

Erprobung des Echtzeit-Ortungssystems Ubisense zur Erfassung der Aufenthaltsdauer von Ziegenlämmern in Futterhecken

Sophia Bender, Gracia Ude und Heiko Georg*

Zusammenfassung

Um Tierverhalten auf der Weide untersuchen zu können, wurde das Echtzeit-Ortungssystem Ubisense 7000 erstmals unter Freilandbedingungen und mobil zur Erfassung und Ortung von 30 Ziegenlämmern erprobt. Zum einen sollte die Frage geklärt werden, ob sich das Ortungssystem Ubisense 7000 in Bezug auf Anbringung am Tier, Datenerfassung sowie Wetterfestigkeit für den Einsatz im Freiland eignet, zum anderen sollte die Aufenthaltsdauer von Lämmern in unterschiedlich gepflegten Futterhecken untersucht werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Futterhecke im Versuchszeitraum Herbst nur tagsüber genutzt wurde, während einzelne Weidephasen auch nachts stattfanden. Die Datenaufnahme war nach Anpassung von Technik an Futterhecke und Tier erfolgreich.

Schlüsselwörter: Echtzeit-Ortungssystem, Ziegenlämmer, Futterhecke

Abstract

Feasibility test of the real-time location system Ubisense to measure browsing of fodder hedges with goat kids

To assess animal behaviour of goat kids on pasture, a real-time location system, Ubisense 7000, was installed mobile and outdoors. One major goal of the study was the feasibility of the location system regarding fixation at animals, collecting data and outdoor durability. The other goal was to analyse the durations of stay that goat kids spent in three differently maintained fodder hedges. Results show that grazing periods happen even during the night, whereas fodder hedges were used during daytime only. Data were successfully collected after adaptation of technique to fodder hedges and animals.

Keywords: Real-time-location system, goat kids, fodder hedges

* Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau

Einleitung

Eine artgerechte Haltung von Ziegen sollte einen regelmäßigen Weidegang vorzugsweise mit Heckennutzung einschließen, da natürliche Neugier, Bewegungsdrang und Sozialverhalten oft besser befriedigt werden können als im Stall (Deinhofer, 2009); als fakultative Buschbeweider können Ziegen bis zu 60 % ihres Futterbedarfs über Gehölze decken (Rahmann, 2000).

Eine Positionsbestimmung in großräumigen Freilanduntersuchungen erfolgt über Satellitennavigation, die in der Tierhaltung auch angewendet wird (Umstatter, 2011). Die Ortung von Nutztieren in ihrer Stallumgebung hingegen gestaltet sich selbst für bereits industriell erprobte Verfahren aufgrund von Abschattungen, Metallen in der Stalleinrichtung und dem rauen Umgebungsklima schwieriger und muss angepasst werden (Gygax et al., 2007).

Zur Untersuchung des Tierverhaltens von Ziegenlämmern auf der Weide wurde das Echtzeit-Ortungssystem Ubisense 7000 erstmals unter Freilandbedingungen und mobil erprobt.

Literatur

Status quo Verhaltensforschung

Die Verhaltensforschung in Ställen erfolgt zumeist immer noch über Direktbeobachtungen oder Kameraaufzeichnungen, die später aufwendig aufgearbeitet und ausgewertet werden müssen.

Technische Hilfen sind z. B. bei Rindern Pedometer, die sich für die Aufzeichnung von Aktivität, Liegen und Temperatur, aber nicht für eine Positionsbestimmung eignen. Im Schweinebereich untersuchten Hessel et al. (2008) eine stationäre Antenne zur simultanen Einzeltiererkennung im Futtertrog von Ferkeln, die mit High-Frequency-Transpondern gekennzeichnet waren und erreichten eine Lesequote von rund 98 %. Burose und Zähler (2008) entwickelten eine stationäre Antenne zur automatischen Identifikation von Schweinen, deren Lesequote je nach Antenne (ein- und zweidimensional, Kunststoffmatten, kleine Leseantennen) und Transpondertyp (Anti-Kollisionstransponder und ISO-Transponder) zwischen 52 und 98 % lag.

Ortungssysteme zur automatisierten Erfassung von Verhaltensdaten werden seit einigen Jahren in Rinderställen (zur Arbeitserleichterung) zur Unterstützung des Herdenmanagements, wie z. B. der Brunstbeobachtung eingesetzt. Da sich GPS-basierte Systeme in Stallgebäuden durch die Abschattung der Satellitensignale nicht für eine genaue Positionsbestimmung eignen, wird bei Ortungssystemen zumeist eine eigene Infrastruktur mit Sensoren und Identifikationseinheiten aufgebaut. Hierbei kommen verschiedene Ortungsprinzipien zum Einsatz: Das Triangu-

lationsprinzip, die Signallaufzeiterfassung oder Kombinationen von beiden (Georg et al., 2011).

Roth (2005) weist darauf hin, dass in der Regel hochpräzise Systeme auf kleinere Areale beschränkt sind und eine höhere Genauigkeit auch höheren Aufwand sowie höhere Kosten nach sich zieht. Doch die Anforderungen an ein Ortungssystem variieren mit dem Anwendungszweck. Als praxistaugliche Systeme für die Tierhaltung gelten Entwicklungen der Firmen Abatec und Ubisense. Bei beiden erfolgt die Positionsbestimmung über die Erfassung von Signallaufzeitunterschieden zwischen den mobilen und den fest installierten Stationen, bei Ubisense Series 7000 zusätzlich über Messungen des Einfallswinkels des Transpondersignals (Beyer et al., 2009).

Mithilfe des Systems Cowdetect, das auf Ubisense-Komponenten basiert, konnten auf sechs Praxisbetrieben Bewegungsaktivität und die aktuelle Position aller Tiere bzw. eines beliebigen Tieres in Echtzeit angezeigt werden. Wenn z. B. ein Tier unter besonderer Beobachtung steht oder sich auffällig zeigt und im Computer entsprechend farblich markiert wurde, kann es jederzeit zügig auffindig gemacht und betrachtet werden und eine Separation entfällt. Dies kommt den Herdentieren in ihrem Verhalten entgegen. Vor allem Betriebe mit größeren Beständen bekunden nach Sjøgaard (2010) reges Interesse an diesem Ortungssystem.

Ziegen als fakultative Buschbeweider

Als fakultative Buschbeweider können Ziegen bis zu 60 % ihres Futterbedarfs über Gehölze decken (Rahmann, 2000) und fressen bevorzugt zuerst Blätter und Gehölze und erst später Gräser und Kräuter (Zingg und Kull, 2006). Neben der Eignung von Gehölzen als Futtergrundlage mit vergleichbaren Nährstoffgehalten üblicher Futterarten (Rahmann, 2004) wirkt das Gehölzfutter auch entzündungshemmend (Gerbsäuren), anregend und Parasiten reduzierend (Blausäureglykosid) (Machatschek, 2005).

Eine Untersuchung von Ude et al. (2011) zur Beäsung von Futterhecken, die dem im folgenden Artikel vorgestellten Versuch zur Ortung vorangegangen war, ergab bedingt durch fakultative Bipédie, nach einer Beweidungsdauer von zehn Tagen Fraßhorizonte von 1,50 m bis 2,0 m, sowie einen Blattverbiss von 80 bis 90 % innerhalb von fünf Beweidungstagen. Ein Gehölzverbiss zeigte sich schon innerhalb der ersten 24 h an den dünnen und mittleren Ästen. Nach 48 Stunden lag der Anteil an unberührten dünnen Gehölzen nur noch bei 30 %, bei den mittleren Gehölzen wurde dieser Wert nach sechs Tagen beobachtet. Auch die Stämme wurden bereits zwischen dem ersten und zweiten Tag beäst, so dass nach vier Tagen 50 % der Stämme Verbisschäden zeigten. Eine Fallstudie von Zingg und Kull (2006) mit 941 m² Waldweide und vier

Ziegen zeigte durch die Beweidung erhebliche Veränderungen in der Krautschicht; große Bäume ab Stangenholz wurden nicht geschädigt, jedoch wurde eine Verjüngung des Baumbestandes verhindert.

Eine Möglichkeit der Nutzung der Funktion des fakultativen Buschbeweiders ist der Einsatz von Ziegen im Naturschutz, der auf der einen Seite der Biotoppflege aufgrund der sehr guten Verbissleistung dient und auf der anderen Seite eine zusätzliche Einkommensquelle im Vertragsnaturschutz bietet (Rahmann, 2008).

Ziel der Untersuchung

Das Ortungssystem Ubisense 7000 wurde erstmals bei Ziegenlämmern und unter Freilandbedingungen mit Futterheckennutzung eingesetzt. Es ergaben sich folgende Fragestellungen:

- Eignet sich Ubisense 7000 für eine Ortung auf einer Weide bei Heckennutzung?
- Ist eine tierindividuelle Erfassung möglich?
- Eignet sich das System als zukünftige Managementhilfe?
- Kann dieses Verfahren eine aufwändige Verhaltensbeobachtung ersetzen?
- Wie werden die drei unterschiedlich gepflegten Futterhecken von den Ziegenlämmern angenommen?
- Zu welchen Tages- und Nachtzeiten nutzen die Lämmer die Hecke?

Material und Methode

Bei dem im Folgenden dargestellten Versuch handelte es sich um ein Teilprojekt eines Forschungsprojektes, das mit 120 Ziegenlämmern der Rasse Bunte Deutsche Edelziege am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau in Trenthorst/Wulmenau im Jahr 2010 durchgeführt wurde. Dieses Forschungsprojekt beschäftigte sich mit der elektronischen Tierkennzeichnung bei Ziegenlämmern in Form von verschiedenen Ohrmarkentypen und Injektaten zu zwei Applikationszeitpunkten und deren Abheilung nach der Applikation sowie mit deren Verlusten bei systematischer Beweidung von Gehölzen und Weideflächen bei Nutzung von Knotengittern und Litzen.

Das Teilprojekt mit dem Ortungssystem Ubisense 7000 wurde mit 60 Ziegenlämmern der Rasse Bunte Deutsche Edelziege im August und September 2010 im Rahmen der Diplomarbeit von Bender (2010) durchgeführt. Dargestellt werden im Folgenden die Daten von 30 Ziegenlämmern.

Lämmer

Der Versuch wurde mit 30 männlichen, z. T. sterilisierten Ziegenlämmern der Rasse Bunte Deutsche Edelziege durchgeführt. Die Lämmer waren zum Zeitpunkt des Or-

tungsversuchs zwischen sieben und neun Monaten alt und wogen bei Versuchsende durchschnittlich 29 kg.

Auf den Versuchspartellen stand den Lämmern als Unterstand eine Hütte zur Verfügung. Die Wasserversorgung wurde über eine mobile Schwimmertränke gewährleistet. In einem Kraal in Holztrögen wurden die Lämmer zweimal täglich pro Lamm mit 150 g Weizenschrot, das mit 8 g Mineralfutter und 8 g Bierhefe angereichert wurde, gefüttert. Zusätzlich stand jeder Gruppe ein Leckeimer zur Mineralstoff- und Spurenelementversorgung zur freien Verfügung.

Futterhecken

An den Ziegenstall grenzt eine ca. 25 ha große Grünlandfläche. Durch den Treibbeweg, der diese Fläche nahezu halbiert, und durch das Pflanzen von sieben parallel angeordneten Futterhecken im Jahr 2001 gliedert sie sich seitdem in 8 Weideflächen mit einer Größe von ca. 2,8 bis 3,5 ha (Abbildung 1). Zum Zeitpunkt der Pflanzung waren die Gehölze zwischen 30 bis 60 cm hoch. Die Bepflanzung erfolgte in drei Reihen mit einem Reihenabstand von 1,5 m und einem Pflanzenabstand von 75 cm. Es wurden rund 30 heimische Gehölzarten gepflanzt (z. B. verschiedene Weidenarten, Brombeere, Haselnuss, Schwarzdorn, Wildapfel, Zitterpappel, Feldahorn). Die Futterhecken haben eine Länge zwischen 100 und 265 Metern.

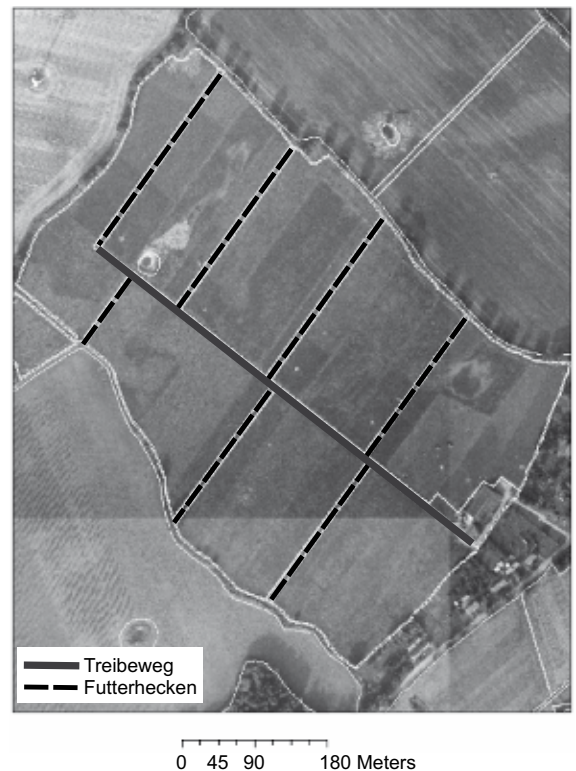


Abbildung 1:
Luftbild der Weidefläche Kornsaahl mit eingezeichneten Futterhecken und Treibbeweg

Drei der sieben Hecken wurden 2008 von den Ziegen beäst und anschließend bodennah (ca. 5 bis 10 cm hoch) abgesägt, d. h. „auf den Stock gesetzt“. 2009 wurde eine weitere Hecke auf diese Weise genutzt und gepflegt.

Die Bonituren von Ude et al. (2011) von vergleichbaren Parzellen zeigten Wuchshöhen bei zwei bis 2010 noch nicht auf den Stock gesetzten alten Hecken je nach Gehölz zwischen ca. 2,50 m (Schwarzdorn, Heckenrose, rote Heckenkirsche) und 6,5 bis 7,5 m (Silberweide, Salweide, Bruchweide). Die Wuchshöhen der in 2008 auf den Stock gesetzten jungen Hecke betragen 0,8 m (Hainbuche) bis 2,8 und 4,3 m (Weiden). In der 2009 auf den Stock gesetzten ganz jungen Hecke waren maximale Wuchshöhen von 2,5 bis 2,7 m (Silberweide und Bruchweide) und geringe Wuchshöhen von 0,8 bis 1,1 m (Linde, Schneeball, Salweide) ermittelt worden.

In den Versuch zur Ortung wurden alle drei unterschiedlich gepflegten Hecken einbezogen, d. h.:

Variante „ganz junge Hecke“: 2009 von Ziegen beäst und anschließend auf den Stock gesetzt (Abbildung 2)

- Variante „junge Hecke“: Im Jahr 2008 von Ziegen beäst und auf den Stock gesetzt (Abbildung 3)
- Variante „alte Hecke“: Bis zum Jahr 2010 noch nicht gepflegt (Abbildung 4).



Abbildung 2:
Beäsen der ganz jungen Hecke



Abbildung 3:
Beäsen der jungen Hecke



Abbildung 4:
Beäsen der alten Hecke

Technik

Das verwendete Ubisense Series 7000 Real-Time-Ortungssystem arbeitet zur Feststellung der Position der aktiven Transponder, *Tags* genannt, im Ultrabreitband (Ultra Wideband, kurz: UWB, Frequenzbereich 6 bis 8,5 GHz). UWB-Signale können keine Metalle oder Flüssigkeiten durchdringen, weshalb je nach räumlichen Gegebenheiten eine entsprechende Anzahl und Anordnung der Sensoren nötig ist. Mit der Ultrabreitband-Technologie lassen sich aber Daten über kurze Distanzen mit hohen Übertragungsraten bei geringem Stromverbrauch kabellos austauschen.

Auf der UWB-Frequenz werden von den Sensoren des Ubisense-Systems die von den Tags ausgesandten Signale zur Positionsbestimmung ausgewertet. Die Tags senden auf Anforderung der Sensoren ihr Signal, daraufhin findet deren Positionsbestimmung über Laufzeitdifferenz TDoA (Time Difference of Arrival) sowie über die Winkelbestimmung (Angle of Arrival, kurz: AoA) statt. Bei diesem Verfahren ermitteln mindestens zwei Basisstationen, deren Entfernung zueinander bekannt ist, den Eingangswinkel eines Transpondersignals, zusätzlich senden sie Signale auf einer Geraden in einem bestimmten Winkel zum Boden aus. Aus den Schnittpunkten dieser Geraden errechnet der PC die Position des Transponders.

Die Genauigkeit der Messung kann nach Herstellerangaben bis zu 15 cm betragen. Zur genauen Ortung sind mindestens zwei Sensoren notwendig; eine komplette Zelle des Ubisense-Systems besteht aus 4 Zellen. Die Steuerung der Tags erfolgt über einen 2,4-GHz-Kanal. Tags können damit auch individuell abgeschaltet werden.

Die Kommunikation der Sensoren untereinander erfolgt durch eine Ethernet-Schnittstelle und einen Netzwerk-Switch, der die Sensoren durch PoE (Power over Ethernet) auch mit der notwendigen Betriebsspannung versorgt. Zur

Zeitsynchronisation der Sensoren wird der synchronisierende Master-Sensor durch Timing-Kabel mit den als Slave definierten Sensoren verbunden.

Die Software enthält ein sogenanntes Location Engine Configuration-Modul zur Einbindung des Echtzeit-Ortungssystems in das Netzwerk, Definition von Sensoren und Sensor-Zellen, Konfiguration und Kalibrierung von Sensoren, Registrierung von Tags, sowie das Modul Site Manager zur Einbindung von Grundrissen in den Ortungsbereich, Definition von zu ortenden Personen, Tieren oder Gegenständen und die Definition und Zuordnung bestimmter Zonen.

Im Modul Map werden Events visualisiert, wenn ein Tag eine bestimmte Zone erreicht (Speichern des Zeitstempels für Entry/Exit in einer Zone).

Die verwendeten Tags hatten die Bezeichnung Compact Ubitags, mit den Abmessungen 38 x 39 x 16,5 mm und einem Gewicht von etwa 25 g.

Versuchsaufbau

Parzellen

Zunächst wurden die Weideparzellen im Bereich vor der Hecke mit DGPS (Differential GPS mit Real Time Kinematik, AgGPS 332, Trimble Navigation Ltd.) auf die Größe

50 m x 70 m vermessen. Hinter der Hecke, die sich in allen Varianten am nördlichen Ende der Parzelle befand, wurden zusätzliche 2,50 m berücksichtigt, damit bei der Heckenpflege mit der Motorsäge die umfallenden Bäume den Zaun möglichst wenig gefährdeten. Als Zaunmaterial wurden herkömmliche Litzen und Weidepfähle verwendet; d. h. es wurde ein rechteckiger Bereich eingezäunt, der 70 m lang (parallel zur Hecke) und 50 m breit war, zuzüglich Heckenbreite und 2,50 m Fallraum.

Abbildung 5 verdeutlicht das Schema des Versuchsaufbaus eines untersuchten Weidestücks mit Hecke, Hütte, Position der sechs Sensoren, Netzwerk-Switch außen sowie im Container, Netzwerkkabel und Stromversorgung.

Sensoren

Für die Weidefläche von 3 500 m² wurden 6 Sensoren benötigt.

Ausgehend von der Herstellerempfehlung wurden die Sensoren in ca. 4 m Höhe angebracht, mit einem Mindestabstand von 10 m und einem Maximalabstand von 50 m zum nächsten Sensor. Dazu wurden die Sensoren an „Dreibeinen“ befestigt (Abbildung 6) und mit einer Wasserwaage horizontal ausgerichtet. Der Fußpunkt wurde mit einem Maurerlot erfasst und die Höhe anhand der Schnurlänge ermittelt. Der Fußpunkt wurde mit DGPS mit

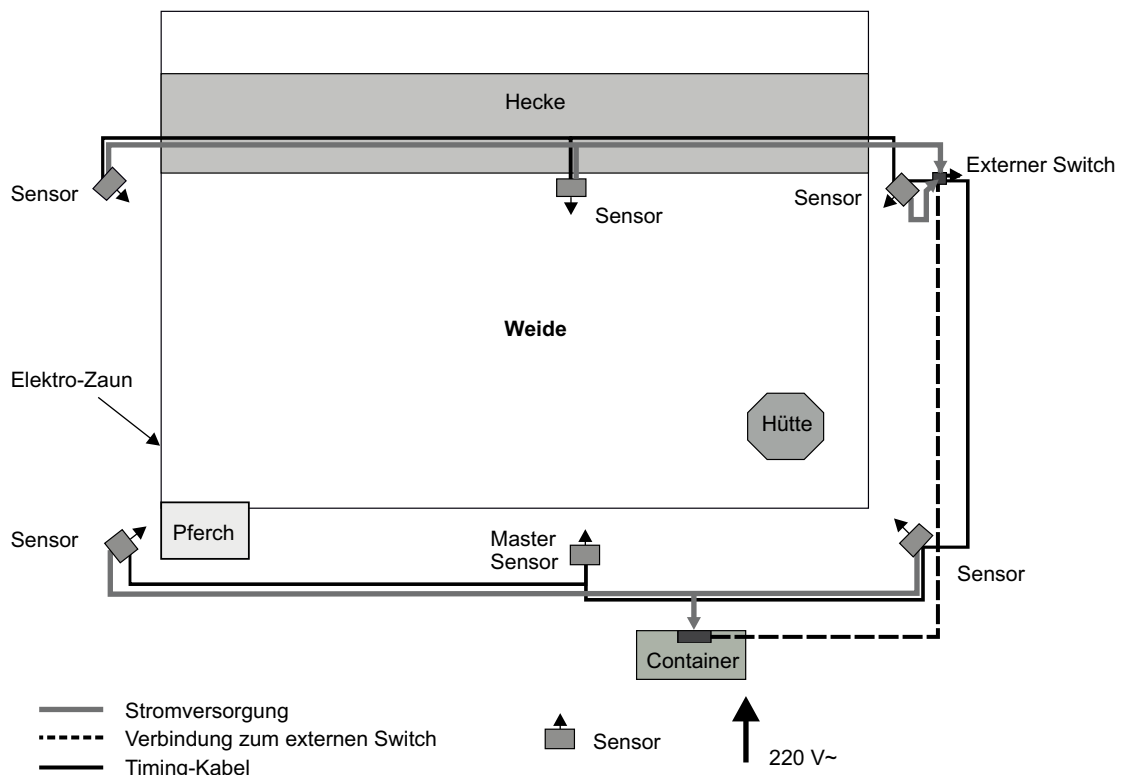


Abbildung 5:
Schematischer Versuchsaufbau

einer Genauigkeit von 2 cm eingemessen und zusammen mit der Höhenangabe im Koordinatensystem der Ortungssoftware eingetragen, damit eine gegenseitige Kalibrierung der Sensoren möglich war.



Abbildung 6:
Dreibein mit Sensor

Kalibrierung der Sensoren

Zur Kalibrierung wurde die Position sieben fester Punkte in der Messfläche, deren Position ebenfalls mit DGPS eingemessen wurde, mithilfe eines Tags gemessen. Aufgrund der dem System bekannten Koordinaten erfolgt durch die Software eine automatische Kalibrierung der Sensoren.

Tags

Die Sender bzw. Tags wurden geschützt vor Verbiss in einer kleinen Dose an Gurten verschraubt, die im Rückenbereich der Tiere gepolstert wurde (Eigenkonstruktion). Jeder Gurt erhielt eine eigene Nummer, so dass ein Gurt einem Lamm zugeordnet werden konnte.

Damit die Signalübertragung zwischen den Tags und den Sensoren möglichst ungehindert war, wurden die Gurte täglich mehrmals kontrolliert. Um den störenden Einfluss so gering wie möglich zu halten, geschah dies in der Regel

bei den Routine-Kraftfuttergaben. Die Gurte wurden ggf. zurechtgerückt, so dass der Tag gen Himmel zeigte, bzw. wurden bei Verlust wieder angelegt. Während der Kraftfuttergaben im Kraal stellte dies keinen für den Versuch relevanten Einfluss dar.

An den Tagen, an denen eine Aufnahme stattfand, wurden alle 30 Lämmer mit einem Gurt ausgestattet, so dass alle Lämmer gleichzeitig erfasst werden konnten (Abbildung 7).



Abbildung 7:
Lämmer mit Gurten und Tags

Datenerfassung

Zur Beantwortung der Versuchsfrage, wie lange sich die Lämmer in der Hecke aufhalten, wurden verschiedene Ereigniszonen eingerichtet: Weide, Kraal, Hütte, Futterhecke und Vorzone Futterhecke.

Der SpatialEventLogger ist ein zusätzliches Programm-Modul, das gestartet wird, um Tiere in bestimmten Alarmzonen oder Bereichen zu lokalisieren. Es zeichnet den Zeitpunkt des Ereignisses auf, an dem ein Transponder in eine Zone hinein bzw. wieder hinaus bewegt wird. So entsteht für jeden Transponder eine Liste mit Zeitstempeln für das Eintreten und Verlassen der definierten Zonen. Das Programm-Modul Multicell-Logger speichert für jeden Tag Zeit und Ortskoordinaten (Gauß-Krüger-Koordinaten) im Sekundenabstand. Aus diesen Datensätzen lassen sich zurückgelegte Wegstrecken, Ruhe- sowie Aktivitätsparameter berechnen.

Zusätzlich zum Ortungssystem wurden die Aktivitäten der Lämmer mit Kameras (Panasonic, Modell WV-BP 102) und einem Digitalrekorder (Everfocus EDR-810-H) aufgezeichnet.

Die Aufenthaltsdauer wurde in allen drei unterschiedlich gepflegten Hecken erfasst: Der Versuch in der ganz jungen Hecke, d. h. 2009 auf den Stock gesetzt, dauerte

vom 15.08.2010 bis 23.08.2010. Der Versuchszeitraum in der jungen Hecke, d. h. 2008 auf den Stock gesetzt, erfolgte vom 27.08.2010 bis zum 04.09.2010. Die Variante alte Hecke, d. h. bis zu dem Zeitpunkt noch nicht gepflegt, umfasste den Zeitraum vom 08.09.2010 bis zum 18.09.2010 (Tabelle 1).

In den Varianten ganz junge Hecke und junge Hecke wurden die Lämmeraktivitäten am ersten, zweiten und siebten Tag nach dem Umweiden sowie an Tag acht, also am ersten Tag, nachdem die Hecke auf den Stock gesetzt wurde, mit dem Ortungssystem erfasst. In der Variante alte Hecke lief die Ortung während der Tage eins, zwei und neun nach dem Lämmerauftrieb, sowie ebenfalls am ersten Tag, nachdem die Hecke auf den Stock gesetzt wurde – hier der zehnte Tag.

Die Datenerfassung begann jeweils morgens gegen acht Uhr. Zu diesem Zeitpunkt wurden die Lämmer im Kraal mit Kraftfutter gefüttert, so dass die Gurte mit geringem Störeinfluss kontrolliert werden konnten.

Tabelle 1:

Varianten und Grunddaten

Variante	Datum Datenerfassung	Uhrzeit	Versuchstag	Anzahl Lämmer
ganz junge Hecke	15.08.2010 - 16.08.2010	8:13 - 7:58	1	30
	16.08.2010 - 17.08.2010	8:00 - 8:00	2	29
	21.08.2010 - 22.08.2010	8:00 - 8:00	7	29
	22.08.2010 - 23.08.2010	8:00 - 8:00	8	29
junge Hecke	27.08.2010 - 28.08.2010	8:46 - 8:46	1	29
	28.08.2010 - 29.08.2010	8:46 - 8:46	2	29
	02.09.2010 - 03.09.2010	7:59 - 7:59	7	29
alte Hecke	03.09.2010 - 04.09.2010	7:59 - 7:59	8	29
	08.09.2010 - 09.09.2010	8:00 - 8:00	1	28
	09.09.2010 - 10.09.2010	8:00 - 8:00	2	28
	16.09.2010 - 17.09.2010	8:00 - 8:00	9	28
	17.09.2010 - 18.09.2010	8:00 - 8:00	10	27

Datenauswertung

Die Event- und Multicell-Logger-Daten, die im csv-Format vorlagen, wurden zunächst in Microsoft-Excel eingelesen. Hier erfolgte eine manuelle Datenbereinigung, da z. T. ein Datensatz nicht aus einem Enter (einem Eintritt in eine Zone) und einem Exit (dem Austritt aus dieser Zone) bestand, sondern z. B. aus zwei Eintrittszeiten. Diese Datenbereinigung wurde für jedes Tier durchgeführt.

Nach der Datenbereinigung wurden die Daten in SAS 9.2 importiert. Je Tier und Versuchstag wurden die Summen pro Stunde und Ereignis (Aufenthalt Hecke, Hütte,

Weide) gebildet. Anschließend wurden die Daten mittels deskriptiver Statistik ausgewertet, indem von allen 30 Lämmern bzw. allen auswertbaren Tags die Summen, Mittelwerte oder Häufigkeiten je Versuchstag, Stunde, Variante und Ereignis gebildet wurden.

Ergebnisse

Eignung von Ubisense 7000 für eine Ortung auf der Weide mit Heckennutzung

Ubisense Series 7000 arbeitet auf Basis von Ultrabreitband. UWB-Signale können keine Metalle oder Flüssigkeiten durchdringen. Für den Versuch bedeutete dieses, dass die Signale die Futterhecke nicht überwinden konnten. Deshalb wurde die Versuchsparzelle so konzipiert, dass sich die Futterhecke am Rand der Versuchsparzelle befand. Ein Eintritt in die Ereigniszone Fresszone bedeutete gleichzeitig das Verlassen des Aufnahmebereichs. Zur Überprüfung der Daten wurde entlang der Fresszone Futterhecke noch eine Vorzone Hecke eingerichtet, die die Lämmer passieren mussten, um in die Hecke zu gelangen.

Für den Versuch wurden Dreibein-Stative aus Stahlrohren konstruiert, an denen die Sensoren befestigt werden konnten. Vor der Witterung wurden die Sensoren und Kabelverbindungen mit Plastikfolien geschützt. Von jedem Slave-Sensor führte jeweils ein Netzkabel zum Master (Zeitsynchronisation) und zum Switch (Stromversorgung), der Master-Sensor war über eben solche Kabel mit dem Switch verbunden. Die Kabel wurden nach Möglichkeit außerhalb des Tierbereichs verlegt, um Verbiss durch die Lämmer zu verhindern. Da sich dadurch die Kabellänge erhöhte, mussten im Versuch die verwendeten 50-m-Kabel mit Kupplungen verlängert werden. Die Kupplungen wurden ebenso wie die Sensoren mit Plastikfolien geschützt, allerdings musste auf Schwitzwasser oder Regen geachtet werden, da die Kabel auf der Weide verlegt wurden.

Die tierindividuelle Erfassung der 30 Ziegenlämmer mit den Tags war erfolgreich. Die verwendeten Gurte bestanden aus einem etwa 2 cm breiten Gummiband mit verstellbarem Plastikverschluss. Im Rahmen einiger Vorversuche wurden die Tiere an die Gurte gewöhnt. Einige Lämmer schienen den Gurt zunächst als Belästigung zu empfinden, was sich aber bald legte. Während der Versuchszeit zeigten die Lämmer keine Anzeichen einer Störung durch die Gurte.

Fehlende Daten durch Gurtverluste traten auf und wurden im Protokoll mit Datum, Uhrzeit und Fundort festgehalten, so dass die Daten für die Auswertung bereinigt werden konnten. Bei bis zu drei Lämmern pro Aufnahmetag konnten die Daten nicht verwendet werden, da nicht genug Aufnahmematerial vorhanden war bzw. dieses deutliche Fehler aufwies (Tabelle 1).

Aufenthaltsdauern der Ziegenlämmer in den Futterhecken

Dargestellt wird im Folgenden die Nutzung der unterschiedlich gepflegten Futterhecken durch die Lämmer, die durch das Ortungssystem Ubisense 7000 erfasst wurde. Die Aufenthaltszeiten in der Hütte oder auf der Weide werden nicht im Einzelnen betrachtet. Die Daten zeigen, dass die Hütte im Versuchszeitraum überwiegend nachts und bei Regen auch tagsüber genutzt wurde, während ein Aufenthalt auf der Weide hauptsächlich tagsüber aufgezeichnet wurde.

Nutzung der ganz jungen Futterhecke

In Tabelle 2 dargestellt ist je Versuchstag die absolute Anzahl an Besuchen in der Futterhecke pro Stunde und die Anzahl an Lämmern, die die Hecke jeweils genutzt haben.

Bei Versuchstag 1 handelte es sich um den ersten Tag nach dem Umweiden auf eine neue Fläche. Am Versuchstag 2 wurden die darauf folgenden 24 h betrachtet. Ver-

suchstag 7 war der siebte Tag in der Futterhecke und bei Versuchstag 8 wurde morgens die Hecke auf den Stock gesetzt.

Bei der ganz jungen Hecke wurden am ersten Versuchstag innerhalb von 24 Stunden 2855 Besuche registriert. An den Tagen zwei und sieben fanden mit einer Anzahl von 1740 und 1948 weniger Besuche statt. Die niedrigste Anzahl an Besuchen wurde am achten Versuchstag mit 1598 Besuchen registriert.

An jedem Versuchstag gab es zwischen 5 Uhr und 20 Uhr drei bis vier Stunden, an denen vermehrt Besuche zu verzeichnen waren. Zwischen 21 Uhr und 5 Uhr wurde die Futterhecke nicht aufgesucht.

Die Anzahl an Lämmern in der Futterhecke je Stunde zeigt bis auf wenige Ausnahmen, dass zwischen 5 Uhr und 20 Uhr zwischen 75 und 100 % der Herde in der Futterhecke registriert wurden.

Die Abbildung 8 stellt die mittlere Aufenthaltsdauer der Lämmer in der ganz jungen Hecke je Stunde an den vier Versuchstagen dar. Die mittlere Aufenthaltsdauer je Stunde

Tabelle 2:

Anzahl Heckenbesuche und Anzahl Lämmer in der Hecke je Stunde für die einzelnen Versuchstage in der ganz jungen Hecke

Stunde [h]	Tag 1		Tag 2		Tag 7		Tag 8	
	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]
8					78	27	17	11
9	537	30	109	25	108	27	150	28
10	191	28	259	29	9	4	145	29
11	120	25			94	24	129	28
12	20	19	46	25	76	21	117	28
13	423	27	191	28	97	22	229	29
14			106	28	299	27	60	15
15	32	20	205	29	205	29	120	28
16	446	28	262	29	78	22	223	28
17	488	29	2	2	337	28	72	23
18	51	14	126	28	177	27	71	23
19	101	25	28	16	181	27	264	29
20	120	27			29	17		
21								
22								
23								
0								
1								
2								
3								
4								
5	49	23			28	14		
6	230	28	66	25	126	23	1	1
7	47	19	340	27	26	16		
Σ	2855 [n/d]		1740 [n/d]		1948 [n/d]		1598 [n/d]	

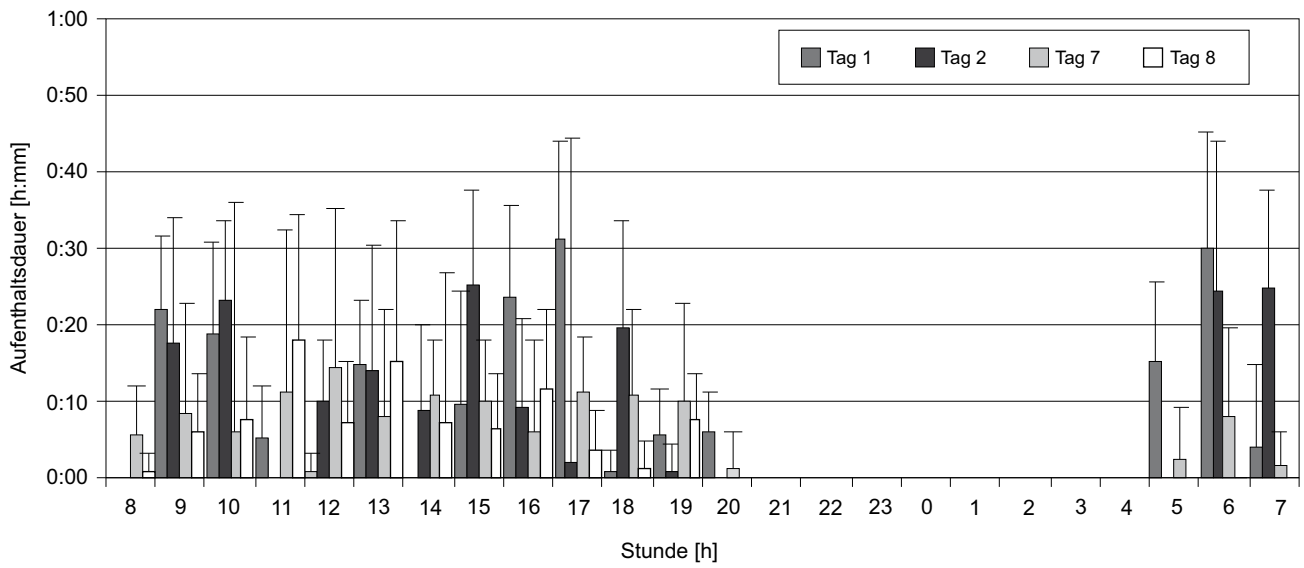


Abbildung 8:
Mittlere Aufenthaltsdauer pro Stunde der Lämmer in der ganz jungen Hecke für die einzelnen Versuchstage

Tabelle 3:
Anzahl Heckenbesuche und Anzahl Lämmer in der Hecke je Stunde für die einzelnen Versuchstage in der jungen Hecke

Stunde [h]	Tag 1		Tag 2		Tag 7		Tag 8	
	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]
8	48	18	83	25	12	11	2	2
9	38	19	33	14	12	11		
10	2	2	28	17	26	17	13	9
11	64	21	163	29	23	18	15	11
12	30	18	9	9	14	14	8	8
13	2	2	1	1	34	18	17	13
14					18	15	6	6
15	10	9	42	18	30	19	43	23
16	45	21	74	27	9	9	31	17
17	4	4	38	20	51	24	8	8
18	1	1	152	29	66	26	62	27
19	70	21	69	22	48	23	27	15
20	72	27	62	23	9	9	24	17
21	16	15	2	2			5	5
22			2	2			3	3
23							2	2
0								
1								
2								
3								
4	28	4	1	1	7	7		
5	49	4			6	6		
6	70	11	22	15	17	15	5	4
7	45	20	125	28	16	13	14	8
Σ	594 [n/d]		906 [n/d]		398 [n/d]		285 [n/d]	

lag an den ersten beiden Versuchstagen zwischen 1 min und 31 min, im Mittel zwischen 13 bis 15 min. Hingegen reduzierte sich der mittlere Aufenthalt auf 1 bis 18 min, im Mittel auf 7 min an den Versuchstagen sieben und acht.

Aufenthalte in der Hütte, hier nicht grafisch dargestellt, konnten über den gesamten Tag verteilt dokumentiert werden, doch die meisten erfolgten zwischen 20 Uhr und 5 Uhr morgens.

Die durchschnittlichen Tagestemperaturen lagen vom 15.08 bis 23.08.2010 nach Lübecker Daten bei 17,8 bis 19,7 °C. Es fielen zwischen 0 (21.08.2010) und 5 mm Niederschlag. Die Sonnenscheindauer lag bei einer bis sechs Stunden pro Tag.

Aufenthaltszeiten junge Hecke

Bei der jungen Hecke wurden am ersten Versuchstag innerhalb von 24 Stunden lediglich 594 Besuche registriert (Tabelle 3). Am zweiten Versuchstag hingegen wurden 906 Besuche aufgezeichnet. An den Tagen sieben und acht reduzierte sich die Anzahl an Besuchen auf 398 (Tag 7) und 285 (Tag 8).

Auch bei der jungen Hecke gab es an den Versuchstagen Stunden, an denen vermehrt Besuche zu verzeichnen waren. Die Hecke wurde zwischen 22 Uhr bzw. Mitternacht und 4 Uhr morgens nicht aufgesucht.

Die Anzahl an Lämmern in der Futterhecke je Stunde lag lediglich an 5 bis 11 Stunden pro Tag bei mehr als 50 % der Herde.

Die Abbildung 9 stellt die mittlere Aufenthaltsdauer der Lämmer in der jungen Hecke je Stunde für die einzelnen Versuchstage dar.

Die mittlere Aufenthaltsdauer je Stunde lag an den ersten beiden Versuchstagen zwischen 1 min und 27 min, im Mittel bei fünf bis sechs Minuten. Der Aufenthalt erhöhte sich auf bis zu 35 min an Versuchstag sieben, im Mittel 15 min, und reduzierte sich auf 18 min, im Mittel 9 min, an Versuchstag acht (Abbildung 9).

Hier nicht grafisch dargestellt ist, dass die Lämmer am ersten Versuchstag auch tagsüber mit Aufenthaltsdauern von bis zu 55 min pro Stunde in der Hütte registriert worden sind. Auch am zweiten Versuchstag waren die Lämmer in jeder Stunde auch in der Hütte. Den dritten und vierten Aufnahmetag verbrachten die Lämmer sowohl tagsüber als auch nachts zumeist auf der Weide.

Die durchschnittlichen Tagestemperaturen lagen im Versuchszeitraum bei 10,8 bis 13,5 °C. Es fielen vom 27.08. bis 29.08. rund 30 mm Niederschlag, 20 mm am ersten Versuchstag. Die Sonnenscheindauer betrug am ersten Tag null Stunden, am zweiten bis vierten Versuchstag lag sie zwischen fünf und sieben Stunden pro Tag.

Aufenthaltszeiten alte Hecke

Bei der alten Hecke wurden am ersten und zweiten Versuchstag innerhalb von 24 Stunden lediglich 289 bis 302 Besuche registriert. An Tag 9 erhöhte sich dieses auf 434 Besuche. Die niedrigste Anzahl an Besuchen wurde wiederum am letzten Versuchstag mit 185 Besuchen registriert.

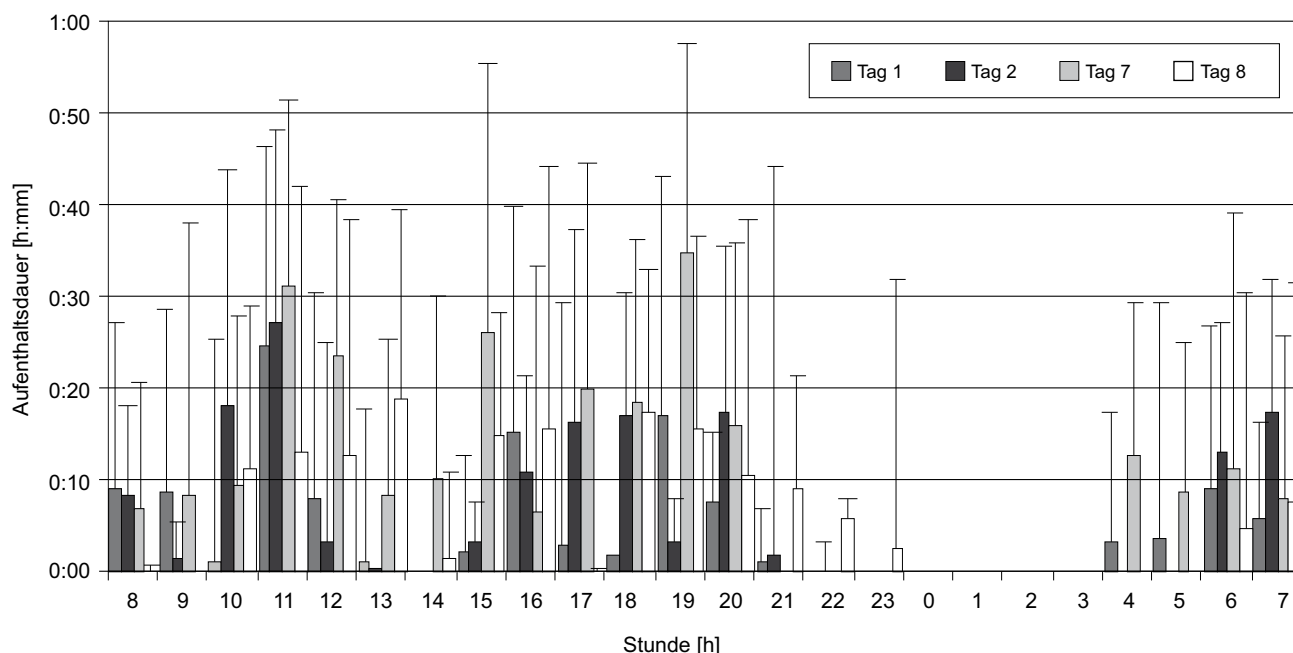


Abbildung 9: Mittlere Aufenthaltsdauer pro Stunde der Lämmer in der jungen Hecke für die einzelnen Versuchstage

Tabelle 4:

Anzahl Heckenbesuche und Anzahl Lämmer in der Hecke je Stunde für die einzelnen Versuchstage in der alten Hecke

Stunde [h]	Tag 1		Tag 2		Tag 9		Tag 10	
	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]	Anzahl Besuche [n/h]	Anzahl Lämmer [n]
8	40	22	12	9	6	6	7	5
9	10	7	1	1			10	8
10			24	15	35	13	10	9
11			53	19	86	18	33	16
12	68	21	20	13	112	22	3	3
13	35	12			61	19	28	18
14			5	3	52	15	4	4
15	1	1	66	15			10	10
16	17	10					1	1
17	37	18	11	9	13	9	32	16
18	46	18	40	16	39	8	36	8
19	6	6	61	23	24	13	2	1
20			2	2				
21			2	2				
22			1	1				
23								
0								
1								
2								
3								
4								
5								
6					2	2	3	3
7	29	17	4	1	4	4	6	4
Σ	289 [n/d]		302 [n/d]		434 [n/d]		185 [n/d]	

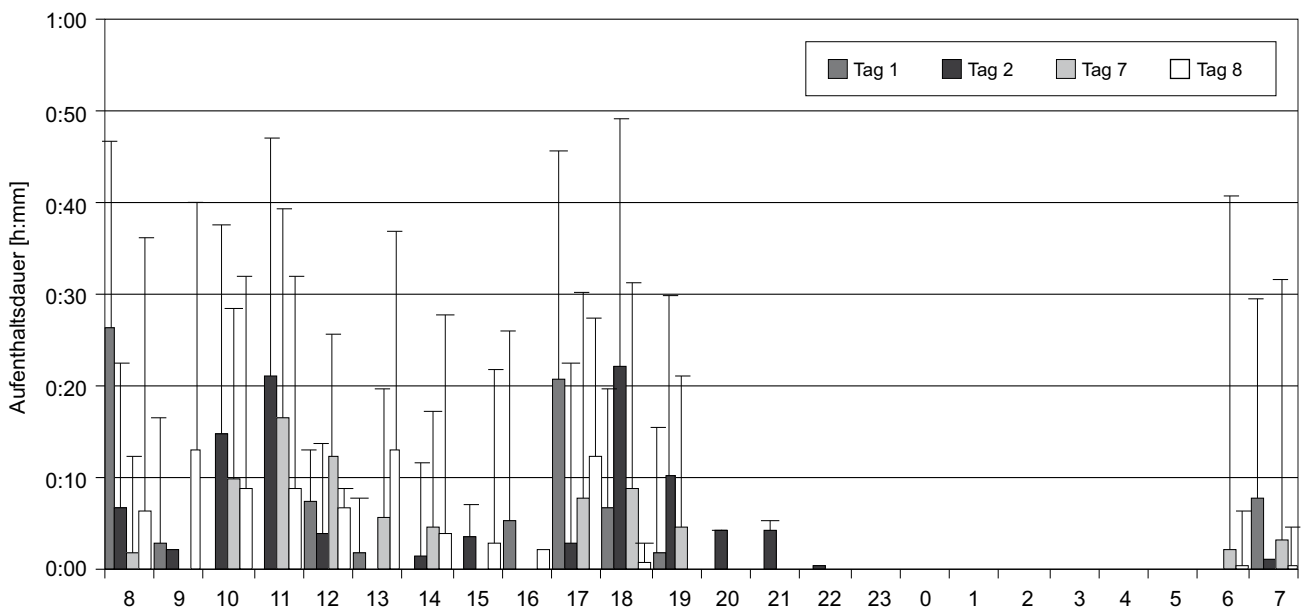


Abbildung 10:

Mittlere Aufenthaltsdauer pro Stunde der Lämmer in der alten Hecke für die einzelnen Versuchstage

Zwischen 22 Uhr und 6 Uhr wurde die Futterhecke nicht aufgesucht (Tabelle 4).

Die Anzahl an Lämmern in der Futterhecke je Stunde zeigt, dass zu keiner Stunde alle Lämmer in der Heck e anzutreffen waren. Die Anzahl an Lämmern in der Futterhecke je Stunde lag lediglich an drei bis fünf Stunden pro Tag bei mehr als 50 % der Herde (Tabelle 4).

Die Abbildung 10 stellt die mittlere Aufenthaltsdauer der Lämmer in der alten Heck e je Stunde und Versuchstag dar. Die mittlere Aufenthaltsdauer je Stunde lag an den ersten beiden Versuchstagen zwischen 1 min und 26 min, im Mittel bei drei bis vier Minuten. Die Aufenthaltsdauer an den Versuchstagen neun und zehn reduzierte sich auf 13 bis 16 min, im Mittel auf drei Minuten.

An den ersten drei Versuchstagen wurden zu nahezu jeder Stunde Aufenthalte in der Hütte registriert mit Dauern zumeist zwischen 10 und 30 min. Am vierten Versuchstag wurde die Hütte tagsüber so gut wie nicht bzw. kaum aufgesucht, nachts lagen die Aufenthaltsdauern zwischen 30 bis 55 min pro Stunde.

Die durchschnittlichen Tagestemperaturen lagen im Versuchszeitraum bei 9,8 bis 14,7 °C. Am ersten Versuchstag fiel kein Niederschlag, am zweiten Versuchstag rund 8 mm und am dritten Versuchstag 6,4 mm, am vierten 1 mm. Die Sonnenscheindauer lag zwischen null Stunden (Tag zwei), ansonsten zwischen 2,7 bis 4,8 h pro Tag.

Diskussion

Eignung von Ubisense 7000 zur Erfassung von Verhaltensdaten

Nach einer Aussage von Platen et al. (2007) kann Elektronikeinsatz als Mittel zur Optimierung im Bereich Precision Dairy Farming genutzt werden.

Dabei hängt der Erfolg sowohl von der Nutzung eines geeigneten Systems als auch vom Anwender selbst ab. Das Einmessen der Fläche erfolgt sowohl beim GPS als auch beim lokalen Verfahren manuell. Damit gehen auch ein gewisses Technikinteresse des Anwenders sowie eine umfassende Einweisung in das System einher. Da das System erstmalig so eingesetzt wurde, war der gesamte Versuch ein ständiger Lernprozess. In der Praxis wird Ubisense in der Regel von geschulten Technikern aufgebaut und installiert. Der Anwender erhält Gelegenheiten, sich in Lehrgängen in das System einzuarbeiten und den Kundendienst vor Ort zu nutzen.

In einer weiteren Untersuchung von Georg et al. (2011), in welcher dieses System in einen Milchviehstall installiert wurde, konnte das Ortungssystem bereits innerhalb von sieben Arbeitstagen eingerichtet werden. In diesem Zeitraum wurde neben der Installation und Anpassung auch die Kalibrierung des Systems durchgeführt und eine Software zur Erfassung programmiert.

Nach Søgaard (2010) und Florczak (2010) konnte das Ergebnis der Brunstbeobachtung verbessert werden. Die Untersuchung von Georg et al. (2011) zeigte, dass die Genauigkeit des Systems für die 2D-Ortung der Tiere und die Zuordnung zu Funktionsbereichen ausreichend war, nicht jedoch für weitergehende Auswertungen wie Aufsprungverhalten oder Geschwindigkeitsbestimmung. Dieses sei jedoch mit einer optimierten Anbringung der Sensoren denkbar.

Bei der eigenen Untersuchung zur Bestimmung der Aufenthaltsdauer in der Futterhecke konnte diese Aufenthaltsdauer nur indirekt bestimmt werden, weil die UWB-Signale die Futterhecke nicht durchdringen konnten. Für eine direkte Bestimmung hätte auf der anderen Seite der Futterhecke auch eine Zelle installiert werden müssen, da den Lämmern hinter der Heck e noch der Fallraum als Aufenthaltsort zur Verfügung stand. Dieser wurde wie die Hecken nicht vom System erfasst.

Nach Georg et al. (2011) konnten Teilaufgaben der aufwändigen Videoauswertung wie Aufenthaltszeiten in bestimmten Funktionsbereichen durch den Einsatz von Ubisense 7000 hinreichend genau erledigt werden.

Für eine Untersuchung auf der Weide sollte eine Wetterstation zur Verfügung stehen, um Sonnenscheindauer, Niederschlag und Außentemperatur mit einbeziehen zu können. In Kombination mit einer Videoüberwachungsanlage zur Erfassung von Umgebungseinflüssen könnte das System auch in Forschungsfragen gute Untersuchungsergebnisse liefern. Die Möglichkeit der direkten Umsetzung in Grafiken, wie es bei CowDetect geschieht, und die sofortige Umrechnung und Nutzbarkeit der Daten könnte aufwendige Verhaltensanalysen vereinfachen.

Aufenthalte in der Futterhecke

Durch das Ortungssystem konnte beobachtet werden, dass sich die Lämmer in den Nachtstunden nicht in der Heck e, sondern eher in der Hütte oder auch auf der Weide aufhielten. Dieses kann aber auch daran liegen, dass die Daten erst ab Ende August erfasst werden konnten. Die Technik konnte erst im Laufe der Weidesaison an die Lämmer und die Weide angepasst werden, daher beziehen sich diese Daten nur auf den Herbst. Während der Sommermonate wurde tagsüber und auch bei der abendlichen Tierkontrolle beobachtet, dass die Lämmer die Heck e auch zum Ruhen attraktiv fanden.

Nach Rahmann (2010) und Korn et al. (2007), nehmen Ziegen Laub und Gehölze gern in größeren Mengen auf und sind zur Landschaftspflege und Vorbeugung von Verbuschung geeignet. Dieses zeigte auch die Untersuchung von Ude et al. (2011), in welcher die drei dargestellten Futterhecken beäst wurden. Innerhalb von kürzester Zeit zeigte sich Blatt- und Rindenverbiss. Die Attraktivität der

Futterhecke kann aus der Anzahl an Besuchen in der Futterhecke oder auch der Anzahl an Lämmern in der Hecke abgeleitet werden. Allerdings scheinen die beiden 2008 und 2009 gepflegten Hecken interessanter als die bis zum Versuch noch nicht gepflegte Hecke. Dieses kann mit dem höheren Biomasseanteil im Fraßhorizont und den schmackhafteren Trieben des Wiederaustriebs zusammen hängen.

Geringe Aufenthaltszeiten in der Hecke lassen sich insgesamt durch die häufig feuchte Witterung, die Ziegen nicht mögen, und zum Teil auch durch die niedrigen Temperaturen erklären. Außerdem fielen an jeweils dem Versuchstag, an dem die Hecke auf den Stock gesetzt worden war, die abgesägten Baumstämme, die eine Länge von bis zu 8 m hatten, aus der Fresszone in den Weidebereich hinein, so dass die Lämmer während des Äsens nicht der Hecke zuzuordnen waren (alte Hecke). Die beiden bereits gepflegten Hecken hingegen konnten aufgrund der fakultativen Bipedie schon vor dem Absägen zum großen Teil komplett beäst werden.

Sommermessungen sollten nachgeholt werden.

Fazit

Das Ortungssystem Ubisense 7000 kann Positionen tierindividuell in Echtzeit erfassen, so dass durch das Einrichten von Zonen Funktionsbereiche zugeordnet und Aufenthaltszeiten mit geringem Aufwand ausgewertet werden können. Eine Systemanpassung an das jeweilige Haltungssystem ist erforderlich.

Die Ziegenlämmer haben die Futterhecken auch bei herbstlicher Witterung genutzt. Dabei waren die beiden Hecken mit jüngerem Aufwuchs attraktiver.

Literaturverzeichnis

- Bender S (2010) Bewertung eines automatischen Systems zur Positionsbestimmung am Beispiel von Ziegenlämmern unter Freilandbedingungen. Kiel : Fachhochschule, Diplomarbeit
- Beyer S, Peis R, Ma uhová J, Haidn B (2009) Ortungssysteme in Arbeitswissenschaft und Ethologie : Untersuchungen zur Genauigkeit der Positionsbestimmung in Gebäuden. In: Rose-Meierhöfer S, Berg W (eds) 9. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung : 21.-23. September 2009 in Berlin. Darmstadt : KTBL, pp 196–201
- Burose F, Zähler M (2008) Elektronische Kennzeichnung von Schweinen : Entwicklung einer stationären Antenne zur automatischen Identifikation. KTBL-Schrift 469:106-113
- Deinhofer G (2009) Gesunde Ziegen durch optimales Weidemanagement : Vor- und Nachteile der Weidehaltung von Ziegen. In: 4. Fachtagung für Ziegenhaltung : Grünland- und Weidemanagement, Milchqualität und -leistung, Tiergesundheit, 6. November 2009. Irnding : Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, pp 29-34
- Georg H, Rose T, Hellmuth U (2011) Untersuchung der Praxistauglichkeit eines Ortungssystems zur Verbesserung des Herdenmanagements eines Milchviehbetriebes. In: 10 Tagung Bau, Technik und Umwelt 2011 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung : 27.-29. September 2011 in Kiel. Darmstadt : KTBL, pp 10-16
- Hessel EF, Reiners K, Hegger A, van den Weghe H, Böck S, Wendl G (2008) Simultane Einzeltiererkennung : Einsatz der RFID-Technologie unter Verwendung von HF-Transpondern. *Landtechnik* 63(1):38-39
- Florczak K (2010) AgroTech validates CowDetect [online]. Zu finden in <http://www.cowdetect.dk/index.php?page=42&enews_id=50992> [zitiert am 17.07.2012]
- Gygax L, Neisen G, Bollhalder H (2007) Accuracy and validation of a radar-based automatic local position measurement system for tracking dairy cows in free-stall barns. *Comput Electron Agric* 56(1):23–33
- Korn von S, Jaudas U, Trautwein H (2007) Landwirtschaftliche Ziegenhaltung. Stuttgart : Ulmer, 192 p
- Machatschek M (2005) Laubfutter- Nährgehalte und Heilwirkung. *Lebendige Erde* 56(6):38-41
- Platen M, Käck M, Rackwitz R (2007) Wirtschaftlichkeit des Elektronikeinsatzes und Praxisbeispiele. *KTBL-Schrift* 457:145-157
- Rahmann G (2000) Biotoppflege als neue Funktion und Leistung der Tierhaltung : dargestellt am Beispiel der Entbuschung von Kalkmagerrasen durch Ziegenbeweidung. Hamburg : Kovac, 384 p, Kassel, Univ, Habilitation, SchrR Agraria 28
- Rahmann G (2004) Gehölzfutter - eine neue Quelle für die ökologische Tierhaltung. *Landbauforsch Völkenrode SH* 272:29-42
- Rahmann G, Schumacher U (2008) Praxis trifft Forschung : Neues aus der ethologischen Tierhaltung 2008. Braunschweig : vTI, 163 p, *Landbauforsch SH* 320
- Rahmann G (2010) Ökologische Schaf- und Ziegenhaltung : 100 Fragen und Antworten für die Praxis. Trenthorst : 3. Auflage, 266 p
- Roth J (2005) Mobile Computing : Grundlagen, Technik, Konzepte. Heidelberg : dpunkt-Verl, 494 p
- Ude G, Börner W, Bender S, Georg H (2011) Untersuchung zur Beästung von Futterhecken mit Ziegenlämmern. *Landbauforsch SH* 346:77-90
- Umstatter C (2011) The evolution of virtual fences : a review. *Comput Electron Agric* 75(1):10–22
- Søgaard J (2010) Mündliche Mitteilung während der Betriebsbesichtigungen in Dänemark am 28.10.2010
- Zingg A, Kull P (2006) Einflüsse der Ziegenweide auf den Wald. *Wald Holz* 87(11): 41-43

