

# Precision Livestock Farming - Überblick über Systeme in der Rinderhaltung und ihre Bedeutung für Tierwohl und Tiergesundheit

Christian Fasching<sup>1\*</sup>

## Zusammenfassung

Wenn infolge von Wachstum oder eines Zu- bzw. Nebenerwerbes immer weniger Zeit für Managementaufgaben zur Verfügung steht, eröffnet Precision Livestock Farming neue Möglichkeiten um diese Diskrepanz zu kompensieren.

Mit der modernen Sensortechnik ist es mittlerweile möglich, Parameter kontinuierlich zu erfassen und den tierindividuellen Gesundheitszustand ununterbrochen zu überwachen. Die Wiederkauaktivität, innere Körpertemperatur, Aktivität oder Position sind ein Auszug von vielen Parametern welche dafür Verwendung finden. Die Systeme bereiten die Messergebnisse mit komplexen Algorithmen auf und unterstützen den Betriebsführer bzw. übernehmen Managementaufgaben wie Brunsterkennung, erkennen von lahmen Kühen oder Kühen mit Stoffwechselerkrankungen und sagen den Abkalbezeitpunkt voraus.

*Schlagwörter:* Brunst, Wiederkauen, Überwachung, Körpertemperatur, Kalbung, Pansensensor, pH-Wert

## Summary

Precision Livestock Farming opens new opportunities to compensate the gap between increasing workload due to the process of growth or to part-time farming and consequential fewer hours for management tasks.

By means of the modern sensor technology continual capturing of parameters and continuous monitoring of the individual health state of animals is possible, now. Ruminantion, inner body temperature, activity and position are only an outline of many parameters being in utilization for that.

The systems edit the measuring results with complex algorithms and support the farmer or incur management tasks like oestrus detection, identification of lame cows or cows with metabolic diseases and prognosticate the calving date.

*Keywords:* Heat, Ruminantion, Body Temperature, Calving, Rumen Sensor, Rumen pH

Die moderne Sensortechnik macht es möglich, umfangreiche und qualitativ hochwertige Parameter zu erheben. Dabei fallen meist sehr große Datenmengen an, welche auf den ersten Blick keinen unmittelbaren Nutzen mit sich bringen. Die Anbieter bereiten diese Daten mit komplexen Algorithmen auf. Diese werden vielfach mit Informationen anderer Parameter verknüpft sodass moderne Managementwerkzeuge entstehen.

Letztendlich bieten die Hersteller Anwendungen an, welche im Idealfall als „Selbstläufer“ funktionieren. Die Benutzer werden über Auffälligkeiten via SMS, Mail, PushNotification, Warnleuchten und dergleichen informiert. Darüber hinaus verfügen diese Systeme meist auch über Zusatzfunktionen. Mit Hilfe dieser können nach Wunsch zahlreiche weitere Managementaufgaben ausgeführt werden.

Neben der Automatisierung von Melk- und Fütterungstechnik können von der modernen Sensortechnik folgende tierindividuellen Parameter kontinuierlich erhoben bzw. Aufgaben übernommen werden:

- Aktivität
- Wiederkautätigkeit
- Innere Körpertemperatur
- Körperkondition

- Brunsterkennung
- Erkennen von Produktionserkrankungen
- Vorhersage des Abkalbezeitpunktes
- Erkennen von lahmen Kühen
- Erfassen der Position in Echtzeit

## Ausgewählte Parameter zum Überwachen von Phasen im Reproduktionszyklus sowie der Tiergesundheit

### Wiederkautätigkeit

Die tägliche Wiederkauzeit beträgt bei wiederkäuergerechter Ernährung 240 – 540 Minuten (PORZIG und SAMBRAUS, 1991). Dabei wird jeder Bissen mit 40 – 70 Kieferschlägen zerkleinert.

Weitere Wiederkauparameter sind die Dauer der Wiederkauperioden, die Häufigkeit der täglichen Wiederkauperioden, die Wiederkauzeit je Bissen und die Kaugeschwindigkeit (NYDEGGER und KELLER, 2011). Ein Überblick über die Verteilung dieser Parameter ist in *Tabelle 1* dargestellt (NYDEGGER und KELLER, 2011).

<sup>1</sup> HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Abteilung Tierhaltung und Aufstallungstechnik, Raumberg 38, A-8952 Irdning-Donnersbachtal

\* Ansprechperson: Dipl.Ing. Christian Fasching, christian.fasching@raumberg-gumpenstein.at



**Tabelle 1: Maßzahlen der Verteilungen der Wiederkauparameter (PORZIG, PIATKOWSKI, STEINGASS, SCHNEIDER)**

| Wiederkauparameter                      | Einheit                | Porzing       | Piatkowski                  | Steingass     | Schneider<br>Mittelwert | Schneider<br>Standard-<br>abweichung | ART<br>Mittelwerte |
|---|------------------------|---------------|-----------------------------|---------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------|
| Wiederkauzeit/d                         | min                    | 240-540       | 390-480                     | 300-500       | 526,2                   | 44,4                                 | 429                |
| Dauer einer Wiederkau-<br>periode       | min                    | 20-50         |                             | 20-30         | 39,7                    | 7,5                                  |                    |
| Häufigkeit der Wieder-<br>kauperioden/d | Anzahl                 | 4-13          |                             | 10-15 (20)    | 13,5                    | 1,8                                  |                    |
| Kieferschläge/Bissen                    | Anzahl                 | 40-70         |                             | 50-60         | 59,1                    | 8,5                                  | 57                 |
| Zeit/Bissen                             | sec                    |               |                             |               | 49,4                    | 6,0                                  |                    |
| Kaugeschwindigkeit                      | sec/<br>Kieferschlag   |               |                             | 0,8-1,0       | 0,84                    | 0,06                                 |                    |
| Gesamt-Kauzeit                          | min/d                  |               |                             | 600-900       |                         |                                      | 689                |
| Boli                                    | Anzahl/<br>Wdk-Periode |               |                             | 30-40         |                         |                                      |                    |
| Wiederkauschläge                        | Anzahl/d               | 20.000-30.000 | 25.000-28.000 <sup>1)</sup> | 20.000-30.000 |                         |                                      | 30.932             |
| Fress-Kauschläge                        | Anzahl/d               |               |                             | 20.000-25.000 |                         |                                      | 17.500             |

<sup>1)</sup> Minimum bei 20.000-22.000 in 390 Min.

Technisch gibt es verschiedene Möglichkeiten die Wiederkauaktivität zu erfassen. Halfter mit Drucksensoren werden vorwiegend von der Beratung und Wissenschaft verwendet. Für den Einsatz in der Praxis sind diese jedoch nicht geeignet. Für Herdenmanagementsysteme besser geeignet ist ein am Halsband befestigtes Mikrofon. Dieses erfasst die für das Wiederkauen typischen Geräusche (S. REITH und HOY, 2012). Untersuchungen zeigen, dass die damit erhobene Wiederkauzeit stark mit der von visuellen Beobachtungen korreliert.

SCHIRMANN et al. (2009) geben den Korrelationskoeffizient (Hi-Tag, SCR Engineers Ltd., NETANYA, Israel) mit 0,93 an. KLEIN et al. (2008) beschreiben ebenfalls die Qualität dieses Systems und geben die Sensitivität mit 94 % und die Spezifität mit 97 % an. Auch LINDGREN (2009) validierte dieses System und stellte fest, dass die technisch erfasste Wiederkauzeit um 1,86 % unter der visuell erfassten Ruminationszeit liegt.

Eine andere Möglichkeit bietet die Analyse von Ohrbewegungen. Diese sind beim Wiederkauen charakteristisch und verraten viel über das Wiederkauverhalten. Eine Ohrmarke mit Beschleunigungssensor erfasst dazu Richtung und Intensität jeder Ohrbewegung (SATTLECKER, 2015). Ergebnisse über die Qualität dieser Aufzeichnungen sind zum gegenwärtigen Zeitpunkt (April 2016) nicht bekannt.

In Hinblick auf die Beurteilung von pathologischen Vorgängen sind Wiederkauparameter besonders aussagekräftig. Sie stehen auch mit Stoffwechsel- und Verdauungsproblemen sowie der Brunst und Abkalbung in Verbindung.

Um diese Zusammenhänge zu erfassen, erhob HOY (2015b) die Wiederkaudauer von 30 Kühen im peripartalen Zeitraum. Die Erhebungen erfolgten mit dem System zur automatischen Messung der Wiederkaudauer SCR Heatime™, 8 Tage vor bis 7 Tage nach der Kalbung.

Gemessen an den 2-h-Ruminationswerten, bestand vor der Abkalbung, zwischen den Kühen mit und ohne Puerperalstörung kein nennenswerter Unterschied. Am Tag der

Kalbung war jedoch die Wiederkaudauer bei Kühen mit Störung des Puerperiums deutlich niedriger. Auch nach der Geburt war bei diesen Kühen ein unregelmäßiger Verlauf und vergleichsweise langsamer Anstieg der Wiederkaudauer zu beobachten.

HOY (2015b) stellte auch fest, dass die herannahende Abkalbung durch eine deutliche Reduktion der Wiederkaudauer gekennzeichnet ist. An den Tagen vor der Geburt lag die durchschnittliche 2-h-Ruminationsdauer zwischen 31,2 und 35,3 min (= 374 – 424 min/Tag). Dieser Wert nahm am Tag der Abkalbung auf 21,4 min/2 h (= 257 min/Tag) ab. Ein Unterschied zwischen Erstlingskühen und Altkühen bestand keiner. HOY (2015b) beschreibt auch, dass die Reduktion der Wiederkauzeit vier Stunden vor der Geburt beginnt und es zwei Stunden vor der Kalbung noch einmal zu einem signifikanten Rückgang kommt. Bei 24 von 30 Kühen konnte letztendlich die bevorstehende Abkalbung, durch eine deutliche Herabsetzung der Wiederkaudauer prognostiziert werden.

Die Wiederkaudauer wird auch als Parameter zur Brunsterkennung verwendet. REITH et al. (2012) untersuchten auf insgesamt fünf Betrieben, 372 nachgewiesene Brunstzyklen mit künstlicher Besamung, welche zur Trächtigkeit führten.

Sie kamen zum Ergebnis, dass am Tag der Brunst die Wiederkauaktivität (Mittelwert = 366 min/Tag) signifikant niedriger ist, als drei Tage vor und drei Tage nach der Brunst (Mittelwert = 445 min/Tag) (Abbildung 1). Die durchschnittliche Abnahme der täglichen Wiederkauzeit geben sie mit 17,8 % (= 79 min) an. Die Variabilität einzelner Kühe reicht dabei von - 79 % bis + 16 %. Sie geben auch an, dass die Beeinflussung der Wiederkauzeit am Tag der Brunst von der Herde bzw. dem Betrieb abhängt (- 14 % bis - 24 %) (Abbildung 2) und in Abhängigkeit der Parität unterschiedlich stark ausgeprägt sein kann (Abbildung 3). Erstlingskühe und Kühe in der zweiten Laktation (- 21,5 %) zeigen am Tag der Brunst einen stärkeren Rückgang der Ruminationszeit als ältere Kühe (- 17,3 %).

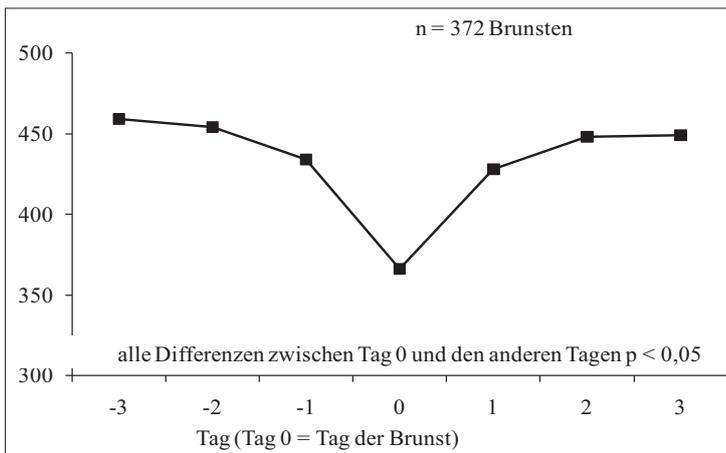


Abbildung 1: Dynamik der täglichen Wiederkaudauer im periöstralen Zeitraum (Mittelwert von 372 Brunstereignissen, die zur Trächtigkeit führten) (REITH et al., 2012)

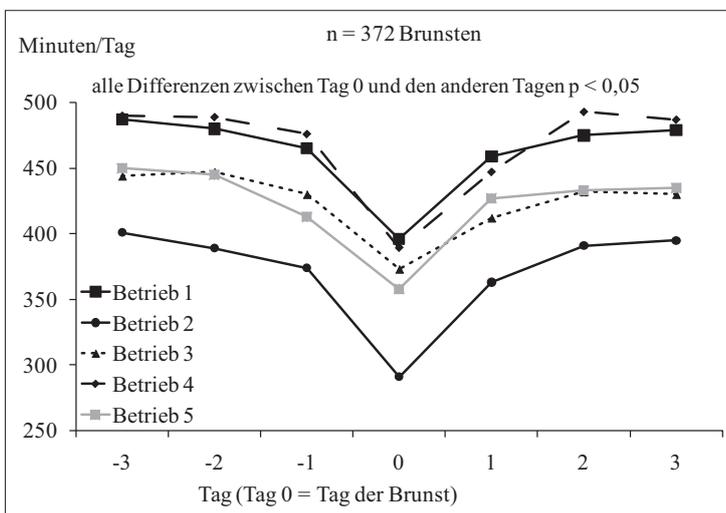


Abbildung 2: Dynamik der täglichen Wiederkaudauer der Kühe aus 5 Betrieben im periöstralen Zeitraum (Mittelwerte von 372 Brunstereignissen, die zur Trächtigkeit führten) (REITH et al., 2012)

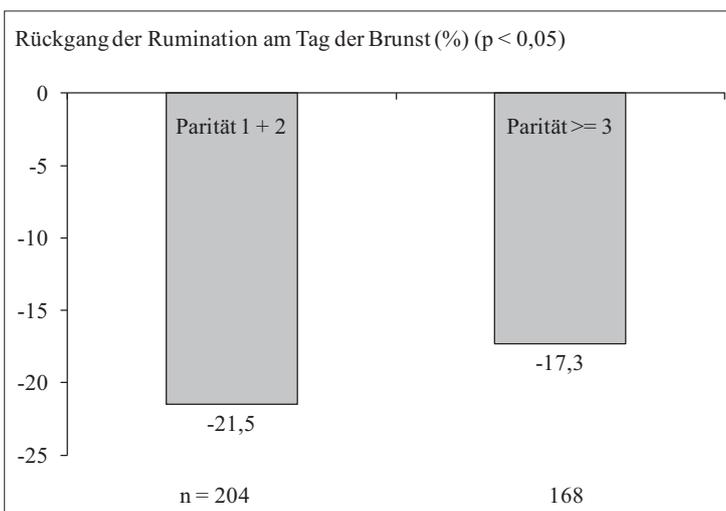


Abbildung 3: Rückgang der täglichen Wiederkaudauer am Tag der Brunst im Vergleich zur Referenzperiode bei Kühen mit unterschiedlicher Laktationsnummer (REITH et al., 2012)

### Innere Körpertemperatur

Die innere Körpertemperatur beschreibt den Gesundheitszustand von Milchkühen sowie Phasen im Reproduktionszyklus, wie Brunst oder Abkalbung (ADAMS et al., 2013) (BURFEIND et al. 2013). Mit Hilfe der Temperaturkontrolle kann Fieber infolge einer Infektion oder auch Untertemperatur (Gebärparese) frühzeitig erkannt werden (WOLFTHALER, 2014). Zu einem Abfall der Körpertemperatur kommt es auch vor der Abkalbung. Sie sinkt um bis zu 1°C (AOKI et al. 2005; BURFEIND et al. 2011; COOPER-PRADO et al. 2011; LAMMOGLIA et al., 1997). Am Tag der Brunst hingegen steigt sie um bis zu 1°C (COOPER-PRADO et al., 2011; KYLE et al., 1998). Indem moderne Systeme die Körpertemperatur kontinuierlich messen ist es möglich, einen pathologischen Vorgang, eine herannahende Abkalbung oder auch Brunst zu erkennen.

Technisch gibt es verschiedene Möglichkeiten die Körpertemperatur zu erfassen. Die manuell durchgeführte rektale Temperaturmessung stellt den Goldstandard dar.

Sie ist im Vergleich zu den automatisierten Verfahren relativ aufwändig und beschreibt lediglich die momentane Situation. Moderne Systeme messen die Körpertemperatur hingegen automatisch und kontinuierlich. Veränderungen im Verlauf der Körpertemperatur können somit analysiert und zum Überwachen des Gesundheitszustandes sowie zum Erkennen von Phasen im Reproduktionszyklus genutzt werden.

Ein Hersteller verwendet Ohrmarken, welche mit einem Temperatursensor ausgestattet sind. In wie weit dieses Verfahren zu aussagekräftigen Ergebnissen führt, kann auf Grund fehlender Literatur nicht beurteilt werden.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung eines Pansensensors. Dieser misst die Vormagentemperatur bzw. die Reticuloruminal-Temperatur. Temperaturschwankungen infolge der Wasseraufnahme werden korrigiert, sodass für die weitere Verwendung ein bereinigter Temperaturverlauf zur Verfügung steht (GASTEINER et al., 2015).

Um herauszufinden, ob die kontinuierliche Messung der Vormagentemperatur mit Hilfe eines Pansensensors geeignet ist eine Brunst oder herannahende Abkalbung zu erkennen, führten GASTEINER et al. (2015) eine Untersuchung mit 43 Brunstvorkommen und 25 Abkalbungen durch. Sie stellten fest, dass die Vormagentemperatur am Tag der Brunst signifikant höher ist als am Tag zuvor (Abbildung 4). Sie gaben für die Brunsterkennung eine Sensitivität von 79 % und Spezifität von 73 % (bei  $\Delta \geq 0,35^\circ\text{C}$ ) an. Auch den Abfall der Vormagentemperatur vor der Abkalbung beschreiben sie als signifikant (Abbildung 5). Die Sensitivität für die Vorhersage einer Abkalbung innerhalb von 24 – 48 Stunden geben sie mit 100 % (bei

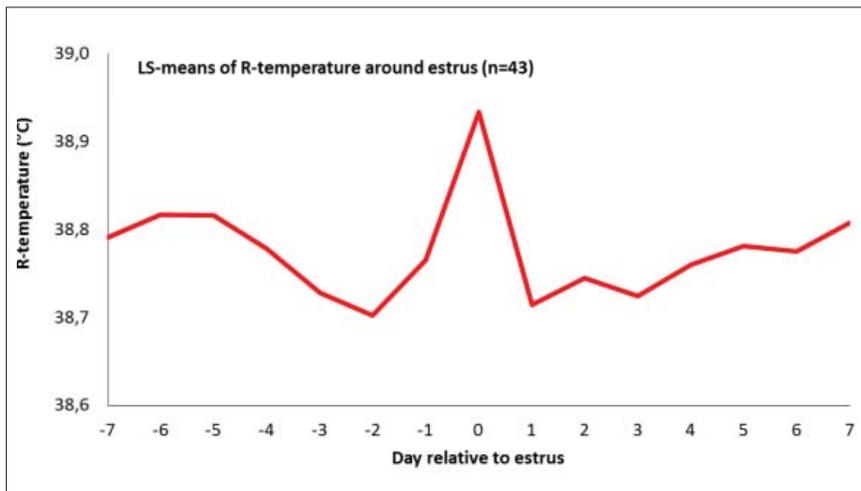


Abbildung 4: Verlauf der mittleren Pansentemperatur von 43 Kühen rund um die Brunst (GASTEINER et al. 2016)

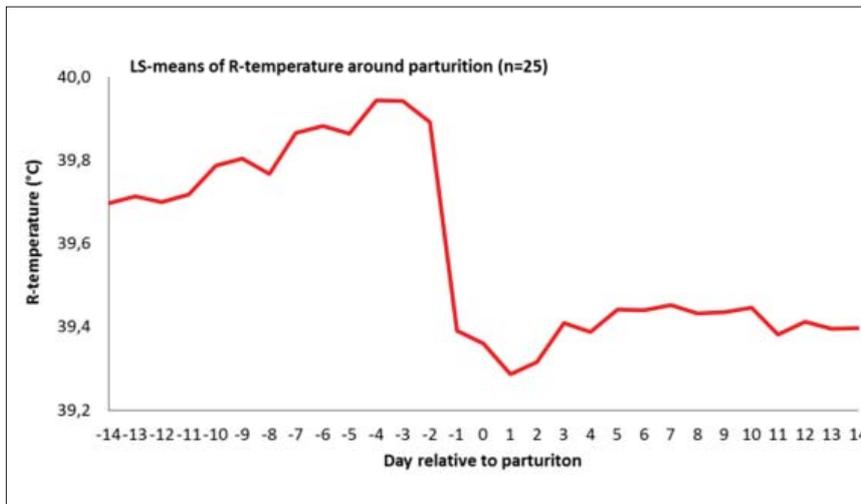


Abbildung 5: Verlauf der mittleren Pansentemperatur von 43 Kühen rund um die Abkalbung (GASTEINER et al., 2016)

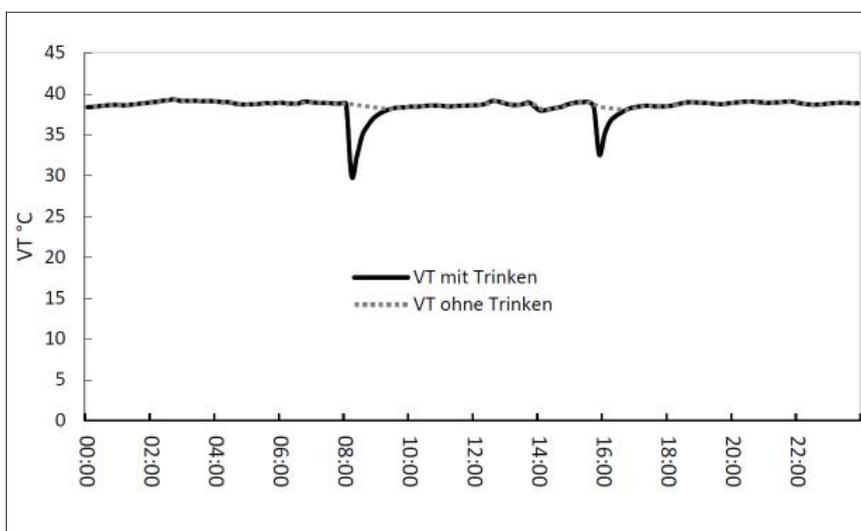


Abbildung 6: Beispiel für die Vormagentemperatur im Tagesverlauf (WOLFTHALER, 2014)

$\Delta \geq 0,4^{\circ}\text{C}$ ), die Spezifität mit 89 % – 93 % (GASTEINER et al., 2015) an. Mit Hilfe des Pansensensors ist es zudem möglich, das Wasseraufnahmeverhalten zu kontrollieren. Indem die Temperaturschwankungen analysiert werden, wird ein atypisches Trinkverhalten einfach erkannt. (Abbildung 6).

### *Aktivität, Lahmheiten und Körperkondition*

Brünstige Kühe haben im Vergleich zu nicht brünstigen Kühen eine deutlich erhöhte Aktivität, weshalb dieser Parameter häufig für die Brunsterkennung Verwendung findet (SCHOFIELD et al., 1991). Gemessen wird die Aktivität mit Hilfe von Pedometern (Schrittzähler). Sie sind in der Regel am Fesselgelenk angebracht. Eine weitere Möglichkeit besteht in der Verwendung von sogenannten Repaktoren, welche am Halsband (Neck Collar) befestigt sind. Die Qualität dieser aktivitätsbasierten Brunsterkennungssystemen wird mit einer Sensitivität von 80 – 90% und einer Spezifität von > 90 % beschrieben (Goldstandard = Milch-Progesterongehalt) (RUTTEN et al., 2013). HOY (2015a) hingegen gibt an, dass es im Zusammenhang mit der Brunst bei lediglich 76 % der Kühe zu einem Aktivitätsanstieg kommt.

Die Aktivitätsmessung bietet auch die Möglichkeit, lahme Kühe zu erkennen. Dies erfolgt mitunter in Kombination mit weiteren Parametern wie beispielsweise der Aufenthaltsdauer in einzelnen Funktionsbereichen (Fressplatz, Liegebox, Laufgang,...) oder dem Steh-Liege-Verhalten, dem Trinkverhalten usw. Andere Systeme verwenden zum Erkennen lahmer Kühe, Wiegeplatten. Diese analysieren die Druckbelastung beim Auftreten (PASTELL et al., 2008). Auch Videotechnik und moderne Bildverarbeitung wird genutzt, um lahme Kühe zu erkennen (RUTTEN et al., 2013).

Mit Hilfe einer 3-D Kamera und moderner Bildverarbeitung ist es mittlerweile auch möglich, die Körperkondition von Milchkühen automatisch zu erfassen (PACHE et al., 2013) (GRANZ, 2015). Verknüpft mit den Daten der Fütterung wird es zukünftig auch möglich sein, Produktionserkrankungen in Folge von Überkonditionierung automatisch zu verhindern.

Die in diesem Beitrag beschriebenen Parameter sind eine Auswahl von vielen, welche im Rahmen von Precision Dairy Farming Verwendung finden. Sie werden genutzt um Managementaufgaben zu übernehmen und entlasten bzw. unterstützen die Betriebsführung.

## Brunsterkennungssysteme im Überblick

Die Unterstützung bei der Brunsterkennung gewinnt zunehmend an Bedeutung. Zum einen haben die Brunstsymptome und die Brunstdauer abgenommen (DOBSON et al., 2008) und zum anderen steht infolge des Zu- oder Nebenerwerbes bzw. der zunehmenden Betriebsgrößen, immer weniger Zeit für die Brunstbeobachtung zur Verfügung.

Computerbasierte Brunsterkennungssysteme unterscheiden sich in ihrer Ausführung zum Teil erheblich. Um den individuellen Bedürfnissen gerecht zu werden, müssen Spezifikation und mögliche Zusatzfunktionen bekannt sein.

### *Computersystem und Internetanbindung*

Unterschieden wird zwischen Computer basierten Systemen und Terminal basierten Systemen. Computer basierte Systeme sind auf einem handelsüblichen Computer installiert und erfordern ggf. auch eine Internetanbindung. Bei einem Terminalsystem beschränkt sich der Funktionsumfang des Computers auf die Brunsterkennung. Eine Internetanbindung ist nicht immer zwingend erforderlich. Sie wird mitunter optional angeboten und führt meist zu einem erweiterten Funktionsumfang sowie einer verbesserten Benutzerfreundlichkeit.

### *Parameter zur Brunsterkennung*

Unterschieden wird zwischen den Parametern, welche zur Brunsterkennung Verwendung finden (Aktivität, Wiederkauaktivität, Körpertemperatur, Aufenthaltsdauer in verschiedenen Funktionsbereichen,...) und der Anzahl an Parametern, anhand welcher die Brunst erkannt wird. Systeme mit mehreren Parametern funktionieren in der Regel zuverlässiger.

### *Platzierung Tiersensor*

In Abhängigkeit vom System werden die Sensoren am Ohr, Halsband, Fuß oder im Pansen platziert. In wie weit die Sensorplatzierung mit der Aufstallung kompatibel ist, sollte vorab unbedingt getestet werden.

### *Laufende Arbeiten*

Der Umfang laufender Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten wie Systemadministration und Verwaltung, das Ersetzen verlorengangener Sensoren, Batteriewechsel, der Austausch kaputter oder inaktiver Sensoren usw. sollte vorab in Erfahrung gebracht werden.

### *Teilausstattung*

Beschränkt sich die Verwendung des Systems ausschließlich auf die Brunsterkennung, kann der Sensor nach erfolgreicher Belegung weitergegeben werden. Die Sensoranzahl reduziert sich damit auf 30-50 % der Kuhanzahl.

### *Eignung auch für die Anbindehaltung*

In Abhängigkeit von Art und Anzahl der für die Brunsterkennung verwendeten Parameter eignen sich die Systeme mehr oder weniger gut für die Anbindehaltung.

### *App-Anwendung und Web-Interface*

Bei Systemen mit App-Anwendung und/oder Web-Interface ist eine ortsunabhängige Nutzung möglich. Trotzdem kann es sein, dass verschiedene Funktionen auf das lokale Netz beschränkt sind. App-Anwendungen funktionieren unter Umständen nur auf bestimmten Betriebssystemen.

### *Brunst- und Ereignismeldung/Alarm*

In Abhängigkeit vom System wird der Benutzer über verschiedene Hinweise bzw. Signale auf Ereignisse aufmerksam gemacht: Bildschirmmeldung, Mail, SMS, Push-Notification, Leuchte im Stall, akustisches Signal,...

### *Zusatzfunktionen (optional)*

Einige Systeme sind standardmäßig oder auch optional mit Zusatzfunktionen ausgestattet (Messen der Körpertemperatur, Positionserfassung, Wiederkauüberwachung, Liegezeitüberwachung, Überwachen der Wasseraufnahme...). Soll zu einem späteren Zeitpunkt eine Funktion nachgerüstet werden, müssen die Anforderungen für den späteren Funktionsumfang bereits bei der Erstananschaffung berücksichtigt werden.

### *Interner Speicher, Datenübertragung*

Um Datenverlust zu vermeiden müssen Sensoren ohne internen Speicher ununterbrochen mit dem System in Verbindung stehen. In Abhängigkeit der Stallkonstruktion stellt diese eine mehr oder weniger große Herausforderung dar. Sensoren mit Speicher legen die Daten intern ab und übertragen diese sobald sie in Reichweite des Systems sind. Für den Weidebetrieb ist dieses Auswahlkriterium von besonderer Bedeutung.

### *Lebensdauer, Batterielaufzeit und Batteriewechsel bei Sensoren*

Bei Sensoren, bei welchen die Batterie nicht getauscht oder geladen werden kann, entspricht die maximale Batterielaufzeit der Lebensdauer. Sie liegt bei den meisten Systemen zwischen 3 und 13 Jahren. Viele Hersteller geben garantierte Batterielaufzeiten an. Laufende Arbeiten hingegen entstehen bei Sensoren, bei welchen die Batterie getauscht oder geladen werden kann. Der Aufwand und die Häufigkeit dieser Arbeiten sind abzuschätzen.

### *Taktung, Messwerterfassung*

Die Taktung beschreibt den Zeitintervall der Messwerterfassung.

### *Kosten*

Es muss zwischen den Kosten für Grundausstattung, Sensorkosten, Lizenzkosten, Kosten für Support, Wartung und Instandhaltung, sowie sonstigen laufenden Kosten unterschieden werden. Sofern die Sensoren nicht an die Remontierung weitergegeben werden können, oder aufgrund limitierter Lebensdauer ersetzt werden müssen, muss dies bei einem Kostenvergleich berücksichtigt werden.

### *Auswahl an Brunsterkennungssysteme*

Die in *Tabelle 2* vorgestellte Auswahl an Brunsterkennungssystemen ist lediglich ein Auszug von vielen und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Verfügbarkeit, Erreichbarkeit, Kooperations- und Auskunftsbereitschaft

der Hersteller bzw. Vertriebspartner war für die Berücksichtigung in der Tabelle ein wesentliches Auswahlkriterium. Sie können für alle Systeme als sehr zufriedenstellend angenommen werden.

Häufig greifen auch renommierte Melktechnikhersteller auf diese Systeme zurück. Sie werden in diesem Fall unter einem anderem Namen vertrieben, finden in der Tabelle jedoch keine gesonderte Berücksichtigung.

**Tabelle 2: Überblick Brunstsysteme - Stand Februar 2016**

| Produktname                              | Heatime®HR   | Nedap Heat Detection Leg   | Nedap Heat Detection Neck  | smaXtec Sensor  | SmartBow                                  | DeLaval Aktivitätsmessung   |
|--|--|--|--|---|---|---|
| Vertrieb                                 | Wasserbauer, Lely  | verschiedene Händler<br>BouMatic (HeatSeeker)<br>GEA (Cowscout)<br>Happel (Lactivator) | verschiedene Händler<br>BouMatic (HeatSeeker)<br>GEA (Cowscout)<br>Happel (Lactivator) | smaXtec animal care   | SmartBow                                  | Vertriebspartner von DeLaval  |
| Internetanbindung <sup>1)</sup>          | optional   | optional   | optional   | ja  | optional                                  | k.A.  |
| Computersystem                           | Terminal basiertes System  | PC basiertes System  | PC basiertes System  | PC basiertes System   | PC basiertes System                       | PC basiertes System   |
| Parameter zur Brunsterkennung            | Aktivität<br>Wiederkauftätigkeit   | Aktivität  | charakteristische Kopfbewegungen   | Aktivität   | Aktivität<br>Wiederkauftätigkeit          | Aktivität   |
| Platzierung Tiersensor                   | Hals   | Fuß  | Hals   | Pansen  | Ohr                                       | Hals  |
| laufende Arbeiten                        | keine  | keine  | keine  | keine   | Batteriewechsel                           | keine   |
| Teilausstattung                          | ja   | k.A.   | k.A.   | nein  | nein                                      | k.A.  |
| Web-Interface                            | ja   | ja   | ja   | ja  | nein                                      | nein  |
| App Anwendung                            | ja<br>(iOS, Android)   | nein   | nein   | ja<br>(iOS, Android)  | ja<br>(Android) <sup>2)</sup>             | nein  |
| Brunst - und Ereignismeldung/ Alarm      | Bildschirmmeldung<br>Mail<br>SMS   | Leuchte auf Kontrollbox und Benutzeroberfl. PC, Mail                                   | Leuchte auf Kontrollbox und Benutzeroberfl. PC, Mail                                   | Push-Notifikation<br>Meldung auf Benutzeroberfl. PC, Mail                                 | Meldung auf Benutzeroberfl. PC, Mail, SMS | Meldung auf Benutzeroberfl. PC und im Melkstand   |
| Zusatzfunktionen                         | Überwachen der Widerkauftätigkeit (min) Verlängerte Geburt (Vitalfunktion) | Überwachen der Liegezeiten   | Überwachen der Fresszeiten   | Überwachen der inneren Körpertemp. Überwachen des Trinkverhaltens<br>Prognose Kalbetermin | Überwachen der Widerkauftätigkeit (min)   | Überwachen von Minderaktivität  |
| Zusatzfunktionen optional                | -  | -  | Positionserfassung   | Überwachen des Pansen-pH<br>Überwachen des Fütterungsmanagement                           | Positionserfassung                        | -   |
| Weidetauglichkeit                        | ja   | ja   | ja   | ja  | nein                                      | ja  |
| garantierte Batterielaufzeit Sensor      | 5 Jahre für 100 % der Sensoren   | 3 Jahre für 100 % der Sensoren<br>weitere 2 Jahre für 50 % der Sensoren                | 3 Jahre für 100 % der Sensoren<br>weitere 2 Jahre für 50 % der Sensoren                | -   | -   | 5 Jahre für 100 % der Sensoren<br>weitere 3 Jahre für 75% der Sensoren<br>weitere 2 Jahre für 50 % der Sensoren |
| Lebensdauer Sensor laut Hersteller       | 6-7 Jahre  | 10 Jahre   | 10 Jahre   | 4 Jahre   | 2 Jahre                                   | 13 Jahre  |
| Intervall Datenübertragung <sup>3)</sup> | 20 min.  | 5 min.   | 5 min.   | 30 min.   | 4 sec. od. 16 sec                         | 60 min.   |
| Datenspeicher im Sender                  | 24 h   | 24 h   | 24 h   | 50 Tage   | -   | 24 h  |
| Brunsterkennung in Anbindehaltung        | ja   | k.A.   | k.A.   | k.A.  | ja  | k.A.  |

<sup>1)</sup> zum Teil Voraussetzung für verschiedene Funktionen wie Brunst- Ereignismeldung/Alarm,...

<sup>2)</sup> Verwendung beschränkt sich auf den Einsatz im systemeigenem WLAN

<sup>3)</sup> vorausgesetzt die Kuh befindet sich in Reichweite einer Antenne

## Literatur

- ADAMS, A.E.; OLEA-POPELKA, F.J. und ROMAN-MUNIZ, I.N. (2013): Using temperature-sensing reticular boluses to aid in the detection of production diseases in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 96 (3), 1549-1555.
- AOKI, M.; KIMURA, K. und SUZUKI, O. (2005): Predicting time of parturition from changing vaginal temperature measured by data-logging apparatus in beef cows with twin fetuses. *Animal Reproduction Science* 86 (1-2), 1-12.
- BURFEIND, O.; SUTHAR, V. und HEUWIESER, W. (2013): Messung der Körpertemperatur bei Milchkühen – Methoden und Einflussfaktoren. *Tierärztliche Praxis Großtiere* 41 (1), 56-60.
- BURFEIND, O.; SUTHAR, V.S.; VOIGTSBERGER, R.; BONK, S. und HEUWIESER, W. (2011): Validity of prepartum changes in vaginal and rectal temperature to predict calving in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 94 (10), 5053-5061.
- COOPER-PRADO, M.J.; LONG, N.M.; WRIGHT, E.C.; GOAD, C.L. und WETTEMANN, R.P. (2011): Relationship of ruminal temperature

- with parturition and estrus of beef cows. *Journal of Animal Science* 89 (4), 1020-1027.
- DOBSON, H.; WALKER, S.L.; MORRIS, M.J.; ROUTLY, J.E. und SMITH, R.F. (2008): Why is it getting more difficult to successfully artificially inseminate dairy cows? *Animal* 2 (8), 1104-1111.
- GASTEINER, J.; GUGGENBERGER, T. und STEINWIDDER, A. (2016): Telemetrische pH-Wert- und Temperatur-Messung im Vormagen von Rindern. *Vetjournal* 69 (3/16), 7.
- GRANZ, S. (2015): DeLaval Body Condition Scoring (BCS) - Automatisches System zur Körperkonditionsbeurteilung von Milchkühen. *Bau, Technik und Umwelt 2015 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung*, Freising, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), 234 - 239 S.
- HOY, S. (2015a): Zur Prognose des Kalbebeginns durch Messung der Wiederkaudauer. *Der praktische Tierarzt* 96, 164-172.
- HOY, S. (2015b): Use of automatically measured rumination for heat detection, health monitoring and prognosis of calving. *Tierärztliche Umschau* 70 (1-2), 3-13.
- KLEIN, E.; BRAYER, E. und AMRAM, D. (2008): Short summary of SCR HR-Tag validation trials.
- KYLE, B.L.; KENNEDY, A.D. und SMALL, J.A. (1998): Measurement of vaginal temperature by radiotelemetry for the prediction of estrus in beef cows. *Theriogenology* 49 (8), 1437-1449.
- LAMMOGLIA, M.A.; BELLOWS, R.A.; SHORT, R.E.; BELLOWS, S.E.; BIGHORN, E.G.; STEVENSON, J.S. und RANDEL, R.D. (1997): Body temperature and endocrine interactions before and after calving in beef cows. *Journal of Animal Science* 75 (9), 2526-2534.
- LINDGREN, E. (2009): Validation of rumination measurement equipment and the role of rumination in dairy cow time budgets. *Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala*, 40 S.
- MAZERIS, F. (2015): DeLaval Body Condition Scoring BCS; Daily Automatic and Consistent Scoring of Cows. *Precision Dairy Conference and Expo, Rochester, Precision Dairy Farming*, 47-50 S.
- NYDEGGER, F. und KELLER, M. (2011): Wiederkausensor für Milchkühe: automatisches Erfassen der Kau- und Fressaktivität zur Gesundheitsüberwachung. *Tänikon, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART*.
- PACHE, S.; HÖLSCHER, R.; STEINHÖFEL, I. und FISCHER, R. (2013): Automatische Vermessung der Körperkondition von Milchkühen mit 3-D-Bildverarbeitungstechnik. *Bau, Technik und Umwelt 2013 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung*, Vechta, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), 275 - 280 S.
- PASTELL, M.; KUJALA, M.; AISLA, A.-M.; HAUTALA, M.; POIKALAINEN, V.; PRAKS, J.; VEERMÄE, I. und AHOKAS, J. (2008): Detecting cow's lameness using force sensors. *Computers and Electronics in Agriculture* 64 (1), 34-38.
- PORZIG, E. und SAMBRAUS, H.H. (1991): *Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere*, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin GmbH, Berlin.
- REITH, S. und HOY, S. (2012): Relationship between daily rumination time and estrus of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95 (11), 6416-6420.
- REITH, S.; FENGELS, I. und HOY, S. (2012): Untersuchungen zur Brunsterkennung bei Kühen mit der automatisch gemessenen Wiederkauaktivität. *Züchtungskunde* 84 (4), 281-292.
- RUTTEN, C.; VELTHUIS, A.; STEENEVELD, W. und HOGVEEN, H. (2013): Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. *Journal of dairy science* 96 (4), 1928-1952.
- SATTLECKER, G. (2015): *Conversation, Funktion SmartBow Ohrmarke*, C. Fasching, August. *Journal* (Issue).
- SCHIRMANN, K.; VON KEYSERLINGK, M.A.G.; WEARY, D.M. und VEIRA, D.M. (2009): Technical note: Validation of a system for monitoring rumination in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92 (12), 6052.
- SCHOFIELD, S.A.; PHILLIPS, C.J.C. und OWENS, A.R. (1991): Variation in the milk production, activity rate and electrical impedance of cervical mucus over the oestrous period of dairy cows. *Animal Reproduction Science* 24 (3), 231-248.
- WOLFTHALER, J. (2014): Einfluss von Brunst und Abkalbung auf die Vormagentemperatur von Milchkühen. *Universität für Bodenkultur Wien*, 71 S.