

# Dein Sensor kann mehr – was Assistenzsysteme in der Milchviehhaltung heute leisten

K. Kouwert, F. Deißing, M. Deutsch

## 1. Einleitung

Eine Vielzahl von Milchviehbetrieben haben Sensortechnik zur Überwachung ihrer Herde in den betrieblichen Alltag etabliert. Die lückenlose Überwachung der Aktivität war häufig ausschlaggebend für die Investitionsentscheidungen im Milchviehbereich. Der Einsatz von dreidimensionalen Accelerometern zur Messung von Beschleunigungsvorgängen beweist in Verbindung mit intelligenten Algorithmen eine hohe Zuverlässigkeit zur Detektion brünstiger Kühe. Eine erfolgreiche Weiterentwicklung der Systeme erbringt dem Milchviehhaltenden heute einen erheblichen Mehrwert im Bereich der Tiergesundheit und Fütterungsüberwachung. Gegenwärtig wird die Kaufentscheidung eines Sensorsystems von der Vielfalt an Messparametern abhängig gemacht.

Im nachfolgenden Fachbeitrag werden dem potentiellen Anwender von Assistenzsystemen die unterschiedlichen Funktionen dargestellt, um eine Entscheidungsunterstützung zu bieten.

## 2. Sensoren am Tier – Hals oder Ohr, oder doch lieber als Bolus? Die Entscheidungsfindung ist weitaus komplexer als nur die Frage nach der Anbringungsvariante

Die betriebliche Entscheidungsfindung: »Welches System passt zu mir und erfüllt meine Anforderungen«, ist überaus komplex. Entscheidend ist nicht nur, ob der Sensor zur Datenerfassung am Tier am Hals oder am Ohr, im Vormagensystem oder am Fuß angebracht werden soll., die Systeme müssen mit hoher Funktionssicherheit, Langlebigkeit, sowie mit Benutzerfreundlichkeit überzeugen. In der nachstehenden **Tabelle 1** wird das Vorgehen zur Entscheidungsfindung exemplarisch dargestellt. Das Systematische Abhacken der einzelnen Schritte kann helfen betriebsspezifische Schwerpunkte zu setzen.

**Tabelle 1: Exemplarische Entscheidungshilfe zur Investition in ein Sensorsystem für Milchrinder**

Schritte	Erläuterungen /Beispiele	Check	
Ist-Analyse	Leistungskennzahlen erfassen	z.B. Einstiegsleistung, 100-Tage Leistung, Milchinhaltstoffe	<input checked="" type="checkbox"/>
	Fruchtbarkeitskennzahlen erfassen	z.B. BNR, KR, Merzungsrate, PR	<input checked="" type="checkbox"/>

	Abgänge analysieren	z.B. Ursachen, Abgangsart	<input type="checkbox"/>
	Arbeitswirtschaft	Prozesse analysieren, Arbeitszeit und Arbeitsqualität	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Zielsetzung</b>	Milchleistung	z.B. Einstiegsleistung Jungkühe > 25 Mkg, Melkdurschnitt gesamt > 35 Mkg z.B. FWZ erhöhen auf 100 d p.p, dabei BNR auf > 70%, KR > 40%, Merzungsrate < 30%, liegende Abgänge < 5%, Fruchtbarkeit nicht länger Hauptabgangsursache	<input type="checkbox"/>
	Fruchtbarkeitsleistung	z.B. FWZ erhöhen auf 100 d p.p, dabei BNR auf > 70%, KR > 40, PR > 24%	<input checked="" type="checkbox"/>
	Abgänge	z.B. Merzungsrate < 30%,liegende Abgänge < 5%, Fruchtbarkeit nicht länger Hauptabgangsursache	<input type="checkbox"/>
<b>»KO-Kriterien« formulieren</b>	Arbeitszeit einsparen	z.B. zur visuellen Brunstbeobachtung	<input checked="" type="checkbox"/>
	Überwachung optimieren	z.B. Frischabkalbermonitoring, oder Überwachung im Trockenstand	<input type="checkbox"/>
	Technische Voraussetzungen	z.B. WLAN Abdeckung im Stall, Reichweite Antennen, mögliche Störfaktoren (Frequenzen belegt, Gebäudehülle)	<input checked="" type="checkbox"/>
	Tierortung	z.B. Echtzeitlokalisierung per Antennen, oder Handgerät	<input type="checkbox"/>
	Integration Weidengang	z.B. Solarrouter mit Antennen bzw. Reichweite Home-Station	<input type="checkbox"/>
	Besamungszeitpunkt optimieren	z.B. für den Einsatz von gesextem Sperma	<input checked="" type="checkbox"/>
	konstante Arbeitsqualität	z.B. bei Personalwechsel oder Arbeitsspitzen	<input type="checkbox"/>
<b>Marktübersicht</b>	Orientierungsphase	z.B. Internetrecherche, Fachzeitschriften, Messen, Projekte, Landwirte die Systeme bereits nutzen	<input type="checkbox"/>
	Angebotserstellung	z.B. Finanzierungsoptionen - Einmalzahlung/ laufende Kosten, Support, Garantie, Wartung, Erweiterungsoptionen	<input type="checkbox"/>

	Investition kalkulieren	Kosten (Investition, laufende Kosten, Abschreibung) vs. mögliche Erlöse (Reduzierung Arbeitszeit, Verbesserung Fruchtbarkeit, Fütterungsoptimierung, Einsparung Behandlungstage)	<input type="checkbox"/>
<b>Investition und Systemimplementierung</b>	zeitlichen Ablaufplan erstellen	nach Möglichkeit so viel Stallpersonal wie möglich einbeziehen – erleichtert später Arbeit mit dem System	<input type="checkbox"/>
	Standardarbeitsanweisung	Einarbeitung aller Beteiligten mit dem Ziel des systematischen Arbeitens mit dem System	<input type="checkbox"/>

*BNR= Brunstnutzungsrate, FWZ= freiwillige Wartezeit, Mkg= Milchkilogramm, KR= Konzeptionsrate, p.p.= post partum, PR= Pregrate,*

Diese Übersicht ist je nach Anforderungsprofil unendlich erweiterbar oder auf die betriebsindividuellen Voraussetzungen herunter zu brechen. Es ist von hoher Wichtigkeit unabhängige Meinungen und Erfahrungsberichte einzuholen. In der Orientierungsphase können hier Projekte öffentlicher Träger (z.B. Experimentierfeld CattleHub) einen Überblick verschaffen. Erfahrungsberichte anderer Landwirte sind besonders wertvoll um eine unabhängige Beurteilung der Systemfunktionen und eine Übersicht der Anforderungen im Praxisalltag zu erhalten. .

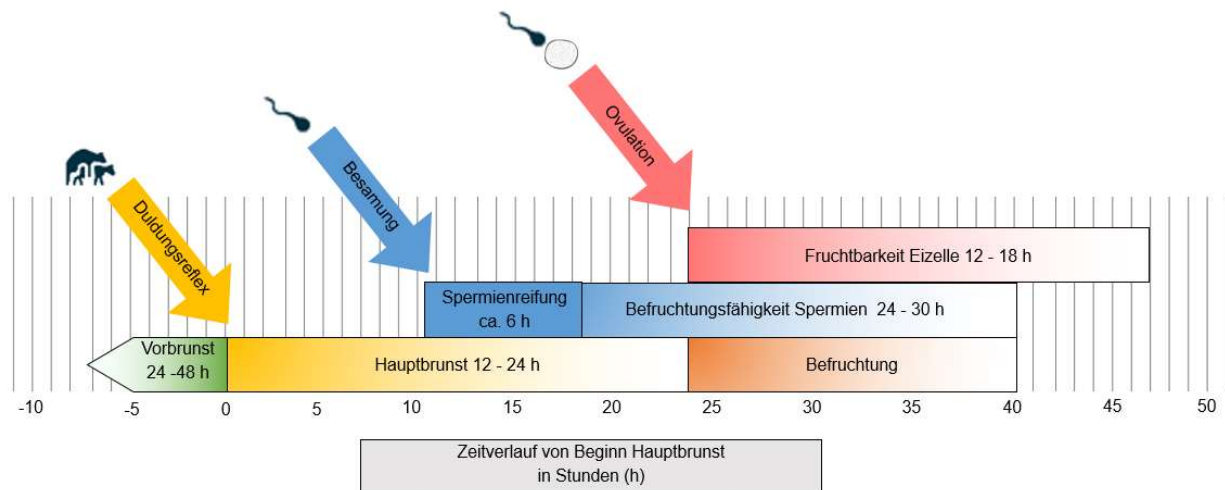
### **3. Fruchtbarkeit als ökonomischer Motor eines Milchviehbetriebes**

Wie bereits beschrieben, ist die Fruchtbarkeit des Bestandes häufig der primäre Ausgangspunkt für das Investitionsinteresse von milchviehhaltenden Betrieben. Dies kann damit begründet werden, dass die Wirtschaftlichkeit eines Milchviehbetriebes maßgeblich von der Fähigkeit abhängt, die Tiere zu einem definiertem Zeitpunkt erneut tragend zu bekommen. Eine verpasste Brunst wird in der Literatur mit einem Aufwand von 40 € bis 80 € (nach BZL 2022) beziffert. Mit steigenden mittlerem Laktationstag der Herde sinkt die Milchleistung, aufgrund des Verlaufs der Laktationskurve, und damit auch der potentielle Milcherlös. Aus diesem Grund und aus der potentiellen Reduktion von fruchtbarkeitsassoziierten Abgängen, sowie dem verminderten Arbeitszeitaufwand für Brunstbeobachtung, kann ein Return of Investment gut dargestellt werden. So wird beschrieben, dass mittels visueller Brunstbeobachtung zwischen 50 und 80 % der Brunsten detektiert werden können (Becker et al. (2005); Heuweiser und Mansfeld (1995)). Diese Größe ist sowohl vom investierten Zeitaufwand, als auch von der fachlichen Kompetenz der beobachtenden Person abhängig. Mit Hilfe von Sensortechnik und in Abhängigkeit der Rahmenbedingungen, kann eine Brunsterkennungsrate von bis zu 90 % erreicht werden.

### **4. Früh gesehen – abends besamt und umgekehrt, oder etwa doch nicht?! Besamung richtig timen mit einem Sensorsystem**

Wurde eine Brunst erfolgreich detektiert, steht als nächster Schritt die Festlegung des optimalen Besamungszeitpunktes an. Im Falle einer klassisch visuellen Brunstbeobachtung wird häufig die »12 Stunden-Regel« angewandt. Demnach wird eine brünstige Kuh einen halben Tag

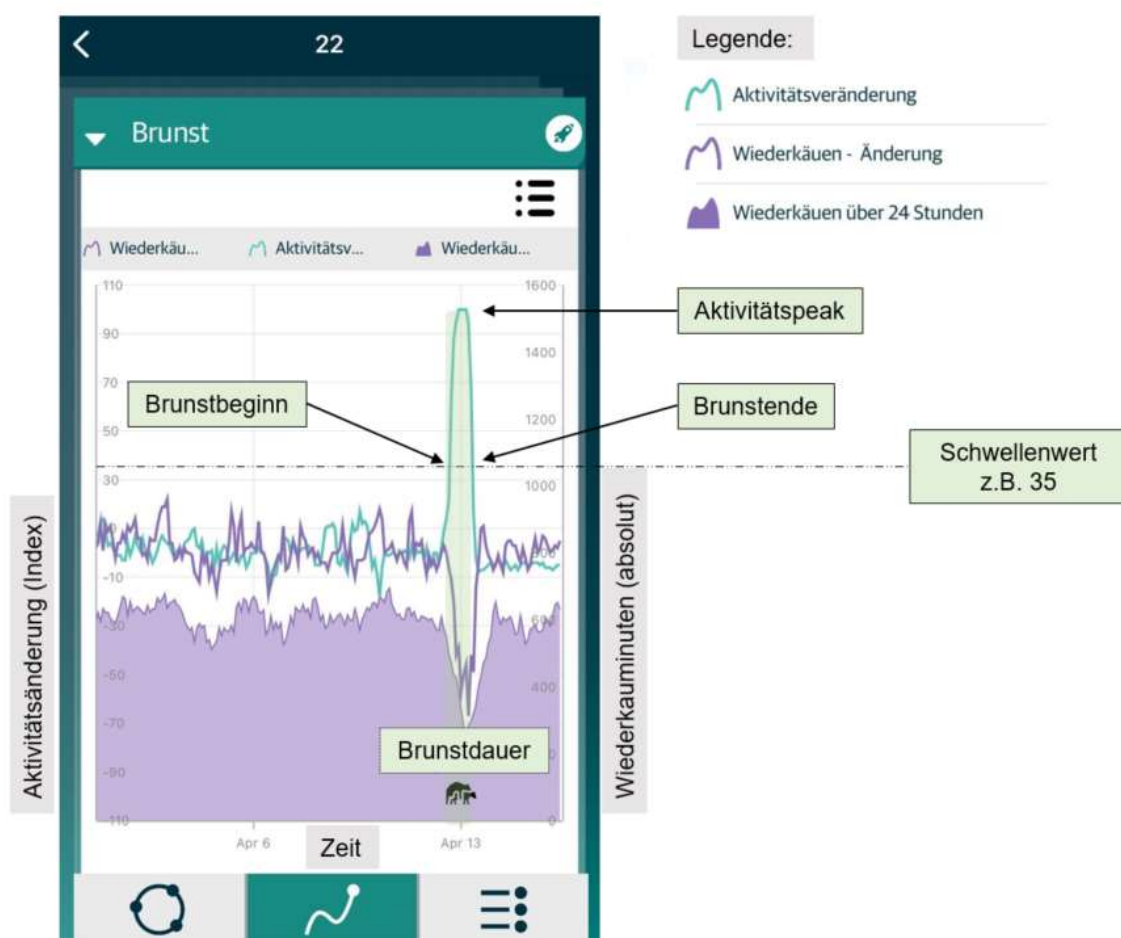
nachdem die Brunstsymptome erkannt wurden künstlich besamt. Unter Einbezug einer intensiven Brunstbeobachtung kann dieser Zeitpunkt durchaus präzisiert werden. Mittels digitaler Hilfsmittel ist der Tierhaltende in der Lage die Intensität und Länge der Brunst, Tageszeit und personenunabhängig, bestimmen zu können. Diese Daten werden visuell aufbereitet und bedürfen einer korrekten Interpretation des Betrachters. Dazu muss ein Verständnis über den Verlauf einer Brunst, sowie des zeitlichen Reifeprozesses der Geschlechtszellen vorhanden sein. Dieser Sachverhalt wird in nachstehender Abbildung 1 dargestellt.



**Abbildung 1: Schema Brunstverlauf (modifiziert nach Swisgenetics (2021))**

Die Vorbrunst ist gekennzeichnet durch Unruhe, beginnende Aufsprungversuche, mangelnde Fresslust und Milchrückgang. Des Weiteren können bereits eine Rötung der Scham und zähflüssiger Schleim auftreten. Die Phase hält circa 8 Stunden an, ohne dass die Kuh einen Duldungsreflex zeigt. Die Hauptbrunst dauert 12 bis 24 Stunden und ist gekennzeichnet durch eine Verstärkung der Brunstsymptome, sowie einer reduzierten Nahrungsaufnahme und Wiederkautätigkeit. Zu diesem Zeitpunkt zeigt das Tier einen deutlichen Duldungsreflex und ein klaren, dünnflüssiger Schleim ist an der Scham nachzuweisen. Der Zeitpunkt der Ovulation ist für jedes Tier individuell und findet meist in der zweiten Hälfte der Hauptbrunst statt. Zum Zeitpunkt der Besamung ist das Sperma noch nicht befruchtungsfähig, sondern benötigt einen Reifungsprozess, welcher bei konventionellem Sperma zwischen 6 und 8 Stunden dauert. Wurden die Samenzellen im Vorfeld einem Sexing-Prozess unterzogen verringert sich die benötigte Zeit für Reifung und Überlebensfähigkeit der Samenzellen in der Kuh. Aus diesem Grund ist es wichtig, beim Einsatz von gesextem Sperma den Besamungszeitpunkt nach hinten zu verschieben. Nach Endres (2018) soll der optimale Besamungszeitpunkt mit gesextem Sperma 16 bis 24 Stunden nach Beginn der Hauptbrunst liegen und ist damit 4 bis 8 Stunden später als beim Einsatz einer konventionellen Portion. Dies ist damit zu begründen, dass der Reifungsprozess durch den Sexing-Prozess bereits fortgeschritten ist und sich die Spermienreifung in der Gebärmutter entsprechend verkürzt. Damit wird das Zeitfenster in welcher es zu einer erfolgreichen Befruchtung zwischen Eizelle und Spermium kommen kann, geschmälert. Aufgrund dessen, ist eine sorgfältige Terminierung der künstlichen Besamung beim Einsatz von gesextem Sperma unabdinglich. Dazu muss das Assistenzsystem in der Lage sein, detaillierte Auskunft über den Verlauf der Brunst zu erstatten.

Im Demonstrationsfeld »Digitalisierung in der Tierhaltung«, welches angegliedert an die »Lehrwerkstatt Milch« im Lehr- und Versuchsgut Köllitsch agiert, wurde das System »Heatime Pro Plus« erprobt. In nachstehender Abbildung 2 wird die Aktivitätsänderung einer brünstigen Kuh dargestellt.



**Abbildung 2: Darstellung eines Brunstverlaufs in der App-Anwendung »Dataflow II« des »Heatime Pro Plus«-Systems**

Die Darstellung zeigt eine retrospektive Übersicht über den Brunstverlauf an. Die Brunstmeldung auf einer Alarmliste, erfolgt bei Überschreitung des festgelegten Schwellenwertes. Das System erstellt während der Brunst eine separate Anzeige, die das optimale Besamungsfenster prognostiziert. Dies veranschlagt eine determinierte Stundenzahl ab Brunstbeginn und berücksichtigt nicht die Länge und Intensität vorangegangener Brunsten oder die geplante Anpaarung mit einer gesexten Portion. Diese Faktoren müssen durch den Tierhaltenden selbst beachtet werden.

## 5. Besamungserfolg vorhersagen und Trächtigkeit überwachen

Eine zeitige und genaue Feststellung einer Trächtigkeit ist essentiell für das Reproduktionsmanagement. Gängige Methoden sind die rektale Palpation der Gebärmutterhörner, die Sonografie oder die Messung des Milchprogesterons. Dabei kann die frühestmögliche Untersuchung mittels eines Ultraschallgerätes nach 28 Tagen post insemination (p. i.) erfolgen. Auch durch das Ausbleiben einer Brunst, kann die Trächtigkeitswahrscheinlichkeit vorhergesagt

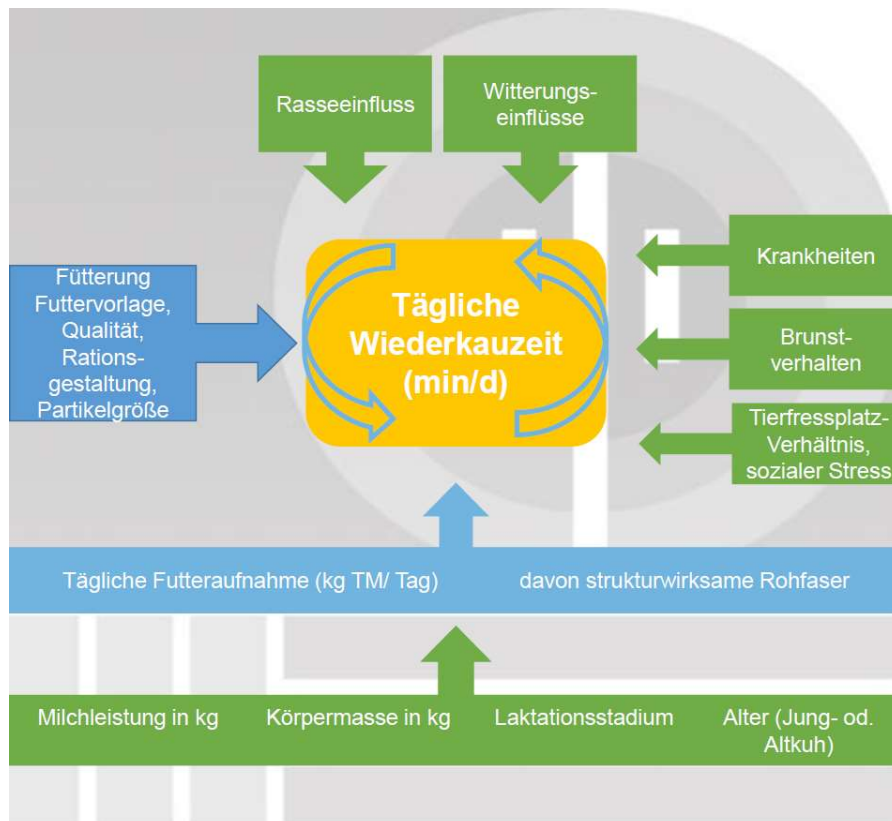
werden. Um dies als Indikator nutzen zu können, muss eine zuverlässige Brunsterkennung vorliegen.

Vor dem Hintergrund des hohen Risikos von frühembryonalen Abgängen wird in der Praxis oftmals eine zweite Trächtigkeitsuntersuchung mit fortschreitender Trächtigkeit, z.B. 70 Tage p. i., vorgenommen. Mit zunehmendem Mangel an Großtierarztpraxen, sowie der Anpassung der Tierärztlichen Gebührenverordnung ist es von höherer Bedeutung, dass Alternativen zur Überwachung vorliegender Trächtigkeit genutzt werden können.

Ein digitales System zur Aktivitätsmessung stellt hierbei ein mögliches Hilfsmittel dar. Dabei überwacht das System, ob eine zyklische oder nichtzyklische Aktivitätserhöhung auftritt. Kommt es bei einem Tier mit positivem Trächtigkeitsbefund zu wiederkehrenden Brunstmeldungen, so kann das System einen Alarm auslösen. Angegeben wird dies z.B. als »Vermutlich Abort« (Reproduktionsbericht SenseHub), »Verdacht auf Abort« (Fertility-Insights Cow-Manger) oder der Abort-Erkennung (Pregnancy-Check smaxtec). Die Alarmlisten stellen einen guten Indikator dar, welche Kühe einen Fruchtverlust erlitten haben könnten, sodass diese zur nächsten Trächtigkeitsuntersuchung erneut vorgestellt werden können. Jedoch ist auch hierbei eine mögliche Fehlinterpretation des Systems in Betracht zu ziehen. Ein Aktivitätsalarm durch eine Gruppenumstellung oder dem Weideaustrieb kann ebenfalls erfolgen, so dass ein falsch positiver Alarm ausgegeben wird. Umgekehrt ist es möglich, dass das Ausbleiben der Brunst als bestehende Trächtigkeit fehlgedeutet wird. Dabei sind insbesondere Tiere mit hoher Körperkondition und mit luteinisierten Thekazysten betroffen. In diesem Fall produzieren die Tiere Progesteron und unterbrechen damit den normalen Zyklus. Entsprechend kann auf bewährte Diagnostik nicht gänzlich verzichtet werden.

## **6. Fresszeit und Wiederkauen – mehr als »nur« Frischabkalberkontrolle**

Je nach Anbringungs- und Ausstattungsvariante können, dank der Sensoren, Rückschlüsse für die Tiergesundheit gezogen werden. Dabei sind neben der relativen Aktivitätsveränderung insbesondere die Fresszeit und Wiederkauzeit wertvolle Hinweise. Wie in nachstehender Abbildung 3 dargestellt, ist die tägliche Wiederkauzeit von einer Vielzahl Faktoren abhängig. Da nicht alle Faktoren gleichermaßen quantifizierbar gemacht werden können, bietet die Messung der Wiederkauzeit eine fundierte Grundlage um Defizite in den jeweiligen Bereichen zu detektieren.



**Abbildung 3: Einflussfaktoren auf die Wiederkauaktivität (modifiziert nach Brade u. Wunderlich 2020)**

Durch die kontinuierliche Überwachung der Wiederkautätigkeit ist der Tierhaltende in der Lage Rückschlüsse auf die Tiergesundheit zu ziehen. Ein zeitaufwändiges Monitoring der Frischlaktierer kann somit, durch die Überprüfung von Alarmlisten abgelöst werden. Nach Smith et al. (2003) benötigt eine geübte Person circa 2 Minuten um eine Untersuchung einer Frischlaktierenden vorzunehmen. Hinzu kommen die Vorbereitungszeit, z.B. für Fixierung der Tiere oder Bereitstellung der benötigten Utensilien, sowie eine mögliche Behandlung der Tiere und die anschließende Nachbereitung und Dokumentation. Durch das Entfallen der unnötigen Fixierung und Untersuchung der Tiere ohne Befund ist ein zeitliches Einsparpotential durch die Nutzung eines Assistenzsystems gegeben. Parallel zu den Warte- bzw. Fixierungszeiten, steigen die Cortisolwerte und damit das Stress-Level der Tiere an. Die aufgewandte Zeit steht in Konkurrenz mit dem Zeitbedarf für tierspezifische Verhaltensweisen, wie beispielsweise Fressen oder Liegen. Die Nutzung von Sensordaten kann dabei helfen entsprechende Fixierungszeiten zu reduzieren und die daraus resultierende Gefährdung der Tiergesundheit und mögliche Effizienzeinbußen auf ein Minimum zu beschränken.

Neben den Vorteilen, die ein Sensorsystem für das Frischlaktierenden- und Transitmonitoring liefert, können die Daten eine wertvolle Basis für das Fütterungsmanagement bieten. Hierbei sollte die Futteraufnahme (in Trockenmasse gemessen am Futtertisch) und die benötigte Fress- und Wiederkauzeit (jeweils gemessen durch ein Sensorsystem) einbezogen werden. Sinken die Fresszeiten bei gleichbleibender Futteraufnahme, so ist dies grundsätzlich positiv zu bewerten. Eine erhöhte Fressdauer bei sinkender Futteraufnahme hingegen, ist ein Indikator für Futterselektion am Futtertisch.

Weiterhin kann die tageszeitliche Fressaktivität zur Optimierung der Futtermischung genutzt werden. Idealerweise ist die Fresszeit in der Gruppenansicht über den Tagesverlauf hinweg konstant. In der Praxis ist durchaus eine gewisse Toleranz für Stoß- und Ruhezeiten gegeben, da insbesondere bei konventionellen Melksystemen mit festen Melkzeiten, eine gewisse Herdensynchronisierung erfolgt, welche sich in gemeinsamem Fress- und Liegeverhalten widerspiegelt. Umso wichtiger ist es durch regelmäßiges Futteranschieben eine gute Erreichbarkeit der Ration zu gewährleisten. Weiterhin können durch die »Fresspausen« Defizite in der Arbeitswirtschaft aufgedeckt werden. So gilt es die Ursache dieser zu überprüfen. Hierfür können exemplarisch zu lange Standzeiten im Vorwartehof oder sogenannte »Zero-Events«, bei denen die Tiere aus Mangel an Restfutter am leeren Futtertisch stehen, genannt werden. Die verfügbaren Daten ermöglichen einen regelmäßigen innerbetrieblichen Vergleich, z.B. bei Rationsumstellungen. Darüber hinaus können Betriebe sich zu einem überbetrieblichen Benchmarking vernetzen. Solche Strukturen werden teilweise als Dienstleistung ergänzend zur tierärztlichen Bestandsbetreuung oder durch Zuchtorganisationen angeboten. Teilweise bieten auch die Hersteller der jeweiligen Sensortechnik regionale Vernetzungsmöglichkeiten an.

### 7. Routinen können helfen Daten optimal zu nutzen

Um die Einarbeitung und die langfristige Arbeit mit dem Sensorsystem möglichst erfolgreich zu gestalten, ist es wichtig feste Routinen zu etablieren. Die Relevanz steigt mit zunehmender Anzahl von Personen, die mit dem System arbeiten. Dabei spielt einerseits die zeitliche Komponente eine wichtige Rolle, das heißt zu festen Tageszeiten, wie beispielsweise dem Schichtbeginn oder nach Pausen, sollten routiniert dieselben Listen gesichtet und abgearbeitet werden. Es ist sinnvoll diese Arbeitsgänge jeweils an den normalen Rhythmus der täglichen Arbeitsprozesse anzugliedern. So werden unnötige Gänge durch die Herde reduziert. Zum anderen sollten alle betrieblich gesetzten Parameter klar kommuniziert werden:

- Welche Rastzeit wird angestrebt? Ist diese Laktationsabhängig?
- Ab welcher Brunstintensität wird das Tier dem Besamer vorgestellt?
- Welche Tiere kommen für den Einsatz von gesextem Sperma in Frage? Welcher Besamungszeitpunkt wird angestrebt?
- Welche Maßnahmen werden in Folge von Gesundheitsalarmen ergriffen? Wann wird ein Tier einem Tierarzt vorgestellt?

**Tabelle 2: Exemplarische Übersicht für die Arbeit mit Sensordaten**

	Alarm (-liste)	Hinweis	
<b>Fruchtbarkeit</b>	Brunstalarm	2 x täglich	Besamungszeitpunkt anhand Detailansicht
	Anöstrus	1 x wöchentlich	nach Ablauf der Rastzeit dem Tierarzt zur Zuchthygienischen Untersuchung vorstellen
	evtl. Abort	täglich	zeitnah zur Zuchthygienischen Untersuchung vorstellen, bei gleichzeitigem Gesundheitsalarm sofort Tierarzt vorstellen

<b>Gesundheit</b>	Gesundheitsalarm einzeln	2 x täglich	Soll: 0
	Gruppenalarm /Alarmhistorie	2 x wö- chentlich	Soll: 0
	Wiederkauzeiten und Fresszeiten einzeln Gruppen im Monatsver- gleich	2x wöchent- lich	Fresszeit: 3 – 4 Stunden Wiederkauzeit: circa 5000 Minuten Fresseffizienz: circa 7 kg Trockenmasse pro Stunde
	Anzahl Transit- alarme	2x wöchent- lich	< 10 % der Trockensteher
	Verhalten um die Zeit der Abkalbung	1x wöchent- lich	< 5 Tage a.p. < 4 Stunden Fressen < 10 Tage p.p auf Niveau der Melkenden
	Tagesverlauf all- gemein	1x wöchent- lich	Keine Lücken – Futteranschieben kontrollieren

a.p= ante partum, p.p= post partum

## 8. Finden anstatt suchen -Tierlokalisation

Insbesondere mit zunehmender Herdengröße kann das Auffinden von Tieren, welche behandelt, besamt oder umgestallt werden müssen sehr zeitaufwändig sein. Bei fehlender Separationsmöglichkeit oder durch die Nutzung eines automatischen Melksystems erhöht sich wiederum die Anzahl der Tiere, welche innerhalb ihrer Gruppe aufgesucht werden müssen. Moderne Sensortechnik kann auch hier eine Lösung bieten. Die Hersteller haben unterschiedliche Umsetzungsvarianten. Die Lösungen der Firma nedap® bieten eine Echtzeitlokalisation an, wobei die gesuchten Tiere auf einer Stallübersicht auf dem mobilen Endgerät dargestellt werden. Dies benötigt allerdings ein aufwändiges Antennensystem, welches in der Stallhülle verbaut ist. SenseHub® bietet in der Anbringungsvariante der Ohrmarke die Möglichkeit eine darin verbaute LED-Leuchte anzusteuern. Auf diesem Wege können die benötigten Tiere schneller in der Herde ausgemacht werden. Es gilt dabei zu beachten, dass sich eine hohe Nutzungsintensität dieser Funktion negativ auf die Lebensdauer der Batterie auswirkt. Der Hersteller CowManager® bietet eine Lösung in Form eines »Detektors«. Hierbei verfügt ein mobiles Endgerät, welches beim Hersteller bezogen werden kann, über einen Empfänger, dieser kann umliegende Sensoren aufspüren. Nähert man sich einem auf der Suchliste befindlichen Tier, so wird dies mittels einer Anzeige mit Farbumschlag, sowie einem akustischen Hinweis signalisiert. Der Vorteil ist dabei, dass keine zusätzliche Ausstattung mit Antennen notwendig ist. Der Nachteil ist die begrenzte Reichweite. Die Tiere müssen sich im Umfeld des mobilen Empfängers befinden. Eine ortsunabhängige Lokalisierung ist nicht möglich.

## **9. Zusammenfassung**

Diese Zusammenstellung dient dazu potentiellen Nutzern von Assistenzsystemen im Milchviehstall einen Überblick zu geben, welche Möglichkeiten in den in dieser Abhandlung beschriebenen Systemen schlummern. Bei anstehenden Investitionsentscheidungen sollte abgewogen werden, welchen Mehrwert das System im Betrieb generieren soll und welche KO-Kriterien im Betriebsalltag gegen ein bestimmtes System sprechen. Oftmals nehmen die Upgrades/ Pro-Versionen mit mehr Funktionen nur einen Bruchteil der Gesamtinvestition ein. Ein nachträgliches Aufrüsten ist dann nicht in allen Fällen möglich und kann mit einem erheblichen Aufwand verbunden sein.

Es gilt ein genaues Anforderungsprofil an die Technik im eigenen Betriebsumfeld zu entwickeln und im Anschluss im Detail mit den jeweiligen Herstellern die benötigten Rahmenbedingungen zu definieren. Die verschiedenen Systeme bieten bereits heute eine Vielzahl an Auswertungsmöglichkeiten die über die Einzeltierüberwachung hinaus gehen. Diese können den Betrieb im Fruchtbarkeitsmanagement, sowie bei der Fütterungsoptimierung unterstützen.

## Literaturangaben

Brade, W. u. Wunderlich, C. (2020): Tägliche Wiederkäuzeit – Erkenntnisse zur Verdauungsphysiologie hochleistender Milchkühe, Teil 1. Bauernblatt 30.05.2020, 38-40 [online] [https://www.lksh.de/fileadmin/PDF\\_Downloadcenter/Bauernblatt/2020/BB\\_22\\_30.05/38-40\\_Brade.pdf](https://www.lksh.de/fileadmin/PDF_Downloadcenter/Bauernblatt/2020/BB_22_30.05/38-40_Brade.pdf) [zuletzt geprüft am 19.07.2024]

BZL - Bundesinformationszentrum Landwirtschaft (Hg.) (2022): Brünstige Kühe rechtzeitig erkennen – mit digitalen Sensoren. [online] <https://www.nutztierhaltung.de/rind/milch/management/digitale-brunsterkennung/> [zuletzt geprüft am 27.02.2023]

CattleHub (2023): Entscheidungsunterstützung / Assistenzsysteme. [online] <https://cattlehub.de/experimentierbereich-entscheidungsunterstuetzung-assistenzsysteme/> [zuletzt geprüft am 24.07.2024]

Endres, C. (2018): Das Geschlecht des Kalbes gezielt bestimmen – Teil 1: Samensexing. [online] <https://www.agrarheute.com/fleckvieh/aktuelles/tierzucht/geschlecht-kalbes-gezielt-bestimmen-teil-1-samensexing-543420> [zuletzt geprüft am 22.04.2024]

Heuweiser, W. und R. Mansfeld (1995): Brunstbeobachtung beim Rind. Milchpraxis, **33**, 75-79

Leach, T. (2023): Facility Focus: Lock-Up Time Could Lead To Lost Production [online] <https://www.dairyherd.com/news/dairy-production/facility-focus-lock-time-could-lead-lost-production> [zuletzt geprüft am 22.07.2024]

Lin, D., Kenéz A., McArt, J.A.A und Li. J. (2023): Transformer neural network to predict and interpret pregnancy loss from activity data in Holstein dairy cows. Computer and Electronics in Agriculture, **205**,107638

Schiefler, I. (2022): Besamungserfolg mit Sensoren vorhersagen?. [online] <https://www.rinderbesamung-memmingen.de/aktuelles/vorhersage-besamungserfolg-1432.html> [zuletzt geprüft am: 22.04.2024]

Smith, J.F., Harner, J.P., Brouk, M.J. (2003): Developing and using monitoring programs for fresh cows. Kansas Agricultural Experiment Research Reports: Vol: 0 Iss. 2

Swissgenetics (2021): Brunst/ Brunst und Besamung/ Besamungszeitraum, [online] <https://die-fruchtbare-kuh.ch/brunst/brunst-und-besamung/besamungszeitraum/> [zuletzt geprüft am 19.04.2024]