprobleme hingewiesen wird.

3.5.2 Temperaturüberwachung

Aktuell ist eine Temperaturmessung am Ohr und durch einen Bolus im Netzmagen möglich. Steigt die Körperkerntemperatur einer Kuh über 39,5°C, hat das Tier Fieber. Dieses kann durch verschiedene Erkrankungen des Tieres ausgelöst werden. Besonders in der Phase direkt nach dem Abkalben sollte täglich Fieber gemessen werden, um Erkrankungen frühzeitig zu erkennen. Eine automatische Messung der Körpertemperatur durch einen Bolus im Netzmagen hat hier große arbeitswirtschaftliche Vorteile und zeigt Fieber frühzeitig an.

3.5.3 Kuhortung

Durch eine Ortung in Echtzeit lassen sich Einzeltiere mit sogenannten „Kuh-Navis“ schneller finden und somit Arbeitszeit einsparen. Darüber hinaus erfassen die Systeme das Lauf- und Liegeverhalten. Ziel ist es, deutliche Abweichungen im Verhalten des Einzeltieres von der Herde bzw. vom individuellen

Tierverhalten frühzeitig zu erkennen. Allerdings sind die Verhaltensmerkmale stark abhängig von z. B. Klima, Stallumgebung oder Laktationsabschnitt.

Die Kuh-Ortung zur Tiersuche kann außerdem für Betriebe mit größeren Herden und gegebenenfalls Fremdarbeitskräften Arbeitszeit einsparen. Denkbar ist auch, dass der Tierarzt oder Besamungstechniker die Funktion der Kuh-Ortung nutzt.

Vor allem in Herden mit Automatischen Melksystemen lassen sich damit die überfälligen Tiere schneller finden und mit kürzeren Wegstrecken zielgerichtet ansteuern. Hilfreich ist ein solches System vor allem, wenn keine Separation vorhanden ist. Dies reduziert den Stress für Mensch und Tier durch mehr Ruhe im Tagesablauf. Ob sich die Investition in ein „Kuh-Navi“ allerdings alleine durch die Zeitersparnis bei der Kuhsuche rentiert, ist fraglich und betriebsindividuell zu prüfen.

Zu unterscheiden von den Ortungssystemen sind Systeme mit passiven Ohrmarken, welche die Position der Kühe auf Basis von definierten Zonen im Stall feststellen und das Verhalten der Tiere anhand deren Zonenwechsel ableiten (siehe 3.1 Tieridentifizierung).

3.5.4 Bildverarbeitende Systeme

Zukünftig werden Systeme zur automatischen Erfassung der Körperkondition mit Infrarotsensor- und Bildverarbeitungssystemen in der Praxis größere Bedeutung gewinnen. Auch Lahmheit und Futteraufnahme können bereits per Bildverarbeitung analysiert werden. Wärmebildkamera-Techniken sollen zukünftig Entzündungsprozesse im Euter oder in den Klauen sichtbar machen. Ein weiteres Einsatzfeld von Bildverarbeitung wird in der Brunst- und Verhaltenskontrolle gesehen.

3.5.5 Kombination und Bewertung von Daten zu einem Gesundheits- oder Krankheitswert

Durch die spezifische Bewertung verschiedener Daten in einem Index ist eine frühere und sichere Erkennung von Krankheitsrisiken möglich. Abbildung 12 stellt die Verknüpfung verschiedener Informationen wie Milchrückgang, Gewichtsverlust, Rückgang der Wiederkäuaktivität, Veränderung der Milch-

Kuhnummer	Gruppe	Laktationstage	Tagesmilchproduktion (24h)	Hinweis			Krankheitswert
				Sensor	Wert	Bewertung	
91	GL Kühe ab 2. Lakt.	234	18,9	Milchrückgang	-9,5		11
				Aktivität (Wiederkauen)	81		
461	GL Kühe ab 2. Lakt.	18	16,0	Milchrückgang	-6,8		69
				Gewichtsverlust	-79		↑
				Aktivität (Wiederkauen)	79		
				Fett/Eiweiß-Verhältnis	1,52		
				Zeit abwesend	22:51		
705	GL Kühe 1. Laktation	307	5,8	SZZ Angabe	466		11
334	GR Kühe ab 2. Lakt	129	24,0	SZZ Angabe	1927		20
				Mastitis RH			
				Leitfähigkeit RH	123		
391	GR Kühe ab 2. Lakt	199	19,7	Milchrückgang	-18,3		16
				Aktivität (Wiederkauen)	81		

Abbildung 12: Verknüpfung verschiedener Daten zu einem Gesundheits- oder Krankheitswert (Bild: Mohr, 2021)

haltsstoffe in einem Herdenmanagementsystem bei einem Automatischen Melksystem dar. Die einzelnen Parameter werden jeweils bewertet und zu einem Gesundheits- oder Krankheitswert addiert, aufgrund dessen Höhe bestimmte Handlungsanweisungen wie z.B. eine Kontrolle des Tieres oder seine Vorstellung beim Tierarzt folgen.

4. Datenmanagement und Datensicherheit

Die Digitalisierung bringt vielfältige Chancen für die Landwirtschaft und ihre Partner in den vor- und nachgelagerten Bereichen. Für die Prozesse entlang der Wertschöpfungskette werden sowohl die Dokumentation und Transparenz als auch die Rückverfolgbarkeit ermöglicht bzw. vereinfacht. Die Digitalisierung kann somit eine zusätzliche Wertschöpfung für die landwirtschaftlichen Betriebe bedeuten und zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit, des Tierwohls und der Nachhaltigkeit der Landwirtschaft beitragen.

In einer Milchviehherde werden täglich zahlreiche Daten verarbeitet. Leistungsdaten für die Milchproduktion, die Reproduktion und die Tiergesundheit werden gesammelt und müssen ausgewertet werden. Die Herausforderung besteht darin, die Daten effizient zu verwalten, um jederzeit Informationen über den Gesundheits-, Reproduktions- und Ernährungszustand der Kühe abrufen zu können.

Damit alle im Herdenmanagement verbundenen Systeme die erhobenen Sensordaten nutzen können, ist ein standardisierter Datenaustausch erforderlich. Denn nur dadurch kann gewährleistet werden, dass vernetzte tierindividuelle Sensorsysteme belastbare Informationen als Entscheidungsgrundlage für den Betriebsleiter liefern. Die Digitalisierung und die Vernetzung generieren somit einen Mehrwert für Mensch und Tier (wenn standardisierte Schnittstellen vorhanden sind).

Die sinnvolle Nutzung von Daten erfordert neben einer Datenerfassung auch deren Speicherung. Daraus entstehen durchaus auch Risiken. Für den Landwirt sollte immer gelten, dass er aus seinen Daten Nutzen zieht und damit die Datenhoheit besitzt.

Die Sicherung von Daten sollte auf mehreren, physikalisch getrennten Speichern erfolgen, damit die Daten bei einem Geräteausfall aus einer anderen Quelle wiederhergestellt werden können. Datensicherungen sollten in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden.

Cloudbasierte Datenplattformen werden in der Milchviehhaltung häufig von den Melktechnik-Herstellern angeboten. Vorteilhaft ist der Datenzugriff von unterschiedlichen Standorten bei gleichzeitiger Absicherung der Daten. Bei herstellerunabhängigen Bezahlangeboten sollte man sich nach der Datensouveränität und dem Serverstandort erkundigen, da der Serverstandort den Datenschutz wesentlich beeinträchtigen kann.

Augenblicklich bieten viele zentrale Datenplattformen ihren Service kostenfrei an, wenn Nutzer der Überlassung der Daten zustimmen. Doch muss dem Landwirt dabei eines klar sein: Plattformnutzer haben heute juristisch keine eindeutigen Rechte, wenn es um nicht-personenbezogene Daten geht. Beispielsweise kann die kommerzielle Nutzung der überlassenen betrieblichen Daten durch den Plattformbetreiber nicht verboten werden. Es besteht auch keine Klagemöglichkeit, dass Nutzer ökonomisch an der Verwertung der Daten beteiligt werden müssen. Stand der Rechtssituation ist, dass einmal erfasste und überlassene Daten in den Besitz des neuen Datenhalters, also dem Plattformbetreiber, übergehen (siehe DLG-Merkblatt 447 „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ sowie DLG-Positionspapier „Digitale Landwirtschaft“).

5. Kosten-Nutzen-Analyse am Beispiel von Aktivitätssensoren zur automatischen Brunsterkennung

Ob es für einen Milchviehbetrieb wirtschaftlich ist, in Aktivitätssensoren zur automatischen Brunsterkennung zu investieren, wird maßgeblich von betrieblichen Rahmenbedingungen beeinflusst. Für die ökonomische Bewertung ist es daher zielführend, Bandbreiten für wesentliche Einflussvariablen zu berücksichtigen, um so Aussagen für verschiedene betriebspezifische Ausgangssituationen treffen zu können. Für die Berechnung des Gewinnbeitrages einer Investition in Aktivitätssensoren zur Brunsterkennung wurde der mittlere Investitionsbedarf drei gängiger Sensorsysteme zugrunde gelegt. Dieser umfasst Kosten für die Basisausstattung (u. a. Antenne, Software) von etwa 3.000 bis 4.000 € und Kosten für die Sensoren von etwa 80 bis 140 €/Stück (je nach System, jeweils netto). Als betriebliche Konstellationen wurden die Rassen Fleckvieh (Milchleistungen 7.000 kg und 9.000 kg) und Holstein (Milchleistungen 9.000 kg und 11.000 kg) berücksichtigt. Dabei wurden jeweils Herdengrößen von 70 und 210 Kühen, eine Ausstattung von nur Kühen oder Kühen und Jungvieh und ein Lohnansatz von 10 und 20 €/h in Betracht gezogen. Da sowohl die Verbesserung der Brunsterkennungsrate als auch die Arbeitszeiterparnis bei einer Investition in Aktivitätssensoren von Betrieb zu Betrieb variieren, wurden auch diese bei der Berechnung mit Bandbreiten versehen.

Aufgrund der Tatsache, dass sowohl mit visueller Brunsterkennung und mit Aktivitätssensorik Brunsterkennungsraten von über 90% erreicht werden können, wird davon ausgegangen, dass der dafür notwendige Zeitaufwand bei visueller Brunsterkennung höher ist. Aktivitätssensoren zur automatischen Brunsterkennung punkten zudem hinsichtlich des Erkennens schwächerer Brunstanzeichen, die insbesondere durch ein steigendes Milchleistungsniveau und Hitzestress bedingt sein können. Ebenso können vorgegebene Empfehlungen zum optimalen Besamungszeitpunkt den Besamungserfolg in der Herde verbessern.

Aus den Ergebnissen der durchgeführten Berechnungen zeigt sich, dass eine Investition in Aktivitätssensoren zur automatischen Brunsterkennung im Mittel über alle berücksichtigten betrieblichen Konstellationen rentabel ist (Auswahl betrieblicher Konstellationen in Tabelle 2 dargestellt). Der Erwartungswert für den Gewinnbeitrag bei einer Investition in Aktivitätssensorik liegt bei allen berücksichtigten betrieblichen Konstellationen zwischen 7 und 46 € je Kuh u. Jahr. Der Erwartungswert für den Gewinnbeitrag nimmt bei einer Herdengröße von 210 Kühen im Vergleich zu 70 Kühen aufgrund von Degressionseffekten zu. Weiterhin zeigen die berücksichtigten betrieblichen Konstellationen auch eine Erhöhung des Erwartungswerts für den Gewinnbeitrag bei einer zusätzlichen Ausstattung des Jungviehs sowie bei einer höheren Milchleistung bzw. höherem Lohnansatz. Eine Investition ist dabei, je nach betrieblicher Konstellation, für 74 bis 99% der Betriebe rentabel (d. h. Gewinnbeitrag > 0 € je Kuh u. Jahr). Nicht rentabel ist eine Investition in automatische Brunsterkennung hingegen für Betriebe, die bereits mit visueller Tierkontrolle sehr hohe Brunsterkennungsraten erreichen.

Der Einsatz von Aktivitätssensoren führt, je nach Ausgangslage, zu einer Erhöhung der Brunsterkennungsrate und folglich, aufgrund kürzerer Zwischenkalbezeit, zu höheren Kälbererlösen. Bei einer zusätzlichen Ausstattung des Jungviehs kann dieser Effekt durch ein verbessertes Erstkalbealter verstärkt werden. Weiterhin kann (je nach Strategie des Betriebes) aufgrund von weniger fruchtbarkeitsbedingten Abgängen die Nutzungsdauer der Tiere erhöht werden. Da ältere Tiere anfälliger für Krankheiten sind, steigen damit auch die Ausgaben für Krankheitsbehandlungen, was in den Berechnungen daher ebenso berücksichtigt wurde.

Tabelle 2: Gewinnbeitrag (€ je Kuh u. Jahr) bei einer Investition in automatische Brunsterkennung (Auswahl an betrieblichen Konstellationen bei Annahme einer Herdengröße von 70 Kühen, Quelle: Pfeiffer et al., 2020b)

	Kühe	Kühe und Jungvieh	Kühe	Kühe und Jungvieh	Lohnansatz (€/h)
Fleckvieh	7.000 kg		9.000 kg		
Erwartungswert (€/Kuh/Jahr)	7	13	21	26	10
Gewinnbeitrag (€/Kuh/Jahr)	18	23	32	37	20
Anteil Betriebe (%)	76	74	86	82	10
mit Gewinnbeitrag > 0 € je Kuh u. Jahr	92	93	97	95	20
Holstein	9.000 kg		11.000 kg		
Erwartungswert (€/Kuh/Jahr)	19	31	20	32	10
Gewinnbeitrag (€/Kuh/Jahr)	30	41	30	43	20
Anteil Betriebe (%)	89	87	88	86	10
mit Gewinnbeitrag > 0 € je Kuh u. Jahr	98	97	97	97	20

Die dargestellte ökonomische Bewertung der Aktivitätssensoren basiert ausschließlich auf der Funktion der Brunsterkennung. Weitere optionale Funktionen wie die Überwachung der Gesundheit und die Früherkennung von Kalbungen bieten einen zusätzlichen Wert und erhöhen darüber hinaus nicht nur das ökonomische Potenzial der Sensoren, sondern auch das Wohl der Tiere.

6. Fazit und Ausblick

Den Milchviehhaltern stehen viele digitale Werkzeuge zur Überwachung der Tiere und für das Herdenmanagement zur Verfügung. Diese Techniken können helfen, Tiere mit Problemen zu finden, die sonst nicht oder deutlich später registriert worden wären. Diese Möglichkeiten sind gerade bei einem Fluchttier wie dem Rind wichtig, da es versucht, sich seiner Umwelt nicht als krank oder schwach zu zeigen. Weiterhin können sie im Rahmen einer automatisierten betrieblichen Eigenkontrolle Anwendung finden und die geforderte Transparenz der Milchviehhaltung in Wertschöpfungsketten erfüllen.

Die Digitalisierung ist aber kein Selbstläufer und steht am Anfang der Entwicklung. Die Systeme erfassen Daten, aber leiten nicht automatisch die richtige Empfehlung ab und handeln auch nicht selbstständig. Einzeltierbezogene Sensordaten machen eine Kuh weder trächtig noch satt oder gesund. Die Milcherzeuger müssen Daten in eigener Verantwortung auswerten und daraus möglichst sachgerechte Handlungen veranlassen.

Die Vielzahl der technischen Überwachungsmöglichkeiten im Kuhstall ist leider häufig – durch die vielen Hersteller und Anbieter – nicht miteinander kompatibel. Das heißt, dass eine sinnvolle und notwendige Verknüpfung der Datenflut oft nicht möglich ist. Insellösungen stellen den Gesamtnutzen oft in Frage, für doppelte Dateneingaben fehlt die Zeit.

Zudem birgt die Datenerfassung und Verarbeitung auch die Gefahr des Datenmissbrauchs durch außerbetriebliche Interessen – ein Bereich, dem in der Praxis bisher sehr wenig Beachtung geschenkt wird.

Entscheidungshilfen für den Milchviehhalter:

- Welchen Vorteil bringt das System (genauer, schneller, günstiger ...)?
- Kompatibilität zu möglichst vielen anderen Systemen (viele Schnittstellen)?
- Komplexität – versteht man was passiert?
- kundenfreundlicher Support?
- evtl. Testbetriebsoption auf Zeit erfragen
- Produkt auf anderem Betrieb anschauen
- Hersteller Feedbacks vergleichen
- Schulungsangebote?
- seien Sie kritisch (z. B. Datenfluss/Datenhoheit)

Entscheidend für den Erfolg einzelner Systeme ist v. a. auch die Benutzerfreundlichkeit. Milchviehhalter und Tierärzte müssen ohne aufwändige Rüst- oder Suchzeiten mit den Informationssystemen umgehen können und bei Problemen und Fragen einen guten Anbieterservice vorfinden.

Die Nutzung digitaler Hilfsmittel braucht Einarbeitung, Fachwissen und Zeit. Nicht jedes System passt zu jedem Milchviehhalter. Sie ändern weder die Natur der Kühe noch die der Milchviehhalter, verändern aber unter Umständen die Form der Zusammenarbeit im Milchviehbetrieb zwischen Tier und Milchviehhalter.

Denn digitale Hilfsmittel sind kein Ersatz für die Arbeit des Milchviehhalters, sondern nur eine sinnvolle Ergänzung und Unterstützung.

Bei sachgerechter und tierindividueller Anwendung der Technik können die Tiergesundheit verbessert, der Medikamenteneinsatz vermindert und Krankheitskosten verringert werden – unabhängig von der Herdengröße. Der Einsatz digitaler Techniken hat das Potenzial, zukünftig eine Schlüsselrolle zur Steigerung des Tierwohls sowie zur Zufriedenheit des Halters einzunehmen.

7. Quellen und weiterführende Informationen

Böhm, C., Grimm, K., Haidn, B., Bernhardt, H. (2019): Eignung zweier Abkalbealarmsysteme zum Schutz von Kuh und Kalb bei der Geburt. 14. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung 2019. KTBL, S. 112–117

DLG-Merkblatt 447 „Digitalisierung in der Landwirtschaft“

DLG-Positionspapier Digitalisierung

Experimentierfeld DigiMilch

Experimentierfeld CattleHub

ISO 11784: Radio-frequency identification of animals – Code structure

ISO 11785: Radio-frequency identification of animals – Technical concept

Pfeiffer, J., Gandorfer, M., Angermeier, T. (2020a). Ein Anruf wenn das Kalb kommt. Bayerisches Landwirtschaftliches Wochenblatt, Heft 21, S. 26–27

Pfeiffer, J., Gandorfer, M., Ettema, J. F. (2020b). Evaluation of activity meters for estrus detection: A stochastic bioeconomic modeling approach. Journal of dairy science, 103(1), 492–506.

DLG-Merkblätter. Wissen für die Praxis.

- DLG-Merkblatt 460
**Arbeitsorganisation
in Milchviehställen**
- DLG-Merkblatt 459
**Umgang mit kranken und
verletzten Rindern**
- DLG-Merkblatt 443
**Berücksichtigung der
Grobfutterleistung von
Milchkühen**
- DLG-Merkblatt 433
**Düngung von Wiesen, Weiden
und Feldfutter**
- DLG-Merkblatt 417
**Reduktion der Ammoniak-
emissionen in der
Milchviehhaltung**
- DLG-Merkblatt 416
**Mengenmäßige Erfassung
des wirtschaftseigenen Futters**
- DLG-Merkblatt 415
**Beleuchtung und Beleuchtungs-
technik im Rinderstall**
- DLG-Merkblatt 404
**Geburt des Kalbes –
Empfehlungen zur Haltung
und Fütterung in den ersten
Lebenswochen**
- DLG-Merkblatt 400
Trockenstellen von Milchvieh
- DLG-Merkblatt 399
Wasserversorgung für Rinder
- DLG-Merkblatt 398
**Automatische Fütterungssysteme
für Rinder**
- DLG-Merkblatt 381
**Das Tier im Blick –
Milchkühe**
- DLG-Merkblatt 379
**Planungshinweise zur Liegeboxen-
gestaltung für Milchkühe**
- DLG-Merkblatt 375
**Geburt des Kalbes –
Empfehlungen zur Erstversorgung**
- DLG-Merkblatt 374
**Geburt des Kalbes –
Empfehlungen zur Geburts-
überwachung und Geburtshilfe**

Download unter www.DLG.org/Merkblaetter



DLG e.V.
Mitgliederservice
Eschborner Landstraße 122 • 60489 Frankfurt am Main
Deutschland
Tel. +49 69 24788-205 • Fax +49 69 24788-124
Info@DLG.org • www.DLG.org