

Humboldt Universität zu Berlin

Landwirtschaftlich-Gärtnerische Fakultät

Validierung von Aktivitätssensoren für die Analyse des
Weideverhaltens von Mutterkühen

Bachelorarbeit im Studiengang:

Agrarwissenschaften

Vorgelegt von Florian Holzner

Betreuer:

Erstgutachter: Herr Prof. Dr. Dr. h.c. Otto Kaufmann

Department für Nutzpflanzen- und Tierwissenschaften
Fachgebiet Tierhaltungssysteme und Verfahrenstechnik

Zweitgutachter: Frau Dr. Nora Irrgang

Department für Nutzpflanzen- und Tierwissenschaften
Fachgebiet Tierhaltungssysteme und Verfahrenstechnik

Berlin, den 20.12.2013

Danksagung:

An dieser Stelle möchte ich mich bei Prof. Dr. Dr. h.c. Kaufmann für die Überlassung des Themas und die gute Betreuung bedanken.

Frau Dr. Irrgang möchte ich ebenso für die Betreuung als Zweitgutachterin danken.

Ein besonderer Dank gilt Anja Nährig, die mir während der Datenerfassung und – Auswertung jederzeit mit guten Ratschlägen zur Seite stand.

Und natürlich möchte ich auch diejenigen danken, die immer ein offenes Ohr für mich hatten und geduldig zugehört haben.

Abbildungsverzeichnis:	III
Tabellenverzeichnis	IV
1 Einleitung und Zielstellung	1
2 Literaturübersicht	2
2.1 Weideverhalten von Mutterkühen	2
2.1.1 Circadianer Rhythmus	2
2.1.2 Grasens, Futteraufnahme.....	2
2.1.3 Ruhen, Aktivität.....	5
2.1.4 Trinken.....	6
2.1.5 Brunst, Abkalbung.....	8
2.1.6 Körperpflege	10
2.1.7 Thermoregulation.....	11
2.1.8 Sozialstrukturen	12
2.2 Sensorbasiertes Monitoring in der Tierhaltung	13
2.3 Methoden der sensorbasierten Analyse des Weideverhaltens	14
2.4 Experimentelle Aktivitätserfassung Schwerpunkt Grasens mit Vectronic Aerospace GPS Plus	16
3 Material und Methoden	19
3.1 Material	19
3.1.1 Tier und Weide	19
3.1.2 GPS-Halsbänder.....	20
3.2 Methode	23
3.2.1 Beobachtung und Erfassung der Aktivitätsdaten.....	23
3.2.2 Erfassung und Definitionen von Verhaltensweisen.....	24
3.2.3 Mathematisch-Statistische Methoden	25
4 Ergebnisse	28
5 Diskussion	32
6 Zusammenfassung	35
Literaturverzeichnis	37

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
GPS	Global Positioning System
LSD	least significant differences
Nr.	Nummer
PLS	Precision Livestock Farming
Tab.	Tabelle
u.a.	unter anderem
usw.	und so weiter
z.B.	zum Beispiel
%	Prozent

Abbildungsverzeichnis:

Abb. 1 Beschleunigungssensor von Vectronic Aerospace GmbH (KLUTTKE 2012 zitiert nach KROP-BENESCH 2012)	18
Abb. 2 Versuchsfläche Groß Kreutz (NÄHRIG 2012)	20
Abb. 3 Darstellung eines GPS Plus Halsbandes für Rinder, Vectronic Aerospace GmbH; nach AUERNHAMMER und BRAUNREITER (2008)	21
Abb. 4 Uckermärker Kuh mit gelbem Halsband (eigene Aufnahme, Groß Kreutz 2012)	22
Abb. 5 Box- and Whisker-Plot für X-Werte der Sensordaten	29
Abb. 6 Box- and Whisker-Plot für Y-Werte der Sensordaten	29

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Einfluss des Weidesystems auf die Grasezeit (SÜSS und ANDREAE 1984 zitieren nach HAUPTMANN 1972)	4
Tab. 2 Ohrnummer, Halsbandfarbe und GPS-Nummer der Uckermärker	22
Tab. 3 Beispielhafte Aktivitätsdaten der Kuh mit der Ohrnummer 57823 und blauem Halsband.....	24
Tab. 4 Anzahl der Daten für die Validierung des Aktivitätssensors und der Verhaltensweisen „Grasen“, „Liegen“ und „Stehen“	26
Tab. 5 Anzahl der Daten für die Validierung des Aktivitätssensors und den Verhaltensweisen „Grasen“, „Liegen/Stehen“.....	27
Tab. 6 Werte der Minimum- und Maximalwerte der Verhaltensweisen Grasens, Liegen und Stehen.....	28
Tab. 7 Mittelwerte für X nach Verhaltensweise mit 95% LSD (least significant differences)-Intervallen	30
Tab. 8 Mittelwerte für Y nach Verhaltensweise mit 95% der LSD-Intervalle.....	30
Tab. 9 Mittelwertvergleiche für Sensorwerte der Verhaltensweise auf der X-Achse....	31
Tab. 10 Differenzen und Grenzen für die mehrfachen Mittelwertvergleiche für X.....	31
Tab. 11 Mittelwertvergleiche für Sensorwerte der Verhaltensweise der Y-Achse.....	31
Tab. 12 Differenzen und Grenzen für die mehrfachen Mittelwertvergleiche für Y.....	32

1 Einleitung und Zielstellung

Die intensive Tierproduktion steht mit ihrem Anstieg von Bestandsgröße und höheren Tierleistungen immer mehr im Diskussionsfeld der Gesellschaft. Extensiven Landnutzungssystemen wird daher eine immer größere Bedeutung beigemessen. Diese Bewirtschaftungsform ist somit die von der Gesellschaft gewünscht und akzeptiert. Tierwohlaspekte, Landschaftspflege und günstigere arbeitswirtschaftliche Maßnahmen veranlassen so nun immer mehr Landwirte eine extensive Tierproduktion anzustreben. So hat sich zum Beispiel die Mutterkuhhaltung in Raum Berlin-Brandenburg innerhalb von neunzehn Jahren fast verneunfacht (TROEGEL 2010). Doch der geringer werdende Kontakt zwischen Tier und Mensch, welcher in extensiven Haltungsformen vorherrscht, erfordert einen größeren Aufwand im Tiermonitoring. Dadurch kommen immer mehr sensorgestützte Systeme, wie GPS-Sensoren, Aktivitätssensoren oder Pedometer, zum Einsatz. Solche Geräte liefern Informationen über Standort, Aktivität und Bewegungsmuster und dienen dem Tierhalter zur Analyse von Verhaltensweisen der Tiere auf der Weide. Daraus leiten sich wichtige Erkenntnisse über die Komplexität zwischen den verschiedenen Wechselbeziehungen der Umwelt ab.

Jedoch muss mit zunehmender Nutzung von Sensorsignalen zur Analyse von Verhaltensmerkmalen der Fokus von Untersuchungen sowohl auf eine Übereinstimmung als auch auf eine Übertragbarkeit von Sensordaten und Verhaltensweisen der Tiere für ähnliche Versuche gelegt werden.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit bestand darin, das Weideverhalten von Mutterkühen anhand von Aktivitätssensoren zu analysieren. Es interessierte, ob eine Validierung der erhobenen Sensordaten möglich und die Verhaltensweise „Grasen“ von anderen Verhaltensweisen zu unterscheiden ist. Des Weiteren galt es zu überprüfen, ob ein von KLUTTKE (2012) entwickelter Algorithmus zur Analyse des Tierverhaltens von Yaks auch auf intensive Fleischrinderrassen in der Freilandhaltung übertragbar ist.

2 Literaturübersicht

2.1 Weideverhalten von Mutterkühen

2.1.1 Circadianer Rhythmus

Unter einem circadianen Rhythmus versteht man einen biologischen Rhythmus mit einer Periodendauer von ca. 24 Stunden (TILGER 2005 zitiert nach HALBERG et al. 1977; NICHELMANN et al. 1999; NELSON 2000). Bestimmte tierische Lebensäußerungen unterliegen einem bestimmten rhythmischen und täglichen Wechsel und richten sich nach der sogenannten inneren oder physiologischen Uhr (SÜSS und ANDREAE 1984). Da Rinder tagaktive Tiere sind, wirkt als Zeitgeber für ihre Aktivitätsphasen der Tag-Nacht-Wechsel (SAMBRAUS 1991; SÜSS und ANDREAE 1984 nach ASCHOFF 1954; RIST 1993).

Der Aktivitätsrhythmus von Rindern zeichnet sich durch große Regelmäßigkeit aus. Auf eine Graseperiode folgt eine Periode der sozialen Körperpflege. Anschließend ruhen die Tiere und kauen dabei wieder (RIST 1993).

Wird eine Rinderherde nicht durch das Management beeinflusst, so wirken auf den Aktivitätsrhythmus und Aufenthaltsort der Tiere andere Zeitgeber. Die größte Bedeutung wird dem Wechsel von Helligkeit und Dunkelheit zugeteilt. Witterung und Vegetationsverhältnisse beeinflussen den sich fast täglich gleichförmig wiederholenden diurnalen Rhythmus, also das rhythmisch wechselnde Tag-Nacht-Verhalten der Tiere (SAMBRAUS 1978).

2.1.2 Grasens, Futteraufnahme

Während des Grasens bewegen sich Rinder langsam vorwärts und drehen dabei regelmäßig in arttypischer Weise den Kopf in einem Kreisbogen von ca. 60 Grad (PORZIG 1987). Grasbüschel werden beim Weiden mit der Zunge erfasst, in das Maul gezogen und dann mit Hilfe der unteren Scheidezähne abgetrennt. Weidepflanzen

werden dadurch nicht tiefer als 1 cm über dem Boden abgefressen (SÜSS und ANDREAE 1984 nach VOISIN 1958; PORZIG 1969; FRASER 1978).

Die Anzahl und Tagesverteilung der Fressperioden ist maßgeblich von der Tageslänge abhängig (SAMBRAUS 1991; SÜSS und ANDREAE 1984; PORZIG 1969).

Die erste Fressperiode, welche ca. 2,5 bis 3 Stunden andauert, beginnt mit dem Ende der Nachtruhe und der kommenden Morgendämmerung. Eine zweite Fressperiode findet ca. zwei Stunden vor Beginn der Abenddämmerung statt und endet bei völliger Dunkelheit (SAMBRAUS 1991).

Während der Monate Mai bis Juli, an denen die Tage lang und die Nächte kurz sind, kommt es tagsüber zu 2 weiteren Fressperioden. Die Nacht wird nicht zur Futteraufnahme unterbrochen (SAMBRAUS 1991). FRASER (1978) berichtet ebenfalls von vier Fressphasen mit erhöhter Futteraufnahme von auf der Weide gehaltenen Rindern: Die erste vor Sonnenaufgang, eine in der Mitte des Vormittags, die nächste am Nachmittag und die letzte vor Anbruch der Dunkelheit.

Ab August kommt es zu einer Verschiebung der Grasezeiten: Zwischen Morgen und Abend verringern sich die Fressphasen um eine Periode. Dafür kommt es zu einer neuen kurz nach Mitternacht (SAMBRAUS 1991). „Die Länge der nächtlichen Graseperiode ist weder von der Temperatur des vorigen Tages noch von der Intensität des Mondlichtes abhängig. Je kürzer die Tage werden, desto näher liegen die beiden Hauptfressphasen in der Morgen- und Abenddämmerung beieinander. Dadurch erhöht sich die Unregelmäßigkeit der dazwischen liegenden Fressphasen, bis sich schließlich bei sehr kurzer Tageslänge aus den ursprünglich drei Graseperioden eine einzige am späten Vormittag herausbildet“ (SAMBRAUS 1978).

Über die Dauer der Futteraufnahme und das Volumen des aufgenommenen Futters gibt es verschieden Angaben in der Literatur.

Laut SÜSS und ANDREAE (1984) ist die tägliche Gesamtgrasezeit kein zuverlässiger Maßstab für die absolute Futteraufnahme, da sie von Tier zu Tier unterschiedlich ist. Sie geben eine mögliche Spanne von 5 bis 13 Stunden an. Beeinflussende Faktoren sind unter anderem der Gesundheitszustand des Tieres, das Alter, das Gewicht, das Trächtigkeitsstadium der Kuh und auch das Weidesystem. In Tabelle 1 ist zu erkennen, dass die Art der Weidehaltung einen maßgeblichen Einfluss auf die Grasezeit hat und sich daher auch auf die Zeiten des Wiederkauens und Liegens auswirkt.

Tab. 1 Einfluss des Weidesystems auf die Grasezeit (SÜSS und ANDREAE 1984 zitieren nach HAUPTMANN 1972)

	Tägliche Grasezeit bei Weidebetrieb in Stunden		
	Standweide	Umtriebsweide	Portionsweide
Grasen	10,42	9,1	7,35
Wiederkäuen	7,58	7,04	7,55
Liegen	5,2	7,46	9,1

FRASER (1978) benennt eine Zeit von 4 bis 9 Stunden pro Tag.

SAMBRAUS (1978) stellt hingegen eine positive Korrelation zwischen Fressdauer und der aufgenommenen Futtermenge fest. Die Dauer der Nahrungsaufnahme ist abhängig von der Qualität des Futters. Zusätzliche Kraftfuttermgaben verkürzen die Weidezeiten. Die aufgenommene Futtermenge wird beeinflusst durch die Größe des Tieres, den Körperbau, die Körperverfassung sowie das Fassungsvermögen des Pansens. Für die tägliche Grasezeit gibt SAMBRAUS (1991) eine Zeitspanne von 8 bis 10 Stunden an. PORZIG (1987) nahm 6 bis 10 Stunden Futteraufnahme pro Tag wahr, unterteilt in 3 bis 5 Perioden.

Rinder befördern beim Wiederkauen das geschluckte Futter aus dem Pansen wieder zurück ins Maul (Regurgitation), zerkauen es sorgfältig und schlucken es dann erneut wieder ab (FRASER 1978).

Nahrung wird überwiegend im Liegen wiedergekaut, weniger im Stehen und nur selten im langsamen Vorwärtsgehen (SÜSS und ANDREAE 1984).

Laut SAMBRAUS (1991) beginnt die Wiederkautätigkeit ca. 30-60 Minuten nach Beendigung der Futteraufnahme und liegt somit in der Ruhezeit. Die Gesamtdauer pro Tag beträgt ca. 5-8 Stunden, wird zu 80% nachts im Liegen vollzogen und ist in 10 bis 15 Wiederkauperioden von je ca. 30 Minuten unterteilt. SÜSS und ANDREAE (1984) haben ähnliche Werte festgestellt. Sie geben eine tägliche Wiederkautätigkeit von 4 bis 7 Stunden an. Eine Wiederkauperiode dauert dabei ca. 15 bis 75 Minuten. Ebenso wird eine eher nächtliche Wiederkauaktivität bemerkt: 60 bis 70% des Wiederkauens fallen in die Zeit zwischen Sonnenaufgang und -untergang. Des Weiteren wurde festgestellt, dass eine niedrige Umgebungstemperatur zu längerem Wiederkauen und mehr Wiederkauschlägen führt. Zu einer Verkürzung kommt es hingegen bei brünstigen und kranken Tieren sowie vor und nach dem Kalben.

FRASER (1978) erkennt, dass das Verhältnis von Weidezeit zum Wiederkäuen von verschiedenen Faktoren, wie der Jahreszeit, der Menge und Qualität des Futters, der Weidefläche pro Tier und der Herdengröße abhängt.

2.1.3 Ruhen, Aktivität

Rinder weisen in ihren sich im Tagesverlauf abwechselnden Ruhe- und Aktivitätsperioden eine hohe Synchronität auf (WINCKLER 2009). Nach einer Periode des Grasens folgt eine Phase der sozialen Körperpflege, welche im Anschluss durch eine ausgedehnte Ruhephase mit Wiederkau-Aktivität abgelöst wird (TILGER 2005 zitiert nach RIST et al. 1992).

Rinder sind in ihrem Aktivitätsverhalten an das Zurücklegen großer Strecken angepasst und können auf der Weide täglich Entfernungen von bis zu 13 km hinter sich bringen. Beeinflusst wird das Aktivitätsverhalten durch das Flächenangebot der Weide, die Qualität und Menge des Aufwuchses und andere Umweltfaktoren, wie die Umgebungstemperatur (WINCKLER 2009).

Das Ruheverhalten verbringen Kühe meist im Liegen. Allgemein dösen sie dabei oder schlafen (PORZIG 1987). Der Körperschwerpunkt liegt dabei auf dem. Der Hinterkörper ruht leicht verkantet, wobei die Klauen der Hinterbeine zur Seite weisen. Um das Euter nicht zu stark zu belasten, liegt das Rind mehr auf einer Bauchseite. Die Haltung des Kopfes ist dabei aufrecht, wobei die Streckung einer oder beider Vorderbeine ist möglich ist (SAMBRAUS 1991).

Eine Unterscheidung von Ruhen und Schlafen ist manchmal nicht leicht zu erfassen, da Ruhen ein Oberbegriff für alle Zustände der Inaktivität ist. Die Inaktivität ist eine Folge physischer Ermüdung des Körpers und ist durch bloßes Entlasten und Entspannen des Bewegungsapparates gekennzeichnet. Dieser Zustand, auch als Rast bezeichnet, kann besonders beim liegenden Tier schlafherbeiführend wirken. Das Tier beginnt dann zu dösen (SÜSS und ANDREAE 1984). Nach HASSENBERG (1965) liegt im Dösen die geringste Intensität des psychischen, triebbedingten Ruhezustandes, der dann noch in allen möglichen Abstufungen als Halbschlaf, Leichtschlaf bis zum Tiefschlaf auftreten kann.

Der gesamte Tiefschlaf pro Tag dauert ungefähr 70-75 Minuten nach PORZIG (1987) und ca. 30 Minuten nach SAMBRAUS (1978), unterteilt in 6-10 Schlafperioden mit einer durchschnittlichen Dauer von 4 Minuten.

Die tägliche Liegedauer von Kühen auf der Weide und auch im Laufstall beträgt durchschnittlich ca. 600 Minuten (10 Std.). Bei Stieren wurden ca. 700 Minuten (11,5 Std.) gemessen (SAMBRAUS 1978).

RIST (1993) zitiert nach BARTUSSEK (1988) eine tägliche Liegedauer der Tiere von 8 bis 14 Stunden.

Laut PORZIG (1987) liegen Rinder 5 bis 9,5 Stunden. Dabei entfallen 70% bis 80% auf die Nachtstunden. Die Liegezeit auf der Weide wird durch Faktoren, wie Rasse, Temperatur, Futterqualität und -menge sowie das Weidesystem beeinflusst.

Während des Tagesverlaufes haben Rinder zwei bevorzugte Liegeperioden zwischen den Fütterungszeiten: eine in der Nacht, bei der die Tiere länger liegen als am Tage, und eine zur Mittagszeit (SÜSS und ANDREAE 1984 zitieren nach NYGAARD 1969).

Weitere Unterbrechungen der Nachtliegeperiode sowie das Auftreten weiterer Liegephasen sind von der Tageslänge abhängig (SAMBRAUS 1991). An den langen Tagen von Mai bis Juli kommt es zu weiteren Liegeperioden am Vormittag, ca. drei Stunden nach der Morgendämmerung, während der Mittagszeit sowie am Nachmittag. Die Nachtruhe wird in dieser Zeit nur gelegentlich von Tieren unterbrochen, die koten, harnen oder ihre Liegeposition wechseln. Während der längeren Nächte von Juli bis Oktober wird die Liegephase in den Nachtstunden für eine weitere Graseperiode unterbrochen, sodass zwei Nachtliegephasen entstehen (SAMBRAUS 1991).

2.1.4 Trinken

Die Wasseraufnahme beim Rind wird durch interoceptive Rezeptoren, also Rezeptoren, die innere Reize aus dem eigenen Körper wahrnehmen und äußere Einflüsse steuern, kontrolliert. Diese Rezeptoren benötigen Wasser als unentbehrlichen Vermittler für chemische Umsetzungen im Körper und zur Regulation der Körpertemperatur (PORZIG 1969).

Rinder sind Saugtrinker und tauchen beim Trinken ihr Flotzmaul ca. 2 bis 5 cm tief ins Wasser. Die Nasenlöcher bleiben dabei über dem Wasserspiegel (SÜSS und ANDREAE 1984).

Der Trinkvorgang wird hauptsächlich tagsüber und nur in Ausnahmefällen in der Nacht ausgeführt. Auf der Weide nehmen Rinder meistens vormittags, am späten Nachmittag und abends, gewöhnlich nach der Futteraufnahme und Ruhepause, Wasser auf (PORZIG 1987), wobei die Häufigkeit des Trinkens auch von der Entfernung abhängt, welche die Tiere zurücklegen müssen. Bei einer Entfernung von nur wenigen hundert Metern kommen die Tiere bis zu fünf Mal am Tag zur Wasserstelle. Mit zunehmender Entfernung sinkt die Zahl der Besuche der Wasserquelle (SAMBRAUS 1978). Beträgt die Distanz zur Wasserstelle mehr als 5 km so wird diese nur einmal am Tag aufgesucht (SAMBRAUS 1978, RIST 1993) und im Winter sogar nur mit einem Tränkvorgang aller zwei Tage (SAMBRAUS 1978).

Wie viel Wasser ein Rind täglich aufnimmt, hängt neben der Qualität des Wassers von zahlreichen Faktoren, wie Lebensalter, Körpermasse, Tagestemperatur, Wassertemperatur, Trockenmassegehalt der Nahrung, Oberflächenfeuchtigkeit der Nahrung, Stand der Trächtigkeit und Laktation, Eiweiß- und Salzgehalt des Futters und der Rasse ab (PORZIG 1969 zitiert nach RITZMAN und BENEDICT 1924; WINCHESTER und MORRIS 1956; BALLEY und BROSTER 1958; BIANCA 1959; BROWN 1960; HALLEY und DOUGALL 1962; SAMBRAUS 1978).

Im gemäßigten Klima trinken Rinder ein bis vier Mal pro Tag (FRASER 1978, SÜSS und ANDREAE 1984) und sind durchaus in der Lage, pro Minute bis zu 20 l Wasser aufzunehmen (METZNER 1974). Zeitlich betrachtet benötigt eine Kuh in 24 Stunden ungefähr 15 Minuten zu Wasseraufnahme (SÜSS und ANDREAE 1984 zitieren nach DAELEMANS und LAMBRECHT 1972). Einen bedeutenden Einfluss auf die Wasseraufnahme übt die Milchleistung während der Laktation aus (HUTH 1968). So wird für die Erzeugung von 1 kg Milch etwa 4-5 kg Wasser, einschließlich des im Futter enthaltenen Wassers, benötigt. Ein Wassermangel würde neben einem Milchrückgang auch gesundheitliche Folgen haben (HUTH 1968 zitiert nach MAYNARD 1951, MEHLER und HEINIG 1968). In der Literatur finden sich verschiedene rassenspezifische Angaben zu der tatsächlich aufgenommenen Menge Wasser pro Tag. Laut SAMBRAUS (1978) trinken Holstein Friesians ca. 75 Liter am Tag und Jersey-Kühe im Mittel ca. 38 Liter. BAHR (2007) zitiert nach LANDEFELD und BETTINGER (2002) folgende allgemeine Werte:

-trockenstehende Kühe	23 - 57l
-kranke Kühe	42 - 68l
-Bullen	26 - 72l
-Jungrinder	15 - 57l
-Milchrinder	57 - 113l.

2.1.5 Brunst, Abkalbung

Ein Jahreszyklus in der Fortpflanzung ist bei Hausrindern wie bei Wildrindern kaum erkennbar. Eine Brunst kann zu jeder Jahreszeit auftreten. Allerdings ist in Europa eine Häufung in den Monaten Juni bis August vorhanden, sodass in naturnahen Haltungsformen saisonale Höhepunkte im Jahresverlauf der Geburten in den Frühjahrsmonaten zu erkennen sind, wie es auch bei Wildrindpopulationen aus gemäßigten Breiten bekannt ist (SAMBRAUS 1991, TOST und HÖRNING 2001 nach BUCHHOLTZ 1988).

Das Vorgeburtsverhalten bei extensiv gehaltenen Rindern macht sich schon einige Tage vor dem Kalben bemerkbar. Die Kuh sondert sich von der Gruppe ab und ist deutlich scheuer. Sie sucht eine ruhige Stelle, an der sie ihr Kalb ungestört gebären kann (SAMBRAUS 1978, PORZIG 1987). Die Mutter bleibt nach der Geburt nur 3-4 Tage ständig beim Kalb und kehrt erst danach wieder zur Herde zurück. Etwa am fünften Tag post partum wird das Kalb zur sogenannten Spielgruppe der Kälber geführt, und Mutter und Kalb treffen sich nur noch zum Säugen (PORZIG 1987).

SÜSS und ANDREAE (1984) unterteilen den Geburtsvorgang in drei Phasen:

1. Das Eröffnungsstadium.
2. Das Austreibungsstadium.
3. Das Nachgeburtsstadium.

Das Eröffnungsstadium, also der eigentliche Geburtsbeginn ist durch eine leicht ansteigende Kontraktion des Uterus gekennzeichnet. Gebärmutterkontraktionen werden auch als Wehen bezeichnet (SÜSS und ANDREAE 1984 nach BAIER und SCHAETZ 1972).

Das Tier fängt an sein Verhalten bei den ersten Wehen zu verändern, und es sind Unruhe, Kolikerscheinungen, abwechselndes Niederlegen und Aufstehen, vermehrter Kot- und Harnabsatz, Schlagen mit dem Schwanz, Ausstrecken der Gliedmaßen und des Kopfes beim liegenden Tier zu beobachten. Dieses Stadium dauert in der Regel ca. 3-6 Stunden und kann bei Erstgebärenden auch noch länger andauern (SÜSS und ANDREAE 1984).

Es folgt die Austreibungsphase nachdem die Fruchtblase geplatzt ist. Das Kalb wird im Liegen (SAMBRAUS 1978) in einem Zeitraum von 30 Minuten bis einigen Stunden geboren (SÜSS und ANDREAE 1984).

Während der dritten Geburtsphase lösen sich die restlichen Fruchthüllen von der Gebärmutterwand und werden ausgestoßen (FRASER 1978). Diese Wehen treten innerhalb von sechs bis acht Stunden post partum auf. Bei Kühen ist die Plazentophagie, also das Fressen der Nachgeburt üblich (FRASER 1974; SÜSS und ANDREAE 1984; SAMBRAUS 1991).

Weibliche Rinder sind durch ihr Sexualverhalten an die Brunst gebunden. Sie wiederholt sich zyklisch bei nichtgraviden Tieren. Die Zykluslänge dauert bei 70% der Rinder 18 bis 23 Tage. Das Dichtemittel liegt dabei bei 21 Tagen (SAMBRAUS 1978).

Die Brunst wird beim Rind auch als Rindern, Bullen oder Stieren bezeichnet und ist nicht nur an Erscheinungen der Eierstöcke erkennbar. Weitere Anzeichen sind neben anatomischen Veränderungen des übrigen Genitaltraktes auch physiologische Erscheinungen und die Veränderung des Verhaltens. Das am Meisten auffallende Verhaltensmerkmal ist das Aufspringen auf andere Herdengenossinnen oder das Sich-Bespringen-Lassen (SAMBRAUS 1991).

SAMBRAUS (1978) gibt neben dem Aufspringverhalten noch weitere Verhaltensmerkmale an, die auf eine Brunst schließen lassen. Dazu gehören Unruhe, verkürzte Liegeperioden, häufiges Brüllen, Kontaktbedürfnis, Aggressivität gegenüber rangniederen Herdentieren, intensive Fellpflege, Verringerung der Futteraufnahme, häufiges Koten und Harnen, Aufsuchen des Bullen und Einbiegen des Rückens beim Darüberstreichen. Es kommt zu einem Gewichtsverlust von bis zu 3% während der Brunst durch die verringerte Futter- und Wasseraufnahme und die gesteigerte Aktivität. FRASER (1978) gibt eine Brunstdauer von 12 bis 24 Stunden beim Rind an. Bei Färsen ist der Östrus meist sehr kurz.

Dem weiblichen Sexualverhalten bei Rindern und der Brunst liegt eine zeitlich getrennte Verhaltensfolge zugrunde und lässt sich daher in die folgenden Brunstabschnitte gliedern (SAMBRAUS 1978; SÜSS und ANDREAE 1984; PORZIG 1987):

- Vorbrunst
- Hochbrunst
- Nachbrunst

In der Vorbrunst wird beim Rind erhöhte Ruhelosigkeit betrachtet. Auch ein Absondern von der Herde kommt vor, und die Futteraufnahme wird verringert. In diesem Brunstabschnitt kommt es nun zum ersten Bespringen der brünstigen Kuh von Herdenmitgliedern. Selbst bespringt es noch nicht direkt, sondern erst gegen Ende dieser Phase.

Die Hochbrunst ist die Phase des Östrus, in der das Rind bereit ist sich decken zu lassen. Alle aufgeführten Verhaltensänderungen lassen sich nun beobachten. Herdenmitglieder umgeben nun das brünstige Rind und wollen es bespringen und es kommt zur Duldung der Aufsprünge.

Während der Nachbrunst klingen die Brunstsymptome langsam ab und die Kuh lässt sich nun nicht mehr vom Bullen decken. Auch das Interesse am Aufspringen anderer Herdenmitglieder, welches teilweise noch vorhanden ist, lässt langsam nach.

SAMBRAUS (1991) gibt für den Brunstabschnitt „Vorbrunst“ eine Dauer von 4-6 Stunden, für die „Hochbrunst“ 3-10 Stunden und für die „Nachbrunst“ 1-3 Stunden an.

2.1.6 Körperpflege

Rinder haben, wie jedes Lebewesen, ein Bedürfnis nach körperlichem Wohlbefinden (RIST und SCHRAGEL 1993). Somit richtet sich eine besondere Aufmerksamkeit auf die Körperpflege. Das Entfernen von Schmutz, Kot, Urin und Parasiten vom Tier verringert das Risiko zu erkranken (FRASER 1978). Von besonderer Bedeutung ist dabei die Hautpflege, welche durch Belecken, Kratzen oder durch Scheuern an Gegenständen erreicht wird. Um sich zu belecken stellen Rinder sich mit gespreizten Extremitäten in

einen festen Stand und erreichen mit schleudernden Bewegungen von Kopf und Zunge fast alle Körperregionen (RIST und SCHRAGEL 1993). Die Körperteile Kopf, Hals, Unterbrust, Anogenitalbereich und Schwanz werden jedoch selbst in freier Haltung auf der Weide nicht erreicht. Es kommt zur sozialen Hautpflege durch das Belecken eines Herdengenossen. Dies ist jedoch mit zwei Schwierigkeiten verbunden. Einerseits hat das Rind ein stärkeres Bedürfnis selbst geleckt zu werden als andere Herdentiere zu lecken. Andererseits muss die Annäherung an ein Herdenmitglied sehr behutsam erfolgen, damit dieses es nicht als Aggression deutet und selbst angreift oder flüchtet. Die nichtaggressive Absicht wird durch ein Tiefhaltendes Kopfes und vorstrecken des Mauls deutlich. Diese Geste ist mit einer Unterlegenheitshaltung identisch.

Grundsätzlich können alle Herdenmitglieder als mögliche Leckpartner angesehen werden. Meistens findet jedoch die soziale Hautpflege durch Belecken mit nahezu ranggleichen Tieren statt.

Das Belecken erfolgt vor allen nach Beenden der Fressperioden. Neben der Reinigungsfunktion hat es noch eine „freundschaftsbekräftigende“ Wirkung (SAMBRAUS 1991).

FRASER (1978) beobachtete bei ausgewachsenen Tieren 152 Leckperioden und 28 Kratzaktionen pro Tag.

2.1.7 Thermoregulation

Rinder gehören, wie alle Säugetiere, zu den homöothermen Tieren. Sie sind in der Lage ihre Körperkerntemperatur in einem engen Bereich zu regulieren. Das ermöglicht dem Organismus eine gleichmäßige Stoffwechselaktivität der lebenswichtigen Organe über einen weiten Bereich der Außentemperatur aufrecht zu erhalten. Die Körperkerntemperatur liegt bei Rindern zwischen 37,5 °C und 39,4°C (BRÜSER-PIEPER 2006 zitiert nach DIRKSEN et al. 2006).

Wechselnde Witterungsverhältnisse, wie starke Sonneneinstrahlung, Hitze, Niederschläge, Luftfeuchte usw. rufen bei Rindern auf der Weide verschiedene Verhaltensweisen hervor.

Bei hohen Temperaturen suchen Rinder Schatten auf. Innerhalb der Rassen lassen sich jedoch unterschiedliche Anpassungsfähigkeiten gegenüber Hitze beobachten. Das europäische Rind ist eher schattenabhängig als Rinder aus tropischen Gebieten. So

verkürzen zum Beispiel Aberdeen Angus Rinder ihr Weidezeit bei starker Sonneneinstrahlung und suchen schneller Schatten auf als Braham Rinder aus Costa Rica (FRASER 1978). Werden Temperaturen über 30°C erreicht, legen sich Rinder kaum noch nieder und stehen dicht gedrängt an möglichst schattigen Orten (SAMBRAUS 1978).

Niederschläge können das Liegeverhalten beeinflussen. Eine Liegeperiode wird nicht durch leichte Regenfälle beendet. Erst bei stärkeren Niederschlägen stehen die Tiere auf und suchen sich einen geschützten Unterstand. Solange der Untergrund noch nass oder feucht ist, vermeiden es die Tiere sich niederzulegen. Sie stellen sich dann mit dem Rücken zur Windrichtung (SAMBRAUS 1978).

2.1.8 Sozialstrukturen

Rinder leben in sozialen Strukturverhältnissen innerhalb ihrer Gruppen. Geprägt ist dieses Leben durch ein Miteinander und nicht durch ein Nebeneinander im Herdenverband. Die Tiere lassen sich durch andere Herdengenossen zu einer Gruppentätigkeit, wie zum Beispiel das Weiden, anregen. Ein Rind entfernt sich nur selten von der Herde und passt sich entsprechend der Rangordnung dem Verhalten der Gruppe an (PORZIG 1987). Dies geschieht weniger als Folge einer Stimmungsübertragung, sondern viel mehr aus Angst den Kontakt zum Verband zu verlieren. Nur schwer lässt sich ein einzelnes Rind von der Herde forttreiben und abtrennen. Es versucht zurück zu gelangen und hält durch Brüllen ständigen Kontakt zur Herde. Ein aggressives Verhalten gegenüber der treibenden Person ist möglich (SAMBRAUS 1978).

In unbeeinflussten Herden leben die Tiere in einer relativ stabilen Hierarchie. Die Schwankungen in Dominanzbeziehungen betragen lediglich ca. 10-25%. Rangänderungen treten am häufigsten bei Bullen oder Jungtieren auf. Bei weiblichen Tieren bleibt die Rangstruktur meist über Jahre erhalten. Den Rang bestimmende Einflussfaktoren sind unter anderem das Alter, die Körpergröße und das Gewicht, die Behornung und die Hornlänge, das Geschlecht und die Aufenthaltsdauer in der Herde. Neue Herdenmitglieder müssen sich erst ihren Rang erkämpfen und stehen somit anfangs erst einmal rangtief in der Herdengemeinschaft. Nicht nur körperliche Überlegenheit, sondern auch die Erfahrung mit dem zunehmenden Alter spielen eine

große Rolle in der Eingliederung in die Rangstruktur einer Rinderherde (WINCKLER 2009).

Bei extensiv gehaltenen Rindern, die noch einem Jahreszyklus unterliegen, kommt es während der Brunstzeit wesentlich häufiger zu Auseinandersetzungen. Diese finden verstärkt in den Sommermonaten statt. Im Tagesablauf lassen sich Zeiten mit erhöhter sozialer Aktivität und somit auch mit gehäuften Kampfsituationen beobachten. Der Zeitraum vor dem Heimtrieb von der Weide zum Melken, der Aufenthalt bei der Tränke während der Tränkperiode und die Trogfütterung gehören zu jenen Situationen mit hoher Sozialaktivität. Zu Beginn der Futterzeit steigt das unruhige Verhalten der Rinder stark an und erreicht nach ca. 1 bis 1,5 Stunden seinen Höhepunkt (SAMBRAUS 1978).

2.2 Sensorbasiertes Monitoring in der Tierhaltung

Durch den Einsatz elektronischer Hilfsmittel in der Tierhaltung sollen dem Landwirt frühestmöglich kritische und ungewöhnliche Situationen signalisiert werden. Dies geschieht durch die Erfassung von Parametern der Futteraufnahme, des Tierverhaltens und der Tiergesundheit (SPRENG und AUERNHAMMER 2006).

Einzeln erfasste Parameter haben dabei nur einen geringen Nutzen. Daher muss eine betriebliche Vernetzung der Informationen und somit auch der technischen Komponenten erfolgen. Dazu zählen nicht nur die Erfassung von Teilprozessen in der Tierproduktion (z.B. Fütterung und Gesundheitsmonitoring bei Kälbern), sondern auch die Vernetzung unterschiedlicher Prozesse (z.B. Kälberaufzucht und Milchviehhaltung). Zur weiteren Optimierung der Produktionsprozesse müssen auch die Abläufe der Außenwirtschaft mit einbezogen werden (SPRENG und AUERNHAMMER 2006).

Die Anwendung von rechnergestützten Verfahren, welche eine auf das Einzeltier bezogene Versorgung und Überwachung sowie eine Automatisierung von Arbeitsabläufen garantiert, ist der Kernpunkt des Precision Livestock Farmings (SCHÖN, HAIDN, WENDL 2003).

Precision Livestock Farming (PLF) hat sich in Anlehnung an Precision Farming im Pflanzenbau in der Tierhaltung durchgesetzt und steht für die elektronische Erfassung, Aufbereitung sowie Bereitstellung der entscheidungsrelevanten Daten, die zur

Optimierung von Prozesssteuerungen und zum Einbinden in Datenaustauschprogrammen dienen (HARTUNG 2005).

WHATES et al. (2005) definiert hingegen PLF als Management der Tierproduktion, wobei die Gesetzmäßigkeiten und die Technologie der Verfahrenstechnik verwendet werden. Andererseits ist PLF auch als Integrated Management Systems (IMS) bekannt, beruht auf der automatischen Überwachung des Tierbestandes und bezieht sich auf physikalische Prozesse und Verfahren. Ziel des PLF ist es, unter Einsatz von Sensorik, Robotik und Informationstechnologie eine artgerechte und einzeltierbezogene Nutztierhaltung anzustreben. Parallel dazu müssen eine Automatisierung von Arbeitsprozessen und Informationsverarbeitung vorhanden sein, die letztendlich zu einer ökonomischen und ökologischen Optimierung der Produktionsprozesse führen sollen (SPRENG und AUERNHAMMER 2006).

2.3 Methoden der sensorbasierten Analyse des Weideverhaltens

Das Weideverhalten lässt sich durch unterschiedliche Sensoren, wie zum Beispiel Beschleunigungssensoren, Neigungssensoren, GPS-Ortung oder Pedometer analysieren.

Beschleunigungssensoren stützen sich meist auf das Feder-Masse-Prinzip. Dabei wird eine beweglich gelagerte (seismische) Masse durch eine Beschleunigungseinwirkung aus ihrem Weg gelenkt und führt zu einer Abstandsänderung eines Referenzpunktes oder einer Referenzebene. Ohne eine Beschleunigung liegt die Masse in einer Ruheposition (GEVATTER und GRÜNHAUPT 2006). In der Praxis sind Beschleunigungssensoren ganz verschieden aufgebaut und können piezoelektrisch, piezoresistiv, induktiv oder kapazitiv arbeiten (HERING und SCHÖNFELDER 2012).

Beschleunigungssensoren werden in der Landwirtschaft zur Unterscheidung von Verhaltensweisen bei Tieren benutzt. RINGGENBERG et al. (2010) brachten zwei simultan arbeitende Beschleunigungssensoren an Sauen an, mit denen die Verhaltensweisen „Stehen“, „Sitzen“, „ventrales Liegen“ und „laterales Liegen“ untersucht und unterschieden werden sollten. Die Sensoren zeichneten die Daten auf drei Achsen auf. Bis auf „Sitzen“ konnten die restlichen Verhaltensweisen eindeutig

voneinander unterschieden werden. Die Ergebnisse zeigten, dass 61,6 % nicht als „Sitzen“, sondern als „ventrales Liegen“ erfasst wurden.

In einem Versuch an Rotwild untersuchten LÖTTKER et al. (2009) das Tierverhalten und verwendeten dazu Zwei-Achsen-Beschleunigungssensoren. Das Interesse dieser Studie lag in der Unterscheidung verschiedener Verhaltensweisen durch Beschleunigungssensoren. Es stellte sich heraus, dass es anhand der Daten nicht möglich war langsam fortschreitende Tiere von fressenden Tieren zu unterscheiden. Daher wurden Grenzen gesetzt, in denen sich drei Verhaltensweisen klar unterscheiden ließen: die Rast, das Fressen mit langsamem Fortschreiten und das schnelle Fortschreiten. Sie bewiesen mit ihrer Studie, dass sich Zwei-Achsen-Beschleunigungssensoren in Kombination mit GPS-Sensoren zur Analyse des Aktivitätsverhaltens von Rotwild nutzen lassen.

Neigungssensoren, auch Inclinometer oder Tilt-Sensors (engl.) genannt, funktionieren nach dem Prinzip eines „gefällten Lotes“ (HERING und SCHÖNFELDER 2012) und haben ein ähnliches Arbeitsprinzip wie Beschleunigungssensoren (GEVATTER und GRÜNHAUPT 2006). Messungen werden meist über die Gravitationskraft oder Magnetfelder vorgenommen. Nutzt man die Gravitationskraft, misst man im Gravitationsfeld befindliche Gegenstände oder Stoffe, wie zum Beispiel ein mechanisches Pendel, einen Biegebalken oder, wie in einer Wasserwaage, eine elektrisch leitende Flüssigkeit in einer Gasblase (HERING und SCHÖNFELDER 2012).

UMSTÄTTER et al. (2008) untersuchten an Schafen drei verschiedene Methoden, mit denen man die Daten von Neigungssensoren auswerten kann. Mit über 90 Prozent ließ sich das Aktivitäts- und Inaktivitätsverhalten bestimmen. Es wurde bestätigt, dass der Einsatz von Neigungssensoren an Schafen mit aussagekräftigen Ergebnissen möglich ist.

GPS ist die Abkürzung für „global positioning system“. Es handelt sich um ein System, das über Antennen die Satelliten-Signale aufwertet und zur Positionsbestimmung oder Navigation nutzt. Die Antenne des GPS-Empfängers erfasst die Signale der „sichtbaren“ Satelliten in der Erdumlaufbahn und errechnet durch eine integrierte Auswerteeinheit nach dem Trigonometrie-Prinzip den Standort des GPS-Sensors. Dabei

werden die gesendeten Positionen und Zeiten der Satelliten ausgewertet (GEVATTER und GRÜNHAUPT 2006)

BAHR et al. (2003) untersuchten, inwieweit Verhalten und Verhaltensänderungen von extensiv gehaltenen Mutterkühen durch Sensor- und GPS-Technik erfasst werden können und ob die erhobenen Daten zuverlässige Informationen über eintretende Ereignisse, wie das Abkalben auf der Weide, liefern können. In dem Versuch wurde, neben der Flächennutzung, auch die Bewegungsaktivität der Tiere erfasst. Beide untersuchten Parameter (räumliche Flächennutzung mit GPS- und GIS-Anwendungen und Messung der Bewegungsaktivität) konnten dazu genutzt werden, Verhaltensmuster und Verhaltensänderungen der Tiere technisch zu erfassen. Das Abkalben der Kuh bestätigte ebenfalls, dass eingetretene Ereignisse mit Hilfe der erfassten Daten nachzuvollziehen sind.

Pedometer sind Schrittzähler und werden bei den Tieren am Bein angebracht. Durch jede Beinbewegung wird ein Quecksilbertropfen in einem Glaskolben im Inneren des Pedometers bewegt. Die Bewegung löst einen Kontakt aus, welcher registriert wird (HOY 2009). Pedometer lassen sich bei Rindern zur gesteigerten Aktivität während der Brunst zur Brunsterkennung oder auch zur Analyse der Graseaktivität nutzen.

PETER und BOSU (1986) testeten die Wirksamkeit von Schrittzählern als Brunst-Ermittlungshilfen an Holstein-Kühen während der postpartalen Phase. Der Versuch ergab, dass nach allen Ergebnissen, die vom Schrittzähler als Östrus eingestuft wurden, eine Ovulation folgte. Somit bewiesen sie, dass Pedometer eine nützliche Hilfe sind, um das Problem der Brunsterkennung in Milchviehbetrieben zu lösen.

2.4 Experimentelle Aktivitätserfassung Schwerpunkt Grasen mit Vectronic Aerospace GPS Plus

KLUTKE (2012) verfasste eine Masterarbeit mit dem Thema „Validierung von Aktivitätssensoren für die Analyse des Tierverhaltens am Beispiel von Yaks (*Bos grunniens*)“. In der Arbeit wurden vier Yaks, eine asiatische Hochgebirgsrinderrasse, mit GPS-Halsbändern der Firma Vectronic Aerospace GmbH ausgestattet und verblieben über einen Zeitraum von 5 Monaten an den Tieren. Dabei wurden die

Aktivitätsdaten der Yak-Kühe durch Beschleunigungswerte erfasst. Die Masterarbeit wurde im Rahmen einer Studie verfasst, bei der die erhobenen Datensätze Aufschluss über das räumliche Verhalten von Yaks liefern sollten.

Das Ziel der Arbeit bestand darin, mit den erhobenen Beschleunigungsdaten das Tierverhalten zu analysieren und in unterschiedliche Verhaltensweisen zu unterscheiden, um anschließend nachzuweisen, ob mit den erfassten Daten eine Analyse des Graseverhaltens möglich ist.

Neben der GPS-Position erfassten die Halsbänder, welche zusätzlich mit integrierten Beschleunigungssensoren ausgestattet waren, die Aktivitätsdaten der Kühe. Dabei wurde die Aktivität durch die Bewegung der Tiere in einer dimensionslosen Werteskala dargestellt. Die Beschleunigungssensoren funktionierten nach dem kapazitiven Prinzip.

„Es werden Messungen innerhalb eines Plattenkondensators durchgeführt (Abbildung 1). Gelb dargestellt sind die zwei Platten eines Kondensators, schwarz das bewegliche Element dazwischen. Die Beschleunigung wird aus den Kapazitätsänderungen ermittelt, welche durch die Abstandsänderung zwischen dem beweglichen Mittelelement und dem Plattenkondensator entstehen. Insgesamt sind zwei solcher Beschleunigungssensoren vorhanden, jeweils einer pro Richtung. Es werden zum einen die Vor- und Rückwärtsbewegungen des Tieres gemessen und zum anderen die Bewegungen nach rechts und links (KLUTKE 2012 zitiert nach KROP-BENESCH 2012)“.

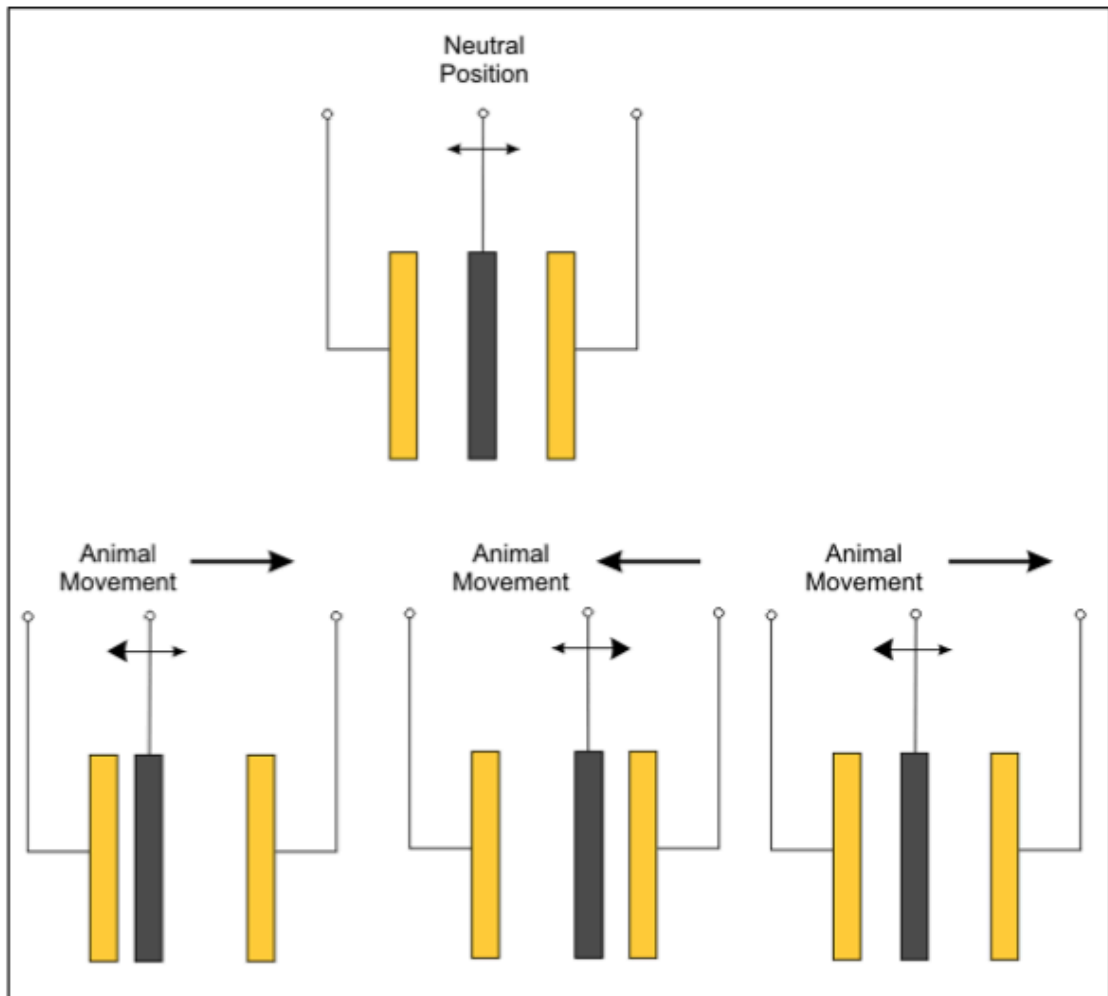


Abb. 1 Beschleunigungssensor von Vectronic Aerospace GmbH (KLUTTKE 2012 zitiert nach KROP-BENESCH 2012)

KLUTTKE (2012) stellte in ihrem Versuch fest, dass die einzelnen Verhaltensweisen „Grasen“, „Liegen“ und „Stehen“ nur bedingt zu unterscheiden sind. Rein visuell war die Unterscheidung zwischen den Verhaltensweisen „Liegen“ und „Stehen“ nicht möglich. Eine nähere Betrachtung der erhobenen Daten bestätigte dies, da die X- und Y-Werte für „Liegen“ innerhalb der Grenzen der Minimum- und Maximalwerte der Verhaltensweise „Stehen“ befanden. Des Weiteren war auch durch die Bildung der Differenzen der X- und Y-Werte keine eindeutige Zuordnung möglich. Box Plots verdeutlichten, dass die Wertebereiche für „Stehen“ und „Liegen“ sehr nahe beieinander liegen.

Auf dieser Grundlage ihrer Beobachtung hat KLUTTKE (2012) folgende Einteilung unternommen:

Sie fasste „Stehen“ und „Liegen“ zusammen und benannte diese als Inaktivität. Die Verhaltensweise „laufen“ wurde als Aktivität betrachtet. Die anschließende Unterscheidung zwischen Aktivität und Inaktivität wurde mit folgendem Algorithmus erreicht:

Aktivität:

Sind die Impulse, die durch die Bewegungen des Sensors entstanden sind, im Wertebereich von 14 bis 130 auf der X-Achse und von 11 bis 160 auf der Y-Achse, so entspricht dies Aktivität.

Inaktivität:

Sind die Impulse, die durch die Bewegung des Sensors entstanden sind, im Wertebereich von 0-13 auf der X-Achse und von 0-10 auf der Y-Achse, so entspricht dies Inaktivität.

Klutke (2012) sieht den Einsatz solcher Halsbänder in der Überwachung der Tiergesundheit. Des Weiteren gibt sie die Empfehlung, ihren Algorithmus an einer Mutterkuhherde zu testen. Umstätter (2010) stellte Untersuchungen zum Einsatz von GPS-Halsbändern in Verbindung mit virtuellen Zäunen an. In Staaten wie Neuseeland, Australien oder den USA könnten sie ihren Einsatz finden.

3 Material und Methoden

3.1 Material

3.1.1 Tier und Weide

Die Datenerfassung für die vorliegende Bachelorarbeit erfolgte an der Lehr- und Versuchsanstalt für Tierzucht und Tierhaltung e.V. in Groß Kreutz. Die untersuchte Herde der Rasse Uckermärker zählte 14 Kühe mit je einem Kalb sowie einen Bullen. Die Tiere werden ganzjährig extensiv gehalten. Während der Vegetationsperiode wird

die Umtriebsweide auf einer Gesamtgröße von 7,3 ha und einer Unterteilung in drei Weiden (A bis C) praktiziert. Für die in dieser Arbeit dargestellten Ergebnisse sind die Weideareale A und B von Bedeutung, da das Areal C für den Versuch nicht vollständig zu überblicken ist (Abb.2).



Abb. 2 Versuchsfläche Groß Kreuz (NÄHRIG 2012)

3.1.2 GPS-Halsbänder

Sechs Tiere waren während des Zeitraumes vom 07.06.12 bzw. 19.06.12 bis zum 05.09.12 mit GPS-Sensoren der Firma Vectronic Aerospace GmbH ausgestattet. Integriert in die Sensoren war ein Zwei-Achsen-Beschleunigungsmesser. Übermittelt wurden folgenden Daten:

- GPS Position
- Aktivitäts- bzw. Beschleunigungsdaten auf X- und Y-Achse
- Datum und Uhrzeit der erfassten Daten
- Umgebungstemperatur.

Die GPS-Sensoren waren an Halsbändern angebracht und bestehen aus einem Sender mit Antenne an der Oberseite und einer Batterie an der Unterseite. Das Band besteht aus einem flexiblen Kunststoff-Gummi-Gemisch und bietet dem Tier einen guten Tragekomfort. Der Sender mit Antenne erfasst die GPS- und Aktivitätsdaten. Er kann nach Abnahme über eine Schnittstelle am Computer ausgelesen werden oder auf der Weide über ein tragbares Gerät, mit dem eine kabellose Datenübertragung möglich ist. Vectronic Aerospace stellt dazu die eigens entwickelte Software GPS Plus zur Verfügung. Das ausgelesene Datenmaterial kann anschließend als Tabelle, grafische Darstellung oder Textdatei verwendet werden.

An der unteren Seite des Halsbandes ist die Batterie positioniert und dient neben der Stromversorgung als Gewicht, um Sender und Antenne möglichst senkrecht auszurichten, damit eine gute und genaue Datenerfassung garantiert wird. Ein Kabel, welches durch das Halsband verläuft, verbindet Sender und Antenne mit der Stromquelle. Das Anbringen und Abnehmen der Halsbänder erfolgt an der Batterie. Dort wird das Halsband mittels einer Unterlegplatte und Schrauben befestigt (Abb.3).

Ein Halsband kann insgesamt 315.128 Datensätze speichern, welches bei einem Zeitintervall von 2 Minuten eine Messung der Aktivität an 437 Tagen ermöglicht.

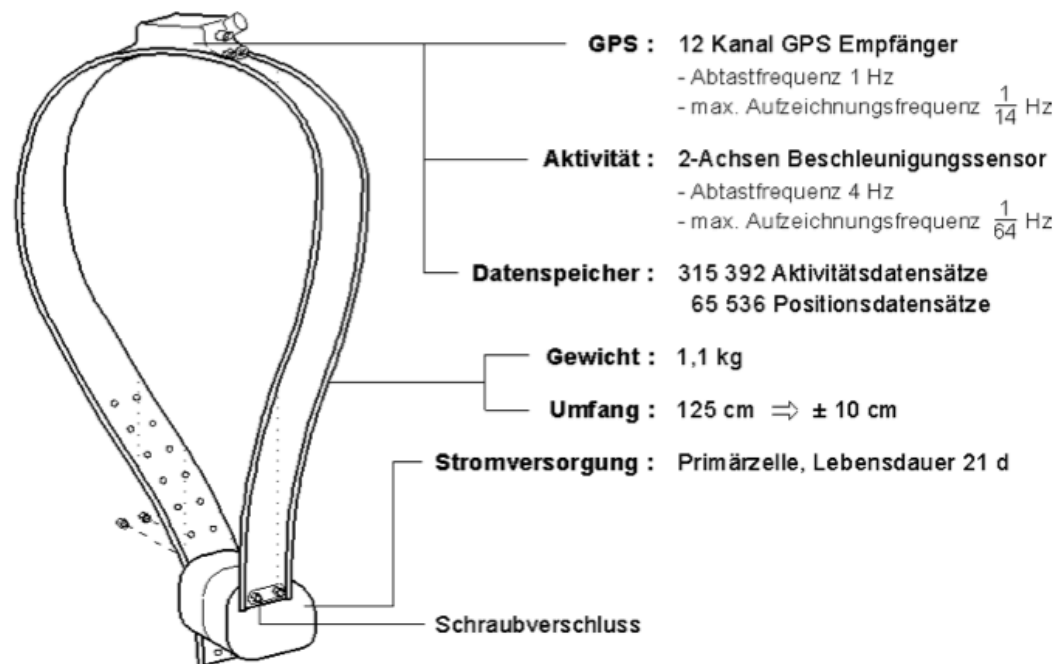


Abb. 3 Darstellung eines GPS Plus Halsbandes für Rinder, Vectronic Aerospace GmbH; nach AUERNHAMMER und BRAUNREITER (2008)

Zur besseren Unterscheidung der Tiere hatten die Halsbänder jeweils durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet (Tab.2 und Abb. 4).

Tab. 2 Ohrnummer, Halsbandfarbe und GPS-Nummer der Uckermärker

Ohrnummer	Halsbandfarbe	GPS-Nr.
46136	Rot	3803
18059	Gelb	7943
13318	Grün	7819
57823	Blau	7935
15109	Schwarz	11243
15128	Silber	11244



Abb. 4 Uckermärker Kuh mit gelbem Halsband (eigene Aufnahme, Groß Kreutz 2012)

3.2 Methode

3.2.1 Beobachtung und Erfassung der Aktivitätsdaten

Während des Zeitraumes vom 19.06.12 bis zum 24.06.12 fand die Datenerhebung täglich von 5 Uhr morgens bis 21 Uhr abends von einem Hochsitz (Abb.2) aus statt. Das Tierverhalten sollte dabei so wenig wie möglich beeinträchtigt werden.

In der Gruppe der 14 Kühe waren sechs Tiere mit den genannten GPS-Halsbändern ausgestattet. Ein Halsband fiel während der Datenerfassung aus.

Um eine Evaluation der Halsbanddaten zu ermöglichen, wurden neben dem Beobachten der Tiere auch Videomitschnitte mittels einer digitalen Kamera der Marke Sony (Modell DCR-SX15) angefertigt. Das Filmen wurde zeitgenau erfasst, um die Aktionen genau den Sensorwerten zuordnen zu können. Die von Halsband und Kamera aufgezeichneten Zeiten wurden synchronisiert.

Durch den Autor wurden die unterschiedlichen Verhaltensmerkmale vom Beobachtungsstandort aus visuell erkannt und dann zwei Minuten lang gefilmt, um eine eindeutige Überschneidung mit dem an den Halsbändern eingestellten Zwei-Minuten-Intervall zu gewährleisten.

Der Beschleunigungssensor misst viermal pro Sekunde auf der horizontalen Achse (Vorwärts- oder Rückwärtsbewegungen, Rechts- oder Linksbewegungen). Durch Aufsummierung wurden die Daten über das vom Anwender voreingestellte Zeitintervall von zwei Minuten ermittelt. Die Ausschläge des Beschleunigungssensors werden in einem Wertebereich von 0 bis 250 sowohl auf der X- als auch auf Y-Koordinate angegeben.

Zu festgelegten Uhrzeiten erfolgte in zweiminütigem Abstand die Erfassung der Aktivitätsdaten. In der von Vectronic Aerospace bereitgestellten Programmierungssoftware wurde dafür ein Aktivitätsmodus gewählt, welcher dem der Vergleichsarbeit von KLUTTKE (2012) entspricht.

Die erfasste Bewegung des Halsbandes jeder Kuh auf der horizontalen Achse wird als Aktivität erkannt. Die Daten auf der X-Achse (Activity X) werden als Vor- oder

Rückwärtsbewegungen und auf der Y-Achse (Activity Y) als Seitwärtsbewegungen nach rechts und links erfasst. Durch die Aktivität der Kühe werden Impulse bei den Beschleunigungssensoren hervorgerufen. Bei dem zuvor eingestellten Intervall von zwei Minuten erfolgt eine Addition der Impulse. In Tab. 3 sieht man ein Beispiel der erfassten Daten.

Tab. 3 Beispielhafte Aktivitätsdaten der Kuh mit der Ohrnummer 57823 und blauem Halsband

UTC Date	UTC Time	LMT Date	LMT Time	Activity X	Activity Y
dd.mm.yyy y	hh.mm.ss	dd.mm.yyyy	hh.mm.ss		
20.06.2012	08:00:00	20.06.2012	08:00:00	140	98
20.06.2012	08:02:00	20.06.2012	08:02:00	138	121
20.06.2012	08:04:00	20.06.2012	08:04:00	109	74
20.06.2012	08:06:00	20.06.2012	08:06:00	113	126
20.06.2012	08:08:00	20.06.2012	08:08:00	120	87
20.06.2012	08:10:00	20.06.2012	08:10:00	135	98

UTC – Co-ordinated Universal Time, – Weltzeit

LMT – Local Mean Time, – Mittlere Ortszeit

Die gespeicherten Datensätze wurden mit dem Softwareprogramm GPS Plus von Vectronic Aerospace ausgelesen und in Excel exportiert, um sie mit den Verhaltensbeobachtungen zu vergleichen.

3.2.2 Erfassung und Definitionen von Verhaltensweisen

Die Definition der einzelnen Verhaltensweisen und unter welchen Voraussetzungen ein Video in die Auswertung einfließt, wurden von KLUTTKE (2012) übernommen:

Liegen: Wenn die Kuh während des Zwei-Minuten-Intervalls die gesamte Zeit gelegen hat, unabhängig von Bauch- oder Seitenlage, wurde dies als Liegen klassifiziert. Wenn während des Liegens das Filmen der Kuh unterbrochen und später fortgesetzt wurde und erkennbar war, dass die Kuh noch an demselben Platz lag wie zuvor, so wurde die Zeitspanne zwischen den beiden Filmsequenzen ebenfalls als Liegen gewertet. Begann die Verhaltensweise Liegen innerhalb eines Intervalls, so wurde die Startliegezeit bis zum nächsten Intervall aufgerundet. Endete die Liegezeit innerhalb eines Intervalls, so wurde die Endliegezeit zum vorherigen Intervall abgerundet.

Grasen: Grasen wurde als langsame Fortbewegung der Kuh definiert, bei welcher der Kopf meist unten gehalten wird, um zu fressen. Wurde Grasen für bis zu fünfzehn Sekunden durch Gehen oder Stehen unterbrochen, so wurde dieser Datensatz trotzdem als Grasen gewertet. Verhaltensunterbrechungen ab sechzehn Sekunden wurden in die Auswertung für Grasen nicht miteinbezogen. Begann die Verhaltensweise Grasen innerhalb eines Intervalls so wurde die Startzeit bis zum nächsten Intervall aufgerundet. Endete das Grasen innerhalb eines Intervalls, so wurde die Endzeit zum vorherigen Intervall abgerundet.

Stehen/Kalb säugen: Eine Aktivität wurde als Stehen klassifiziert, wenn die Kuh während des Messintervalls auf allen vier Beinen gestanden und keine oder nur minimale Beinbewegungen gezeigt hat. Der Kopf wird aufrecht gehalten. Das Säugen des Kalbes erfüllt dieses Kriterium ebenfalls, auch wenn während dieser Verhaltensweise die Anzahl horizontaler Bewegungen des Kopfes etwas höher liegt als beim sonstigen Stehen.

3.2.3 Mathematisch-Statistische Methoden

Auch hier wurde das methodische Vorgehen von KLUTTKE (2012) als Referenzmethode übernommen.

Die Tierbeobachtungen konnten nur in einem begrenzten Zeitraum vorgenommen werden. Daraus ergab sich eine unterschiedliche Anzahl von Videosequenzen zur Validierung der Aktivitätsdaten. Vor der statistischen Auswertung wurde der

notwendige Stichprobenumfang ermittelt, der für die Validierung der Sensordaten notwendig ist.

Um die Ergebnisse statistisch absichern zu können, ist für die Auswertung der Daten laut FRIEDRICH (1980) bei Verwendung nachstehender Formel aus der empirischen Sozialforschung ein Mindeststichprobenumfang erforderlich

$$N = 10 * K^v$$

$$N = 10 * 2^3$$

$$N = 80$$

N = Anzahl des Mindeststichprobenumfangs

K = Zahl der Merkmalsausprägungen (2: Kuh liegt oder liegt nicht)

v = Zahl der betrachteten Merkmale bei der Hypothesen-Prüfung (3: Grasen, Stehen, Liegen)

Auf Grundlage dieser Formel ergibt sich ein Stichprobenumfang von 80 Datensätzen für die jeweiligen Merkmale. Die erhobene Datenmenge des gesamten Beobachtungszeitraumes betrug für „Grasen“ 132, für „Liegen“ 66 und für „Stehen“ 64 Daten.

Für „Liegen“ und „Stehen“ lagen die Werte unterhalb des empfohlenen Stichprobenumfangs (Tab.4).

Tab. 4 Anzahl der Daten für die Validierung des Aktivitätssensors und der Verhaltensweisen „Grasen“, „Liegen“ und „Stehen“

Verhaltensweise	Anzahl der Daten insgesamt
Grasen	132
Liegen	66
Stehen	64

„Liegen“ und „Stehen“ sind Verhaltensweisen, die durch Inaktivität gekennzeichnet sind. Dabei ist zu vermuten, dass die Sensorsignale sich nicht deutlich unterscheiden.

Das Hauptziel der Arbeit bestand in der Untersuchung von „Grasen“ gegenüber anderen Verhaltensweisen. Deshalb wurden die Verhaltensweisen zu „Liegen/Stehen“ zusammengefasst und den Daten von „Grasen“ gegenübergestellt. Somit beträgt die erhobene Datenmenge für „Liegen/Stehen“ 130 Daten (Tab. 5).

Tab. 5 Anzahl der Daten für die Validierung des Aktivitätssensors und den Verhaltensweisen „Grasen“, „Liegen/Stehen“.

Verhaltensweise	Anzahl Daten insgesamt
Liegen/Stehen	130
Grasen	132

Insgesamt wurden 262 aufgezeichnete Verhaltensweisen erreicht, die den dazugehörigen Aktivitätsdaten in Excel zugeordnet wurden.

Durch die Bildung von Boxplots für die Verhaltensweisen mit Hilfe des Computerprogramms Statgraphics (Version 16.1.18) wurden sowohl die Mittelwerte als auch oberen und unteren Grenzen der Stichproben verglichen. Die Sensorsignale für „Liegen“ und „Stehen“ wurden dort in den Ergebnissen zusammengefasst betrachtet. Im Rahmen einer Varianzanalyse mit dem Verfahren nach FISHER wurden die Mittelwerte auf Signifikanz geprüft. Durch diesen Test können Unterschiede in den Sensorwerten für die jeweiligen Verhaltenswerte aufgezeigt werden. Damit könnte bewiesen werden, dass eine eindeutige Unterteilung der verschiedenen Verhaltensweisen möglich ist. Bei dieser Methode gibt es ein Risiko von 5%, mit dem die Mittelwertpaare als signifikant verschieden eingeschätzt werden, obwohl die tatsächliche Differenz gleich 0 ist. Die Grenzdifferenzen (Plus-Minus-Grenzen) wurden mit der folgenden Formel berechnet:

$$LSD_{\alpha} = s_{\bar{d}} \cdot t_{1-\frac{\alpha}{2}}(FG_{Re})$$

$s_{\bar{d}}$ = Standardabweichung der Mittelwerte der Differenzen

$t_{1-\frac{\alpha}{2}}(FG_{Re})$ = abgelesener Tabellenwert aus der t-Tabelle für $\alpha = 5\%$

Befindet sich der Wert oberhalb der Grenzdifferenz, so ist mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% ein signifikanter Unterschied feststellbar. Befindet

sich der Wert der Differenz unterhalb des Wertes der Grenzdifferenz, so besteht bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5% kein signifikanter Unterschied.

4 Ergebnisse

Wie in 3.2.3 erwähnt, wurden die Verhaltensweisen als statische Merkmale „Liegen/Stehen“ zusammengefasst und ergeben nun eine Datenmenge von 132. In der folgenden Betrachtung der Minimal- und Maximalwerte wurden „Liegen“ und „Stehen“ noch getrennt aufgeführt und verglichen.

Es fand eine Betrachtung der Minimal- und Maximalwerte der dimensionslosen Sensorimpulse (Signale) statt, wodurch versucht wurde, das Verhaltensmerkmal zu quantifizieren (Tab. 6).

Tab. 6 Werte der Minimum- und Maximalwerte der Verhaltensweisen Grasens, Liegens und Stehens

	X-Achse	Y-Achse
stehen_min	0	0
stehen_max	157	160
liegen_min	0	0
liegen_max	149	149
grasen_min	14	0
grasen_max	239	255

Boxplots, welche mit Statgraphix erstellt wurden, sollten Aufschluss über die Verteilung der Mittelwerte geben (Abb. 5 und Abb. 6).

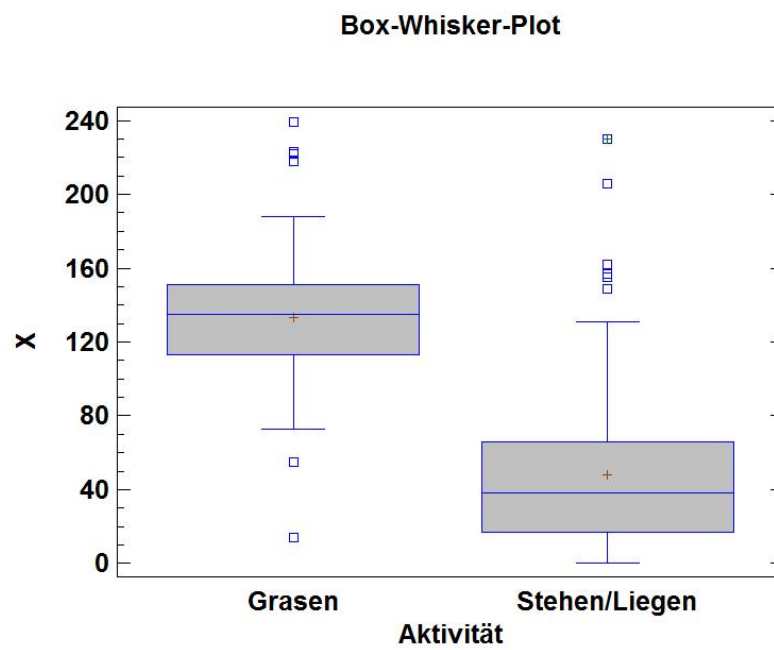


Abb. 5 Box- and Whisker-Plot für X-Werte der Sensordaten

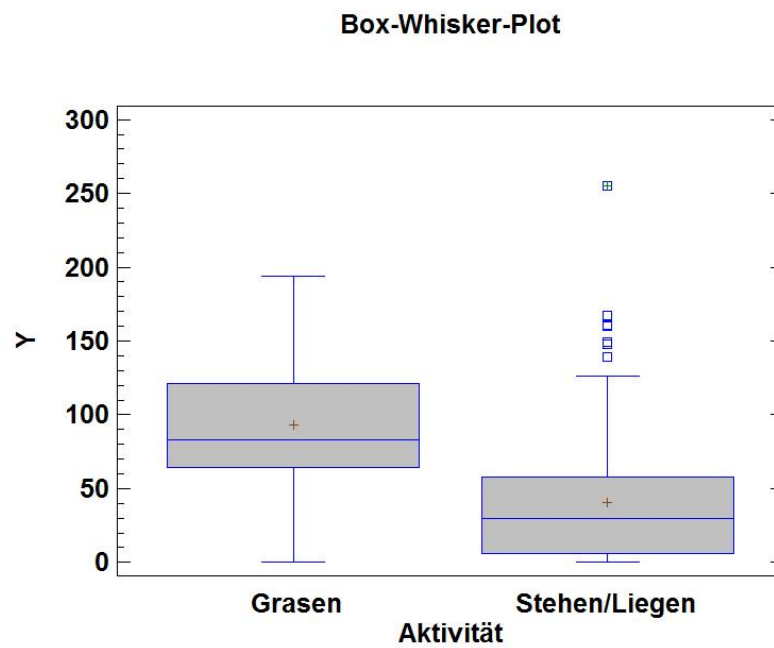


Abb. 6 Box- and Whisker-Plot für Y-Werte der Sensordaten

Tab. 7 Mittelwerte für X nach Verhaltensweise mit 95% LSD (least significant differences) -Intervallen

Verhaltensweise	Anzahl	Mittelwert	Stand.-Fehler	Untere Grenze	Obere Grenze
Grasen	132	134,356	3,03692	130,127	138,585
Liegen	66	38,0909	4,29485	32,1107	44,0711
Stehen	64	47,6719	4,36144	41,5989	53,7448
Total	262	88,9313			

Die Tab. 7 zeigt die Mittelwerte von X für alle Verhaltensweisen. Es wurden noch zusätzlich die Standardfehler berechnet, welche ein Maß für die Stichprobenvariabilität sind. Die Tabelle enthält ebenso noch Angaben zu Intervallen von allen Mittelwerten und basieren auf FISHERS LSD-Verfahren. Die Intervalle wurden so gewählt, dass zwei gleiche Mittelwerte im Mittel in 95% der Fälle überlappen. Kommt es zu einer Überschneidung der oberen oder unteren Grenzen des Konfidenzintervalls, so ist davon auszugehen, dass es keinen signifikanten Unterschied gibt.

Tab. 8 Mittelwerte für Y nach Verhaltensweise mit 95% der LSD-Intervalle

Verhaltensweise	Anzahl	Mittelwert	Stand.-Fehler	Untere Grenze	Obere Grenze
Grasen	132	95,6742	3,32498	91,0445	100,304
Stehen	64	41,1094	4,77514	34,4604	47,7583
Liegen	66	29,9545	4,70224	23,4071	36,502
Total	262	65,7901			

Die Tab. 8 enthält die Mittelwerte von Y für alle Verhaltensweisen. Die Standardfehler der Mittelwerte sind ein Maß für die Stichprobenvariabilität. Die Tabelle enthält zusätzlich noch ein Intervall für jeden Mittelwert. Die aufgeführten Intervalle basieren auf FISHERS LSD-Verfahren.

In Mehrfach Mittelwertvergleichen werden diese Intervalle verwendet, um signifikante Unterschiede der jeweiligen Mittelwerte darzustellen:

Mehrfache Mittelwertvergleiche für X nach Verhaltensweisen:

Tab. 9 Mittelwertvergleiche für Sensorwerte der Verhaltensweise auf der X-Achse

Verhaltensweise	Anzahl	Mittelwert	Homogene Gruppen
Grasen	132	134,356	X
Liegen	66	38,0909	X
Stehen	64	47,6719	X

Tab. 10 Differenzen und Grenzen für die mehrfachen Mittelwertvergleiche für X

Kontrast	Sig. p=0,05	Differenz	+/- Grenzen
Grasen-Liegen	*	96,2652	10,358
Grasen-Stehen	*	86,6842	10,4654
Liegen-Stehen		-9,58097	12,0535

- bezeichnet einen statistisch signifikanten Unterschied.

Die Tab. 9 spiegelt das angewendete multiple Vergleichsverfahren wider, das angewendet wurde, um die signifikant verschiedenen Mittelwerte der Sensorimpulse für die Verhaltensmerkmale darzustellen. Durch ein X dargestellt, werden die Gruppen, zwischen denen es keine signifikanten Unterschiede gibt, aufgeführt. In Tab. 10 werden die geschätzten paarweisen Differenzen zwischen den Mittelwerten der Verhaltensweisen aufgeführt. Ein Stern bedeutet, dass die Paare bei $p = 0,05$ statistisch signifikant verschieden sind.

Mehrfache Mittelwertvergleiche für Y nach Verhaltensweisen:

Tab. 11 Mittelwertvergleiche für Sensorwerte der Verhaltensweise der Y-Achse

Verhaltensweise	Anzahl	Mittelwert	Homogene Gruppen
Grasen	132	95,6742	X
Stehen	64	41,1094	X
Liegen	66	29,9545	X

Tab. 12 Differenzen und Grenzen für die mehrfachen Mittelwertvergleiche für Y

Kontrast	Sig. p=0,05	Differenz	+/- Grenzen
Grasen-Liegen	*	65,7197	11,3405
Grasen-Stehen	*	54,5649	11,458
Liegen-Stehen		-11,1548	13,1968

* bezeichnet einen statistisch signifikanten Unterschied

In Tab. 11 wurden zwei homogene Gruppen identifiziert und durch ein „X“ in den Spalten dargestellt. Die Verhaltensweisen Stehen und Liegen wurden zu einer homogenen Gruppe zusammengefasst, da ihre Mittelwerte keinen statistisch signifikanten Unterschied vorweisen.

In Tab. 12 wurde, ebenso wie für die X-Werte, ein multiples Vergleichsverfahren angewendet. Es soll darstellen, welche Mittelwerte der Verhaltensweisen signifikant von anderen unterschieden werden können. Ein Stern wurde bei den Paaren Grasen-Liegen und Grasen-Stehen platziert. Das bedeutet, dass diese Paare bei $p=0,05$ statistisch signifikant verschieden sind.

Die gewonnenen Sensordaten wurden in Kombination mit den beobachteten Verhaltensweisen mit dem Algorithmus von KLUTKE (2012) geprüft. Dabei wurde festgestellt, dass eine Übereinstimmung von 64,3% vorlag.

5 Diskussion

Die Nutzbarkeit von Aktivitätssensoren zur Unterscheidung von verschiedenen Verhaltensweisen konnte schon in vorangegangenen Untersuchungen bestätigt werden. RINGGENBERG et al. (2010) untersuchte die Körperhaltung an Sauen und versuchte anhand der erhobenen Daten Stehen, Sitzen und Liegen zu unterscheiden. LÖTTKER et al. (2009) nutzte Aktivitätssensoren um Eindrücke über das unterschiedliche Aktivitätsverhalten von Rotwild zu erlangen. Es wurde untersucht, ob anhand der Daten die Rast, das Fressen und langsames und schnelles Fortschreiten zu unterscheiden sind.

Die von KLUTKE (2012) vorausgegangenen Untersuchungen an Yaks ergaben ebenfalls, dass sich Aktivitätssensoren zur Unterscheidung der Verhaltensweisen nutzen lassen. Es wurde untersucht, ob eine Differenzierung der Verhaltensweisen „Grasen“, „Liegen“ und „Stehen“ anhand der Aktivitätsdaten möglich ist. Allerdings ließen sich nicht eindeutig die Verhaltensweisen „Liegen“ und „Stehen“ differenzieren und mussten daher in der Auswertung als inaktive Verhaltensweise zusammengefasst werden. Dieses Problem bestätigte sich auch in der vorliegenden Arbeit. Die Bewegungen, die bei der Ausführung der jeweiligen Verhaltensweise entstehen, ähneln sich zu stark, als dass eine Unterscheidung durch das Halsband bzw. durch die Aktivitätssensoren vorgenommen werden kann. Die Betrachtung der Minimal- und Maximalwerte (Tab. 6) bestätigt, dass eine Unterscheidung der Verhaltensweisen „Stehen“ und „Liegen“ nicht möglich ist. Sowohl die X- als auch die Y-Werte von „Liegen“ befinden sich im Wertebereich der Verhaltensweise „Stehen“. Der Wertebereich von „Liegen“ erstreckt sich sowohl auf der X-Achse als auch auf der Y-Achse von 0 bis 149. „Stehen“ erstreckt sich hingegen auf der X-Achse von 0 bis 157 und auf der Y-Achse von 0 bis 160.

Durch die Bildung von Boxplots (Abb. 5 und Abb. 6) konnte optisch der Unterschied gut dargestellt werden. Um diesen Unterschied statistisch absichern zu können, wurden mehrfache Mittelwertvergleiche der jeweiligen Verhaltensweise angestellt. Dies erfolgte sowohl für die X- als auch Y-Daten der Halsbänder und ergab, dass „Liegen“ und „Stehen“ als eine homogene Gruppe (Tab. 9 und Tab.11) angesehen werden kann und kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte.

Die Differenzierung der Verhaltensweise „Grasen“ von stehendem/liegendem Verhalten war hingegen mit den aufgeführten Auswertungsmethoden möglich. Nicht nur anhand der Boxplots konnte man eine eindeutige optische Unterscheidung erkennen (Abb. 5 und Abb. 6), sondern auch die mehrfachen Mittelwertvergleiche für die erhobenen X- und Y-Daten konnten bestätigen, dass es ein statistisch signifikanter Unterschied sowohl zwischen Grasen und Liegen, als auch zwischen Grasen und Stehen vorliegt.

Die Erfassung der Aktivitätsdaten ist mit einem Intervall von zwei Minuten sehr lang. Eine Verkürzung der Frequenz des Messintervalls könnte bessere Ergebnisse erzielen. Versuche von ROBERT et al. (2009) bestätigten dies. In ihren Untersuchungen zur

Unterscheidung von Verhaltensweisen testeten sie auch verschieden lange Messintervalle. Das kürzeste Intervall von drei Sekunden erzielte dabei die beste Klassifikation der Verhaltensweisen. In sehr kurzen Intervallen, wie bei ROBERT et al. (2009) angewendet, können so Extremwerte besser erkannt werden, die zum Beispiel beim eigenen Belecken entstehen und so zu großen Ausschlägen in den Aktivitätssensoren führen. In einem Intervall von zwei Minuten werden solche Bewegungen summiert. ROBERT et al. (2009) nutzen für ihren Versuch Drei-Achsen-Beschleunigungssensoren.

Die Anwendung von Drei-Achsen-Beschleunigungssensoren könnte somit eine Unterscheidung von „Grasen“ und anderen Verhaltensweisen möglich machen. In der Datenerfassung würden nicht nur Rechts-links- und Vorwärts-rückwärts- Bewegungen aufgezeichnet werden, sondern auch die Veränderung auf der vertikalen Achse.

Ein weiteres Problem bei der Erkennung ist, dass die Sensoren ebenfalls Bewegungen des Tieres erfassen, die zu einem Ausschlag führen, welche für die Erfassung allerdings nicht interessant sind. Dazu zählt die Bewegung des Kopfes zum Kratzen, zum eigenen Belecken oder zum Vertreiben von Fliegen.

Das Halsband selbst kann eine Fehlerquelle in der Datenerfassung darstellen, wenn es nicht richtig befestigt wird. Um das Tier in seinem Verhalten nicht zu stören, kann das Halsband nicht „starr“ am Hals angebracht werden. Es muss also ausreichend Spielraum bei der Anbringung gelassen werden, damit das Tier ungehindert agieren kann. Dieser Spielraum kann auch dazu führen, dass es zu fehlerhafter Datenerfassung kommt. Auch SCHEIBE et al. (1998) erkannte diesen Fakt als mögliche Fehlerquelle.

Das Übernehmen des in KLUTTKES (2012) Studie angewendeten Algorithmus war nicht möglich. Nur 64% der erhobenen Daten ließen sich eindeutig über den Algorithmus auswerten und einer Verhaltensweise zuordnen. Die höheren Ausschlagwerte der Aktivitätsdaten der X- und Y-Achse in der vorliegenden Arbeit zeigen, dass man nicht einen allgemeinen Algorithmus bestimmen und ihn auf andere Rinderrassen übertragen kann. Rinderrassen weisen durch individuelle Körpergrößen, Laufstile oder Temperament ein unterschiedliches Aktivitätsverhalten auf. Daher muss für jede

Datenerfassung ein eigener, auf die gegenwärtige Rinderrasse abgestimmter Algorithmus entwickelt werden.

Neben der hier angewendeten Kalkulation des Stichprobenumfangs sind auch noch andere Methoden zu prüfen, mit denen sich ein Mindeststichprobenumfang bestimmen lässt.

6 Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit bestand darin, Sensordaten aus Zwei-Achsen-Beschleunigungssensoren zu validieren, um dadurch die Verhaltensweise Grasen von anderen Verhaltensweisen unterscheiden zu können.

Ein bestehender Algorithmus, der zuvor in einer Studie an Yaks entwickelt wurde, sollte diese Unterscheidung möglich machen und zeigen, ob dieser auch auf andere Rinderrassen und ihr Aktivitätsverhalten übertragbar ist.

Während des Zeitraumes vom 19.06.12 bis zum 24.06.12 fand die Beobachtung an Mutterkühen der Rasse Uckermärcker statt. Die Tiere waren mit Zwei-Achsen-Beschleunigungssensoren und GPS-Halsbändern der Firma Vectronic Aerospace GmbH ausgestattet. Die Halsbänder lieferten die Aktivitätsdaten in Form von Beschleunigungswerten auf X- und Y-Koordinaten. Das heißt, gemessen wurden sowohl die Vorwärts- und Seitwärtsbewegungen, als auch die Vor- und Rückwärtsbewegung der Tiere.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Verhaltensweisen „Stehen“ und „Liegen“ nicht eindeutig anhand der Beschleunigungswerte zu unterscheiden waren. In ihrer Ausführung sind diese Verhaltensweisen von Inaktivität gekennzeichnet. Es liegt nahe, dass die Sensorsignale nicht deutlich zu unterscheiden sind. Somit wurden beide Verhaltensweisen im weiteren Verlauf zu „Stehen/Liegen“ zusammengefasst. Die genaue Betrachtung der X- und Y-Werte führte zudem auf, dass sich die dimensionslosen Sensordaten in einem gemeinsamen Wertebereich befanden.

Mehrfache Mittelwertvergleiche bestätigten, dass eine signifikante Unterscheidung nicht möglich ist. Die Verhaltensweise „Grasen“ konnte hingegen signifikant von „Stehen“ und „Liegen“ unterschieden werden.

Der Algorithmus, wie er an Yaks ermittelt wurde, konnte nicht an Uckermärker Fleischrindern angewendet werden. Nur 64,3% der Daten konnten eindeutig einem Verhalten zugeordnet werden, sodass eine Optimierung des Algorithmus nötig wäre.

Zusammenfassend ist zu festzustellen, dass offensichtlich immer erst der Zusammenhang zwischen Sensordaten und Verhaltensweisen herdenspezifisch ermittelt werden muss, bevor die sensorgestützte Verhaltensbeobachtung erfolgreich angewendet werden kann. Die Verwendung von Aktivitätssensoren zur Analyse des Weideverhaltens konnte bestätigt werden. Weitere Untersuchungen mit Drei-Achsen-Beschleunigungssensoren an Mutterkühen wären empfehlenswert.

Literaturverzeichnis

AUERNHAMMER, H.; BRAUNREITER, C. (2008):

Telemetrische Erfassung von Standort- und Verhaltensdaten extensiv gehaltener Viehherden und deren Analyse zur Abschätzung des Potentials für ein nachhaltiges Landschaftsmanagement. DBU-Abschlussbericht AZ: 23781-34. Weihenstephan.

BAHR, C. (2007):

Sensorbasierte Analyse und Modellierung ausgewählter Verhaltensparameter von Mutterkühen. In: Dissertation an der Humboldt-Universität zu Berlin.

BAHR, C.; BREHME, U.; KAUFMANN, O.; SCHEIBE, K. (2003):

Erfassung und Analyse räumlicher und zeitlicher Verhaltensmuster unter Nutzung von GPS- und GIS-Anwendungen im Precision Livestock Farming extensiv gehaltener Nutztiere.

In: Berichte der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, Band 16, Referate der 24. GIL-Jahrestagung in Göttingen, 2003, S. 6-9.

BERCKMANS, D. (2006):

Automatic on-line monitoring of animals by Precision Livestock Farming. In R. M. Geers und F. Madec : Livestock production and society. Belgien, Wageningen, Akademischer Verlag, S. 287-294.

BRÜSER-PIEPER, C. (2006):

Untersuchungen zur thermischen Belastung von Schlachtrindern beim Straßentransport auf Langstrecken. Dissertation. Hannover.

FRASER, A.F. (1978):

Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Stuttgart. Eugen Ulmer Verlag. S.43-47.

FRIEDRICH, J. (1980).

Methoden empirischer Sozialforschung, 14.Auflage. Opladen: Westdeutscher Verlag.

GEVATTER, H.-J.; GRÜNHAUPT, U. (2006):

Handbuch der Mess- und Automatisierungstechnik im Automobil. Fahrzeugelektronik, Fahrzeugmechatronik. Springer Verlag, Berlin Heidelberg.

GROUVEN, U.; BENDER, R.; ZIEGLER, A.; LANGE, S. (2007):

Der Kappa-Koeffizient – Deutsch Medizinische Wochenschrift, Artikel Nr.23 der Statistik. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

HARTUNG, E. (2005):

Precision Livestock Farming. In Jungbluth et al. (2005): Technik Tierhaltung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. S.40.

HASSENBERG, L. (1965):

Ruhe und Schlaf bei Säugetieren. Wittenberg/Lutherstadt. Verlag A. Ziemsen.

HERING, E.; SCHÖNFELDER, G. (2012):

Sensoren in Wissenschaft und Technik. Funktionsweise und Einsatzgebiete. 1.Auflage. Vieweg und Teubner Verlag.

HOY, S. (2009):

Nutztierethologie. Eugen Ulmer Verlag. Stuttgart. S.50-51.

HUTH, F.-W. (1968):

Futteraufnahmevermögen und Nährstoffverwertung bei Schwarzbunden Kühen. Schriftenreihe des Max-Planck-Instituts für Tierzucht und Tierernährung. Heft 34.

KLUTKE, C. (2012):

Validierung von Aktivitätssensoren für die Analyse des Tierverhaltens am Beispiel von Yaks (*Bos grunniens*). Masterarbeit. Landwirtschaftlich Gärtnerische Fakultät der Humboldt Universität zu Berlin.

LÖTTKER, P.; RUMMEL, A.; TRAUBE, M.; STACHE, A.; ŠUSTR, P.; MÜLLER, J.; HEURICH, M. (2009):

New possibilities of observing animal behaviour from a distance using activity sensors in GPS-collars: an attempt to calibrate remotely collected activity data with direct behavioural observations in red deer *Cervus elaphus*. In:

Wildlife Biology 15: 425-434 (2009).

<http://www.bioone.org/doi/abs/10.2981/08-014> am 13.11.2013 um 11:10 Uhr.

MAYNARD, L. A. (1968):

Animal Nutrition. Mc.Graw-Hill Comp., New York.

MEHLER, A.; HEINIG, W. (1968):

Bauten für die Rinderhaltung : Produktionsverfahren und bauliche Gestaltung. Verlag Neumann, Radebeul.

METZNER, R. (1974):

Untersuchungen über das Trink- und Freßverhalten von Rindern zur Ermittlung tiergerechter Versorgungseinrichtungen. Landtechnik Weihenstephan. Jahrestagung 8, 37.

PETER, A. T.; BOSU, W. T. (1986):

Postpartum ovarian activity in diary cows: Correlation between behavioral estrus, pedometer, weasurements and ovulations. In: Theriogenology, Volume 26, Issue 1, July 1986, S.11-115.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0093691X86901172> am

11.11.13 um 10:20 Uhr.

PORZIG, E. (1969):

Das Verhalten Landwirtschaftlicher Nutztiere. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin. S.144-148.

PORZIG, E. (1987):

Verhaltensinventare und Tier-Umwelt-Beziehungen. In Scheibe, K.-M. (1987): Nutztierverhalten. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena. S. 73 ff.

RIST, M.; SCHRAGEL, I. (1993):

Artgemäße Rinderhaltung. Stiftung Ökologie und Landbau. Schweinsfurth Stiftung, Karlsruhe. C.F. Müller Verlag. S. 52-54.

RINGGENBERG, N.; BERGERON, R.; DEVILLERS, N. (2010):

Validation of accelerometers to automatically record sow postures and stepping behaviour. In: Applied Animal Behaviour Science 128 (2010) 37-44.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159110002674> am

05.11.13 um 12:00 Uhr.

ROBERT, B.; WHITE, B.; RENTER, D.; & LARSON, R. (2009):

Evaluation of three-dimensional accelerometers to monitor and classify behaviour patterns in cattle. In: Computers and Electronics in Agriculture 67, S.80-84.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169909000490> am

10.12.13 um 10:00 Uhr.

SAMBRAUS, H. (1978):

Nutztierethologie. Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg. S. 106-107.

SAMBRAUS, H.(1991):

Nutztierkunde. Biologie, Verhalten, Leistung und Tierschutz. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. S.154-191.

SCHEIBE, K.M.; SCHLEUSNER, TH.; BERGER, A.; EICHHORN, K.; LANGBEIN, J.; DAL ZOTTO, L.; STREICH, W.J. (1997):

ETHOSYS – new system for recording and analysis of behavior of free-ranging domestic animals and wildlife. In: Applied Animal Behaviour Science 55 (1998) S. 195-211.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168159197000725#> am

06.11.13 um 11:55 Uhr.

SCHÖN, H.; HAIDN, B.; WENDL, G., S. (2003):

Technische Innovationen in der Nutztierhaltung zur Verbesserung des Tier- und Verbraucherschutzes. Archiv Tierzucht. Sonderheft 46. Dummerstorf, S. 32-42

SPRENG, V.; AUERNHAMMER, H. (2006):

Informationsvernetzung im Precision Livestock Farming am Beispiel der Kälberhaltung. München: Technische Universität München, Department Ingenieurwissenschaften für Lebensmittel und biogene Rohstoffe, Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik.

http://www.tec.wzw.tum.de/downloads/poster/2005_vernetzung_kaelber.pdf am

09.07.2013 um 12:40 Uhr.

SÜSS, M.; ANDREAE, U. (1984):

Circadiane Rhythmik. In: Bogner, H.; Grauvogel A. (1984): Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. (S. 168). Stuttgart. Ulmer Verlag.

TILGER, M. (2005):

Biologische Rhythmen bei Nutztieren. Eine Literaturstudie. In: Dissertation an der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.

TOST, J.; HÖRNING, B. (2001):

Wahl des Geburtsortes und Einflüsse auf die Kälbersterblichkeit in einer naturnah gehaltenen Fleischrinderherde. Hrsg.: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. Schrift 407. Darmstadt, S. 119-128

TRÖGEL, T. (2010):

Brandenburgs Landwirtschaft im Wandel. In: Zeitschrift für amtliche Statistik. Stand 4/2010. Amt für Statistik Berlin-Brandenburg. S. 44.

https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/produkte/zeitschrift/2010/HZS_1004.pdf .

Am 19.12.13 um 20:31.

UMSTÄTTER, C.; WATERHOUSE, A.; HOLLAND, J.P. (2008):

An automated sensor-based method of simple behavioural classification of sheep in extensive systems. In: Computers and Electronics in Agriculture 64 (2008) S. 19-26. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169908001464>

am 04.11.13 um 12:00 Uhr.

UMSTÄTTER, C. (2010):

The evolution of virtual fences: A review. In: Computers and Electronics in Agriculture 75, S. 10-22.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169910001997#>

Am 21.11.13 um 11:45 Uhr.

WHATES, C. M.; KRISTENSEN, H. H.; AERTS, J-M. ; BERCKMANN, D. (2005):

Is precision livestock farming an engineer`s daydream or nightmare, an animal`s friend or foe, and a farmer`s panacea or pitfall? In: Cox, S. (2005): Precision Livestock Farming. Wageningen Akademischer Verlag. Belgien. S.33-46.

WINCKLER, CH. (2009):

Sozialverhalten. In: Hoy, S. (2009): Nutztierethologie (Hrsg.). Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. S.84

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben.

Berlin, den 20.12.2013

Ort und Datum

Unterschrift