

Langzeiterfassung und biorhythmische Feinanalyse der Aktivität beim europäischen Wildschaf *Ovis ammon musimon*

Jan Langbein, Klaus-M. Scheibe und Knut Eichhorn

Long-term registration and biorhythmical analysis of activity in the European Mouflon *Ovis ammon musimon*. – Informations on the time structure of different behavioural categories are essential for investigations on the physiological status of an individual or animal-environment interactions of both free ranging and domestic animals. The analysis of behavioural rhythms is only valid by long-term uninterrupted data acquisition. We developed a storage telemetry system (ETHOSYS) for recording the behaviour of domestic and free ranging animals. ETHOSYS registers behaviour, e.g. activity and grazing, automatically. It works by an advanced analysis of sensor signals. The system consists of collars (ETHOREC) for behaviour registration, a central station for receiving the data stored in the collars (ETHOLINK) and a software package (ETHODAT). Mathematical analysis included macroscopic methods such as daily values and 24-hour patterns. Microscopic analysis was based on autocorrelation and power spectral analysis. Using ETHOSYS on a female European Mouflon we found a polymodal pattern for the 24-hour activity. Two peaks coincided with dawn and dusk. A third peak occurred around midnight. There was a high level of nocturnal activity. The day of lambing could be detected by changes in time structure and level of activity. Different unharmonic ultradian components occurred thereafter. Probably these periodicities were generated by the frequency of suckling of the lamb.

Key words: *Ovis ammon musimon*, method, activity pattern, rhythms, reproduction.

Jan Langbein, Institut für Zoo- und Wildtierforschung im Forschungsverbund Berlin e.V., Alfred-Kowalke-Strasse 17, D-10315 Berlin

Als Folge von Jagd, land- und forstwirtschaftlicher Nutzung sowie Freizeitnutzung kommt es häufig zu Umstrukturierungen des raumzeitlichen Verhaltens bei freilebenden Wildtieren (MacArthur et al. 1982, Briedermann 1993). Solche Veränderungen können die Synchronisation zwischen Verhaltensrhythmen von Tieren und der Periodik externer Zeitgeber (Licht, Temperatur) stören (Aschoff 1954). Die Analyse der zeitlichen Struktur tierischer Verhaltensmuster ist eine Möglichkeit, den Einfluss unterschiedlicher Störgrößen auf die Kopplung dieser beiden Parameter zu untersuchen (Scheibe et al. 1991). Der Nachweis von periodischen Anteilen im Verhalten kann Aufschlüsse über die Umwelteinpassung von Individuen liefern (Schuh 1977). Daneben können Veränderungen in der Häufigkeit und in der zeitlichen Verteilung von Verhaltensdaten Indikatoren für physiologische Umstellungen des Organismus (Brunft, Geburt) sein (Hölzenbein & Schwede 1989, Redden et al. 1992).

In dieser Arbeit werden die an einem weiblichen Mufflon *Ovis ammon musimon* ermittel-

ten Ergebnisse zur Aktivitätsrhythmik vorgestellt.

1. Methoden und Versuchstiere

1.1. Das Gerätesystem ETHOSYS

Zur Langzeitregistrierung des Verhaltens von Tieren wurde das neuentwickelte Speichertelemetriesystem ETHOSYS eingesetzt. Bei der Analyse der Messdaten wurden neben makroskopischen Verfahren Methoden der biorhythmischen Feinanalyse angewandt.

Das Gerätesystem ETHOSYS basiert auf dem Prinzip der Speichertelemetrie. Es besteht aus drei Komponenten. ETHOREC in Form eines Halsbandes registriert unterschiedliche Verhaltensweisen des Tieres (Bewegungsaktivität, Bewegungsaktivität und Kopfhaltung, Nahrungsaufnahme) und legt sie innerhalb einstellbarer Speicherintervalle im internen Speicher ab. ETHOLINK als Feststation realisiert die funktechnische Übertragung der im Halsband gesammelten Daten. ETHODAT ist ein

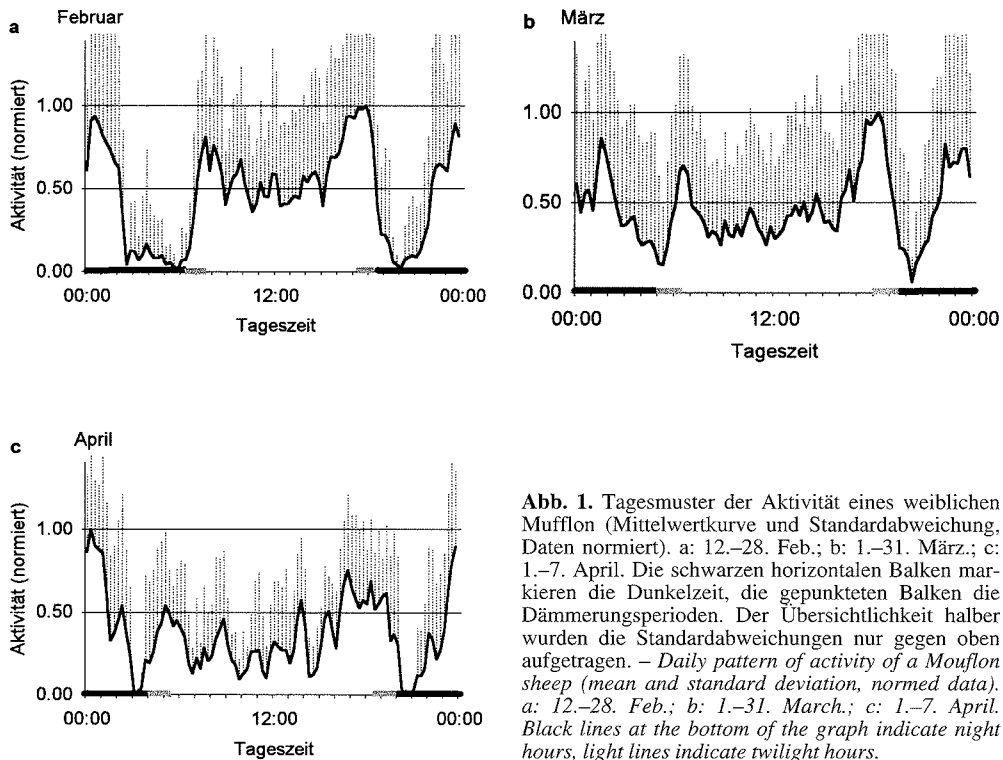


Abb. 1. Tagesmuster der Aktivität eines weiblichen Mufflon (Mittelwertkurve und Standardabweichung, Daten normiert). a: 12.–28. Feb.; b: 1.–31. März.; c: 1.–7. April. Die schwarzen horizontalen Balken markieren die Dunkelzeit, die gepunkteten Balken die Dämmerungsperioden. Der Übersichtlichkeit halber wurden die Standardabweichungen nur gegen oben aufgetragen. – Daily pattern of activity of a Mouflon sheep (mean and standard deviation, normed data). a: 12.–28. Feb.; b: 1.–31. March.; c: 1.–7. April. Black lines at the bottom of the graph indicate night hours, light lines indicate twilight hours.

Softwarepaket, das die Übertragung der Daten von Etholink auf den PC realisiert. Gleichzeitig erfolgt eine erste graphische Aufbereitung (IMF 1993). Das System ETHOSYS® wurde als Patent registriert.

1.2. Untersuchungsgebiet und Datenanalyse

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im NE des Bundeslandes Brandenburg. Nach der geologischen Struktur handelt es sich um Talsandterrassen des Choriner Endmoränenbogens mit überwiegend kiesigen Böden, die zu 70 % mit Wald (Kiefer) bestanden sind (Briedermann 1992). Das Gebiet hat eine Ausdehnung von etwa 900 ha und ist von Fließgewässern eingeschlossen. Im Gelände befinden sich verschiedene Salzlecken, die von den Tieren in regelmäßigen Abständen aufgesucht werden. Eine solche Salzlecke diente als Standort der Feststation ETHOLINK.

Vor Beginn der Untersuchungen wurden parallel Verhaltensregistrierungen mit ETHOSYS bzw. visuelle Beobachtungen an Hausschafen in Weidehaltung durchgeführt und die Ergebnisreihen korreliert. Dabei zeigten sich für die registrierten Verhaltensparameter hochsignifikante Übereinstimmungen zwischen den elektronischen und visuellen Beobachtungsergebnissen. Die Korrelationskoeffizienten lagen für die unterschiedlichen Verhaltensweisen zwischen 0,74 und 0,96 ($n = 15$, $p < 0,01$).

An einem weiblichen Mufflon wurde ETHOSYS im Zeitraum Februar–April 1994 zu Verhaltensmessungen eingesetzt.

Zum Zeitpunkt der Untersuchungen war die Kalibrierung der Sensorik der Messhalsbänder noch nicht abgeschlossen. Aus diesem Grund wurden alle Daten normiert: Die Maximalwerte der Messwertreihen wurden gleich eins gesetzt und alle anderen Werte als Anteil von eins dargestellt. Tageswerte der Aktivität und

Tagesmittelwertkurven wurden berechnet. Ausserdem wurde die Autokorrelationsfunktion mit anschliessender Fouriertransformation (Leistungsspektren) angewandt (Scheibe et al. 1991). Für alle Spektren wurde der «harmonische Anteil» berechnet. Er drückt das Verhältnis von signifikant harmonischen Periodenlängen (stehen in ganzzahligem Verhältnis zur 24-h-Schwingung) zur Gesamtvarianz im Leistungsspektrum aus.

2. Ergebnisse

Das Tagesmuster der Aktivität im Februar und März war mehrphasig (Abb. 1a und b). Zwei Maxima fielen mit der Morgen- und Abenddämmerung zusammen. Das dritte Maximum lag zwischen 22.00 und 02.00 h. Der Hell-Dunkel-Koeffizient (Verhältnis Tag-/Nachtaktivität) betrug 1,9 bzw. 1,5. Phasen geringer Aktivität lagen in den Stunden vor der Morgen- bzw. nach der Abenddämmerung.

In den ersten sieben Apriltagen war die zeitliche Strukturierung gegenüber den Vormonaten deutlich verändert (Abb. 1c). Herausragende Aktivitätspeaks in den Dämmerungsperioden traten nicht auf. Die Lichtzeit war in eine Reihe kleinerer Aktivitätsschübe unterteilt. Das Hauptmaximum lag in den Dunkelstunden.

Sehr kurze, aber ausgeprägte Ruhephasen lagen unmittelbar vor der Morgen- bzw. nach der Abenddämmerung.

Die Tageswerte der Aktivität schwankten stark (Abb. 2). Vom 29.-31. März sank die Aktivität für 3 Tage deutlich ab. Das Minimum lag um die doppelte Standardabweichung unter dem langfristigen Mittelwert. In den folgenden Tagen stieg die Aktivität wieder an.

In den Leistungsspektren vom Februar und März (1. 3.-27. 3. 1994) traten neben der zirkadianen Komponente (24 h) signifikante ultradiane Periodizitäten auf ($p < 0,05$; Abb. 3a und b). Im März war zudem eine Verlagerung zu höherfrequenten Schwingungsanteilen zu verzeichnen. Im Zeitraum zwischen dem 28. März und dem 3. April 1994 waren neben den harmonischen Anteilen von 24 h und 8 h unharmonische von vergleichsweise hoher Intensität festzustellen (Abb. 3c).

3. Diskussion

In der Literatur wird das Mufflon als überwiegend (McClelland 1991) bis ausschliesslich tagaktives Tier (Briedermann 1993) beschrieben. Diese Charakterisierung muss zu den hier vorgestellten Daten nicht im Widerspruch stehen. Eine Verlagerung von Aktivitätsanteilen

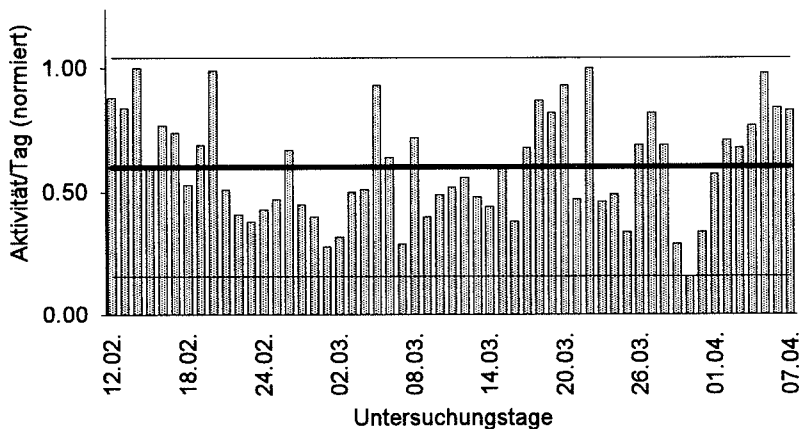


Abb. 2. Tageswerte der Aktivität eines weiblichen Mufflon im Zeitraum vom 12. Februar bis 27. April (Daten normiert, s. Methode). Die starke Linie markiert den Mittelwert, die dünnen Linien geben die doppelte Standardabweichung an. – *Daily value of activity of a Mouflon sheep between 12 February and 7 April (normed data, see method). The heavy line indicates the mean, the light lines indicate twice the standard deviation.*

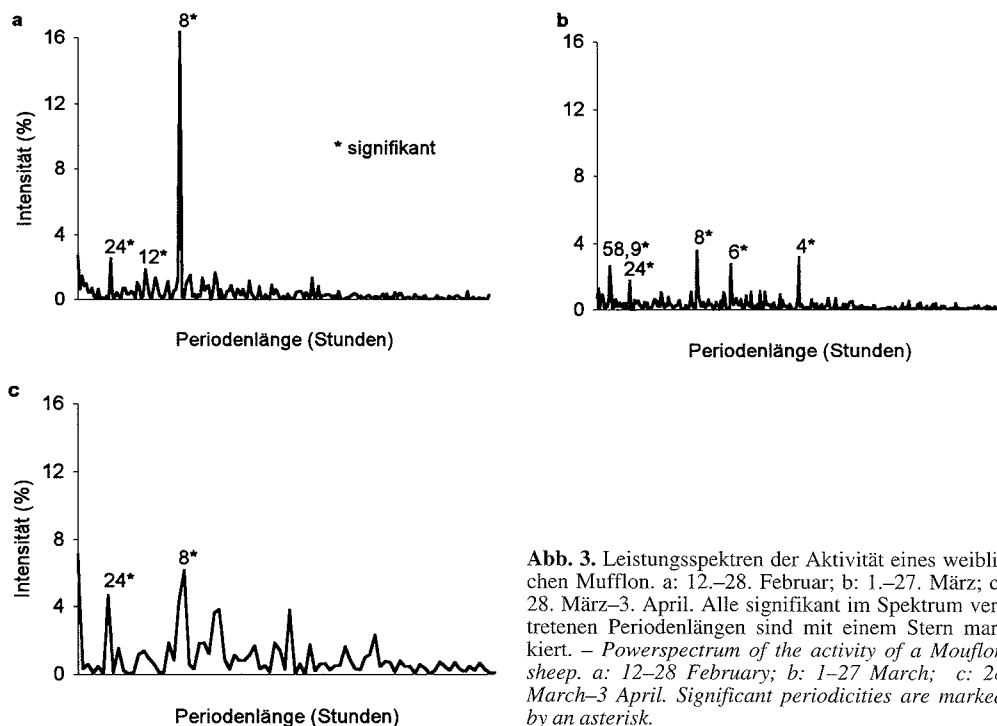


Abb. 3. Leistungsspektren der Aktivität eines weiblichen Mufflon. a: 12.–28. Februar; b: 1.–27. März; c: 28. März–3. April. Alle signifikant im Spektrum vertretenen Periodenlängen sind mit einem Stern markiert. – Powerspectrum of the activity of a Mouflon sheep. a: 12–28 February; b: 1–27 March; c: 28 March–3 April. Significant periodicities are marked by an asterisk.

in die Nachtstunden kann neben klimatischen Faktoren (Hayes & Krausman 1993) vorrangig durch anthropogene Störungen hervorgerufen werden (Green & Baer 1990, Langbein et al. in Vorb.). Ob solche Parameter hier Ursache der hohen Nachtaktivität waren, bleibt ungeklärt. Die Veränderung des Aktivitätsmusters anfangs April kann Ausdruck der Abnahme der zeitlichen Organisation und der Verringerung der Abstimmung zwischen interner Verhaltensrhythmik und externer Zeitgeberperiodik sein. Dies kann sowohl durch Veränderungen externer Parameter wie etwa der Temperatur (Langbein & Nichelmann 1993) wie auch durch Umstellungen des internen Status eines Tieres hervorgerufen werden (Scheibe et al. 1994).

Ursache des Abfalls der Aktivität zwischen dem 29. und dem 31. März könnten Veränderungen des internen Status infolge des Ablamens sein. Durch Videoüberwachung konnte das untersuchte Mufflon als Lamm führendes

Schaf bestätigt werden. Aufgrund des am 30. März erreichten Aktivitätsminimums nehmen wir dieses Datum als Ablammdatum an. Eine Verminderung der lokomotorischen Aktivität von Mufflons im Geburtszeitraum beschreibt Briedermann (1993). Etwa 8 Tage vor bis 5 Tage nach der Geburt sondert sich das Schaf von der Herde ab. In dieser Zeit sucht es einen ruhigen, äsungsreichen Einstand auf. Das Aktivitätsniveau des Muttertieres sinkt am Tage der Geburt auf ein Minimum. Die Ende März/Anfang April festgestellte Vielzahl kurzer Aktivitätsschübe interpretieren wir als Aktivität des Muttertieres in Verbindung mit Saugakten des Lammes (Graves et al. 1977).

Der Rückgang der Intensität, mit der harmonische Anteile im Spektrum vertreten waren, und das verstärkte Auftreten unharmonischer Periodizitäten bedeutet eine Abnahme der Synchronisierung der internen Verhaltensrhythmik mit bestehenden Umweltperiodizitäten. Solche Desynchronisationen wurden als Reaktion auf

Vorgänge wie Änderung des Sozialstatus oder Krankheit und Veränderungen externer Einflussgrößen (Temperatur, Nahrungsangebot) nachgewiesen (Scheibe et al. 1991, Langbein & Nichelmann 1993). Das Ablammen scheint sich in ähnlicher Weise auszuwirken. Die langfristige Erhebung des Aktivitätsverlaufes kann also ermöglichen, den genauen Zeitpunkt des Ablammens festzustellen.

Literatur

- ASCHOFF, J. (1954): Zeitgeber der tierischen Jahresperiodik. *Naturwissenschaften* 41: 49–55.
- BRIEDERMANN, L. (1992): Ergebnisse von Untersuchungen zur Reproduktion des Mufflons (*Ovis ammon musimon*). *Z. Jagdwiss.* 38: 16–25. – (1993): Unser Muffelwild. Melsungen.
- GRAVES, WILSON & HESS (1977): Some observations on activities of a small group of confined ewes with single, twin or triple lambs. *App. Anim. Ethol.* 3: 83–88.
- GREEN, R. A. & G. D. BEAR (1990): Seasonal cycles and daily activity patterns of Rocky Mountain Elk. *J. Wildl. Manage.* 54: 272–279.
- HAYES, C. L. & P. R. KRAUSMAN (1993): Nocturnal activity of female desert mule deer. *J. Wildl. Manage.* 57: 897–904.
- HÖLZENBEIN & SCHWEDE (1989): Activity and movements of female white-tailed deer during the rut. *J. Wildl. Manage.* 53: 219–223.
- IMF (1993): ETHOSYS®, Instrument arrangement for monitoring the behaviour of vertebrates in the open. System description.
- LANGBEIN, J. & NICHELMANN (1993): Comparative study of rectal temperature and 24 hour activity in cattle on the tropical pasture. *Zool. Jb. Physiol.* 97: 173–185.
- LANGBEIN, J., K.-M. SCHEIBE, K. EICHORN, LINDNER & STREICH (in Vorb.): Application of a new activity-data-logger for monitoring free ranging animals. *App. Anim. Behav. Sci.*
- MACARTHUR, R. A., V. GEIST & R. H. JOHNSTON (1982): Cardiac and behavioral responses of mountain sheep to human disturbances. *J. Wildl. Manage.* 46: 351–358.
- MCCLELLAND (1991): Courtship and agonistic behaviour in mouflon sheep. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 29: 67–85.
- REDDEN, KENNEDY, INGALLS & GILSON (1992): Detection of estrus by radiotelemetric monitoring of vaginal and ear skin temperature and pedometer measurements of activity. *J. Dairy Sci.* 76: 713–721.
- SCHEIBE, K. EICHORN & SCHEIBE (1994): Verhaltensmessung mit dem Ethorekorder als Methode zur individuellen Statusdiagnose. *Artenschutz* 1994: 42–44.
- SCHEIBE, ZILLER, K. EICHORN & SCHEIBE (1991): Circadian and infradian rhythms of behaviour in Alpacas. *Ungulates* 91: 461–465.
- SCHUH (1977): Biorhythmen und ihre Bedeutung für die Wildbiologie. *Beitr. Jagd- u. Wildforsch.* 10: 308–314.