

ILJA HECKMANN, SANDRA FIMPEL, HANS-DIETER PFANNENSTIEL, Berlin

Veränderungen der circadianen Aktivität von Damhirschen (*Cervus dama*) im Jahresverlauf (Baruther Urstromtal, Brandenburg)

Schlagworte/key words: Damwild, *Cervus dama*, Aktivität, Jahresrhythmik, Telemetrie

1. Einleitung

Erste durch GPS-Satelliten-Telemetrie gewonnene Daten zur Raumnutzung durch Damwild im Baruther Urstromtal in Brandenburg wurden von FIMPEL & PFANNENSTIEL (2005) vorgestellt. Die in dieser noch laufenden Untersuchung verwendeten GPS-Halsbänder registrieren zusätzlich zu den Positionsdaten Beschleunigungen des Halsbandes und damit des besenderten Tieres in X- und Y-Richtung. Damit lassen sich Aussagen über die Aktivität eines Tieres im Tages- und Jahreslauf treffen.

Bei Ungulaten wird der circadiane Aktivitätsrhythmus durch die Photoperiode bestimmt (ASCHOFF, 1989). Außerdem zeigen Ruminantia eine ausgeprägte artspezifische Periodizität der Nahrungsaufnahme und des Wiederkäuens (HOFMANN, 1989). Bei männlichen Damkälbern setzen unter konstanten Langtagbedingungen (16 Stunden Licht, 8 Stunden Dunkelheit) Rosenstockwachstum und Geweihbildung deutlich früher ein als bei natürlicher Photoperiode. Auch die Zunahme der Körpermasse erfolgt unter Langtagbedingungen ohne die normalerweise auftretende Winterdepression (DÜWEL & FISCHER, 1998). Hier soll anhand der Aktivitätsdaten zweier Damhirsche die jahreszeitliche Veränderung des circadianen Aktivitätsrhythmus aufgezeigt werden.

2. Material und Methoden

Das Untersuchungsgebiet (Damwildeinstandsgebiet Baruther Urstromtal, Brandenburg) und die Besenderung der Tiere wurden bereits von FIMPEL & PFANNENSTIEL (2005) beschrieben. Die Damwildliche dort wird auf drei Stück pro 100 ha Bezugsfläche geschätzt. Der jährliche rechnerische Populationszuwachs wird durch Bejagung abgeschöpft.

Die hier analysierten Aktivitätsdaten stammen von drei Individuen aus dem Untersuchungsgebiet (Tabelle 1). Unter Aktivität soll hier jede Art von Bewegung der Tiere verstanden werden, die zu Auslenkungen des Halsbandes führt. Die registrierten Aktivitätswerte erlauben allerdings keine Rückschlüsse auf das tatsächliche Verhalten der besenderten Tiere (GREMSE, 2004).

Die verwendeten Halsbänder enthalten einen Sensor, welcher die auf ihn wirkenden Beschleunigungen in zwei rechtwinklig zueinander liegenden Richtungen (X und Y) misst. Die X-Achse ist senkrecht zur Körperachse orientiert und befindet sich oberhalb des Halses, wodurch sich eine waagerechte Ausrichtung ergibt (Bewegungen in der Links-rechts-Richtung und Rotation des Halsbands). Die Y-Achse zeigt entlang des Halses und entspricht der longitudinalen Komponente (Bewegungen vor und zurück).

Tabelle 1 Angaben zur Besenderung und zum Auswertzeitraum. Die Daten von Kirsten sind nur bedingt auswertbar (siehe Text).

Name	Geschlecht	besendert	besendert als	Halsband zurück	Aufzeichnung Tage
Basti	♂	16.07.04	Spießer	05.01.07	593
Karlchen	♂	28.10.04	Knieper	06.02.06	412
Kirsten	♀	24.08.03	Schmaltier	16.12.06	532

Messungen finden 6–8 Mal pro Sekunde statt; die Messwerte werden über einen Zeitraum von fünf Minuten gemittelt und als vorzeichenlose ganze Zahl im Intervall von 0 bis 255 abgespeichert. Pro Tag fallen für jede Komponente also theoretisch 288 Werte an; die tatsächliche Anzahl lag aus technischen Gründen bei 275–285 Werten.

X- und Y-Werte korrelieren in Zeiträumen von einem bis wenigen Tagen stark mit einander (die Korrelationskoeffizienten liegen in der Regel zwischen 0,8 und 1,0), die Steigungen der Regressionsgeraden (welche ungefähr das Verhältnis beider Koordinaten zueinander wiedergibt) verändern sich jedoch im Verlauf des Jahres. Aus diesem Grund wurden für die weitere Analyse der Daten nur X-Werte sowie die aus Tagesmittelwerten von X und Y gebildeten Quotienten als Näherung für die Regressionsgeradensteigung am jeweiligen Tag verwendet. Die Aktivität des Damwildes sollte in irgendeiner Weise vom Hell-Dunkel-Wechsel im Tages- und Jahreslauf abhängen (ASCHOFF, 1989). Deshalb wurden für jeden Messwert die zeitlichen Abstände zum Sonnenaufgang, Mittag (Sonne im Zenith), Sonnenuntergang sowie Mitternacht (12 Stunden nach Mittag) am jeweiligen Tag berechnet (BRÖDBECK, 2007) und auf fünf Minuten abgerundet. Eine feinere Auflösung als die Taktdauer der Datenaufzeichnung bringt keine tatsächliche Verbesserung der Genauigkeit mit sich. Anhand dieser Abstände konnten alle Messwerte mit einer festlegbaren zeitlichen Entfernung von einem bestimmten Sonnereignis (z.B. Sonnenaufgang) gemeinsam erfasst und analysiert werden.

Aufgrund der asymmetrischen Verteilung der Daten wurde als Maß für die mittlere Höhe der Aktivität an einem bestimmten Zeitpunkt relativ zur betrachteten Sonnenposition der Median der Aktivitätswerte verwendet.

Um zu untersuchen, wie die circadiane Verteilung der Aktivität der Tiere sich mit der Veränderung der Tageslänge im Verlauf des Jahres entwickelt, wurden die Daten entsprechend der Tageslänge in vier Jahresabschnitte („Jahreszeiten“) eingeteilt:

1. „Winter“: 2. November – 3. Februar, Wintersonnenwende ± 44 Tage (die kürzesten Tage des Jahres).
2. „Frühling“: 4. Februar – 5. Mai, Frühlingsäquinoktium ± 45 Tage.
3. „Sommer“: 6. Mai – 6. August, Sommersonnenwende ± 46 Tage (die längsten Tage des Jahres).
4. „Herbst“: 7. August – 5. November, Herbstäquinoktium ± 45 Tage.

Als Grenzen wurden zunächst die Tage exakt zwischen z.B. der Wintersonnenwende und Frühlingsäquinoktium ausgewählt. Die Abstände zwischen diesen Zeitpunkten sind nicht alle gleich, weshalb die definierten Jahresabschnitte unterschiedlich lang sind. Dies macht sich jedoch nicht negativ bemerkbar, da keine statistischen Vergleiche der „Jahreszeiten“ untereinander durchgeführt wurden.

3. Ergebnisse

3.1. Circannuale Aktivität

Im Jahreslauf fallen bei Hirschen rund um die Brunft Ende Oktober stark erhöhte X-Aktivitätswerte auf (Abb. 1). Bei Basti fielen die X-Werte für die Brunftperiode in 2005 geringer aus, als in 2004. Für Karlchen sieht der Jahresverlauf der Aktivität ähnlich aus, wobei sich die absoluten Werte im Vergleich zu Basti jedoch durchaus unterscheiden.

Die im Jahresverlauf unterschiedlichen Aktivitätsniveaus werden besonders deutlich, wenn

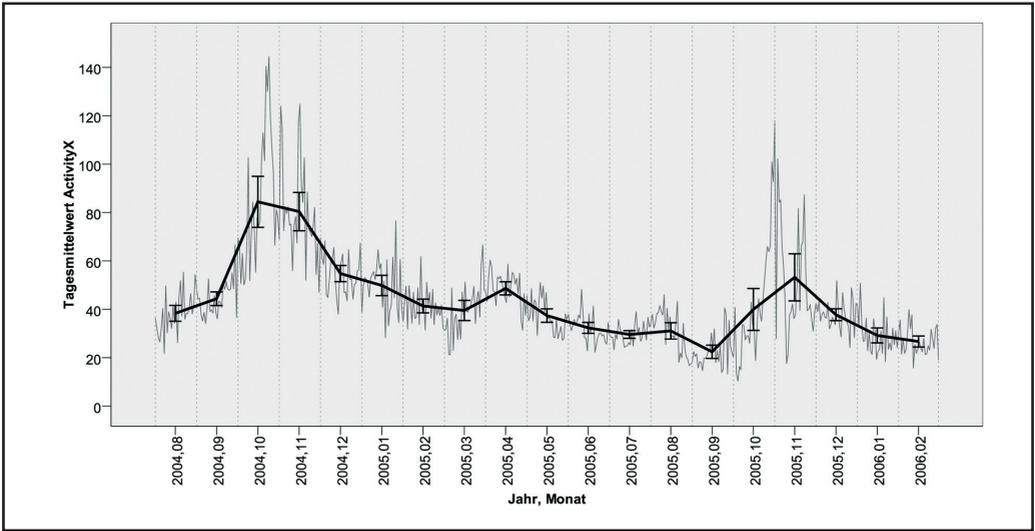


Abb. 1 Basti, X-Aktivitätswerte von August 2004 bis Februar 2006. Dünne Linie gibt Mittelwerte von einzelnen Tagen an, dicke Linie Monatsmittelwerte. Fehlerbalken entsprechen 95 %-Konfidenzintervallen.

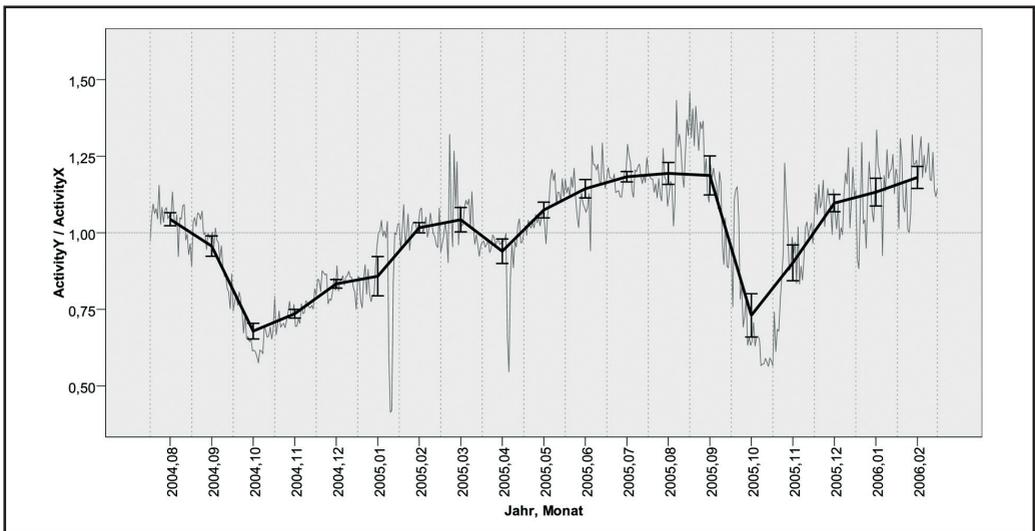


Abb. 2 Basti, Werte des Quotienten der Tagesmittelwerten von Y- und X-Aktivitätswerte von August 2004 bis Februar 2006. Dünne Linie gibt Mittelwerte von einzelnen Tagen an, dicke Linie Monatsmittelwerte. Fehlerbalken entsprechen 95 %-Konfidenzintervallen.

die man die Quotienten aus Tagesmittelwerten von X und Y betrachtet (Abb. 2 für Basti). Die höchsten Werte liegen im Sommer vor, und bereits im September entwickeln sie sich nach unten. Den tiefsten Stand erreichen sie zum Ende Oktober. Diese Entwicklung ist auf die ständigen Wanderbewegungen der Hirsche zu-

rückzuführen. In dieser Zeit ist auch vermehrt Fegetätigkeit und das Schlagen von Kuhlen zu beobachten. Nach der Brunft steigen die Quotienten mehr oder weniger kontinuierlich an, um im zeitigen Frühjahr ein Niveau wie im Sommer zu erreichen. Nach einem kurzen Abfall im April folgt eine ausgeprägt aktivitätsarme Zeit

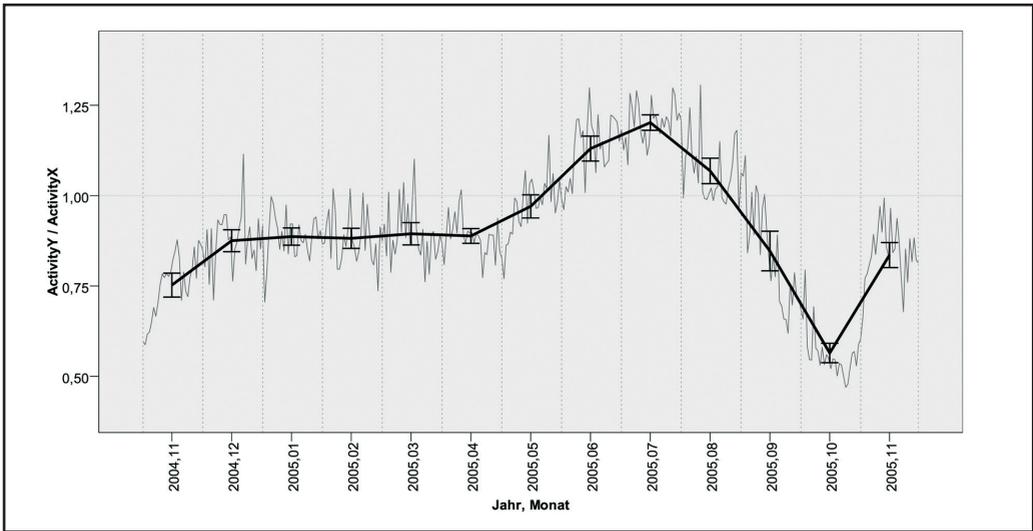


Abb. 3 Karlchen, Werte des Quotienten der Tagesmittelwerte von Y- und X-Aktivitätswerte von November 2004 bis November 2005. Dünne Linie gibt Mittelwerte von einzelnen Tagen an, dicke Linie Monatsmittelwerte. Fehlerbalken entsprechen 95 %-Konfidenzintervallen.

im Sommer, die als Feistzeit charakterisiert werden kann.

Abb. 3 zeigt die Quotienten der Tagesmittelwerte für Karlchen. Die niedrigen Werte während der Brunft (Oktober) und die Feiste (Juni, Juli, August) deutlich zu erkennen. Der Vergleich der Abb. 2 und Abb. 3 veranschaulicht die Unterschiede der Quotienten der Tagesmittelwerte zwischen Basti und Karlchen.

Die kompletten Daten von Basti sind in Abb. 4 wiedergegeben. Beide Brunftperioden fallen durch die höheren Werte deutlich auf. Während der zweiten Brunft sind sehr hohe Werte auf einem Zeitraum von wenigen Tagen konzentriert. Außerdem sind die dem Sonnenaufgang und -untergang folgende Phasen erhöhter Aktivität zu erkennen.

3.2. Circadiane Aktivität

Damwild hat innerhalb von 24 Stunden mehrere mehr oder weniger deutlich voneinander zu unterscheidende Aktivitätsphasen. Abb. 5 zeigt dies beispielhaft für Basti. Dargestellt ist ein Tag, an dem in seinem Streifgebiet eine Drückjagd stattgefunden hat (mittleres Diagramm), sowie die Tage davor und danach. An den Tagen vor und nach der Jagd treten während des Tages

zwei etwa eine Stunde lange Phasen mit mittleren Werten sowie lange Phasen mit niedrigen Werten (Ruhephasen) auf. Am Tag der Jagd sind die Werte ab Mittag und bis zwei Stunden nach Sonnenuntergang fast durchgehend hoch.

3.3. Veränderungen der circadianen Aktivität im Jahresverlauf in Abhängigkeit von der Tageslänge

Für die vier Jahresabschnitte (siehe Methoden) wurden die Aktivitätswerte jeweils in bestimmten zeitlichen Abständen zu Sonnenaufgang, Sonne im Zenith („Mittag“), Sonnenuntergang und 12 Stunden nach Sonne im Zenith („Mitternacht“) aufgetragen. Abb. 6 bis Abb. 9 zeigen diese Darstellungen für Basti.

Im „Winter“ und im „Frühling“ weist die Aktivität etwa 2,5 bis 1,5 Stunden vor Sonnenaufgang (Abb. 6) ein Minimum auf. Zu allen Jahresabschnitten steigt die Aktivität bereits vor Sonnenaufgang (in der Dämmerung) an, erreicht etwa bei Sonnenaufgang ein Maximum, um dann langsam wieder abzusinken.

Während des Tages (3,5 Stunden vor bis 3,5 Stunden nach „Mittag“) ist die Aktivität zu allen Jahreszeiten relativ niedrig (Abb. 7). Im „Herbst“ und im „Winter“ steigt die Aktivität

Abb. 4 Basti, X-Aktivitäten über 19 Monate, pro Zeile sind 1,5 Tage abgebildet, das rechte Drittel gleicht dem linken. Kurven geben Sonnenaufgang und -untergang an.

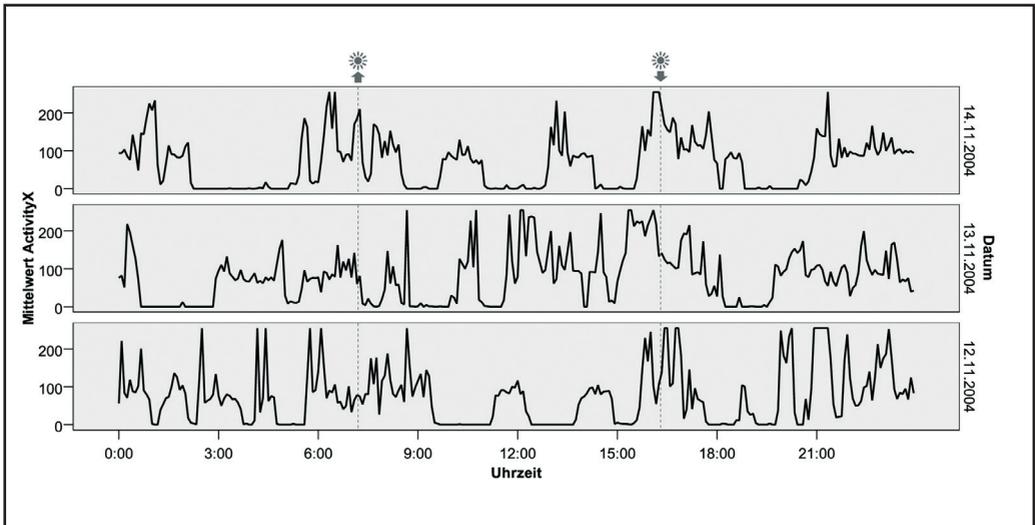
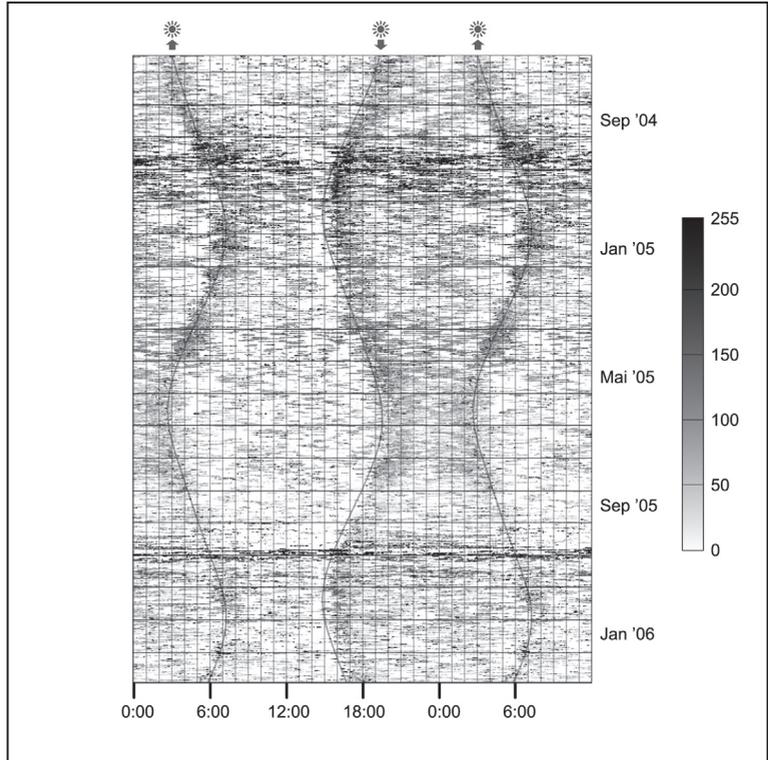


Abb. 5 Basti, X-Aktivitäten an drei Tagen (12.–14. November 2004); Zeiten – UTC. Symbole geben die Zeitpunkte des Sonnenauf/untergangs an.

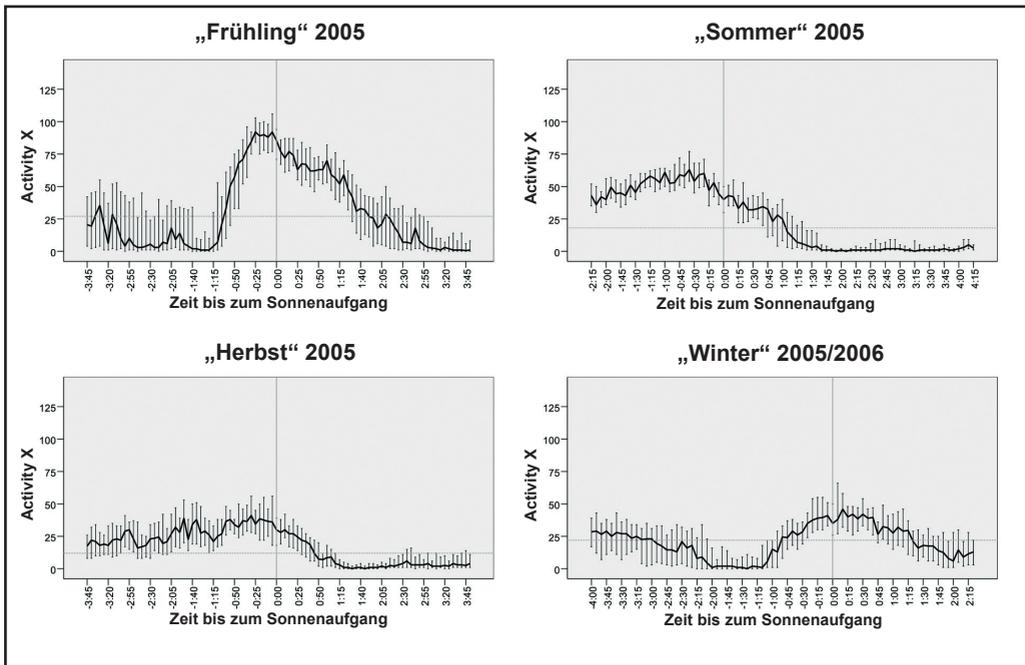


Abb. 6 Basti, Aktivität um Sonnenaufgang (senkrechter Strich) herum in vier aufeinander folgenden Jahreszeiten (siehe Methoden)

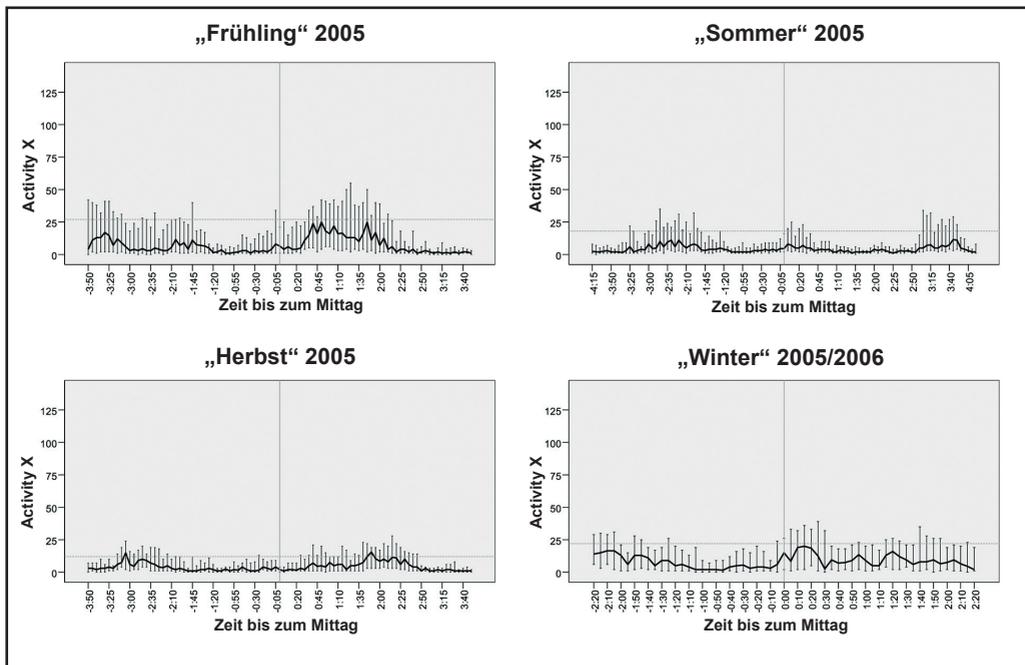


Abb. 7 Basti, Aktivität um Sonnenhöchststand (senkrechter Strich) herum in vier aufeinander folgenden Jahreszeiten (siehe Methoden)

erst kurz vor bzw. zum Sonnenuntergang wieder an (Abb. 8), während im „Frühling“ und im „Sommer“ die Aktivität schon etwa eine Stunde vor Sonnenuntergang einen Anstieg verzeichnet. Zu allen Jahreszeiten erreicht die Aktivität etwa 1 bis 1,5 Stunden nach Sonnenuntergang ein Maximum, um dann wieder abzusinken.

Während der Nachtstunden ist die Aktivität höher im Vergleich zu derjenigen des Tages zu allen Jahreszeiten (Abb. 9). Es treten hier Aktivitätsschwankungen auf, die keiner offensichtlichen Regel zu folgen scheinen. Nur im Winter ist ein Verlauf mit hohen Werten am Anfang und Ende der Nacht und niedrigen Werten um Mitternacht zu beobachten.

Karlichen ist im „Winter“ (Abb. 10) von drei bis eine Stunde vor Sonnenaufgang wenig aktiv, danach steigt die Aktivität an, bleibt 2,5 Stunden auf hohem Niveau, um dann den Tag über auf niedrigerem Niveau zu bleiben. Die letzten zwei Stunden vor Sonnenuntergang findet kaum Aktivität statt. Erst mit dem Sonnenuntergang beginnt wieder eine Phase erhöhter Aktivität, die bis etwa drei Stunden nach Sonnenunter-

gang anhält. Nachts schwankt die Aktivität deutlich, ist aber insgesamt höher als am Tage. Im „Frühling“ (Abb. 11) zeigt sich ein ähnliches Bild, allerdings beginnt der Aktivitätsanstieg abends bereits eine Stunde vor Sonnenuntergang. Während des Tages sind die Werte in den letzten zwei Stunden vor „Mittag“ konstant sehr niedrig.

Die Aktivität im „Sommer“ (Abb. 12) verteilt sich auf zwei lange Abschnitte. Der erste beginnt etwa zwei Stunden vor Sonnenuntergang und erreicht drei Stunden später das Maximum. Danach sinkt die Aktivität wieder bis zu einem Tiefpunkt eine Stunde nach Mitternacht. Anschließend steigt sie wieder bis zum Sonnenaufgang, wonach sie auf das niedrige Tagesniveau fällt.

Im Vergleich zum „Winter“ und „Frühling“ fallen die Werte niedriger aus. Im „Herbst“ (Abb. 13) sind bei ähnlichem Verlauf die absoluten Werte eher noch geringer. Die abendliche Aktivitätsphase beginnt erst mit Sonnenuntergang, zum Sonnenaufgang bleibt ein deutlicher Aktivitätsanstieg aus.

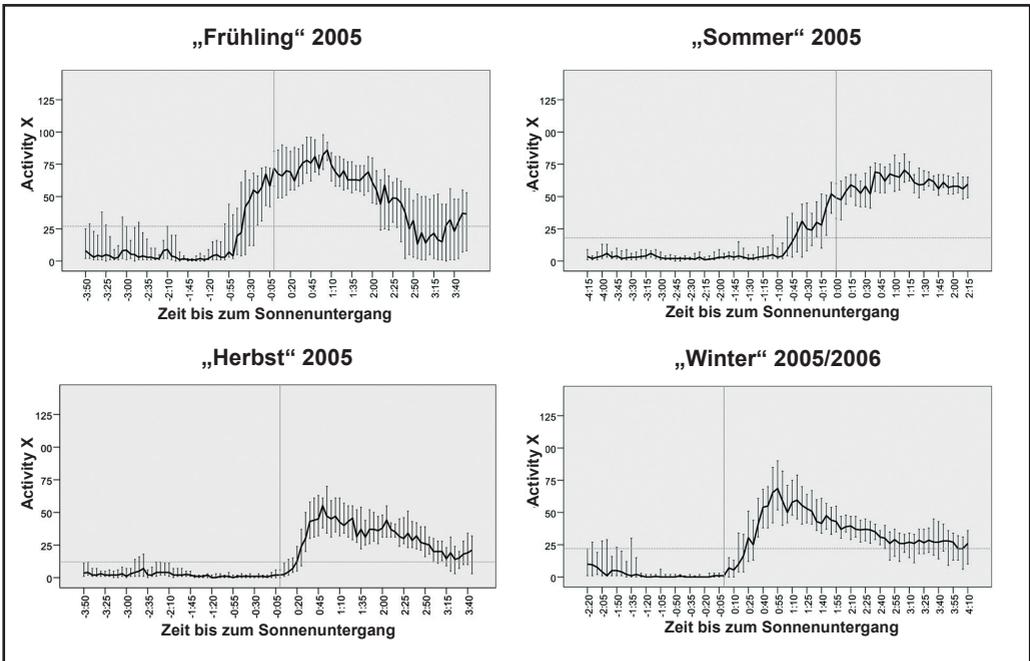


Abb. 8 Basti, Aktivität um Sonnenuntergang (senkrechter Strich) herum in vier aufeinander folgenden Jahreszeiten (siehe Methoden)

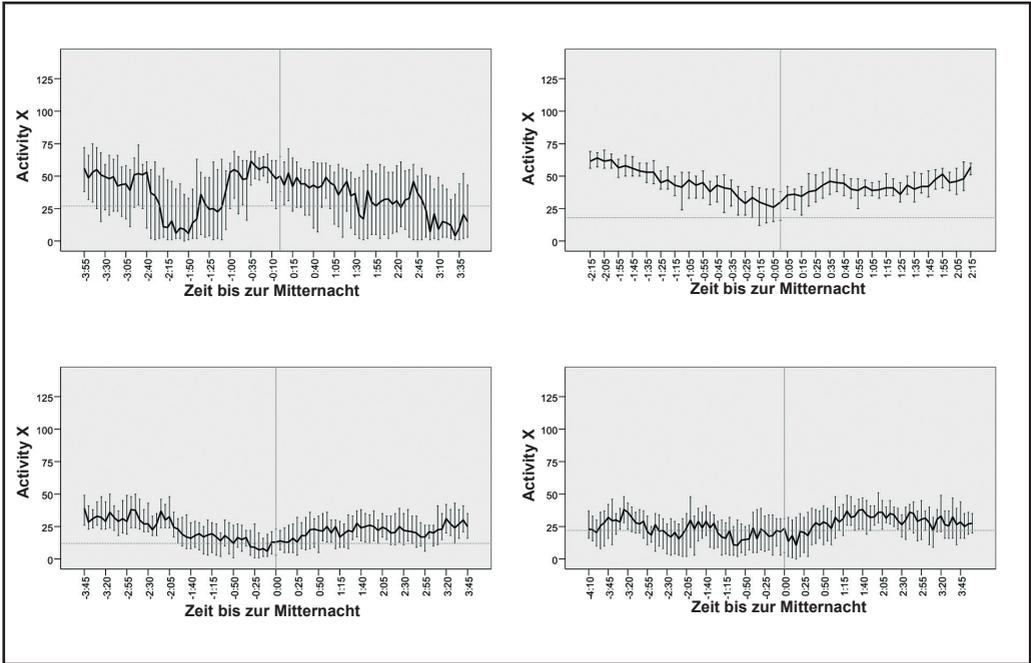


Abb. 9 Basti, Aktivität um „Mitternacht“ (senkrechter Strich) herum in vier aufeinander folgenden Jahreszeiten (siehe Methoden)

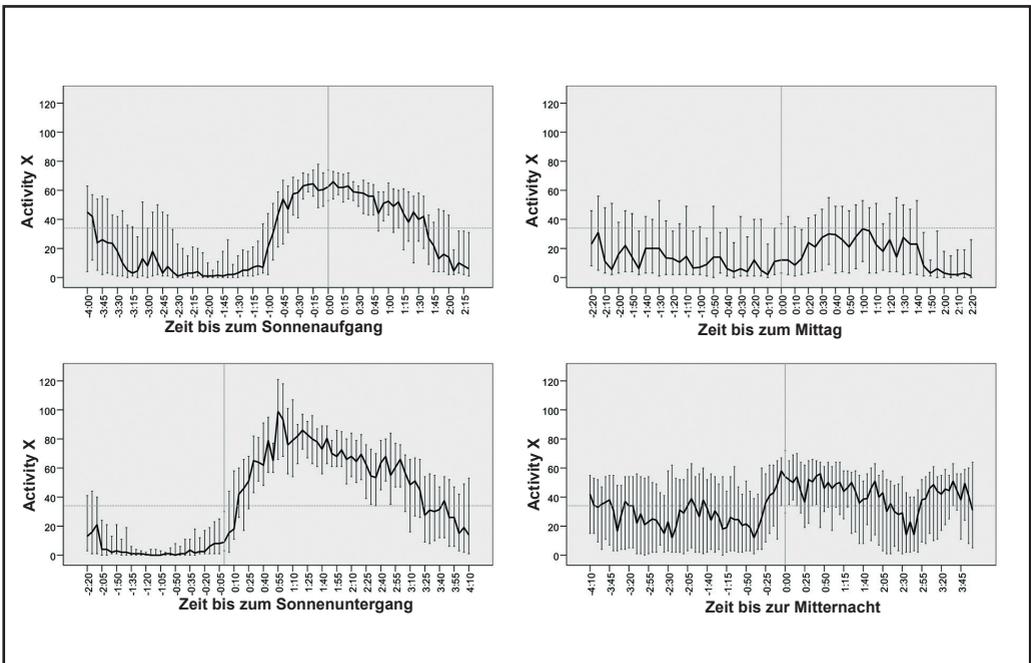


Abb. 10 Karlchen, Aktivitätsmittelwerte im „Winter“ 2004/05 um Sonnenaufgang, „Mittag“, Sonnenuntergang und „Mitternacht“ herum

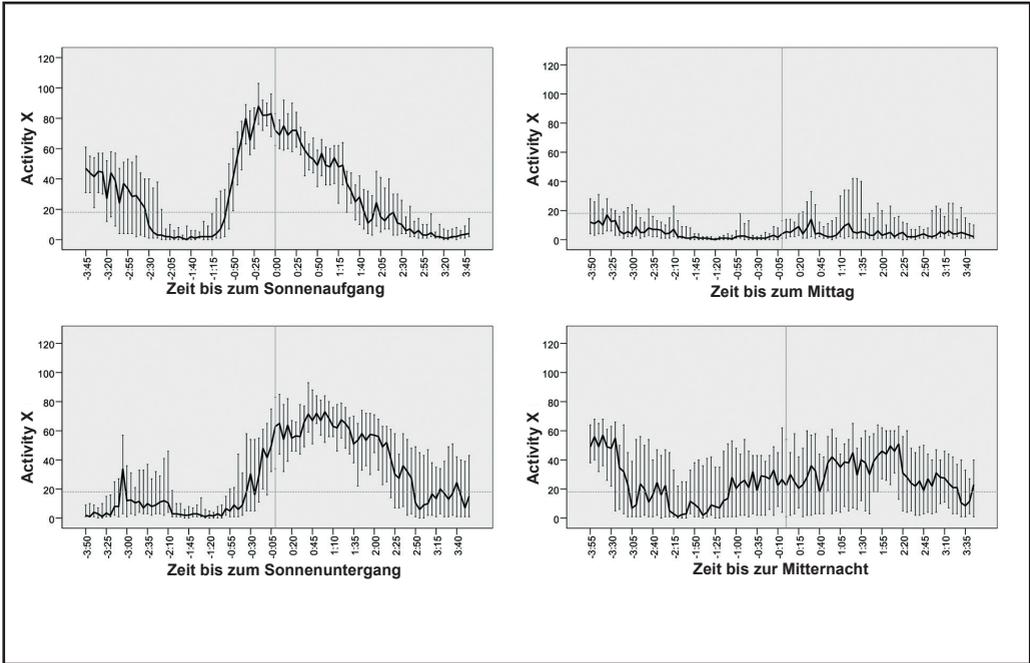


Abb. 11 Karlchen, Aktivitätsmittelwerte im „Frühling“ 2004/05 um Sonnenaufgang, „Mittag“, Sonnenuntergang und „Mitternacht“ herum

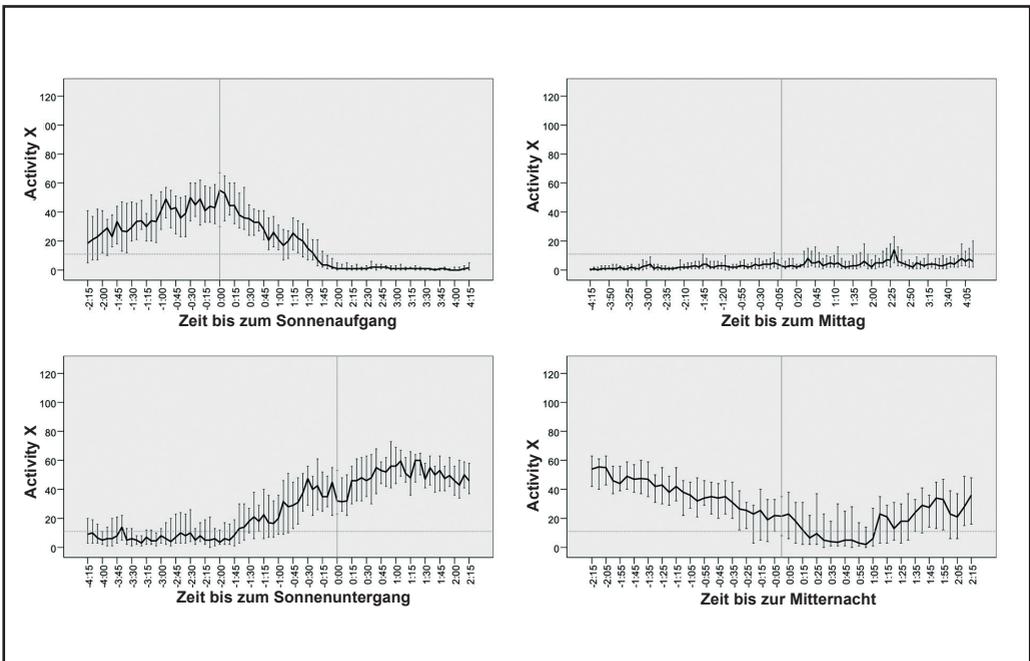


Abb. 12 Karlchen, Aktivitätsmittelwerte im „Sommer“ 2004/05 um Sonnenaufgang, „Mittag“, Sonnenuntergang und „Mitternacht“ herum

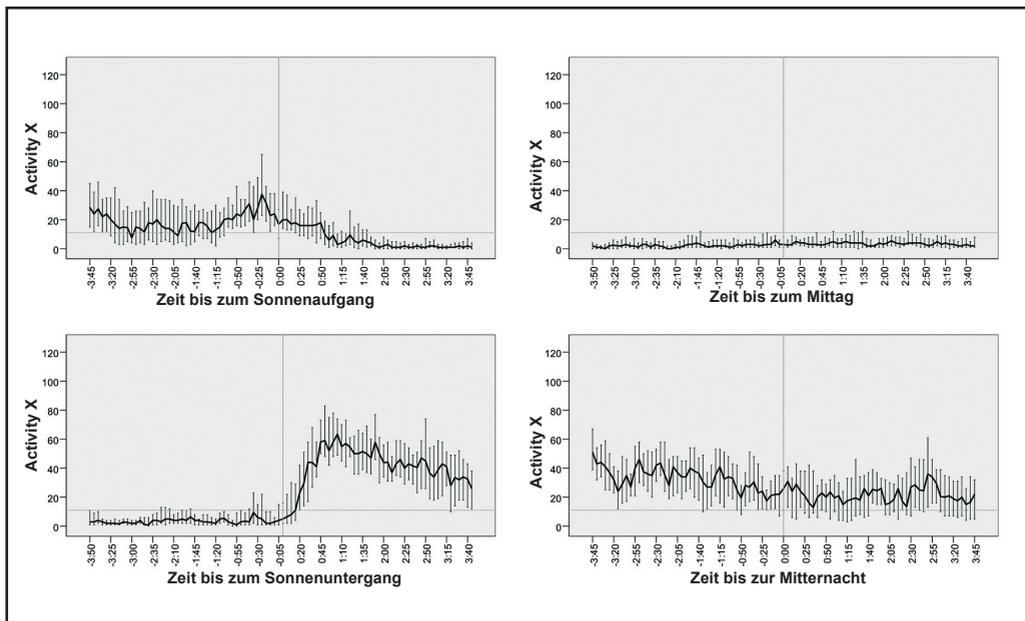


Abb. 13 Karlchen, Aktivitätsmittelwerte im „Herbst“ 2004/05 um Sonnenaufgang, „Mittag“, Sonnenuntergang und „Mitternacht“ herum

4. Diskussion

Dass sich absolute Aktivitätswerte von Tier zu Tier teilweise stark unterscheiden, wird an der Anbringung des Halsbandes liegen. Bei lockerer Anbringung hat das Halsband mehr Bewegungsfreiheit und zeigt deshalb stärkere Auslenkungen. Insofern sind wegen unterschiedlicher anatomischer Verhältnisse der einzelnen Tiere von vornherein unterschiedliche Absolutwerte bei gleicher Bewegung zu erwarten. Die gemessenen Werte können sich im Laufe der Zeit zudem ändern, wenn z.B. der Hals eines jung besenderten Tieres mit zunehmendem Alter dicker wird und sich damit das Schwingungsverhalten des Halsbandes ändert. Basti wurde z.B. als Spießher besendert. Das Halsband wurde dabei sehr locker angelegt, um die Dickenzunahme des Halses zu berücksichtigen. Als Basti im Alter von drei Jahren erlegt wurde, saß das Halsband so stramm, daß bereits Schürfstellen am Hals zu beobachten waren. Nur unter ganz besonderen Bedingungen kann aus den im Halsband gemessenen Aktivitätswerten auf tatsächliches Verhalten geschlossen werden (BEIER & McCULLOUGH, 1988; NAYLOR & KIE, 2004).

Die zeitliche Orientierung wird bei Tieren allgemein durch innere Uhren gesteuert, die ihrerseits von äußeren Faktoren (z.B. Licht, Temperatur) abhängen (ASCHOFF, 1989). Auch beim Damwild werden die Lage der täglichen Aktivitätsphasen sowie deren jahreszeitliche Änderungen von der Tageslänge beeinflusst, wie die vorliegende Arbeit zeigt. Geweih- und Körperwachstum werden beim Damwild ebenfalls von der Photoperiode beeinflusst (DÜWEL & FISCHER, 1998).

Das zeitliche Muster der circadianen Aktivität findet sich bei verschiedenen Artiodactyla in ganz ähnlicher Weise wie hier für das Damwild gezeigt. Bei Maultierhirschen zeigte sich ein ähnlicher nächtlicher Aktivitätsverlauf wie in der vorliegenden Untersuchung (HAYES & KRAUSMAN, 1993). Die Aktivität war nachts durchweg höher als am Tage mit einem leichten Minimum um Mitternacht. Auch während der Dämmerung zeigten die Maultierhirsche erhöhte Aktivität. Gleiches beobachteten KAMMERMEYER & MARCHINTON (1977) sowie MONTGOMERY (1963) bei Weißwedelhirsch.

CARRANZA et al. (1991) fanden bei Rotwild in der Dämmerung die höchste Aktivität. Auch

war dort nachts die Aktivität größer als am Tage. Beim Wapiti fanden GREEN & BEAR (1990) mehrere Aktivitätsphasen im circadianen Verlauf, Äsungsperioden und Ruheperioden des Wiederkäuens, sowie höchste Aktivität um Sonnenauf- und Untergang, hoher Nacht- und geringer Tagaktivität. Dies scheint ein Grundmuster zu sein, handelte es sich bei den untersuchten Wapitis doch um eine nicht bejagte Population. Auch beim Muntjak fand YAHNER (1980) während der Dämmerung nur kurzfristige Ruhephasen. Im Laufe der Brunft stieg die Aktivität, nämlich die Suche nach Geschlechtspartnern, nach Beobachtungen von RELYEA & DEMARAIS (1994) stetig an. Nach der vorliegenden Untersuchung kann dies beim Damwild zunächst nur für Hirsche bestätigt werden. Tiere zeigen einen deutlich geringeren und vor allem auch kürzeren Aktivitätsanstieg im Zuge der Brunft. Dies hängt sicherlich u.a. mit der Existenz von kleinräumigen Brunftplätzen zusammen, die Damhirsche Tag und Nacht aktiv verteidigen (STUBBE, 2000).

Wegen des fehlerhaften Halsbandes von Kirsten lassen sich die geschlechtsspezifischen Aktivitätsunterschiede nicht sinnvoll interpretieren. Erwähnt werden soll hier nur, dass MAHNKE & STUBBE (1998) bei Rotwild solche Unterschiede feststellten.

Zusammenfassung

Die absolute Höhe der Aktivitätswerte ist für jedes Stück Damwild spezifisch und hängt u.a. von der Art der Anbringung des Halsbandes ab. Die in doppelt vorhandenen Monaten am Anfang und Ende der Aufzeichnungen (August – Februar) geringer gewordenen Aktivitätswerte von Basti können anatomisch bedingt und auf die geringere Beweglichkeit des Halsbands im zweiten Jahr aufgrund einer Zunahme des Halsumfangs zurückzuführen sein.

Hirsche zeigen größte Aktivität rund um die Brunft Ende Oktober. Ab Mai sinkt die Aktivität stark ab, und steigt erst wieder im September an (Feistzeit).

Wie bei vielen anderen Ungulaten steigt die Aktivität um Sonnenaufgang und -untergang im Mittel an. In diesen jeweils etwa 3 Stunden langen Phasen treten die höchsten Aktivitätswerte auf.

Die Nachtwerte nehmen eine mittlere Position ein, am Tag ist das Aktivitätsniveau am niedrigsten. Vor Sonnenaufgang kommt im Winter und Frühling eine 0,5–1 Stunde lange Ruhephase vor, im Sommer und Herbst nicht. Das Maximum der Aktivität liegt bei Sonnenaufgang.

Dem Sonnenuntergang geht das ganze Jahr über eine Ruhephase voraus. Im Frühling und im Sommer beginnt die Aktivität ca. 1 Stunde vor Sonnenuntergang anzusteigen, im Herbst und im Winter – mit dem Sonnenuntergang. Die höchsten Werte werden ca. 1,5 Stunden nach Sonnenuntergang erreicht.

Summary

The changes of circadian activity of fallow deer stags (*Cervus dama*) over the year

The absolute levels of activity values are unique for each animal and depend, among other things, on how the collar is attached. The lower values in months that are present twice at the beginning and the end of the recording period (August to February) might be due to changes of Basti's anatomy and decreased mobility of the collar resulting from an increase of his neck's girth. Male deer showed highest activity during the rut in late October. In May the activity starts to decline and rises again only in September.

As in many other ungulates, sunrise and sunset are associated with high activity. During these about 3 hours long phases activity reaches the overall highest values. At night the values are intermediate, the day values are lowest. In winter and spring there's a 0.5–1 hour long period of low activity ending about 1 hour before sunrise, but not in summer and autumn. The peak activity is reached at sunrise. Before sunset there's a low activity phase all around the year. In spring and summer the activity starts to rise 1 hour before sunset, in autumn and winter at sunset. The highest values are reached circa 1.5 hours after sunset.

Danksagung

Die Untersuchungen wurden gefördert mit Mitteln der Jagdabgabe des Landes Brandenburg.

Literatur

- ASCHOFF, J. (1989): Temporal orientation: circadian clocks in animals and humans. – *Anim. Behav.* **37**: 881–896.
- BEIER, P.; MCCULLOUGH, D.R. (1988): Motion-sensitive radio collars for estimating white-tailed deer activity. – *J. Wildl. Mgmt.* **52**: 11–13.
- BRODBECK, R.: Die Zeitgleichung: Eine einfache Formel zu Sonnenauf- und Untergang, <http://lexikon.astronomie.info/zeitgleichung/> (7.5.2007)
- CARRANZA, J.; HIDALGO DE TRUCIOS, S. J.; MEDINA, R.; VALENCIA, J.; DELGADO, J. (1991): Space use by red deer in a Mediterranean ecosystem as determined by radio-tracking. – *Appl. Anim. Behav. Sci.* **30**: 363–371.
- DÜWEL, F.-W.; FISCHER, K. (1998): The dependence of fallow deer (*Cervus dama*) on photoperiodicity. – *Advances in Ethology* **33**: 57.
- FIMPEL, S.; PFANNENSTIEL, H.-D. (2005): Streifgebietsgrößen, Habitatnutzung und saisonale Habitatpräferenzen von Damwild (*Cervus dama* L.) im Baruther Urstromtal, Brandenburg. – *Beitr. Jagd- u. Wildforsch.* **30**: 363–371.
- GREEN, R.A.; BEAR, G.D. (1990): Seasonal cycles and daily activity patterns of Rocky Mountain Elk. – *J. Wildl. Mgmt.* **54**: 272–279.
- GREMSE, C. (2004): Positions- und Aktivitätsregistrierung mittels Satellitentelemetrie am Beispiel des Damwildes. – Master-Arbeit, Forstwissenschaftl. Fakultät der Georg-August-Universität Göttingen.
- HAYES, C.L.; KRAUSMAN, P.R. (1993): Nocturnal activity of female Desert Mule Deer. – *J. Wildl. Mgmt.* **57** (4): 897–904.
- HOFMANN, R.R. (1989): Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system. – *Oecologia* **78**: 443–457.
- KAMMERMEYER, K.E.; MARCHINTON, R.L. (1977): Seasonal change in circadian activity of radio-monitored deer. – *J. Wildl. Mgmt.* **41**: 315–317.
- MAHNKE, I.; STUBBE, C. (1998): Das Raumverhalten männlichen Rotwildes in der Niederung am Ostufer der Müritz. – *Beitr. Jagd- u. Wildforsch.* **23**: 53–63.
- MONTGOMERY, G.G. (1963): Nocturnal movements and activity rhythms of white-tailed deer. – *J. Wildl. Manag.* **27**: 422–427.
- NAYLOR, L.M.; KIE, J.G. (2004): Monitoring activity of Rocky Mountain elk using recording accelerometers. – *Wildl. Soc. Bull.* **32**: 1108–1113.
- PEPIN, D.; CARGNELUTTI, B.; GONZALES, G.; JOACHIM, J.; REBY, D. (2001): Diurnal and seasonal variations of roaring activity of farmed red deer stags. – *Appl. Anim. Behav. Sci.* **74**: 233–239.
- RELYEA, R.A.; DEMARAIS, S. (1994): Activity of desert mule deer during the breeding season. – *J. Mammal.* **75**: 940–949.
- STUBBE, C. (2000): Beobachtungen zur Damwildbrunft im Hakel. – *Beitr. Jagd- u. Wildforsch.* **25**: 89–101.
- YAHNER, R.H. (1980): Time budgets in captive Reeve's muntjacs (*Muntiacus reevesi*). – *Appl. Anim. Ethol.* **6**: 277–264.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Biol. ILJA HECKMANN

Dipl.-Biol. SANDRA FIMPEL

Prof. Dr. HANS-DIETER PFANNENSTIEL

Institut für Biologie – Zoologie der Freien
Universität Berlin

Königin-Luise-Straße 1–3

D-14195 Berlin-Dahlem

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Beiträge zur Jagd- und Wildforschung](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Heckmann Ilja, Fimpel Sandra, Pfannenstiel Hans-Dieter

Artikel/Article: [Veränderungen der circadianen Aktivität von Damhirschen \(*Cervus dama*\) im Jahresverlauf \(Baruther Urstromtal, Brandenburg\) 471-482](#)