

Wie effizient ist die Aktivitätsmessung als ein Hilfsmittel in der Brunsterkennung bei Milchrindern?

Anke Wangler^{*)}, Annegret Meyer^{**)}, F. Rehbock^{*)}, P. Sanftleben^{*)}

1 Einleitung

Eine wesentliche Grundlage für gute Reproduktionsleistungen ist die exakte Brunstkontrolle. Die herkömmliche visuelle Brunstbeobachtung nimmt sehr viel Zeit in Anspruch und setzt ein hohes Maß an Erfahrung voraus. Reduzierter Arbeitskräftebesatz und mangelndes Fachpersonal sind insbesondere in Großbetrieben Faktoren, die einer effizienten visuellen Brunstkontrolle entgegenstehen. So wurden z. B. nach niederländischen Untersuchungen in 32 Betrieben bei einer Beobachtungsdauer von 2-mal täglich 10 min in Abhängigkeit von der Uhrzeit nur 8,6 % bis 25,7 % aller brünstigen Kühe erkannt (HERES und VAN EERDENBURG, 1999).

Mit dem Ziel, die erforderliche Zeit für die visuelle Brunstbeobachtung zu reduzieren, wurde eine Reihe technischer Hilfsmittel entwickelt, wie z. B. die Messung der Bewegungsaktivität der Kühe. Eine verstärkte Ruhelosigkeit und die daraus resultierende erhöhte Bewegungsaktivität der Kuh sind wesentliche Symptome der Brunst. In der Literatur werden durchschnittliche Erhöhungen der Aktivität zum Zeitpunkt der Brunst von 30 % bis 393 % angegeben (FARRIES, 1954; KIDDY, 1977; ERADUS et al., 1992; WENDL und KLINDTWORTH, 1997). Die dafür eingesetzten Sensoren nutzen diese Eigenschaft und sollen die Erkennung der Brunsten erleichtern. Die Messgeräte erfassen die Bewegungsaktivität der Kuh automatisch und kontinuierlich. Sie werden entweder zur Anbringung am Fuß oder am Halsband angeboten bzw. sind im Transponder integriert. Der Sensor zur Erfassung der Bewegungen war hier eine magnetische Metallkugel, die sich in einer Mulde zwischen zwei Kupferspulen befindet. Infolge einer Bewegung schwenkt sie nach links und rechts aus und ruft so eine elektrische Spannung hervor. Die entstehenden Impulse werden gezählt, gespeichert und über im Stall oder im Melkstand installierte Empfangseinheiten abgefragt und zum PC übertragen.

Mittels angepasster Herdenmanagementprogramme soll hiermit dem Bewirtschafter der Kuhherde ein zusätzlicher Hinweis auf eine mögliche Brunst der Tiere gegeben werden.

Um die Praxisrelevanz der Aktivitätsmessung von Kühen als Hilfsmittel in der Brunsterkennung zu bewerten, wurden am Institut für Tierproduktion Dummerstorf (Mecklenburg-Vorpommern) umfangreiche Untersuchungen durchgeführt.



Foto 1. Beispiel eines Aktivitätssensors
am Fuß
activity sensor on the foot



Foto 2. Beispiel eines Aktivitätssensors am
Halsband
activity sensor on the collar

^{*)} Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern
Institut für Tierproduktion

^{**)} Fachhochschule Neubrandenburg, Fachbereich Agrarwirtschaft und Landschaftsarchitektur

2 Material und Methoden

Versuch 1:

Versuch 1 wurde in einem Praxisbetrieb durchgeführt, in dem ca. 90 laktierende Kühe der Rasse Deutsche Holstein in einem Laufstall mit Spaltenboden und Liegeboxen gehalten wurden. Zur Messung der Aktivität trugen alle Kühe über den gesamten Versuchszeitraum Respaktoren der Firma NEDAP, die im Halstransponder integriert sind. Respaktoren sind Sensoren, welche die Bewegungen der Kuh elektronisch registrieren und zu Zählimpulsen aufsummieren (40 Bewegungsanschlüsse = 1 Impuls). Über Antennen werden diese Werte automatisch ausgelesen und in Verbindung mit der Kuhnummer an den Computer weitergeleitet. Über spezielle Software wurden die aktuellen Bewegungsdaten mit einem gleitenden individuellen Basiswert jeder Kuh verglichen und prozentuale Abweichungen berechnet. Überstieg die Abweichung einen vorgegebenen Grenzwert, wurde die Kuh auf einer Brunst-Alarmliste gemeldet.

Über einem Zeitraum von 3 Jahren (Mai 1995 bis August 1998) wurden so die Bewegungsaktivitäten aller Kühe gemessen, erfasst und mit Brunst- und Fruchtbarkeitsmerkmalen verglichen. Die durchschnittliche Milchleistung betrug 29,0 kg je Kuh und Tag.

Zusätzlich wurden die Kraftfutteraufnahme, die Gemelksmengen, visuelle Brunstmerkmale sowie Fruchtbarkeitsparameter aller Tiere erfasst.

Versuch 2:

Um eine Aussage zur Praxisrelevanz von Respaktoren (am Halsband befestigte Aktivitätsmessgeräte) und Pedometern (am Fuß der Kühe befestigte Geräte) zu treffen, wurden zeitgleich zu Versuch 1 (Mai 1995 bis August 1998) 250 melkende Kühe (DH) in einem weiteren Praxisbetrieb untersucht, die mit Pedometern des Systems AFIMILK ausgerüstet waren. Auch diese Kühe wurden in Laufstallhaltung mit Spaltenboden und Liegeboxen gehalten. Das Auslesen der Aktivitätsdaten erfolgte wie im Versuch 1 zweimal täglich im Melkstand.

Zusätzlich wurde neben den in Versuch 1 beschriebenen Sekundärmerkmalen die Leitfähigkeit der Milch zu jeder Melkzeit erfasst.

Versuch 3:

In dem im Versuch 1 beschriebenen Milchviehstall wurden von November 1998 bis Januar 1999 weiterführende Untersuchungen durchgeführt mit dem Ziel, erhöhte Bewegungsaktivitäten der Kühe mit dem ovariellen Zyklus durch Ultraschallmessungen zu vergleichen. Desweiteren sollten die Auswertungen Aufschluss darüber geben, inwieweit man den Zeitpunkt der Besamungswürdigkeit in Abhängigkeit von der Aktivitätserhöhung spezifizieren kann.

Dazu wurden über einen Zeitraum von 10 Wochen täglich Ultraschalluntersuchungen bei jenen Tieren durchgeführt, die eine erhöhte Bewegungsaktivität bzw. visuelle Brunstsymptome aufwiesen. Bedingt durch ein saisonales Abkalberegime befanden sich im Untersuchungszeitraum alle Kühe im ersten Laktationsdrittel. Für die Melkarbeit und Tierbetreuung einschließlich Brunstbeobachtung stand eine Arbeitskraft zur Verfügung. Das Leistungsniveau der Herde (Deutsche Holstein) lag bei 8.300 kg Milch je Kuh und Jahr. Die Sonographie wurde mit dem Ultraschallgerät SSD 500 „ALOKA“ und einer Linearsonde von 5,0 MHz durchgeführt. Insgesamt wurden 105 Ultraschalluntersuchungen an 70 Kühen vorgenommen. Die Auswahl der zu untersuchenden Tiere richtete sich nach der Höhe der Bewegungsaktivität der Kuh sowie nach Angaben des Stallpersonals über visuelle Brunstmerkmale.

Versuch 4:

Von September bis Dezember 2002 wurden in einer Herde von 335 Milchkühen (DH) Brunstmerkmale und Aktivitätsdaten anhand eines Systems der Firma De LAVAL erfasst. Diese Untersuchungen liefen im Rahmen einer Diplomarbeit (FULBRECHT, 2003). Die Ak-

tivitätsdaten wurden ebenfalls anhand elektromagnetischer Spannungen gemessen, jedoch stündlich abgerufen und lagen somit in deutlich kürzeren Intervallen vor. Die dazu benötigten Antennen waren freihängend im Stall installiert und hatten eine Reichweite von jeweils 50 Metern Radius. Den Grenzwert für eine erhöhte Bewegungsaktivität bildet ein Kalmanfilter, der betriebsspezifisch variabel ist. In diesen Untersuchungen wurden die Filterkonstanten 0 (Herstellerwert) und +30 (herabgesetztes Niveau) vergleichend verwendet.

Zweimal täglich wurde eine Brunstbeobachtung in der Herde durchgeführt (7:15-8:15; 12:30-13:30) und Uhrzeit sowie Brunstsymptome dokumentiert. Zur Besamung wurden sowohl visuell auffällige Tiere vorgestellt als auch selektierte Kühe der Alarmliste.

Die stündlichen Aktivitätsmittelwerte dienten ebenfalls der Berechnung eines optimalen Besamungszeitpunktes in Abhängigkeit vom Pik der Bewegungsaktivität. Regressions- und Varianzanalysen wurden mit SAS.2 (SAS Institute Inc. 2001), t-Tests mit Excel 2000 und Chi-quadrat-Tests mit dem Programmpaket PC-Statistik durchgeführt. Für alle Signifikanzen beträgt die statistische Sicherheit 95 %.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Analyse der Aktivitätsdaten

Versuch 1:

Im Ergebnis der Analyse von 62.793.120 Aktivitätsdaten wurde deutlich, dass die Bewegungsaktivität einer Kuh über mehrere Tage relativ ausgeglichen und konstant ist. Jede Kuh hat einen eigenen, individuellen Biorhythmus, der anhand teilweise sehr unterschiedlicher Aktivitätshöhen der Kühe ersichtlich wird. Im Durchschnitt des untersuchten Materials wurden je Kuh und Tag 1.120 Bewegungen registriert. Um große Zähldimensionen zu vermeiden, werden bereits im Sensor jeweils 40 Bewegungsanschlüsse zu einem Impuls zusammengefasst. Die durchschnittliche Anzahl Impulse je Kuh und Tag betrug somit 27,8 (Tabelle 1). Auffällig war, dass die Kühe in den Abend- und Nachtstunden (17:00 bis 6:00 Uhr) aktiver waren ($\bar{x} = 15,4$ Impulse/Kuh) als von 6:00 bis 17:00 Uhr ($\bar{x} = 12,5$ Impulse/Kuh).

Tab. 1. Anzahl, Mittelwert, Minima, Maxima und Standardabweichung von Aktivitätsmerkmalen;

Number, mean, minima, maxima and standard deviation of activity traits

Merkmal	n	\bar{x}	min	max	s
Impulse/Kuh + Tag	58.112	27,8	5	991	47,3
Impulse/Kuh) nachts (17:00-6:00)	58.112	15,4	1	985	31,0
Impulse/Kuh +Stunde nachts	58.112	1,1	0,1	70,4	2,2
Abweichung zum Basiswert (%)	58.112	+ 5,9	- 100	+ 9516	91,6
Impulse/Kuh tags (6:00-17:00)	58.179	12,5	1	974	23,7
Impulse/Kuh + Stunde tags	58.179	1,2	0,1	99,6	2,4
Abweichung zum Basiswert (%)	58.179	+ 6,7	- 100	+ 9360	102,9

Die mittlere Aktivität von 27,8 Impulsen je Tag wies eine Standardabweichung auf, die nahezu doppelt so hoch war ($s = 47,3$). Die beachtliche Variabilität des Merkmals Bewegungsaktivität wird auch an den Extremwerten und anhand in der Häufigkeitsverteilung der Abbildung 1 deutlich. Wird eine einheitliche Sensibilität der Aktivitätsmessgeräte unterstellt, dann deutet diese hohe Variabilität auf große tierindividuelle bzw. tagesabhängige Unterschiede hin.

Um bei so differenzierten Aktivitätsniveaus der Einzelkühe brunsttypische Erhöhungen festzustellen, wird für jede Kuh ein individueller Basiswert berechnet. Jeder aktuelle Wert einer Kuh wird zu ihrem Basiswert ins Verhältnis gesetzt. Übersteigt die Differenz einen festgesetzten Grenzwert, z. B. +100 %, erscheint die Kuh auf einer Alarmliste. Aufgabe des Herdenma-

nagers ist es, den erhöhten Aktivitätswert mit dem Zyklus der Kuh zu vergleichen bzw. Sonderaktionen im Stall wie Umgruppierungen oder tierärztliche Untersuchungen als Ursache für den Aktivitätsanstieg auszuschließen.

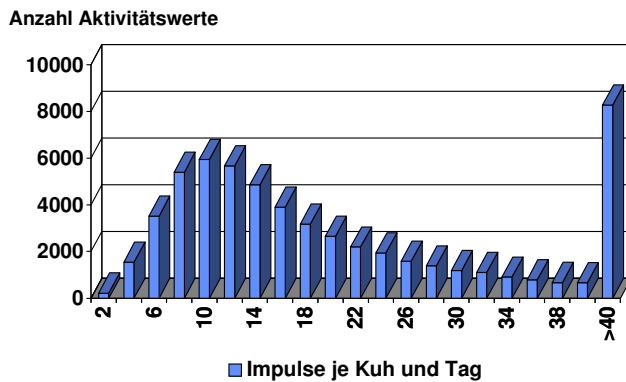


Abb. 1. Häufigkeitsverteilung der Bewegungsaktivität pro Tier und Tag
Frequency distribution of activity rate per cow and day

In Übereinstimmung mit Verhaltensuntersuchungen von SCHLEITZER (1998) konnte festgestellt werden, dass sich die Bewegungsaktivität der Kühe nachts nur geringfügig von der Aktivitätsintensität tagsüber unterscheidet. Während der Nachtstunden (17:00 bis 6:00 Uhr) wurden im Durchschnitt 1,1 Impulse je Stunde und tagsüber (6:00 bis 17:00 Uhr) 1,2 Impulse je Stunde registriert. Kühe sind in der Regel zum Tagesende deutlich aktiver als in den frühen Morgenstunden. Das wird auch durch Verhaltensbeobachtungen am Melkroboter unterlegt (WANGLER und SCHIMKE, 2001; LUTHER et al., 2002; TOBER und SANFTLEBEN, 2002)

3.2 Einflussfaktoren auf die Bewegungsaktivität

Versuch 1:

Um mögliche Aktivitätserhöhungen zum Zeitpunkt der Brunst zu erkennen und zu werten, müssen Einflussfaktoren, die zu Unterschieden zwischen den Tieren führen, ausgeschaltet werden.

Deshalb wurde zunächst untersucht, ob sich die Aktivität der Kühe im Verlauf ihrer Laktation ändert. Dabei wurde festgestellt, dass sich die Kühe in den ersten 60 Tagen nach der Kalbung bedeutend intensiver bewegen als in den darauf folgenden 200 Laktationstagen (Tabelle 2). Ursachen dafür sind möglicherweise die Umstellung vom Abkalbbereich in den Laufstall und die damit verbundenen Rankämpfe und Einordnungsunruhen. Ab dem 60. Laktationstag bis zum Ende der Laktation bleibt die Aktivität der Kühe im Wesentlichen gleich. Die Unterschiede zwischen den Klassen waren so gering, dass sich auch bei großen Tierzahlen keine Signifikanz ableiten ließ.

Die Regressionsanalyse zwischen der Bewegungsaktivität der Kühe, gemessen in Impulsen je Tag, und dem Laktationstag ergab einen Korrelationskoeffizienten von $r = 0,01$. Dabei wurden nur die Kühe in das Konfidenzintervall einbezogen, die über den gesamten Zeitraum Aktivitätswerte aufwiesen. Der Laktationstag hat demzufolge keinen Einfluss auf die Intensität der Bewegung der Kuh. Am Tag der Brunst ist es also für die Erkennung der Brunst anhand der Aktivität unerheblich, in welchem Laktationsstadium sich die Kuh befindet.

ARNEY et al. (1994) fanden ebenfalls keine Beziehung zwischen der durchschnittlichen Aktivität der Kuh zwischen zwei Brunsten und den Laktationstagen.

Tab. 2. Beziehungen zwischen Laktationsstadium und Aktivität
Relationship between stage of lactation and activity rate

Laktationsstadium (Tage p.p.)	Impulse je Tag		
	n	\bar{x}	s
1.-60. d	12601	31,4 ^a	65,5
61.-80. d	5474	24,9 ^b	37,1
81.-100. d	5709	25,8 ^b	41,8
101.-120. d	5831	25,5 ^b	36,1
121.-160. d	10440	25,3 ^b	34,7
161.-200. d	7979	23,7 ^c	31,0
201.-250. d	6267	25,6 ^b	39,6

^{a, b, c} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Signifikanzen ($p \leq 0,05$)
different letters mean significances ($p \leq 0.05$)

Weiterhin wurde untersucht, ob das Alter der Kühe einen Einfluss auf die Bewegungsaktivität hat. Dazu wurden alle Tiere in Klassen nach Anzahl der Laktationen unterteilt und die Mittelwerte der Impulse je Tag miteinander verglichen (Tabelle 3). Es konnte kein gerichteter Einfluss der Laktationsnummer auf das Aktivitätsverhalten der Kuh festgestellt werden. Im Gegensatz dazu beobachteten FIRK et al. (2002) eine Abnahme der Aktivität innerhalb der ersten drei Laktationen.

Tab. 3. Beziehung zwischen Laktationsnummer und Bewegungsaktivität
Relationship between number of lactation and activity rate

Laktations- nummer	n	Impulse je Tag	
		\bar{x}	s
1	12808	27,3 ^a	41,6
2	12133	24,1 ^b	44,2
3	13207	28,0 ^{a,e}	53,7
4	9292	26,5 ^c	37,1
5	3633	33,6 ^d	67,3
6	2723	29,4 ^c	38,5
7	1643	35,8 ^d	68,8
> = 8	1317	25,4 ^{b,c}	28,2

^{a, b, c, d, e} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Signifikanzen ($p \leq 0,05$)
different letters mean significances ($p \leq 0.05$)

Im Verlauf der drei Versuchsjahre wurden von jeder Kuh die täglichen Milchmengen des Morgen- und Abendmelkes mittels automatischer Milchmengenmessung aufgezeichnet. Ein Vergleich der Bewegungsdaten in unterschiedlichen Leistungsklassen ergab signifikante Differenzen. Die Höhe der Milchleistung hat also einen signifikanten Einfluss auf die Aktivität einer Kuh. In dem Bereich von <15 kg bis zu 35 kg Milch je Tag verringerte sich die Aktivität der Kühe kontinuierlich (Tabelle 4). Für Tiere in den Leistungsklassen >35 kg wurden wieder höhere mittlere Aktivitäten berechnet. Dies resultiert möglicherweise aus einer größeren Anzahl Brunsten bis zur erfolgreichen Besamung bei diesen leistungsstärksten Tieren. Die häufigeren Piks in der Aktivität erhöhen den Mittelwert.

Der Anstieg der Bewegungsaktivität ab einem Leistungsniveau von 35 kg Milch je Kuh und Tag wird von einer auffällig höheren Standardabweichung begleitet. Im hohen Leistungsbe-
reich treten demnach wesentlich größere individuelle Unterschiede in der Aktivität auf. Auch

der Mittelwert erhöht sich in den oberen Leistungsklassen. Der Korrelationskoeffizient zwischen der Milchleistung (kg/Kuh+Tag) und der Bewegungsaktivität (Impulse je Tag) war dennoch mit $r = -0,02$ sehr gering.

Tab. 4. Bewegungsaktivität von Kühen in Abhängigkeit von ihrer Milchleistung
Activity rate of cows in dependence on milk yield

Milchmenge (kg)	n	Impulse je Kuh + Tag		Impulse je Kuh + Stunde	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s
<15	1697	32 ^a	43	1,3 ^a	1,8
15-20	8119	30 ^b	37	1,2 ^b	1,5
20,1-25	15760	26 ^c	45	1,1 ^c	1,9
25,1-30	18424	26 ^c	46	1,1 ^c	1,9
30,1-35	11290	24 ^d	42	1,0 ^d	1,8
35,1-40	5575	28 ^b	58	1,2 ^b	2,4
>40	2589	30 ^b	71	1,3 ^b	3,0

a, b, c, d unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Signifikanzen ($p \leq 0,05$) innerhalb einer Spalte
different letters mean significances ($p \leq 0.05$) within column

3.3 Aktivitätsverhalten zum Zeitpunkt der Brunst

Versuch 1:

Als brünstig wurde eine Kuh in den dargestellten Untersuchungen dann betrachtet, wenn sie besamt worden und aus dieser Besamung eine Trächtigkeit hervorgegangen war.

Zum Zeitpunkt der Brunst (erfolgreiche Besamung) konnte bei vielen Kühen ein sprunghafter Anstieg der Aktivität um im Mittel über 150 % verzeichnet werden (Abbildung 2). Dabei war die Aktivitätsdifferenz nachts mit +192 % wesentlich deutlicher als tagsüber (+94 %). KIDDY berichtete schon 1977 über eine sogar um das 4-fache erhöhte Aktivität am Tag des Östrus gegenüber nichtbrünstigen Kühen bei Laufstallhaltung.

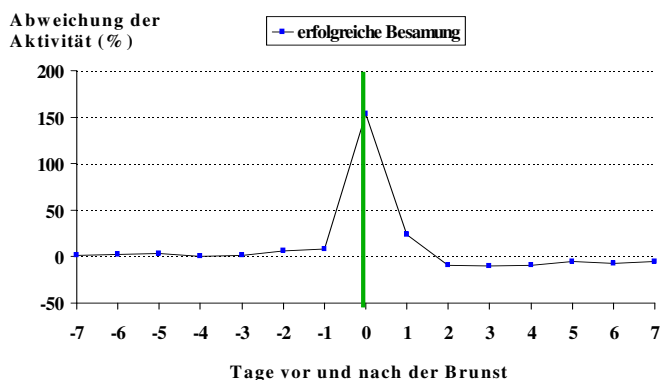


Abb. 2. Mittelwerte der prozentuale Abweichung der Tagesaktivität zum Basiswert vor und nach dem Brunsttag ($n = 675$);
Means of percentual differences between the actual activity and the rolling average before and after heat day

Dieser extreme Anstieg kennzeichnet einen Mittelwert aus 172 Einzelaktivitäten. Das Maximum betrug +1536 %, das Minimum -68 %. Wie individuell jedes Tier am Brunsttag hinsichtlich seiner Aktivität reagiert, ist demnach sehr unterschiedlich. Die Verteilung der Abweichungen drifft gerade an solchen Tagen sehr weit auseinander. Die Standardabweichung der prozentualen Aktivität am Tag der Brunst betrug $s = 258$ %. Das ist das 3-fache der Standardabweichung für dieses Merkmal im übrigen Zeitraum ($s = 78$ %).

Mit Abklingen der Brunst normalisiert sich die Bewegungsaktivität der Kühe und fällt sofort auf das Niveau des Basiswertes zurück (Abbildung 3). Lediglich etwa 5 % aller Kühe wiesen am Tag ihrer Brunst keine Aktivitätserhöhung auf.

Dagegen reagierten nur weniger als 20 % der Tiere mit einem Milchmengenrückgang auf die hormonellen Veränderungen zur Brunst.

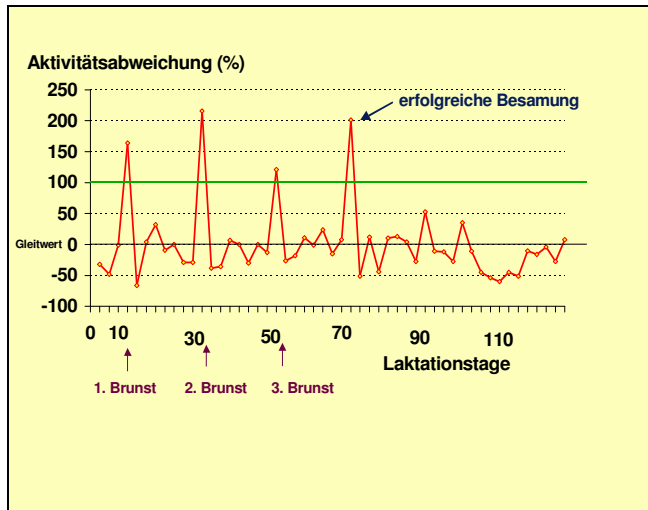


Abb. 3. Beispiel für Aktivitätsdaten einer Kuh mit normalem Zyklus
Example of activity data of a cow with a normal reproductive cycle

3.4 Einfluss der Milchleistung auf die Aktivitätserhöhung zur Brunst

Versuch 1:

Aufgrund des Einflusses der Milchleistung auf die Aktivität einer Kuh wurde untersucht, ob und inwieweit Tiere mit unterschiedlicher Leistung am Tag der Brunst ein anderes Verhalten aufweisen. Dazu wurden die Aktivitätsabweichungen am Brunsttag zum Basiswert der vorherigen Tage nach Milchmengenklassen unterteilt. Der Vergleich ergab kaum Unterschiede zwischen den Leistungsklassen. Auch ARNEY et al. (1994) verweisen darauf, dass das Niveau der Bewegungsaktivität zwischen 2 Brunsten die Erhöhung der Aktivität zur Brunst nicht beeinflusst.

Deutlich wird jedoch, dass die Kühe mit steigender Leistung ihre brunstbedingte Aktivität zunehmend in den Abend- und Nachtstunden äußern (Tabelle 5). Mittlere Abweichungen von über 100 % traten ab einem Leistungsniveau von 30 kg je Kuh und Tag nur nachts auf. Tagsüber wurde lediglich in den unteren Milchmengenklassen (bis 30 kg) der Grenzwert von +100 % als Durchschnittswert überschritten. Zur Kontrolle auf Brunsterscheinungen empfiehlt es sich daher, bei täglichen Milchmengen über 30 kg insbesondere die nächtlichen Aktivitätswerte zu kontrollieren sowie zum Abend eine visuelle Brunstkontrolle durchzuführen. Das bestätigen auch MAATJE et al. 1997, nach denen 68 % aller Kühe zwischen 18:00 und 6:00 Uhr Brunstanzeichen zeigen, dagegen nur 32 % während des Tages.

Tab. 5. Schritttaktivität von Kühen am Tag ihrer Brunst in Abhängigkeit von der Milchleistung;
Heat activity of cows in dependence on milk yield

Milchmenge (kg)	n	Abweichung der Aktivität zum Basiswert (%)			
		nachts		tags	
		\bar{x}	s	\bar{x}	s
<20	94	+119 ^a	175	+159 ^a	226
20,0-25	163	+168 ^{a,b}	257	+100 ^{b,c}	229
25,1-30	247	+196 ^{a,b}	642	+126 ^{a,b}	439
30,1-35	184	+157 ^{a,b}	193	+95 ^{b,c}	154
35,1-40	108	+166 ^b	203	+81 ^{c,d}	149
>40	43	+155 ^{a,b}	265	+53 ^d	91

^{a, b, c, d} unterschiedliche Buchstaben kennzeichnen Signifikanzen ($p \leq 0,05$) innerhalb einer Spalte
different letters mean significances ($p \leq 0.05$) within column

3.5 Effizienz der Brunsterkennung

Parameter zur Beurteilung der Effizienz der Aktivitätsmessung in der Brunsterkennung sind die Treffer- und Fehlerrate sowie Sensitivität und Spezifität. Die Trefferrate bezieht sich auf alle brünstigen Tiere im Stall am Beobachtungstag. Die Fehlerrate basiert dagegen nur auf der vom System ausgewiesenen Alarmliste.

Die Effizienz der Brunsterkennung hängt in besonderem Maße von der Grenzwerteinstellung ab.

Um Ableitungen aus einer Aktivitätserhöhung auf eine mögliche Brunst treffen zu können, muss ein Grenzwert festgelegt werden. Dieser Grenzwert ist der Wert der Aktivitätsabweichung, bei dessen Überschreitung die Kühe einen Brunsthinweis auf einer Alarmliste erhalten. Nicht jeder Anstieg der Bewegungsintensität ist zyklusbedingt. Die Ursachen hierfür reichen von vorheriger Krankheit der Kuh über Anwesenheit fremder Personen im Stall oder Rangkämpfe innerhalb der Gruppen nach Umgruppierungen bis hin zum Treiben durch andere brünstige Kühe (Partnerverhalten). Von der Höhe des Grenzwertes ist es u. a. abhängig, wieviel Prozent der brünstigen Kühe anhand ihrer Aktivität erkannt werden (Trefferrate) und wieviele Tiere eine über dem Grenzwert liegende Aktivitätserhöhung aufweisen, ohne brünstig zu sein (Fehlerrate). Wird der Grenzwert zu niedrig gesetzt (z. B. bei $>+50\%$ Aktivitätsabweichung), ist die Wahrscheinlichkeit, dass alle brünstigen Kühe auf der Alarmliste der Bewegungsaktivität erscheinen, sehr groß (richtig-positive). Gleichzeitig erfasst man jedoch auch eine Vielzahl von Kühen, die aus anderen Gründen eine erhöhte Aktivität aufweisen (falsch-positive). Setzt man den Grenzwert zu hoch an (z. B. $>+300\%$ Aktivitätsabweichung), sind zwar die auf der Liste aufgeführten Kühe mit sehr großer Sicherheit brünstig, es bleiben aber auch viele brünstige Kühe mit geringerer Aktivitätserhöhung ausgeschlossen (falsch-negative). Die Wahl des Grenzwertes ist also immer ein Kompromiss zwischen Trefferrate und Fehlerrate, zwischen der maximalen Anzahl auffindbarer brünstiger Kühe und eines minimalen Anteils falsch-positiver Tiere (Abbildung 4). Einen optimalen Grenzwert unter den betriebsspezifischen Haltungs- und Managementbedingungen festzulegen, ist ein wesentliches Kriterium für die Effizienz der Brunsterkennung.

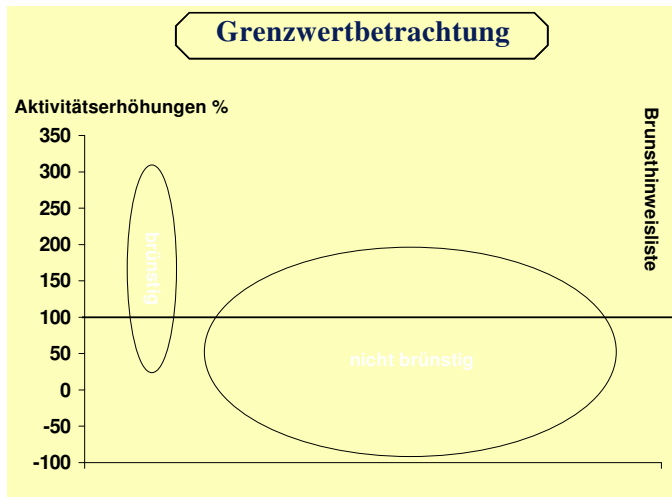


Abb. 4. Schematische Darstellung der Beziehung von Aktivitätsgrenzwert und Brunstfindungsrate;
Schematic interpretation of relation between activity threshold and heat detection rate

Versuch 1:

In den ersten Untersuchungen wiesen über 80 % aller Kühe am Tag ihrer erfolgreichen Besamung eine Aktivitätsabweichung zu ihrem individuellen Basiswert von $>+50$ % auf (Abbildung 5). Dabei muss berücksichtigt werden, dass sich von allen Kühen mit einer derart erhöhten Aktivität ($>+50$ % zum Basiswert) 91,8 % nicht im Östrus befanden (falsch-positive = Fehlerrate). Wählt man einen Grenzwert (GW) von über 100 %, sinkt die Fehlerrate bis auf 64,6 % (GW = 200 %), es verringert sich aber auch die Trefferrate (53,5 %).

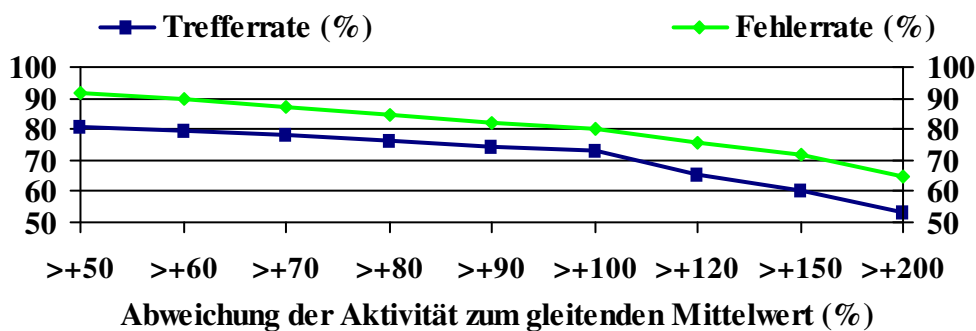


Abb. 5. Trefferrate und Fehlerrate in Abhängigkeit vom Grenzwert
Hit rate and error rate in dependence on threshold value

Ein Vergleich der Trefferrate, d.h. dem Erkennen einer Brunst anhand erhöhter Schrittaktivität, nach Nummer der Brunst p.p. zeigt Tabelle 6. Dabei wurde der vom Hersteller empfohlene Grenzwert von +100 % zugrunde gelegt. Es wird deutlich, dass der Anteil erkannter brünstiger Tiere mit steigender Brunstnummer post partum weder ansteigt noch rückläufig wird. Die Nummer der Brunst hat keinen Einfluss auf den prozentualen Anteil richtig-positiver Kühe. Das bedeutet, dass man zu jeder Brunst etwa gleich viele Kühe anhand ihrer Aktivität erkennt.

Tab. 6. Trefferrate nach Nummer der Brunst p.p.
Hit rate by number of heat p.p.

	1. Brunst p.p	2. Brunst p.p.	3. Brunst p.p.	4. Brunst p.p.
Anteil richtig-positiv (%)	70,8	66,4	74,7	69,4
Laktationstag (\bar{x})	64	88	113	137

MAATJE et al. (1987) wiesen für die Erkennung brünstiger Kühe anhand der Aktivität ebenfalls eine Trefferrate in der Größenordnung von 61 % bis 72 % aus. Dabei stellten sie fest, dass bei Grenzwerten zwischen +100 % und +200 % die Fehlerrate in jedem Fall größer als die Trefferrate ist, ein guter Herdenmanager die Ursachen für falsch-positive Werte allerdings in den meisten Fällen rekapitulieren kann.

Versuch 4:

In diesen Untersuchungen mit stündlicher Übertragung und Abgleich der Aktivitätswerte wurde eine Trefferrate von 78 % und eine Fehlerrate von 45 % ermittelt. Auffällig war, dass die Fehlerrate hier deutlich unterhalb der Trefferrate lag, was für den Vorteil einer höheren Übertragungsfrequenz und eine effizientere Auswertungssoftware spricht. Die Aktivitätsmessgeräte waren am Halsband aller Tiere befestigt. Mit einer Grenzwertveränderung stiegen sowohl die Treffer- als auch die Fehlerrate (Tabelle 7). Damit ist unter den gegebenen Bedingungen der Laufstallhaltung auf planbefestigten Wegen bei Kühen mit einer Milchleistung von durchschnittlich 32 kg je Tier und Tag **eine Trefferrate von 95 % erreichbar. Die Fehlerrate betrug 54 %**. Sie sollte in diesem Fall zugunsten der höheren Trefferrate toleriert werden. Viele Aktivitätserhöhungen außerhalb des brunstnahen Zeitraumes, die eine „falsche“ Brunst signalisierten, waren durch die managementbedingten Sonderaktionen im Stall erklärbar und damit leicht zu eliminieren.

Tab. 7. Effizienz der Brunsterkennung
Efficiency of heat detection

Grenzwert (Kalmanfilter)	Trefferrate	Fehlerrate	Sensitivität	Spezifität
0	78,1 %	44,7 %	55,3 %	62,5 %
30	94,7 %	54,1 %	45,9 %	53,1 %

3.6 Vergleich der Übereinstimmung visueller Brunstmerkmale mit der Bewegungsaktivität der Kühe

Versuch 4:

In der Mehrzahl der Fälle wiesen Kühe mit visuellen Brunstsymptomen auch erhöhte Aktivitätswerte auf. Bei 64 % aller Kühe ging die Brunst (erfolgreiche Besamung) mit einer grenzwertüberschreitenden Aktivitätserhöhung (GW = 30) einher (Tabelle 8). 32 % der erfolgreich besamten Kühe wurden jedoch lediglich anhand der Aktivitätsalarmliste erkannt.

Zu Zeiten der visuellen Brunstbeobachtung zeigten diese Kühe keinerlei Brunstsymptome wie Dulden, Springen oder Schleimen und wurden nur durch den alleinigen Hinweis einer erhöhten Aktivität erkannt. Der Zeitpunkt der höchsten Bewegungsaktivität lag hierbei meistens in den Nachtstunden. Es kann davon ausgegangen werden, dass der Herdenmanager diese Kühe ohne die Nutzung der Bewegungsaktivitätsmessung übersehen hätte. Zweimal tägliche Brunstbeobachtung von jeweils einer Stunde bei ca. 150 Kühen im besamungswürdigen Zeitraum reichen also ohne Nutzung von Hilfsmitteln bei Weitem nicht aus, um gute Reproduktionsergebnisse zu erzielen.

Lediglich 4 % aller brünstigen Kühe waren nicht auf der Aktivitätsalarmliste angezeigt, wiesen aber optische Brunstsymptome auf und wurden erfolgreich besamt.

Nach NEBEL (2004) ist in leistungsstarken Herden vielmehr eine ungenügende Brunsterkennungsrate die Ursache für lange Zwischenkalbezeiten als Fruchtbarkeitsstörungen. Der Autor weist ebenfalls darauf hin, dass für effiziente visuelle Brunstbeobachtungen auch die Abendstunden genutzt werden müssen.

Tab. 8: Vergleich von Aktivitätsalarmen und visuell erkannten Brunsten
Comparison of heat detection by activity alarms and visual observations

	visuell + Aktivität	nur visuell	nur Aktivität
Anteil an allen Kühen in Brunst	64 %	4 %	32 %

3.7 Vergleich von Bewegungsaktivität und Ovaritätigkeit

Versuch 3:

Im Versuch 3 wurde die erhöhte Bewegungsaktivität aller Kühe mit dem ovariellen Zyklus durch Ultraschallmessungen verglichen.

Insgesamt wurden 105 Ultraschalluntersuchungen an 70 Kühen vorgenommen. Dies waren täglich alle Kühe mit optischen Brunstsymptomen und/oder mit erhöhter Bewegungsaktivität. Dabei wurde ein Grenzwert für den Aktivitätsanstieg von >100 % im Vergleich zum Normalverhalten jeder Kuh festgesetzt.

51 Kühe mit erhöhter Aktivität, das entspricht 73 %, wiesen einen besamungswürdigen Follikel mit einer durchschnittlichen Größe von etwa 14 mm auf (Tabelle 9, Zeile 3). Damit wurden die Ergebnisse mehrjähriger Untersuchungen des Institutes in Praxisbetrieben, die eine Erkennungsrate brünstiger Kühe auf der Grundlage der Aktivitätsmessung von ebenfalls 73 % ergaben, durch nachgewiesene besamungswürdige Follikelstadien mittels Ultraschallmessung bestätigt.

Lediglich in 4 Fällen (6 %) wurde kein besamungswürdiger Follikel trotz Aktivitätsanstieg festgestellt (Tabelle 9; Zeile 12).

Tab. 9. Übersicht der Untersuchungsbefunde absolut und prozentual
Survey of findings of sonography dependent on activity rate and visual heat signs

Zeile		n
1	Anzahl Untersuchungen	105
2	darunter: erhöhte Aktivität (> +100 %)	70
3	darunter: besamungswürdiger Follikel (>12 mm)	51
4	darunter: visuelle Brunst	30
5	besamt	24
6	zuchtuntauglich	3
7	Zysten	10
8	darunter: visuelle Brunst ohne Aktivitätserhöhung (< +100 %)	9
9	darunter: besamungswürdige Follikel (>12 mm)	7
10	davon: besamt	6
11	zuchtuntauglich	1
12	darunter visuelle Brunst oder erhöhte Aktivität und kein besamungswürdiger Follikel	4

In den hier dargestellten Ergebnissen wiesen 5 Kühe eine erhöhte Aktivität auf, bei denen mittels Sonographie jedoch eine Trächtigkeit diagnostiziert wurde. Hohe Aktivitätsanstiege sind in Einzelfällen eine Folge von Sonderaktionen im Stall, die unbedingt beachtet werden müssen. „Blindes“ Besamen nach der Aktivitätsliste ist generell abzulehnen.

Insgesamt wurden in den Untersuchungen bei 10 Kühen (Tab. 9, Zeile 7) Unregelmäßigkeiten im Zyklusgeschehen aufgedeckt, die sich durch erhöhte Bewegungsaktivitäten in kurzen Zeitabständen äußerten. Alle 2 bis 4 Tage wiesen diese Kühe Aktivitätsanstiege über 100 % auf und erschienen damit jedes Mal auf der Alarmliste brünstiger Kühe. Aufgrund der Auffälligkeiten wurden diese Tiere mittels Ultraschall untersucht und in allen Fällen wurde eine Zyste diagnostiziert

3.8 Fruchtbarkeitsparameter mit und ohne Nutzung der Bewegungsaktivität

Versuch 1:

Um die Effizienz der Einbeziehung dieser Messwerte in die Brunstbeobachtung bewerten zu können, wurde der unter Versuch 1 beschriebene Untersuchungszeitraum zweigeteilt. Im ersten Teilabschnitt (Mai 1995 bis August 1997) fand die Aktivitätsmessung keine Berücksichtigung bei der Auswahl besamungswürdiger Kühe. Die Aktivitätswerte dienten lediglich der Kontrolle und Analyse, ob die durch visuelle Brunstbeobachtung ausgewählten Kühe erhöhte Bewegungsaktivitäten aufwiesen. Die Selektion von Kühen zur Besamung erfolgte nur über visuelle Brunstbeobachtungen zweimal täglich durch den Melker des Betriebes sowie anhand des Kuhkalenders.

Während der zweiten Phase (September 1997 bis August 1998) wurde die Bewegungsaktivität als Hilfsmittel zur Brunstkontrolle genutzt. Zusätzlich zur herkömmlichen Weise wurden Kühe mit erhöhter Aktivität zweimal täglich auf einer Alarmliste ausgedruckt. Unter Berücksichtigung der letzten Zyklusdaten jeder aufgeführten Kuh (Kuhkalender) und eventueller besonderer Ereignisse im Stall (wie z. B. Gruppenumstellungen, Klauenschneiden, Weideaustrieb) wurden auch diese Kühe auf Besamungswürdigkeit selektiert.

In der folgenden Tabelle werden ausgewählte Fruchtbarkeitsparameter beider Testphasen miteinander verglichen (Tabelle 10).

Tab. 10. Vergleich ausgewählter Fruchtbarkeitsparameter mit und ohne Einbeziehung der Bewegungsaktivität in die Brunstkontrolle;
Comparison of some reproductive parameters with and without using activity data in heat detection

Merkmal	ohne Aktivitätsnutzung			mit Aktivitätsnutzung			Differenz \bar{x}
	n	\bar{x}	s	n	\bar{x}	s	
Anzahl beobachtete Brunsten je Kuh vor 1. Besamung	242	0,12	0,40	150	0,40	0,61	-0,28
Anteil Besamungen zur 1. Brunst (%)	242	89		150	47		+42
1.beobachtete Brunst p.p. (Laktationstag)	242	72	25	150	64	22	+8
Rastzeit (d)	242	75	25	150	72	17	+3
Zwischentragezeit (d)	176	105	51	112	97	39	+8
Besamungsindex	176	2,0	1,4	112	1,9	1,2	+0,1

Wichtig für eine erfolgreiche Besamung ist die rechtzeitige Erkennung vorheriger Brunsten. Daraus wird der Zyklus jeder Kuh ersichtlich und eine zeitliche Vorhersage der ersten besamungswürdigen Brunst möglich. Gerade diese ersten Brunsten sind visuell kaum erfassbar

und bleiben deshalb ohne Hilfsmittel oft unerkannt. Lediglich jede 8. Kuh zeigte vor ihrer 1. Besamung (ab 60. Laktationstag) allein durch Bespringen oder Vaginialschleim deutliche Brunstanzeichen. Das geht aus der in Tabelle 9 dargestellten Anzahl Brunsten vor 1. Besamung = 0,12 hervor. 89 % aller Kühe wurden zur 1. beobachteten Brunst besamt.

Unter zusätzlicher Einbeziehung der Bewegungsaktivität in die Brunstkontrolle war es nahezu jede 2. Kuh, bei der der Zyklusbeginn vor dem 60. Laktationstag festgestellt werden konnte (Anzahl Brunsten vor 1. Besamung = 0,40). Bei nur 47 % aller Kühe war die erste beobachtete Brunst gleichzeitig Besamungszeitpunkt.

Je eher das Zyklusverhalten einer Kuh nach der Kalbung erkannt wird, umso sicherer kann der Termin für die erste Besamung p. p. festgelegt werden und umso höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Kuh aus dieser Besamung tragend wird.

Ohne Nutzung des Aktivitätsverhaltens wurde die erste visuell erkannte Brunst am 72. Laktationstag ermittelt. Unter Zuhilfenahme der Bewegungsaktivität konnte der Zyklusbeginn eher festgestellt werden. Der Zeitpunkt für die erste erfasste Brunst p.p. lag hier im Mittel bei 64 Laktationstagen.

Durch den damit gewonnenen Informationsvorlauf über das Fruchtbarkeitsgeschehen der Kühe nach der Kalbung konnte für einige Kühe der Tag der ersten Besamung um einen Zyklus vorverlegt werden. Das zeigt sich in einer um 3 Tage verkürzten Rastzeit gegenüber herkömmlicher Brunstbeobachtung. Die zusätzliche Einbeziehung der Aktivitätsmesswerte in die Brunstkontrolle hatte somit auch einen Einfluss auf die Zwischentragezeit (ZTZ). Lag der Zeitraum von der Kalbung bis zur erfolgreichen Besamung im ersten Teilmaterial bei 105 Tagen, so verringerte er sich in der 2. Versuchsphase auf 97 Tage, also um 8 Tage. Das bedeutet, zum frühestmöglichen Konzeptionszeitpunkt wurden unter Nutzung der Bewegungsaktivität mehr Kühe gefunden als lediglich durch visuelle Beobachtung und Kuhkalender. Der Anteil Kühe, die bereits aus der ersten Besamung tragend wurden, erhöhte sich von 49 % in der ersten Versuchsphase auf 53 % in der zweiten Phase mit Nutzung der Aktivitätswerte der Kühe zur Brunsterkennung. In den jüngsten Untersuchungen (August - Dezember 2002) konnte die Rastzeit von Kühen mit einem Leistungsniveau von 10.000 kg Milch durch effiziente Nutzung der Aktivitätsmessung um 11 Tage verringert werden (92 d gegenüber 81 d)

Untersuchungen an der Hochschule Dronten (NL) ergaben eine Reduzierung der Zwischenkalbezeit um 20 Tage (von 385 d auf 365 d) durch Einbeziehung elektronischer Schrittzähler in die Brunstkontrolle (STUMPENHAUSEN, 1996).

Diese Verkürzungen der ZTZ bzw. ZKZ wurden zum einen durch eine höhere Brunsterkennungsrate, zum anderen aber auch durch eine genauere Bestimmung des optimalen Besamungszeitpunktes möglich.

3.9 Auswirkungen der Zeitspanne zwischen der Stunde mit der höchsten Bewegungsaktivität und dem Besamungszeitpunkt auf den Besamungserfolg

Versuch 4:

In zu vielen Betrieben sind ungenügende Fruchtbarkeitsergebnisse teilweise auch darauf zurückzuführen, dass die brünstigen Kühe zu früh besamt werden. Ein Brunsthinweis auf der Alarmliste stellt möglicherweise nicht den optimalen Besamungszeitpunkt dar. In welcher zeitlichen Differenz zum Pik der Bewegungsaktivität eine Kuh besamt werden soll, wurde in folgenden Untersuchungen nachgegangen. Dazu wurde die Stunde der höchsten Aktivität (höchster Pik) ermittelt und die Zeitspanne zum Besamungszeitpunkt errechnet. Die entstandenen Differenzen wurden in Klassen (Zeitintervalle) eingeteilt. Für diese Berechnungen standen Daten von 178 Besamungen zur Verfügung. Im Mittel betrug der Abstand zwischen dem höchsten Pik der Bewegungsaktivität und dem Besamungszeitpunkt 469 Minuten (7,8 h). Tendenziell konnte festgestellt werden, dass Kühe, die 6 bis 8 Stunden nach dem höchsten Pik der Bewegungsaktivität besamt wurden, die besten Trächtigkeitsergebnisse erzielten. Anhand

der gewonnenen Erkenntnisse lässt sich aber auch ableiten, dass der Zeitpunkt der höchsten Aktivität zur Brunst tierindividuell sehr unterschiedlich ist. Sogar bis zu 28 Stunden nach dem vom System ausgewiesenen höchsten Pik wurden Tiere im Untersuchungszeitraum noch erfolgreich besamt (Abb. 6).

Festzustellen ist, dass Tiere, die vor dem höchsten Pik der Bewegungsaktivität besamt wurden, signifikant schlechter tragend wurden als Tiere, deren Besamungszeitpunkt nach dem höchsten Pik der Bewegungsaktivität lag.

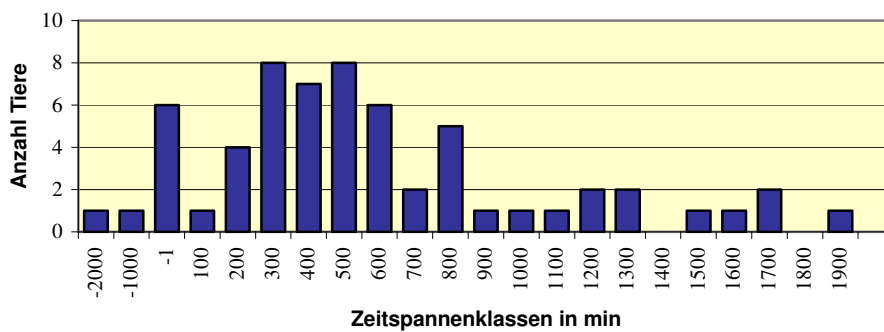


Abb. 6. Häufigkeitsverteilung der erfolgreichen Besamungen innerhalb verschiedener Zeitspannenklassen zum höchsten Pik der Bewegungsaktivität (FULBRECHT, 2003)

Frequency distribution of successful inseminations by different classes of time between activity peak and insemination time

3.10 Frühzeitiges Erkennen von Krankheiten

Da die Aktivitätsdaten von der Kalbung an für jede Kuh auf dem Computer gespeichert werden können, lassen sich auch Unregelmäßigkeiten erkennen.

Kühe, die z. B. bis zum 50. oder 60. Laktationstag keine Perioden erhöhter Aktivität ausweisen und auch keine visuellen Brunstanzeichen hatten, sollten etwa zum 50. Laktationstag dem Tierarzt zur Kontrolle vorgestellt werden (Abb. 7).

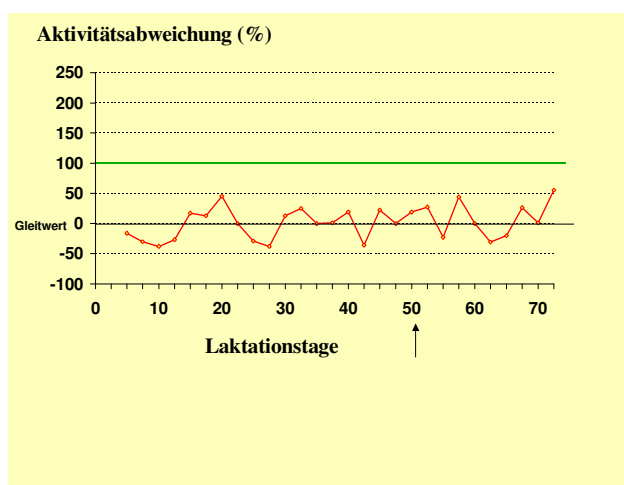


Abb. 7. Bewegungsaktivität einer Kuh mit Puerperalstörungen
Activity rate of a cow with puerperal disorders

Ein plötzlicher oder allmählicher Abfall der individuellen Aktivitätshöhe sollte immer als Hinweis auf eine mögliche Erkrankung gewertet und diese Kuh zur tierärztlichen Kontrolle vorgestellt werden. Klauen- und Gliedmaßenkrankungen könnten z. B. eine Ursache sein. Nach EDWARDS und TOZER (2004) sinkt die Aktivität laktierender Kühe bereits 2 Tage vor Erkennen einer Krankheit signifikant ab. Im Zeitraum nach der Kalbung lassen sich durch Aktivitätsmessungen bereits 7 bis 8 Tage eher Störungen diagnostizieren und damit frühzeitiger als anhand der Milchmenge.

Erscheinen Kühe in kurzen Zeitabschnitten, alle 2-5 Tage, auf der Brunstliste, geben diese ebenfalls einen Hinweis auf Unregelmäßigkeiten im Zyklus und sollten tierärztlich untersucht werden (Abb. 8).

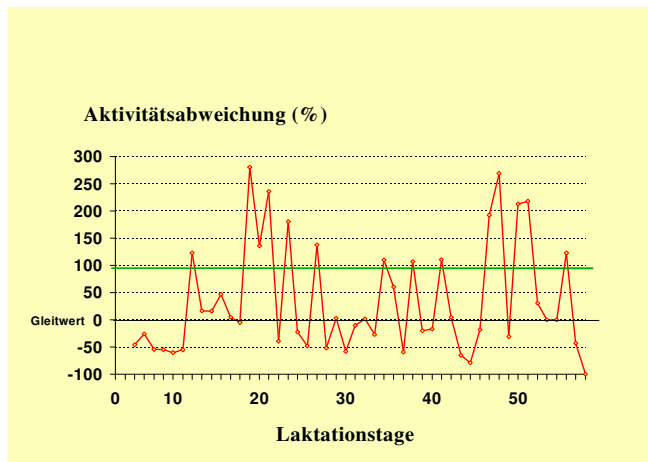


Abb. 8. Bewegungsaktivität einer Kuh mit Ovarialzyste;
Activity rate of a cow with an ovarian cyst

Im Verlauf der Untersuchungen wurden auf diese Weise im Versuche 1 bei 10 % der Tiere, im Versuch 3 bei 9,5 % und im Versuch 4 bei 4% der Kühe Zysten festgestellt.

3.11 Vergleich Hals- und Fußschrittzähler

In der Praxis werden derzeit Aktivitätsmessgeräte angeboten, welche am Fuß der Kuh befestigt werden oder am Halsband bzw. im Transponder integriert sind. Neben Kriterien wie Kosten, Übertragungssystem, Haltbarkeit und Kompatibilität zu vorhandenen Sendeeinrichtungen (z. B: Tiererkennung, Kraftfutterabruf ...) ist für den Landwirt bei der Auswahl der Technik die Frage nach der Effizienz dieser Geräte von Bedeutung.

Versuche 1 und 2:

Dazu wurden 2 Betriebe mit unterschiedlichen Systemen verglichen. Die Haltungsbedingungen der Kühe waren in beiden Betrieben ähnlich. Um dennoch betriebsspezifische und auch softwarebedingte Unterschiede auszuschließen, wurden nur erfolgreiche Besamungen ausgewertet sowie gleiche Grenzwerte angesetzt und ein nach dem gleichen Verfahren ermittelter Basiswert als Bezugsgröße berechnet. Verglichen wurde nicht die Anzahl gemessener Impulse, sondern die prozentuale Abweichung der gemessenen Aktivität jeder Kuh zur Brunst im Vergleich zu ihrem individuellen Basiswert, also die Effizienz der Geräte in der Brunsterkennung.

62% aller Kühe mit Pedometer (Fußanbringung) wiesen eine um über 100 % erhöhte Aktivität zur Brunst auf (Tab. 11). Mittels Respaktor (Halsanbringung) betrug die Trefferrate 71 %. Diese Differenz ist jedoch nicht signifikant.

Tab. 11. Vergleich der mit Pedometer bzw. Respaktor gemessenen Aktivitätswerte von Kühen am Tag ihrer erfolgreichen Besamung
Comparison of activity data measured by pedometer or respactor at the day of successful insemination

Aktivitätserhöhung am Tag der erfolgreichen Besamung	Anzahl Kühe mit erfolgreicher Besamung				Differenz %-Punkte
	Pedometer		Respaktor		
	n	%	n	%	
>= +100 % morgens oder abends	182	62	127	71	9
< +100 % morgens und abends	112	38	53	29	9
< +50 % morgens und abends	83	28	40	22	6

Der Anteil Kühe, die am Tag ihrer erfolgreichen Besamung hinsichtlich der Aktivitätsabweichung den Grenzwert von +100 % nicht erreichten, lag bei beiden Systemen in etwa der gleichen Größenordnung von 38 % bzw. 29 %. Weniger als +50 % Aktivitätsabweichung zum Basiswert wiesen 28 % aller Kühe mit Pedometer und 22 % aller Kühe mit Respaktor auf. Auch diese Unterschiede sind statistisch nicht gesichert.

Unter der Voraussetzung identischer Programmeinstellungen zur Auswahl brünstiger Tiere (Grenzwert und Basiswert) haben somit Pedometer und Respaktor gleiche Trefferraten.

4 Schlussfolgerungen für die Praxis

1. Die Bewegungsaktivität einer Kuh ist relativ ausgeglichen und konstant. Lediglich am Tag der Brunst, insbesondere zwischen dem Abendgemelk des Vortages und dem Morgengemelk, wurde ein starker Anstieg der Aktivität im Vergleich zum gleitenden Mittelwert der vorhergehenden Tage festgestellt. Bereits am folgenden Tag sank die Aktivität wieder auf das Niveau des Basiswertes ab. Im Mittel bewegten sich die Kühe an Tagen des Östrus um +188 % mehr als an den übrigen Tagen. Knapp drei Viertel aller brünstigen Kühe reagierten mit einer doppelt so hohen Aktivität gegenüber dem tierindividuellen Basiswert. Das Merkmal Bewegungsaktivität ist also geeignet, als Hilfsmittel in die Brunsterkennung einbezogen zu werden.
2. Der relative Anstieg der Aktivität zum Zeitpunkt des Östrus wird weder vom Laktationsstadium, von der Laktationsnummer noch vom Leistungsniveau der Kuh beeinflusst. Allerdings wurde bei Kühen ab 30 kg Milch je Tag eine deutliche Verschiebung der Brunstaktivität in die Abend- und Nachtstunden festgestellt. In höheren Leistungsbereichen sollten demnach insbesondere die morgens ausgelesenen Daten kontrolliert und eine abendliche visuelle Brunstkontrolle sowie ein vormittäglicher Besamungszeitpunkt angestrebt werden.
3. Die Nummer der Brunst nach der Kalbung hat ebenfalls keinen Einfluss auf die Erkennungsrate anhand der Bewegungsaktivität. Das bedeutet, Kühe sind sowohl zur ersten Brunst p.p. als auch zu späteren Brunsten gleichermaßen anhand der Aktivitätserhöhung erkennbar.
4. Als Ursache für den Anstieg der Bewegungsaktivität bei Kühen im brunstnahen Zeitraum über einen Grenzwert von 100 % hinaus konnte mittels Ultraschall in 73 % der Fälle ein besamungswürdiger Follikel diagnostiziert werden.
5. Nicht jede Kuh reagiert auf die zyklischen Veränderungen mit gesteigerter Unruhe. 4 % der erfolgreich besamten Kühe wiesen am Tag des Östrus keine grenzwertüberschreitende Aktivitätserhöhung auf. Andererseits wurden mehr Kühe mit einer erhöhten Aktivität registriert, die wahrscheinlich nicht brünstig waren. Deshalb gilt es in jedem Fall zu analysieren, ob andere Ursachen für die Aktivitätserhöhung ausschlaggebend sind. Grundsätzlich müssen Sonderaktionen wie Behandlungen, Umgruppierungen, Weideaustrieb u. a. bei der Interpretation der Tageswerte beachtet werden.

6. Die Höhe des Grenzwertes, ab dem ein Aktivitätsanstieg als Brunsthinweis gewertet werden soll, kann vom Herdenmanager bestimmt werden. Bei allen in diesen Untersuchungen ausgewerteten Herden kann der Grenzwert bei einer Aktivitätserhöhung von $>+100\%$ zum gleitenden Mittelwert bzw. einem Kalmanfilter von 30 als optimal gewertet werden. Sowohl aus Sicht der Trefferrate als auch einer praxiserprobten akzeptablen Fehlerrate (Anteil falsch-positiver Werte) sind diese Grenzwerte empfehlenswert. Dabei werden bis zu 95 % aller brünstigen Kühe erkannt. Die relativ hohe Fehlerrate von 54 % sollte zugunsten einer hohen Trefferrate toleriert werden.
7. Bei täglicher Kontrolle der Aktivitätsdaten und deren Vergleich mit visuellen Brunstbeobachtungen sowie Berücksichtigung der Zyklusdaten der Tiere lassen sich die falsch-positiven Werte in den meisten Fällen herausfiltern. Die Aktivität der Kuh kann ein wichtiges Hilfskriterium sein, reicht aber als alleinige Maßnahme zur Erkennung der Brunst nicht aus. Visuelle Beobachtung und Nutzung des Kuhkalenders sind auch weiterhin notwendig.
8. Durch die zusätzliche Nutzung der Bewegungsaktivität der Kuh zur Brunsterkennung kann der Landwirt die äußerlich oft unbemerkt verlaufende erste Brunst p.p. feststellen, damit den Zyklus der Kuh rechtzeitig registrieren und Besamungstermine konkret festlegen. Hieraus können eine verringerte Rastzeit, eine auf die Leistung bezogene verbesserte Zwischentragezeit und ein günstigerer Besamungsindex resultieren. Die Zwischentragezeit verringerte sich bei einem Leistungsniveau von ca. 7.000 kg Milch von 105 auf 97 Tage. Bei einem Leistungsniveau von 10.000 kg Milch konnte die Rastzeit von 92 auf 81 Tage reduziert werden.
9. Der optimale Besamungszeitpunkt liegt in diesen Untersuchungen 6-8 Stunden nach dem höchsten Pik der Bewegungsaktivität.
10. Für welches technische System der Aktivitätserfassung sich der Landwirt entscheidet (Fuß- oder Halsgeräte), ist für die Erfassung der Messwerte unerheblich. Beide Systeme weisen unter gleichen Grenz- und Basiswertberechnungen ähnlich gute Trefferraten aus. Vielmehr sollten Fragen wie nachträgliche Einbaumöglichkeit, Kompatibilität zu eventuell bestehenden Übertragungseinrichtungen, Haltbarkeit und nicht zuletzt Kostenverhandlungen die Entscheidung beeinflussen.
11. Aufgrund computertechnischer Speicherung der zurückliegenden Aktivitätsdaten lassen sich z. T. Puerperalstörungen erkennen. Kühe, die bis zum 60. Laktationstag nicht eine überdurchschnittliche Erhöhung der Bewegungsaktivität aufwiesen, sollten dem Tierarzt zur Fruchtbarkeitsuntersuchung vorgestellt werden. Ebenfalls auffällig werden Kühe, die häufig auf der Alarmliste der Aktivitätserhöhungen erscheinen. Dies ist in den meisten Fällen ein Hinweis auf Zysten. Es lassen sich Unregelmäßigkeiten im Zyklusgeschehen der Kuh anhand der Aktivitätsmessungen aufzeigen, die frühzeitigere tierärztliche Untersuchungen und Therapien ermöglichen.

Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es, die Effizienz der Bewegungsaktivität in der Brunsterkennung zu bewerten. Dazu wurden am Institut für Tierproduktion der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern von 1995 bis 2002 mehrere Versuchsreihen mit spezifischen Versuchsanstellungen und -zielen durchgeführt.

Es konnte festgestellt werden, dass die Messung der Bewegungsaktivität der Kühe ein wertvolles Hilfsmittel in der Brunsterkennung ist. In Abhängigkeit vom Grenzwert und vom System sind Trefferraten zwischen 73 % und 95 % erreichbar. Zugunsten dieser hohen Trefferraten sollten Fehlerraten zwischen 54 % und 80 % toleriert werden. Von Bedeutung ist ein täglicher Vergleich der Tiere auf der Alarmliste der Aktivität mit Zyklusdaten, Trächtigkeiten und Sonderaktionen im Stall. Die höchsten Trächtigkeitsraten wurden bei den Kühen festge-

stellt, die 6 bis 8 Stunden nach dem Erscheinen auf der Alarmliste besamt wurden. Mit Hilfe der Aktivitätsmessung lassen sich auch Erkrankungen und Puerperalstörungen frühzeitiger erkennen. Trotz Verfügbarkeit dieses technischen Hilfsmittels zur Erkennung der Brunst wird auch zukünftig die Hauptverantwortung beim Menschen liegen. Der Herdenmanager ist dabei für die Umsetzung der Informationen in das Bewirtschaftungsgeschehen zuständig. Bei optimaler Ausnutzung steht ihm mit der Aktivitätsmessung nicht nur ein System zur Verfügung, das die Brunstbeobachtung erleichtert, sondern mit dessen Hilfe sich auch Erkrankungen frühzeitiger erkennen lassen.

Schlüsselwörter: Bewegungsaktivität, Brunsterkennung, Grenzwert, Trefferrate, Fehlerrate, Besamungszeitpunkt

Literatur

Arney, D.R.; Kitwood, S.E.; Phillips, C.J.C. (1994): The increase in activity during oestrus in dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 40, 211-218

EDWARDS, J.L. und P.R. TOZER (2004): Using activity and milk yield as predictors of fresh cow disorders. *J. Dairy Sci.* 87, 524-531

Eradus, W.J.; Rossing, W.; Hogewerf, P.H.; Benders, E. (1992): Signal processing of activity data for oestrus detection in dairy cattle. *Proceedings of the international symposium on prospects for automatic milking; Wageningen, Niederlande, 23.-25.11. 1992 (EAAP publication no. 65,1992)*

Firk, R.; Stamer, E.; Junge, W.; Krieter, J. (2002): Systematic effects on activity, milk yield, milk flow rate and electrical conductivity. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 45, 3, 213-222

Fulbrecht, A. (2003): Auswirkungen der Nutzung der Aktivitätsmessung bei Milchkühen auf die Effektivität der Brunsterkennung. *Diplomarbeit, FH Neubrandenburg*

Kiddy, C.A. (1977): Variation in physical activity as an indication of estrus in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 60, 235-243

Luther, H.; Junge, W; Kalm, E. (2002): Space requirements in feeding, resting and waiting areas of robotic milking facilities. *1. North American conference on robotic milking, März 2002, Toronto*

Maatje, K.; Rossing, W.; Wiersma, F. (1987): Temperature and activity measurements for oestrus and sickness detection in dairy cattle. *Proceedings of the third symposium „automation and dairying“ by IMAG, Wageningen, Niederlande, 09.-11.09. 1987*

Maatje, K.; Loeffler, S.H.; Engel, B. (1997): Predicting optimal time of insemination in cows that show visual signs of estrus by estimating onset of estrus with pedometer. *J. Dairy Sci.*, 80, 1098-1105

Nebel, R. L. (2004): Brunsterkennung: Müssen wir umdenken? *Elite* 2/2004, S. 40-42

Schleitzer, G. (1998): Schritte zur Automatisierung der Milchgewinnung in großen Milchviehbeständen. *Vortragstagung „DLG-Milchtage ‘98“ Güstrow 28.10.1998*

Stumpenhausen, J. (1996): Management wird effektiver. Top agrar, 9, 4

Tober, O.; Sanftleben, P. (2002): Tierverhalten bei Nutzung Automatischer Melkverfahren (AMV) in Praxisbetrieben. Forschungsbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Wangler, A.; Schimke, E. (2001): Untersuchungen zur Bewegungsaktivität von Milchkühen als indirektes Merkmal zur Brunsterkennung. Forschungsbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Wendl, G.; Klindworth, K. (1997): Einsatz von elektronischen Schrittzählern (Pedometer) zur Brunsterkennung bei Milchkühen. 3. Internationale Tagung „Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung“, Kiel, 11./12. März 1997

Pedometry - an aid in estrus detection?

by Anke Wangler^{*)}, Annegret Meyer^{**)}, F. Rehbock^{*)}, P. Sanftleben^{*)}

The object of the studies was to examine the efficiency of pedometry in the estrus detection. Therefore several series of tests were made with specifically aims at the Research Institute of Animal Production in Mecklenburg-Vorpommern (Germany) from 1995 to 2002. It could be established that pedometry is a valuable aid in estrus detection. In dependence on threshold value and on the system sensitivities between 73 % and 95 % are possible. In favour of such high hit rates error rates between 54 % and 80 % should be accepted. Important is a diurnal comparison of all cows at the alarm list of activity with reproductive cycle, pregnancy diagnosis and special activities. Highest pregnancy rates were observed for cows that were inseminated 6 to 8 hours after appearance on alarm list. With the help of pedometry diseases and cleansing disorders maybe diagnosed earlier. Instead of the benefits as has been proved the results indicated that using pedometer data alone does not produce optimal results. But it is an efficient aid in heat detection and it can improve reproductive results.

Keywords: pedometry, estrus detection, threshold value, hit rate, error rate, time of insemination