© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at
Die Vogelwarte 36, 1992: 311–325

Methoden zur Aufnahme von Raum-Zeit-Budgets bei Vögeln, dargestellt am Beispiel des Austernfischers (*Haematopus ostralegus*)*

Aus dem Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven

Von Klaus-Michael Exo

Abstract: Exo, K.-M. (1992): Methods to monitor space and time budgets of birds, in the Oystercatcher (*Haematopus ostralegus*) as an example. – Vogelwarte 36: 311–325.

This paper presents different methods and in particular new microcomputer-controlled systems to monitor time and space budgets of birds quantitatively. The following methods are described: visual observations, monitoring activity patterns using radio telemetry, the telemetric registration of incubation, tracking telemetry and a method to monitor body mass data automatically during incubation. The data registration was largely automated: microcomputer-controlled systems were developed, to monitor activity patterns by radio telemetry as well as to registrate body mass data of incubating birds. The suitability of the computerized systems was tested in Oystercatchers (*Haematopus ostralegus*). The paper describes the different system configurations and components, the feasibilities and limits of the hard- and software are discussed.

The described combination of visual observations, radio telemetry and body mass data registration allows continuously registrations of the locomotor activity, foraging behaviour, incubation and the time sharing between mates. The telemetry system enables us to quantify the duration of the mentioned parameters. Furthermore, the nest balances allow to quantify food intake and body mass loss caused by digestion. Though most of the mentioned parameters are stored automatically, visual observations are indispensable. Activity data recorded by radio telemetry can be interpreted only if the individual patterns of the pulse rates characterizing different activities are known. Therefore, it is obvious to calibrate each transmitter. The great advantages of the automatic recording systems are that it is possible to record data of more animals than by visual observations. Furthermore, the systems overcome the limitations in time and space of visual observations, the monitored data sets are more complete. In all, the developed recording systems make more comprehensive and complete data sets available than visual observations and enables us to estimate time and energy budgets more exactly. – Tracking of the tagged birds enables us to analyse the space patterns in parallel.

The described systems have been developed to analyse time and space budgets of Oystercatchers, the systems can be easily modified to study other species.

Key words: behavioural ecology, time-budgets, telemetry, activity recording, automatic registration, electronic weighing, *Haematopus ostralegus*.

Address: An der Vogelwarte 21, DW–2940 Wilhelmshaven, FRG.

1. Einleitung

Raum-Zeit-Budgets liefern zu einer Vielzahl verschiedener Themenkomplexe wichtige Grundlagen. Im Bereich der Grundlagenforschung ermöglichen sie beispielsweise Aussagen zur zeitlichen und räumlichen Verhaltensprogrammierung, zugleich weisen sie auf populationsdynamische und -regulatorische Prozesse hin, insbesondere auf limitierende Faktoren (z. B. Hassel & May 1985, Goss-Custard & Durell 1990). Sie geben u.a. Hinweise darauf, ob die Zeit *per se* als Minimumfaktor wirkt, die Zeiteinteilung, das Nahrungsangebot und/oder der Feinddruck. Gleichzeitig vermitteln Raum-Zeit-Budgets grundlegende Kenntnisse zur Entwicklung von Naturschutzkonzepten, z. B. Daten zur Anpassung einer Art an einen Lebensraum bzw. zur „Qualität" verschiedener Lebensräume.

* Gefördert mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

Ein wesentliches Ziel unserer Untersuchungen ist die Aufnahme von Raum-Zeit-Budgets verschiedener Küstenvogelarten. Im Vordergrund der derzeitigen Projekte stehen die Analyse von Aktivitätsmustern und Zeitbudgets des Austernfischers unter verschiedenen Ernährungs- und Konkurrenzbedingungen, und zwar von Wattenmeer- und Binnenlandbrütern. Brutvögel des Wattenmeers können sich ganzjährig marin ernähren – die Zeit der Nahrungssuche beschränkt sich vorwiegend auf die Zeit um Niedrigwasser –; sie brüten in weiten Bereichen in hoher Dichte und, was im Untersuchungsgebiet der Insel Mellum hinzukommt, unter einem hohen Silbermöwen-Feinddruck (*Larus argentatus;* SCHNAKENWINKEL 1970, PLEINES 1990). Im Gegensatz dazu ernähren sich Binnenlandbrüter zur Brutzeit terrestrisch. Sie überwintern im Wattenmeer, d. h. sie müssen ihre Ernäh-

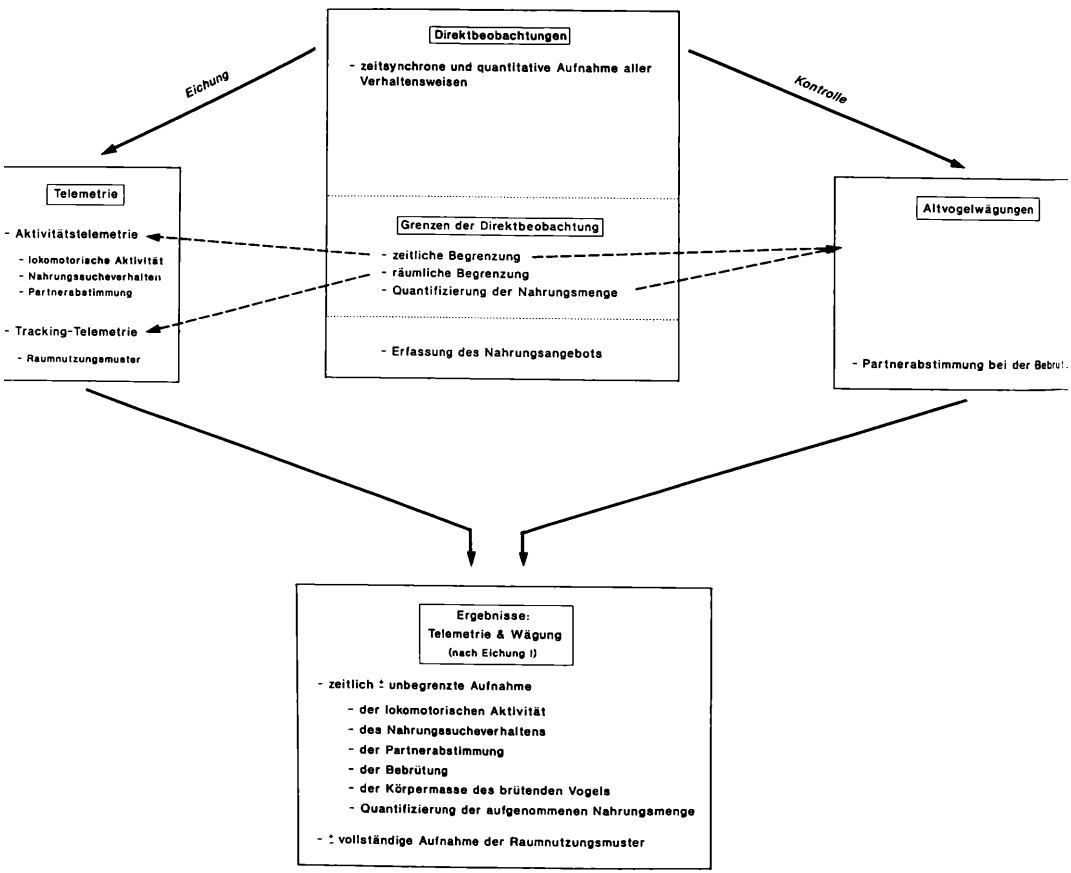

Abb. 1: Übersicht über die zur Aufnahme von Raum-Zeit-Budgets eingesetzten Methoden.
Fig. 1: Schematic overview of the methods used to study time and space budgets.

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

rungs- und Lebensweise zweimal jährlich umstellen, von mariner auf terrestrische und wiederum auf marine Lebensweise. Die Brutdichte ist im Binnenland in der Regel geringer, hinzu kommen anthropogene Einflüsse und Störungen.

Zur Aufnahme von Raum-Zeit-Budgets erscheinen in erster Linie Direktbeobachtungen individuell markierter Tiere geeignet (z. B. MARTIN & BATESON 1986). Sie erlauben eine zeitsynchrone und quantitative Aufnahme aller Verhaltensweisen, die Erfassung der Raumnutzungsmuster und zugleich häufig auch Angaben zur Art und Menge der konsumierten Nahrung (Abb. 1). Direktbeobachtungen unterliegen aber zeitlichen und räumlichen Begrenzungen: Kontinuierliche 24stündige Beobachtungen sind langfristig kaum realisierbar. Nachtbeobachtungen sind nur in wenigen und räumlich eng begrenzten Gebieten, meist ≤150 m, möglich. Auch am Tage sind kontinuierliche Dauerbeobachtungen nicht uneingeschränkt durchführbar, z. B. aufgrund der großen Entfernungen zwischen Brutplatz und Nahrungsgebiet oder dichter bzw. hoher Vegetation etc. Hinzu kommt, daß die aufgenommenen Nahrungsmengen meist nur halbquantitativ erfaßt werden können und daß ein Beobachter in der Regel nur 1–2 Individuen zeitgleich beobachten kann. Die Datenbasis bleibt somit zwangsläufig gering. Das heißt, zur kontinuierlichen und quantitativen Erfassung einzelner Verhaltensweisen, zur besseren Quantifizierung der aufgenommenen Nahrungsmengen sowie zur Analyse der Raumnutzungsmuster sind weitere ergänzende Methoden zwingend notwendig. Zur langfristigen kontinuierlichen Erfassung der Aktivitätsmuster wie auch einzelner Verhaltensweisen freilebender Tiere eignet sich vor allem die Telemetrie (z. B. AMLANER & MACDONALD 1980, KENWARD 1987, PRIEDE & SWIFT 1992), zur Quantifizierung der aufgenommenen Nahrungsmengen elektronische Wiegedatenerfassungsanlagen (z. B. SIBLY & MCCLEERY 1980, BECKER & FRANK 1990). Ziel dieser Arbeit ist es, das zur Aufnahme von Raum-Zeit-Budgets entwickelte Gesamtkonzept sowie die Methoden in ihren Grundzügen vorzustellen und dabei insbesondere auf die Kombinationsmöglichkeiten verschiedener moderner Freilandmethoden sowie deren Aussagemöglichkeiten und Grenzen einzugehen. Dies erscheint lohnenswert, da sich die entwickelten Systeme mit geringen Modifikationen auch bei zahlreichen anderen Arten einsetzen lassen.

Danksagung: Mein besonderer Dank gilt G. Scheiffarth, der den größten Teil der Freilandarbeiten übernahm und wesentliche Anregungen zur Fortentwicklung der vorgestellten Systeme machte. P H. Becker und D. Frank danke ich für wertvolle methodische Hinweise zur Entwicklung der Wiegedatenerfassungsanlage, dem Mellumrat e.V., dem die Betreuung der Insel obliegt, für vielfältige Unterstützungen.

2. Methoden

2.1. *Direktbeobachtungen*

Direktbeobachtungen sind zentraler Bestandteil unserer Untersuchungen (Abb. 1), Telemetrie und Altvogelwägungen sind ohne vergleichende Direktbeobachtungen oftmals nicht interpretierbar. Dennoch soll auf die Methodik bzw. die Art der Protokollierung nur kurz eingegangen werden, hierzu liegen bereits zahlreiche Publikationen vor (z. B. Übersichten in: MARTIN & BATESON 1986, MILLER 1988).

Die Beobachtungen erfolgen aus einem ca. 5 m hohen, geschlossenen, fest installierten Beobachtungsturm; Nachtbeobachtungen mittels eines Restlichtverstärkers (Zeiss Orion 80 BB). Zur Protokollierung werden sowohl speziell zur Aufnahme von Verhaltensprotokollen entwickelte PC-kompatible Event-Recorder (Entwicklung und Fertigung K. Rappolt, Wageningen, NL) als auch handelsübliche netzunabhängige portable PC's eingesetzt (vgl. z. B. MARTIN & BATESON 1986, HENSLER, KLUGMANN & FULLER 1986). Alle beobachteten Verhaltensweisen werden mittels eines dreistelligen hierarchisch aufgebauten Codes registriert (vgl. MILLER 1988). Zugleich wird ein Ortscode eingegeben, so daß das Auftreten einzelner Verhaltensweisen auch einem bestimmten Ort zugeordnet werden kann. Diese Form der Datenaufnahme und -speicherung erlaubt a) eine zeitsynchrone Aufzeichnung und Quantifizierung aller Verhaltensweisen und b) eine vergleichsweise

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

schnelle Datenaufarbeitung. Erste Datenübersichten, beispielsweise Zusammenstellungen aller beobachteten Verhaltensweisen, deren Zeitanteile sowie Häufigkeiten, können mehr oder weniger direkt im Anschluß an die Datenaufnahme erstellt werden.

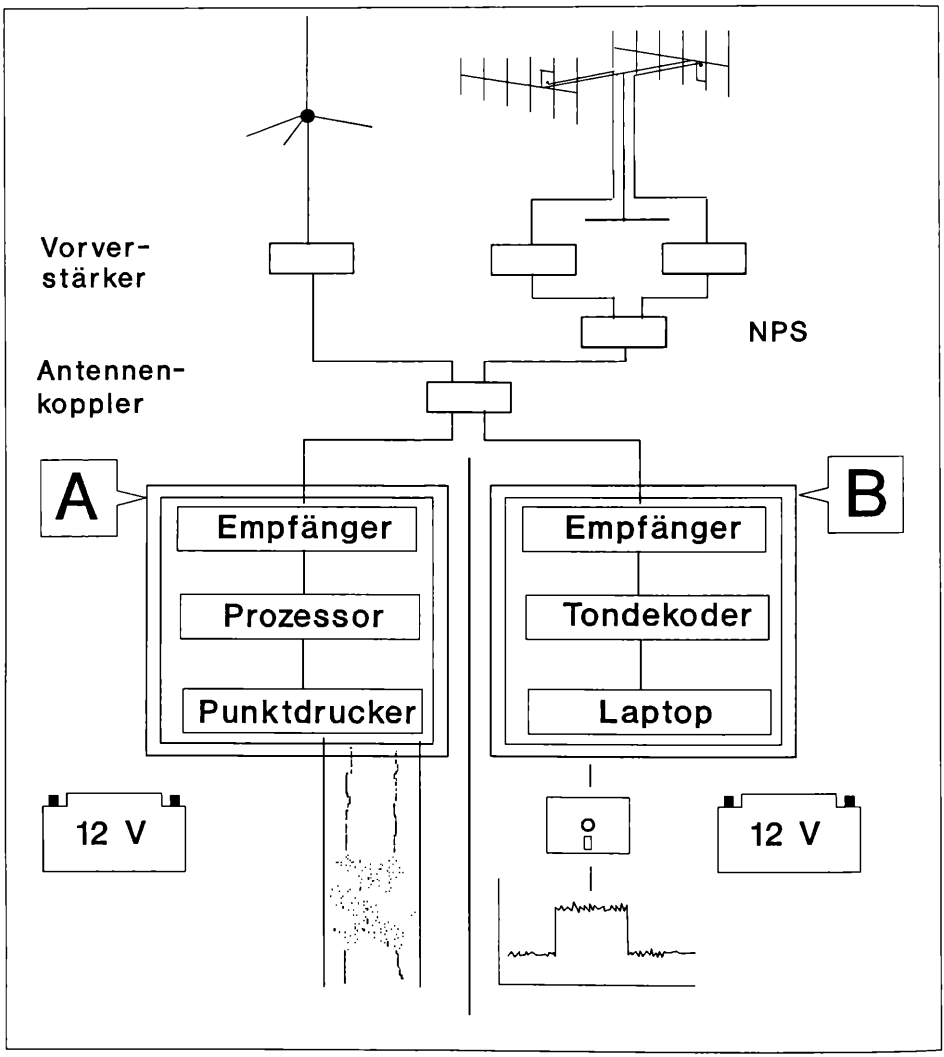

Abb. 2: Blockdiagramm der Telemetrieanlagen, NPS: Null-Peak-System.
Fig. 2: Block diagram of the telemetry receiving systems, NPS: null-peak-system.

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

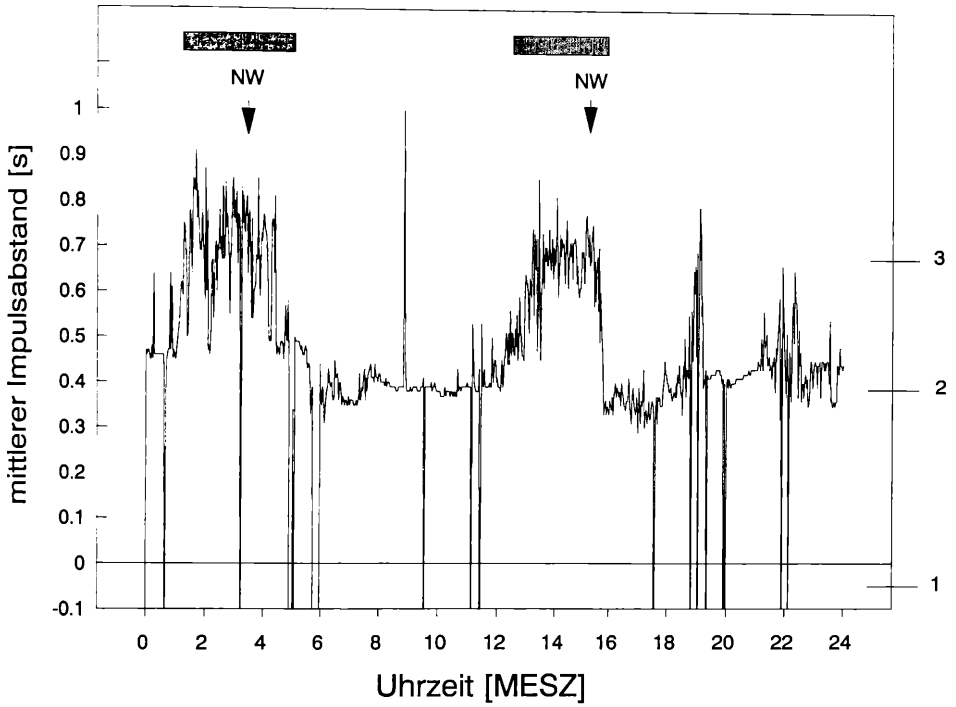

Abb. 3: Graphische Darstellung eines Originalprotokolls der telemetrischen Aktivitätsregistrierungen mittels der PC-gesteuerten Erfassungsanlage (B, vgl. Abb. 2), 22.06.91, Sender 09. Dargestellt sind die mittleren Impulsabstände pro 20 s (Registrierintervall 100 s). Der Quecksilberschalter war im Winkel von 47° zur Rückenachse des Vogels eingegossen, d. h. zur Aufnahme des Nahrungssucheverhaltens. Zeiten der Nahrungssuche sind durch lange bzw. variierende Impulsabstände gekennzeichnet (3), alle übrigen Zeiten durch kurze Impulsabstände (2). 1 – Vogel außerhalb des Empfangsbereichs, NW – Niedrigwasser. Die schwarzen Balken im Kopf der Abb. kennzeichnen die Hauptnahrungssucheperioden.

Fig. 3: Diagram of an original telemetry activity record as obtained by the microcomputer-controlled receiving system (B, cf. Fig. 2). Given are the average pulse intervals per 20 s (registration interval 100 s). The mercury switch was adjusted in an angle of 47° to the birds back that means, to monitor foraging behaviour. Times of foraging are indicated by slow and varying pulse rates (3), respectively, all other times are indicated by fast pulse rates (2). Additionally, main foraging periods are marked by bars at the top of the figure. 1 – timeout times, bird outside the transmitter range, NW – low tide, MESZ – Central European Summer Time.

2.2. *Telemetrie*

2.2.1. Aktivitätstelemetrie

Sender

Zur telemetrischen Aktivitätserfassung werden die Vögel mit bewegungssensitiven Sendern markiert (z. B. TW-2, Biotrack, Wareham, UK; bzw. H2–361 350 A, Dr. Kronwitter & Stein, Oberpframmern); Senderspezifikation: Frequenzbereich 150.050–150.240 MHz, Pulsdauer 10–30 ms, Stromaufnahme 0,1–0,2 mA, Reichweite (vgl. Signalerfassung) 2–3 km, Batterie: Lithium 3,6 V, 1/2 AA bzw. 2/3 AA, Batterielebensdauer lt. Hersteller 9–16 Monate. Die Trägerfrequenzen zeitgleich eingesetzter Sender liegen mindestens 10 kHz auseinander, so daß eine indivi-

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

duelle Identifikation gewährleistet ist. Die betriebsbereite Sender-Batterie-Einheit mißt ca. 4 x 2 x 1,5 cm (Länge x Breite x Höhe; Stabantenne ø 1–2 mm, Länge ca. 22 cm). Incl. der Befestigungsschnur – 2,5 mm starke mehrfach geflochtene Nylonschnur – wiegt die komplette Einheit zwischen 20 und 28 g, was etwa 3,5–5% der Körpermasse der Vögel (500–600 g) entspricht. Als Bewegungssensoren dienen Quecksilberschalter. Im Rahmen des hier beschriebenen Projekts müssen die Sender rucksackartig im Bereich der Interscapularregion angebracht werden (vgl. KENWARD 1987), und zwar so, daß in „Ruhestellung" eine konstant schnelle Impulsfolge ausgestrahlt wird, bei Aktivität eine langsame bzw. variierende (vgl. Abb. 3). Entscheidend ist die Stellung des Quecksilberschalters in Bezug zur Rückenachse des Vogels. Vergleichende Direktbeobachtungen ergaben, daß beim Austernfischer bei einer Quecksilberschalter-Stellung von 12–13° zur Rückenachse des Vogels die Muster der allgemeinen lokomotorischen Aktivität telemetrisch erfaßt werden können, bei einem Winkel von 47–50° eine Quantifizierung der zur Nahrungssuche genutzten Zeiten möglich ist (EXO & SCHEIFFARTH 1990, EXO *et al.* 1992). Herauszustellen ist, daß die von einzelnen Verhaltensweisen erzeugten Impulsfolgezeiten für jeden Sender zu ermitteln sind, da eine wirklich identische Senderanbringung an verschiedenen Individuen kaum möglich ist. Der Einsatz bewegungssensitiver Quecksilberschalter erlaubt wesentlich aussagekräftigere und eindeutiger interpretierbare Aktivitätsregistrierungen als beispielsweise die Messung variierender Signalamplituden konstant pulsender Sender (die Signalamplitude variiert mit der Stellung Sendeantenne – Empfangsantenne; z. B. NAMS 1987, EXO & SCHEIFFAHRT in Vorb.).

Aktivitätsregistrierung: Signalerfassung und -speicherung

Zum Empfang werden eine 5/8 λ-Rundempfangsantenne (z. B. CSL 145-GP bzw. Telepolaris Rundumantenne, GFT mbH, Kiel) sowie eine vertikal polarisierte 6-Element-Doppel-Yagi-Antenne (Gewinn ca. 10 dB; vgl. AMLANER 1980) jeweils in Verbindung mit einem selektiven Antennenvorverstärker eingesetzt (z. B. VV2, Verstärkung 17–19 dB, Dressler GmbH, Stollberg, bzw. EGV2, Verstärkung 13–17 dB, Burdenick KG, Linkenheim; Kabel: RG 58 C/U; Abb. 2). Rundempfangs- und Richtantenne werden zur Aktivitätsregistrierung mittels eines 3 dB-Antennenkopplers (GFT mbH, Kiel) zusammengeschaltet. Diese Kombination hat sich in diesem Fall als günstig erwiesen, da die Empfangsanlagen am Rande streifenförmig langgezogener Territorien (SCHEIFFARTH 1989, in Vorb.) aufgebaut werden mußten. Die 6-Element-Yagi-Antennen gewährleisten einen weitgehend ununterbrochenen Empfang auch in entfernter gelegenen Nahrungsgebieten (durchschnittliche Reichweite bei Montage in 7 m Höhe: ca. 2–3 km), die Omnidirektionalantenne kompensiert Empfangslücken außerhalb des Öffnungswinkels der Yagi-Antennen im Nahbereich.

Zur Signalerfassung und Speicherung der Aktivitätsdaten werden zwei verschiedene Anlagen eingesetzt (Abb. 2):

a) eine „konventionelle" Registrierstation mit analoger Datenspeicherung (Anlage A, Registrierstation 303079, B + R Ingenieurgesellschaft mbH, March) und
b) eine PC-gesteuerte Empfangsanlage (Anlage B, System Aktiv 500, GFT mbH, Kiel).

Anlage A: Die wesentlichsten Systemkomponenten der vom Ingenieurbüro Burchard/Reichenbach (March) entwickelten Registrierstation sind: ein 10-Kanal-Tracking-Empfänger (Modell 287078) incl. eines Scanners zur automatischen Kanalumschaltung, ein Prozessor zur Messung von Impulsbreite und Impulsfolgezeit sowie ein Fallbügelschreiber (Miniscript K, BBC Metrawatt, Nürnberg) zur Darstellung der beiden Meßwerte. Solange die Vögel inaktiv sind, ergeben sich zwei konstante Linien, eine für die Impulsfolgezeit, eine für die Impulsbreite, bei Aktivität Punktwolken (vgl. EXO 1989, EXO & SCHEIFFARTH 1990). Um eine möglichst gute zeitliche Auflösung zu erreichen, werden die Miniscript-Punktdrucker mit maximaler Vorschubgeschwindigkeit betrieben (60 mm/h), wodurch eine Ablesegenauigkeit von 2 min erreicht wird.

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

Der kontinuierliche wartungsfreie Betrieb der Registrierstationen wird durch den Papiervorrat des Miniscript-Punktdruckers bestimmt. Bei einer Vorschubgeschwindigkeit von 60 mm/h ist ein wartungsfreier Betrieb von 10–11 Tagen gewährleistet, bei minimaler Vorschubgeschwindigkeit (10 mm/h) von ca. 2 Monaten, wobei aber nur eine Auflösegenauigkeit von 6 min (1 mm Papiervorschub) erzielt wird. Zur Stromversorgung können Solaranlagen eingesetzt werden. Bei der Verwendung handelsüblicher 12 V 66 Ah Autobatterien ergibt sich eine Betriebsdauer von ca. 3 Wochen (Gesamtstromaufnahme: ca. 60 mA). – Zur Datenauswertung müssen die Miniscriptrollen manuell analysiert werden. Die einzelnen Zeitintervalle – hier: 2 min – werden auf Aktivität, Inaktivität, Nahrungssucheverhalten etc. hin durchgesehen. Die Daten werden codiert und zur weiteren Auswertung in einen Rechner eingegeben (vgl. SCHEIFFARTH 1989).

Anlage B: Die im Rahmen des Projekts entwickelte PC-gesteuerte Empfangsanlage (GFT mbH, Kiel) besteht aus einem portablen mikroprozessorgesteuerten und extern ansteuerbaren Telemetrie-Empfänger (z. B. YEASU FRG 9600 bzw. MTR 90), einem regelbaren Tondekoder zur Nutzsignalerkennung und Umwandlung der Sendersignale in TTL-Signale, einem Interface zur Steuerung des Empfängers durch einen Rechner sowie einem handelsüblichen Laptop (z. B. Panasonic CF-150B mit einem 3,5" 720 KB-Diskettenlaufwerk) zur Steuerung der Gesamtanlage und Datenspeicherung (Details s. EXO *et al.* 1992). Das Softwarepaket Aktiv500 (GFT mbH, Kiel) bietet u.a. folgende Optionen:

- Überprüfung des Empfängers (z. B. Empfangsbereitschaft, Empfangsmodus) sowie der zur Speicherung vorgesehenen Diskette
- Eingabe und Aktivierung bzw. Deaktivierung der Messung der einzelnen Senderfrequenzen (max. 15 [Eingabe] bzw. 10 [Aktivierung])
- manuelle und automatische Fein- sowie stündliche Kontrolle und ggf. Nachführung der einzelnen Frequenzen innerhalb eines vorgegebenen Bereichs (± 500 Hz), Ausfallzeiten aufgrund einer Frequenzdrift der Sender treten somit nicht auf
- manuelle und automatische Kalibrierung der Impulsfolgezeiten für die langsame sowie schnelle Pulsrate
- Wahl der Meßdauer pro Tier (5 s – 99 h) sowie des Intervalls für die Mittelwertbildung
- automatisches Umschalten auf den nächstfolgenden zur Messung aktivierten Sender, sofern der zu messende Sender nicht empfangen wird (timeout, minimal 5 s). Diese Option minimiert Ausfallzeiten aufgrund von Empfangsunterbrechungen, Senderdefekten etc.

Die vorgewählten Parameter werden während der Datenerfassung im Menü angezeigt, ebenso die freie Speicherkapazität der Diskette. Gespeichert werden neben den Grundparametern – Datum, Uhrzeit und Sender-Nr. – sieben Meßwerte: die Mittelwertszeiten der Impulsabstände einschl. der Standardabweichungen, die Gesamtzahl der pro Intervall empfangenen Impulse, die Anzahlen schneller und langsamer Impulse, die Anzahl registrierter Störungen sowie die tatsächliche Meßdauer. Die Daten werden direkt als ASCII-files abgespeichert oder aber später konvertiert, so daß sie mit handelsüblichen Programmen ausgewertet werden können. Abb. 3 zeigt ein typisches Beispiel einer Aktivitätsregistrierung mittels dieses Systems.

Die Stromaufnahme der Gesamtanlage beträgt 80 mA in Verbindung mit einem MTR-Empfänger bzw. 500 mA bei der Benutzung eines YAESU-Empfängers. Bei der Verwendung von 12 V 66 Ah Autobatterien ist ein Dauerbetrieb von ca. 1 Woche bzw. 3–4 Tagen gewährleistet. Werden zur Stromversorgung Solargeneratoren eingesetzt, wird die Dauer des wartungsfreien Betriebs von der Speicherkapazität des Rechners und der Anzahl untersuchter Tiere und dem Mittelwertsintervall (= Speicherintervall) bestimmt, z. B.: Bei der Verwendung eines 720 KB Diskettenlaufwerks und der Registrierung von 4 Tieren in 80 s Intervallen ergibt sich eine Laufzeit von ca. 3 Tagen bei Speicherung im ASCII-Format bzw. ca. 12 Tagen bei Speicherung im Binärformat.

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

Fazit

Beide Systeme sind zur telemetrischen Aktivitätserfassung gut geeignet und haben sich in mehrjährigen Freilanduntersuchungen (A: 7 Jahre, B: 2 Jahre) bewährt. Zum Schutz vor Witterungseinflüssen, insbesondere Feuchtigkeit und Sand, werden die Anlagen in weitgehend hermetisch zu verschließenden Boxen untergebracht. Die Tastatur des Rechners wird zusätzlich mit einer speziellen Plastikfolie (Keyskin, CompuCover Europe GmbH, Neuenburg) überzogen.

Die elektronische Datenspeicherung erlaubt eine annähernd unbegrenzt genaue zeitliche Auflösung, so daß Daten mehrerer Tiere alternierend, in Zeitintervallen von wenigen Sekunden, erfaßt werden können, was bei der Registrierung mittels Punktdruckern oder Schreibern aufgrund der geringen Auflösung (1–2 min, s.o.) kaum möglich ist. In dem hier skizzierten Projekt werden bei analoger Datenaufzeichnung pro Anlage und Tag die Aktivitätsmuster eines Tieres kontinuierlich registriert, während bei digitaler Speicherung pro Anlage und Tag, ohne wesentlichen Informationsverlust, in der Regel Daten von 4–5 Vögeln gespeichert werden, wobei die Einzeltiere alternierend über jeweils 20 s registriert werden. Ein weiterer entscheidender Vorteil der elektronischen Datenspeicherung ist die wesentlich einfachere und schnellere Datenaufarbeitung, was gerade bei der Menge der bei telemetrischen Untersuchungen anfallenden Daten von großer Bedeutung ist (vgl. White & Garrot 1990).

Hingewiesen sei hier noch darauf, daß sich beide Anlagen ebenso zur telemetrischen Registrierung physiologischer Parameter (z. B. Herzschlagrate, Körpertemperatur) eignen bzw. allgemein zur Registrierung von Sendern, bei denen die zu messenden Parameter durch unterschiedliche Impulsfolgezeiten codiert werden.

2.2.2. Registrierung mit Nestantennen

Ein interessanter Nebenaspekt, der sich bei ohnehin mit Sendern markierten Tieren leicht miterfassen läßt, ist die Registrierung der paarspezifischen Bebrütungsmuster bzw. der An-/Abwesenheit der Tiere am Nest. Sofern die Bebrütung nicht bereits anhand charakteristischer Impulsfolgezeiten der Sender bestimmt werden kann (Exo & Scheiffahrt 1990), kann sie mit Hilfe von sogenannten Nestantennen erfaßt werden (z. B. Kenward 1987, Licht *et al.* 1989, Becker *et al.* 1991). Hierzu werden ca. 1 m lange nicht abgeschirmte Kabel (z. B. Nyfaz bzw. direkt die nicht abgeschirmten Innenleiter des Koaxialkabels) knapp unter der Bodenoberfläche in möglichst engem Radius um die Nester der besenderten Vögel gelegt. Die nicht abgeschirmten Kabelenden dienen als Antenne. Die eingehenden Signale werden über den Innenleiter abgeschirmter Koaxialkabel (z. B. RG 58 C/U) zur Registrierstation geleitet. Unter Einschaltung entsprechender Antennenvorverstärker (2.2.1.), die grundsätzlich möglichst nah an den Antennen zwischenzuschalten sind, können Distanzen von mehreren 100 m überbrückt werden. Die eingesetzten Empfänger erlauben eine so empfindliche Triggerung, daß die Sender nur empfangen werden, wenn die Tiere sich innerhalb der nicht abgeschirmten Drahtschlinge aufhalten. Beim Austernfischer kann davon ausgegangen werden, daß die Vögel dann auch tatsächlich brüten, so daß die Gesamtbebrütungsdauer pro Nest und darüber hinaus auch die paarspezifischen Brutrhythmen erfaßt werden.

2.2.3. Tracking-Telemetrie

Zur Analyse der Raumnutzungsmuster wird das Verfahren der Nullpunkt-Peilung angewandt (Null-Peak-System; Details s. z. B. Amlaner 1980, O'Connor, Pyke & Spencer 1987). Bei dieser Peilmethode werden 2 parallel orientierte Richtantennen, in diesem Fall 2 vertikal polarisierte 6-Element-Yagi-Antennen (2.2.1., Abb. 2), um 180° bzw. $\pi/2$ phasenverschoben zusammengeschaltet, wodurch sich in Richtung des Senders ein äußerst steilflankiges und damit vergleichs-

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

weise einfach und präzise peilbares Empfangsminimum ergibt. Das Verfahren der Nullpunkt-Peilung ist zumindest bei telemetrisch unkritischer Topographie, in ebenem Gelände eines der derzeit genauesten Peilverfahren (z. B. Zusammenstellung und Diskussion in Bögel 1989). Genauere Verfahren, wie beispielsweise Laufzeitdifferenz-Messungen (z. B. Lemnell *et al.* 1983, Kenward 1987) oder Messungen mit Hilfe des Doppler-Effekts (z. B. Burchard 1989), sind technisch wesentlich aufwendiger bzw. noch nicht zur Serienreife entwickelt. Mit dem Null-Peak-System wird im Untersuchungsgebiet eine Peilgenauigkeit von etwa ± 1–2° erreicht; Amlaner (1980) gibt eine Genauigkeit von ± 0,5° an.

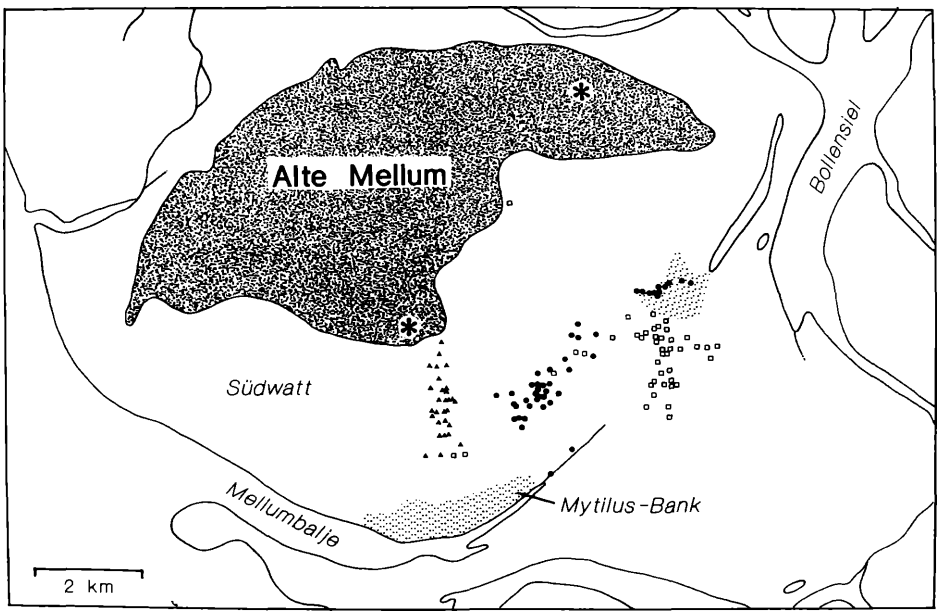

Abb. 4: Exemplarische Darstellung der Raumnutzungsmuster von drei Austernfischern im Zeitraum von 3 Stunden vor bis 2 Stunden nach Niedrigwasser. Summarische Darstellung der Peilungen von 4 Tagen (28.07. bis 07.08.1988), * Peilstandorte.

Fig. 4: An example of the utilization distribution of three Oystercatchers between 3 hours before and 2 hours after low tide. Summary of the data from 4 days (28.07.–07.08.88). * fixed-location radio tracking towers

Die Peilungen erfolgen von 2 stationären, zur zeitlichen Synchronisation über Funk in Verbindung stehenden Peiltürmen, wobei die Antennensysteme manuell gedreht werden. Geübte Bearbeiter können die Senderrichtung manuell oft innerhalb weniger Sekunden und damit wesentlich schneller als mittels Antennenrotoren ermitteln. Abb. 4 zeigt ein typisches Beispiel der Raumnutzungsmuster des Austernfischers um Niedrigwasser.

2.3. *Altvogelwägung*

Hardware-Konfiguration

Zur Erfassung der Körpermasse sowie zur Quantifizierung der aufgenommenen Nahrungsmengen der beobachteten und telemetrisch registrierten Vögel setzen wir parallel eine netzunab-

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

hängige PC-gesteuerte Wiegedatenerfassungsanlage ein (Brockert GmbH, Hannover, Typ 589.1; vgl. BECKER & FRANK 1990). Die Wiegedatenerfassungsanlage besteht aus fünf elektronischen Waagen, einem „intelligenten" Interface und einem Laptop (Abb. 5). Zur Wägung werden ferntarierbare Waagen benutzt (Sartorius U 6100, Wägebereich 50 – 6100 g, Ablesegenauigkeit 0,1 g, Betriebsspannung 12 V, Stromverbrauch < 200 mA). Die Waagen werden über eine serielle Schnittstelle (RS 232C/423) an ein intelligentes Interface angeschlossen (Betriebsspannung 12 V, Stromverbrauch < 300 mA). Das Interface erlaubt eine separate Tarierung der einzelnen Waagen und Direktkontrolle (Display) der aktuellen Waagenwerte, zugleich dient es der Zwischenspeicherung der Daten. Die Anlage kann bis zu fünf Waagen steuern, wobei die Distanz Waage – Interface max. 300 m betragen darf, sofern die Daten per Kabel übertragen werden. Das Interface wird über eine RS 232-Schnittstelle an einen IBM-kompatiblen Laptop angeschlossen (z. B. Toshiba T 1000, 1,2 MB-Speicher [521 KB CMOS-DRAM, 768 KB LIM-EMS], 1 3,5″ 720 KB-Diskettenlaufwerk, Betriebsspannung 12 V, Stromverbrauch ca. 300–400 mA bei ≤10% Zugriff auf das Diskettenlaufwerk). Zum Schutz vor Witterungseinflüssen werden Rechner und Interface in einem weitgehend hermetisch abgeschlossenen Kunststoffkasten untergebracht (vgl. 2.2.1.). Zum Betrieb der Anlage werden handelsübliche Autobatterien verwandt, und zwar je eine 45 Ah Batterie/Waage und eine 66 Ah Batterie für Rechner und Interface. Diese Konfiguration erlaubt einen kontinuierlichen Betrieb der Rechner-Interface-Einheit von ca. 1–2 Tagen und der Waagen von mindestens einer Woche. Beim Einsatz von fünf Waagen und einem Abfragezyklus von 30 s (s.u.) reicht eine 720 KB-Diskette zur Speicherung der Daten von ca. fünf Tagen.

Wägekasten: Die Waagen werden in einem ca. 37 x 28 x 10 cm (Länge x Breite x Höhe) großen Kunststoffkasten unter dem Nest aufgebaut (Abb. 5, vgl. BECKER & FRANK 1990). Das Gelege liegt in einer vorgeformten Mulde einer ca. 3 cm dicken auf dem Waagenteller fest aufge-

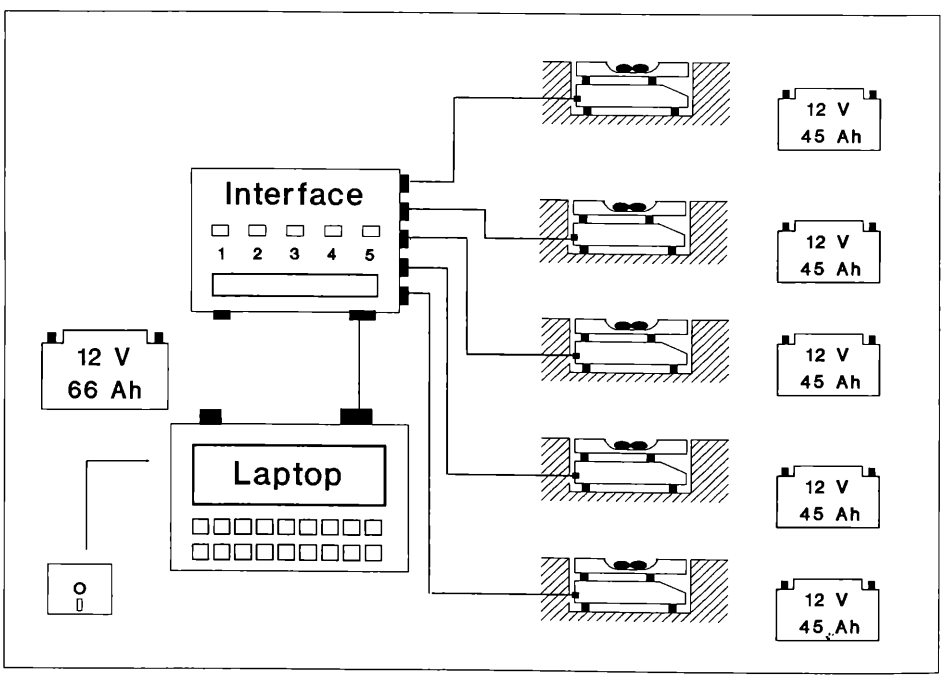

Abb. 5: Blockdiagramm der Wiegedatenerfassungsanlage.
Fig. 5: Block diagram of the mass-data registration system.

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

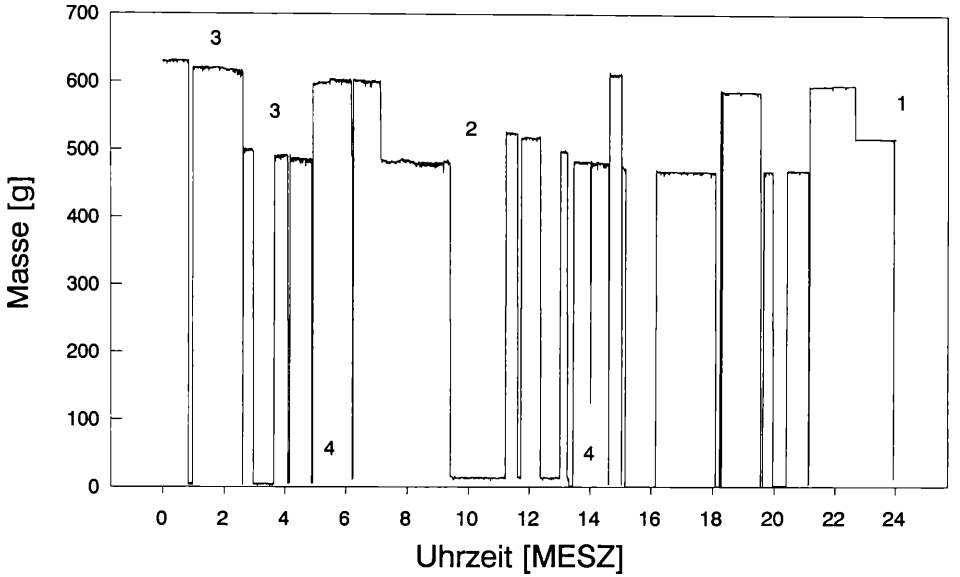

Abb. 6: Graphische Darstellung eines unkorrigierten Wiegedatenprotokolls (28.05.1990, Waage 02, Wiegeintervall 30 s). Beachte: 1) Die großen geschlechtsspezifischen Unterschiede beim Austernfischer. In diesem Fall war das Weibchen ca. 100 g schwerer als das Männchen. Die Einzelwerte lassen sich somit gut den Paarpartnern zuordnen. 2) Die Massenzunahme beim Männchen in der Brutpause zwischen 9.20 Uhr und 11.10 Uhr (+ 45 g). 3) Die Massenabnahmen während der Bebrütung. 4) Die Tarasprünge (Details s. Text).

Fig. 6: Diagram of a mass data protocol, original record: 28.05.1991, balance 02, registration interval 30 s. Note: 1) The sexspecific mass differences in Oystercatchers. The female was about 100 g heavier than the male, from there it is no problem to identify the incubation periods of the mates. 2) the body mass increase of the male between 9.20 and 11.10 (+ 45 g) when it was absent from the nest. 3) the mass loss during incubation and 4) the tare fluctuations caused by precipitation, evaporation, wind, changes of the amount of nest material etc. (for details see text).

klebten Styroporplatte. Niederschlagswasser wird durch Abflußlöcher durch den Waagenkasten in den Boden abgeleitet. Die Waagenkästen werden ca. 5–10 Tage nach dem Beginn der Bebrütung aufgebaut. Zu diesem Zeitpunkt kann man relativ sicher sein, daß die Veränderungen am Nest nicht zu einer Gelegeaufgabe führen. Insgesamt werden ca. 10 Kästen installiert, so daß jederzeit kurzfristig eine Waage unter die Gelege der beobachteten Paare geschoben werden kann. Dieser Aufbau hat sich bei den bisher untersuchten Küstenvogelarten (Silbermöwe, Sibly & Mccleery 1980, 1983; Flußseeschwalbe *[Sterna hirundo]*, Becker & Frank 1990; Austernfischer, diese Arbeit) gut bewährt.

Optionen der Software

Alle fünf Waagen können vom Rechner aus separat angesteuert werden. Das speziell hierzu entwickelte Programm (Brockert GmbH, Hannover) bietet folgende Optionen:

- die Möglichkeit zum separaten Ein- und Ausschalten der fünf Waagen,
- die Möglichkeit zur separaten Wahl des Abfragezyklus zwischen 2 und 99 s. Die auf den ersten Blick sehr kurz erscheinende Abfrageintervalle sind notwendig, um zwischen den oft sehr schnell erfolgenden Partnerablösungen bei der Bebrütung Tarawerte zu erhalten (s.u., Abb. 6),

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

- die Möglichkeit zur separaten manuellen Tarierung sowie zur automatischen Tarierung. D.h., innerhalb des Wägebereichs der Waagen kann eine beliebige Tarierschwelle gesetzt werden: Ist die Differenz zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wägungen größer als die gewählte Tarierschwelle, wird die entsprechende Waage automatisch tariert,
- die Möglichkeit zur Direktkontrolle der gespeicherten Datensätze vor Ort: Anzeige der letzten 1000 Werte pro Waage, d.h. der Werte der letzten 8 Stunden bei einem Abfragezyklus von 30 s.

Während der Datenerfassung werden die vorgewählten Parameter aller Waagen, der letzte gespeicherte Waagenwert sowie die noch zur Verfügung stehende Speicherkapazität im Menü angezeigt. Gespeichert werden die Waagennummer, das Datum, die Uhrzeit auf ± 1 s und die Masse auf ± 0,1 g. Die Datenspeicherung erfolgt wegen des geringeren Platzbedarfs im Binärcode. Zur Auswertung werden die Dateien in ASCII-files konvertiert, was eine schnelle und unproblematische Weiterverarbeitung der Daten erlaubt. Abb. 6 zeigt ein typisches Beispiel eines unkorrigierten Wiegedatenprotokolls, wie es vor Ort zur Kontrolle angefertigt werden kann.

Genauigkeit und Fehlerquellen

Die Anlage hat sich hinsichtlich ihrer Handhabung und Störungsanfälligkeit sehr bewährt. Während zwei Brutzeiten (1990, 1991), in denen die Anlage jeweils über 2–3 Monate auf der Nordseeinsel Mellum unter extremen Feuchtigkeits- und Flugsandbedingungen aufgebaut war, traten keine Ausfälle auf.

Das zentrale Problem bei automatischen Wägungen im Freiland ist und bleibt die Tarierung. Unter günstigen klimatischen Bedingungen – Windstille, kein Niederschlag – ist die Genauigkeit der registrierten Werte als sehr groß zu bezeichnen. Eine Auswertung auf ± 1 g Genauigkeit ist möglich. Oft nicht auswertbar sind hingegen zu Zeiten starken Windes registrierte Daten. Wind kann je nach Exposition des Nestes zu kurzfristigen und nicht korrigierbaren Schwankungen um bis zu ± 5 g führen. Problematisch sind darüber hinaus kontinuierliche Tara-Änderungen infolge Niederschlags bzw. Verdunstung. Die von Sibly & McCleery (1980) vorgeschlagene Methode, Massendaten eines Kontrollnestes zu erfassen, um die Daten der untersuchten Nester entsprechend zu korrigieren, ist, wie auch Becker & Frank (1990) feststellen, kaum anwendbar, da die einzelnen Nester zu unterschiedlich beeinflußt werden. Tara-Änderungen aufgrund von Änderungen der auf dem Waagenteller deponierten Nistmaterialmenge können bei der Auswertung hingegen meist korrigiert werden (vgl. Abb. 6). Wichtig ist, daß das Speicherintervall ausreichend kurz gewählt wird, so daß zumindest bei der Partnerablösung Tara-Werte erfaßt werden. Darüber hinaus ist es unerläßlich, die Waagen mindestens einmal täglich zu kontrollieren, zu reinigen und mit einer Tariermasse zu überprüfen.

Fazit

Unter Beachtung der o.g. Einschränkungen erlaubt die vorgestellte Anlage die Bestimmung der Körpermassenzunahme nach Perioden der Nahrungsaufnahme sowie die Bestimmung der Abnahme der Körpermasse während der Bebrütung bzw. Verdauungsphase. Darauf aufbauend lassen sich u.a. tidale und tagesperiodische Körpermasseänderungen sowie die aufgenommenen Nahrungsmengen quantitativ analysieren. Wobei zur quantitativen Bestimmung der aufgenommenen Nahrungsmengen neben den hier beschriebenen Untersuchungen weitere Messungen zur Ermittlung der Körpermassenabnahme infolge Verdauung notwendig sind (z. B. Ermittlung des Einsatzzeitpunktes der Körpermassenabnahme nach der Nahrungsaufnahme, Bestimmung der Kotabgaberate). Beim Austernfischer können darüber hinaus aufgrund der ausgeprägten geschlechtsspezifischen Massenunterschiede in der Regel zugleich Daten zur Partnerabstimmung bei der Bebrütung gewonnen werden. Die Wiegedatenerfassungsanlage läßt sich mit geringen

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

Modifikationen, die in erster Linie den Aufbau des Wägekastens betreffen, auch bei zahlreichen anderen Arten einsetzen, und zwar sowohl bei Frei- als auch bei Höhlenbrütern (z. B. WIJNANDTS 1984). Äußerste Sorgfalt ist bei der Konstruktion sowie dem Aufbau des Wägekastens geboten. Veränderungen am Brutplatz sind so gering wie eben möglich zu halten, zugleich muß gewährleistet sein, daß der Waagenteller frei schwingen kann. Unerläßlich sind regelmäßige Kontrollen und manuelle Tarierungen.

3. Schlußbetrachtung

Die vorgestellte Kombination von Direktbeobachtung, Telemetrie und Altvogelwägung ermöglicht eine kontinuierliche Aufnahme und weitgehende Quantifizierung der Zeitanteile wichtiger Verhaltensweisen und schafft damit die Grundlage zur Erstellung von detaillierten Zeit- und (darauf aufbauend) Energiebudgets. Aktivitätstelemetrie und Altvogelwägung erlauben beim Austernfischer eine zeitlich beinahe unbegrenzte Aufnahme der lokomotorischen Aktivität, der Bebrütung, des Nahrungssucheverhaltens, der Partnerabstimmung – sofern beide Partner eines Paares telemetrisch registriert werden –, der Körpermasse brütender Vögel sowie die Quantifizierung der aufgenommenen Nahrungsmengen (Abb. 1). Die Tracking-Telemetrie ermöglicht darüber hinaus die parallele Aufnahme der Raumnutzungsmuster.

Auch wenn die Erfassung zahlreicher wichtiger Parameter im Rahmen des vorgestellten Projekts weitgehend automatisiert wurde, darf dies nicht darüber hinwegtäuschen, daß Direktbeobachtungen individuell markierter Tiere zentraler Bestandteil der Untersuchungen sind und bleiben müssen. Telemetrisch registrierte Aktivitätsdaten sind nur nach entsprechender Kalibrierung anhand vergleichender Direktbeobachtungen interpretierbar. Jeder Sender ist nach der Anbringung am Tier zu „eichen", so daß die von einzelnen Verhaltensweisen erzeugten Impulsfolgezeiten eindeutig zugeordnet werden können (2.2.1.; GABRIELSEN & MEHLUM 1989, EXO & SCHEIFFARTH 1990, in Vorb.). Ist aber ein Sender einmal kalibriert, erlaubt die Telemetrie kontinuierliche Langzeitregistrierungen, wozu Direktbeobachtungen oft nicht geeignet sind. Bei Wattenmeerbrütern des Austernfischers werden sie beispielsweise durch die großen Entfernungen zwischen Brut- und Nahrungsgebiet behindert, in unserem Untersuchungsgebiet bis zu ca. 1,5–2 km (SCHEIFFARTH 1989), bei Binnenlandbrütern durch hohe und dichte Vegetation. Hinzu kommt, daß die Vögel nachts auch mit Hilfe von Restlichtverstärkern nur in eng begrenzten Gebieten z. B. den Brutterritorien beobachtet werden können. Die Telemetrie hilft, diese „Ausfallzeiten" zu minimieren und kann wesentlich vollständigere Datenreihen liefern als Direktbeobachtungen. Die EDV-gestützte Telemetrieanlage erlaubt darüber hinaus zugleich die Registrierung der Verhaltensweisen mehrerer Tiere, die Datenbasis kann somit erheblich vergrößert werden. Das Problem vieler telemetrischer Untersuchungen vergangener Jahre, daß die vorliegenden Daten oft nur unzureichend bzw. nur Teilaspekte ausgewertet werden konnten, weil die Fülle der anfallenden Daten manuell kaum aufzuarbeiten war (z. B. WHITE & GARROT 1990), wird durch die elektronische Datenspeicherung gelöst.

Die Kombination von Aktivitätstelemetrie und automatischer Wägung ermöglicht u.a. die quantitative Erfassung der täglich zur Nahrungssuche genutzten Zeit sowie der pro Zeiteinheit aufgenommenen Nahrungsmengen. Diese Parameter erlauben u.a. Aussagen zur Anpassung einer Art an verschiedene Lebensräume bzw. zur Eignung verschiedener Lebensräume für die betreffende Art. Es werden somit Daten gewonnen, die zur Bewertung von Lebensräumen, zur Ausweisung von Schutzgebieten, zum Biotopmanagement etc. dringend benötigt werden. Darüber hinaus kann der Einfluß von Störungen analysiert werden, beispielsweise die Auswirkungen von Störungen auf das Nahrungssucheverhalten sowie die Konstitution der Tiere. Ganzjährige Untersuchungen erlauben die Ermittlung energetischer Engpässe im Jahreslauf.

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

Die zur Analyse der Raum-Zeit-Budgets von Austernfischern entwickelten Systeme ermöglichen die Bearbeitung zahlreicher verschiedener Fragestellungen, und zwar sowohl aus dem Bereich der Grundlagenforschung als auch aus dem Bereich der direkt angewandten Naturschutz-Forschung. Die Systeme eignen sich zur Untersuchung vergleichbarer Fragestellungen bei zahlreichen anderen Arten. Speziell anzupassen sind in erster Linie der Aufbau des Wägekastens (2.3.) sowie die Senderkonfiguration (2.2.1.; vgl. KENWARD 1987). Ist man lediglich an der Analyse von Zeitmustern interessiert, empfiehlt sich der Einsatz codierter Sender (z. B. HOWEY *et al.* 1989). Codierte Sender haben ein günstigeres Gewichts-Leistungs-Verhältnis, zudem erlauben sie die Übertragung der Daten von mehreren 1000 Tieren auf nur einer Frequenz. Bei der zunehmenden Anzahl telemetrischer Studien wird die enge Begrenzung der zur Übertragung wissenschaftlicher Meßwerte postalisch zugelassenen Frequenzen zunehmend problematischer. Weiter zu entwickeln sind in Zukunft in erster Linie automatische Peilverfahren (z. B. BURCHARD 1989, MÄCK & BÖGEL 1989), und zwar Verfahren, die sowohl eine kontinuierliche Aufnahme der Raumnutzungsmuster als auch die Registrierung von Aktivitätsdaten erlauben.

4. Zusammenfassung

Am Beispiel des Austernfischers werden verschiedene Methoden und neue PC-gesteuerte Systeme zur quantitativen Aufnahme von Raum-Zeit-Budgets vorgestellt: Direktbeobachtungen, Aktivitätstelemetrie, die telemetrische Registrierung der Bebrütung, die Tracking-Telemetrie sowie eine Methode zur elektronischen Altvogelwägung während der Bebrütung. Die Datenerfassung wurde weitgehend automatisiert, zur telemetrischen Aktivitätsregistrierung wie zur Erfassung der Körpermasse brütender Vögel wurden PC-gesteuerte Anlagen entwickelt. Die Systemkomponenten werden beschrieben, Möglichkeiten und Grenzen von Hard- und Software diskutiert.

Die Kombination von Direktbeobachtung, Telemetrie und Altvogelwägung erlaubt eine kontinuierliche Aufnahme und weitgehende Quantifizierung der Zeitanteile der lokomotorischen Aktivität, des Nahrungssucheverhaltens, der Bebrütung, der Partnerabstimmung sowie eine quantitative Erfassung der pro Zeiteinheit aufgenommenen Nahrungsmengen, der Körpermassenabnahme infolge Verdauung und des Abbaus von Körpersubstanz. Auch wenn die aufgeführten Parameter weitgehend automatisch erfaßt werden, sind begleitende Direktbeobachtungen unerläßlich: Telemetrisch registrierte Aktivitätsdaten sind ohne vergleichende Beobachtungen und Kalibrierung der Aktivitätsschalter beim Individuum nicht interpretierbar. Die Automatisierung der Datenerfassung bietet u. a. den Vorteil, daß Daten von wesentlich mehr Tieren gewonnen werden können als durch Direktbeobachtungen. Zudem sind die einzelnen Datenreihen erheblich vollständiger, zeitliche und räumliche Begrenzungen können weitgehend ausgeschaltet werden. Die entwickelten Systeme erlauben die Erstellung von Zeit- und Energiebudgets auf einer wesentlich aussagekräftigeren Datenbasis. Die Tracking-Telemetrie ermöglicht die parallele Aufnahme von Raumnutzungsmustern.

Die Systeme lassen sich mit geringen Modifikationen bei zahlreichen anderen Arten einsetzen.

7. Literatur

Amlaner, C.J., Jr., & D.W. MacDonald (1980): A handbook on biotelemetry and radio tracking. Oxford. ✻ Amlaner, C.J., Jr. (1980): The design of antennas for use in radio-tracking. In: Amlaner, C.J., & D.W. MacDonald (eds.): A handbook on biotelemetry and radio tracking, 251–261, Oxford. ✻ Becker, P.H., & D. Frank (1990): Kontinuierliche Wägung brütender Seevögel zur Analyse der Ernährungssituation. Proc. Int. 100. DO-G Meeting, Current Topics Avian Biol. 1988: 173–179. ✻ Becker, P.H., D. Frank, S. Sudmann & M. Wagener (1991): Funkpeilung von Flußseeschwalben *(Sterna hirundo)* bei der Nahrungssuche im Wattenmeer. Seevögel 12: 52–61. ✻ Bögel, R. (1989): Radiotelemetrische Untersuchungen am Gänsegeier *(Gypus fulvus)*. Nationalpark Berchtesgarden, Forschungsbericht 18: 74–114. ✻ Burchard, D. (1989): Direction finding in wildlife research by Doppler effect. Proc. Xth Int. Symp. Biotemetry, Fayetteville, 31.07.–05.08.1988, 169–177. ✻ Exo, K.-M. (1989): Tagesperiodische Aktivitätsmuster des Steinkauzes *(Athene noctua)*. Vogelwarte 35: 94–114. ✻ Exo, K.-M. & G. Scheiffarth (1990): Are motion-sensitive transmitters suitable to record activity patterns and time budgets of waders? Proc. European Telemetry Conf., Garmisch-Partenkirchen, 15.–17. May 1990, 401–403. ✻ Exo, K.M., U. Eggers, R. Laschefski-Sievers & G. Scheiffarth (1992): A microcomputer-controlled system to record transmitter signals of free

© Deutschen Ornithologen-Gesellschaft und Partner; download www.do-g.de; www.zobodat.at

living animals. In: Priede, I.G., & S.M. Swift: Wildlife Telemetry. Proc. 4th European Conf. Wildlife Telemetry, Chichester (im Druck). * Gabrielsen, G.W. & F. Mehlum (1989): Kittiwake activity monitored by telemetry. Proc. Xth Int. Symp. Biotelemetry, Fayetteville, 31.07.–05.08.1988, 421–429. * Goss-Custard, J. & S.E.A. Le V Dit Durell (1990): Bird behaviour and environmental planning: approaches in the study of wader populations. Ibis 132: 273–289. * Hassel, M.R. & R.M. May (1985): From individual behaviour to population dynamics. In: Sibly, R.M. & R.H. Smith (eds.): Behavioural Ecology: ecological consequences of adaptive behaviour, 3–32, Oxford. * Hensler, G.L., S.S. Klugmann & M.R. Fuller (1986): Portable micro-computers for field collection of animal behaviour data. Wildl. Soc. Bull 14: 189–192. * Howey, P.W., W.S. Seegar, M.R. Fuller & K. Titus (1989): A coded tracking telemetry system. Proc. Xth Int. Symp. Biotelemetry, Fayetteville, 31.07.–05.08.1988, 103–107. * Kenward, R. (1987): Wildlife radio tagging. London. * Lemnell, P.A., G. Johnsson, H. Helmersson, U. Holmstrand & L. Norling (1983): An automatic radiotelemetry system for position determination and data acquisition. Proc. 4th Int. Wildl. Biotelemetry Conf., 76–93. * Licht, D.S., D.G. McAuley, J.R. Longcore & G.F. Sepik (1989): An improved method to monitor nest attentiveness using radiotelemetry. J. Field Ornithol. 60: 251–258. * Mäck, U. & R. Bögel (1989): Einführung und Methoden zu den Studien am Gänsegeier. Nationalpark Berchtesgaden, Forschungsbericht 18: 8–25. * Martin, P. & P. Bateson (1986): Measuring behaviour. Cambridge * Miller, E.H. (1988): Description of bird behaviour for comparative purposes. In: R.F. Johnston (ed.) Current Ornithology, Vol. 5, 347–394, New York. * Nams, V.O. (1989): A technique to determine the behaviour of a radio-tagged animal. Can. J. Zool. 67: 254–258. * O'Connor, P.J., G.H. Pyke & H. Spencer (1987): Radio-tracking Honeyeater movements. Emu 87: 249–252. * Pleines, S. (1990): Siedlungsdichte, Brutbiologie und Populationsentwicklung des Austernfischers *(Haematopus ostralegus)* auf der Nordseeinsel Mellum. Diplomarbeit Univ. Köln. * Priede, I.G., & S.M. Swift (1992): Wildlife Telemetry. Chichester. * Scheiffarth, G. (1989): Aktivitäts- und Verhaltensmuster des Austernfischers *(Haematopus ostralegus)* zur Brutzeit, unter besonderer Berücksichtigung des Territorial- und Nahrungssucheverhaltens. Diplomarbeit Univ. Köln. * Schnakenwinkel, G. (1970): Studien an der Population des Austernfischers *(Haematopus ostralegus)* auf Mellum. Vogelwarte 25: 336–355. * Sibly, R.M. & R.H. McCleery (1980): A balance for weighing groundnesting birds. J. appl. Ecol. 17: 323–327. * Sibly, R.M. & R.H. McCleery (1983): Increase in weight of Herring gulls while feeding. J. Anim. Ecol. 52: 35–50. * White, G.C. & R.A. Garrott (1990): Analysis of wildlife radio-tracking data. San Diego. * Wijnandts, H. (1984): Ecological energetics of the Long-eared Owl *(Asio otus)*. Ardea 72: 1–92.

Nachrichten

10.–13. 9. 1992: XIII. Tagung über tropische Vögel in Wien

Auf Einladung der Zoologischen Gesellschaft Österreichs findet die „XIII. Tagung über tropische Vögel" vom 10. bis 13. September 1992 in Wien statt.

Die „Tagung über tropische Vögel" mit Vorträgen und Filmen über die Ornithologie der Tropen und Subtropen (Biologie, Reisen, Geschichte der Ornithologie, Tiergärtnerei und Vogelhaltung sowie Tiermedizin) wird von der Gesellschaft für Tropenornithologie (GTO) e. V – ehemals Arbeitskreis der Kolibrifreunde e. V – an jährlich wechselnden Orten veranstaltet.

Auf der diesjährigen Tagung ist neben den Vorträgen erstmals ein Block für die Sitzung von fachspezifischen Arbeitsgruppen vorgesehen. Diese Arbeitsgruppen hatten sich im vergangenen Jahr auf der XII. Tagung in Varnhalt (Baden-Baden) zusammengefunden und umfassen derzeit die folgenden vier Bereiche: Nektarivore Vögel, Weichfresser, Körnerfresser (einschließlich Papageien) sowie Feldornithologie (einschließlich avifaunistische Reisen).

Bei genügender Teilnehmerzahl wird voraussichtlich im Anschluß an die Tagung die Möglichkeit zu einer Exkursion zum Neusiedler See bestehen.

Anmeldung und nähere Informationen: Horst Brandt, Schatzmeister der GTO, Schwalbenwinkel 3, W-3007 Gehrden, Tel.: (05108) 4520. Vortragsanmeldungen (bis 30. April 1992): Werner Steinigeweg, Vize-Präsident der GTO, Wallgartenstr. 20 D, W-3167 Burgdorf, Tel.: (05136) 83466. Neben Vorträgen sind auch Kurzbeiträge (etwa 5 Minuten) sehr erwünscht.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde

Jahr/Year: 1991/92

Band/Volume: 36_1991

Autor(en)/Author(s): Exo Klaus Michael

Artikel/Article: Methoden zur Aufnahme von Raum-Zeit-Budgets bei Vögeln, dargestellt am Beispiel des Austernfischers (Haematopus ostralegus) 311-325