

## Erkenntnisgewinn durch non-invasive Forschungsmethoden

### Chronoethologische Untersuchung des Siebenschläfers, *Glis glis*, L.

Markus Hofmann

---

ALLES hat seine Zeit!  
(Pred. 3,1a)

#### Zusammenfassung

Durch Beobachtungen in einem Freigehege konnten Einblicke in die Chronoethologie der Siebenschläfer (*Glis glis* L.) gewonnen werden.

Die Tiere wurden mit Hilfe von Infrarotlicht-Kameras ununterbrochen im Gehege und in einem Nistkasten beobachtet. Dabei zeigt sich eine enge Verknüpfung der Aktivitätsrhythmik mit der Nistkastennutzung.

Siebenschläfer verbringen den Tag mit gelegentlichen kurzen Unterbrechungen in einem Nistkasten als Heim erster Ordnung. Davon schlafen sie während des größten Teils der Zeit oder verweilen in einem lethargischen Zustand (Aestivation). Häufiges Putzen und gelegentliche Kotabgabe unterbrechen diese Ruhephasen. Auch in der Nacht suchen sie dieses Quartier immer wieder auf, sie nutzen dann oft aber auch andere Schlafhöhlen (Heim zweiter bzw. n-ter Ordnung). Um Mitternacht ist die stärkste Frequenz nächtlicher Schlafhöhlenbesuche.

Mit dieser chronoethologischen Untersuchung an Siebenschläfern in einem Freigehege ist ein methodischer Schritt getan, um freilebende Siebenschläfer in engerem Sinn non-invasiv und damit störungsfrei untersuchen zu können.

## 1. Einleitung I – Biologie der Siebenschläfer

Der Siebenschläfer (*Glis glis* L.) ist der bekannteste und größte einheimische Bilch (*Gliridae*) mit einer Kopf-Rumpf-Länge von etwa 12–17 cm sowie einem ebenso langen Schwanz.

Er ist dämmerungs- und nachtaktiv, wobei sich sein Aktionsradius überwiegend auf den Kronenbereich von Bäumen, also arboreal, erstreckt. Siebenschläfer findet man in lichten Eiche-Hainbuchenwäldern mit ausgeprägtem Unterholz und meist eher am Waldrand. Wenig strukturierte „Hallenwälder“ (Monokulturen) meiden die Tiere (Heberer 2001).

Entsprechend ihrer Lebensweise haben Siebenschläfer eine hochspezialisierte Morphologie. Ihr Fell ist auf der Oberseite graubraun und hebt sich, vor allem in der Dämmerung, nicht von der Buchenrinde ab. Dagegen ist die Unterseite hell bzw. weiß und an den Seiten mit einem gelblichen Ton, was einen kletternden Siebenschläfer auch von unten tarnt.

Wenig auffällig, aber äußerst bemerkenswert, sind die Füße dieser Bilche. Durch die Krallen tragenden Zehen und die sogenannten Pelotten sind sie hervorragende Kletterer. Die Pelotten sind wulstige saugnapfartige Bildungen der Hand- und Fußfläche. Sie ermöglichen den Tieren mittels Sekretausscheidung erzeugter Adhäsion selbst an relativ steilen und glatten Gegenständen hochzuklettern (Kahmann, 1931).

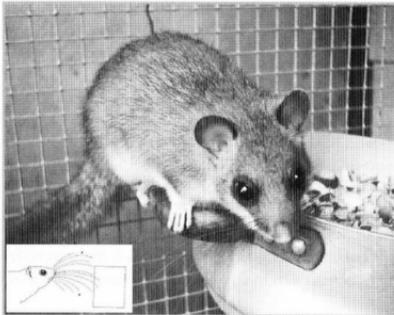


Abb. 1 Weiblicher Siebenschläfer an einer Futterschüssel im Freigehege. Die eingefügte Skizze (aus Koenig, 1960) veranschaulicht den Gebrauch der Vibrissen.

Dagegen fallen die großen, dunklen, halbkugelig hervorstehen Augen (Abb. 1) sofort auf. Sie sind an das Dämmerungssehen angepasst. Da sie nur Stäbchen besitzen, haben sie nicht die Fähigkeit zum Farbsehen. Die Augen sind darauf ausgelegt, das wenige Licht möglichst gut auszunutzen und besitzen dadurch ein eher schlechtes Auflösungsvermögen. (Vietinghoff-Riesch 1960).

Zusammen mit dem Gehör orientieren sich die Bilche nachts hauptsächlich mit dem Tastsinn. Das verraten schon ihre ca. 6 cm langen Vibrissen (Schnurrhaare) sowie die weiteren Tastaare im Gesicht und am Unterarm. Es ermöglicht den Tieren auch bei völliger Dunkelheit sicheres Vorwärtskommen (Abb. 1, eingefügte Skizze). Entscheidend trägt dazu jedoch auch die typische Wegtreue der Siebenschläfer bei, denn sie benutzen, wenn möglich, immer die gleichen Kletterwege (Koenig 1960). In Höhlen nehmen solche Wechsel durch das häufige Markieren bald einen fettigen Belag mit starkem Uringeruch an, was den jeweiligen Siebenschläferaufenthalt belegt (Polak 1997). Im Freiland entstehen auf Grund der Verwitterung keine derartigen Beläge, weswegen man hier die Wechsel nur durch Direktbeobachtung ausmachen kann. Neben einem reichhaltigen Lautrepertoire dienen diese Markierungen auch der Kommunikation. In der Paarungszeit markieren die Männchen zum Beispiel besonders ausführlich (Koenig 1960). Einzelne Wechsel werden manchmal von mehreren Tieren unterschiedlicher Territorien benutzt. Durch Markieren werden kämpferische Begegnungen in den Überlappungen der Territorien vermieden (Koenig 1960, Hönel 1991).

Als Nahrung dient vegetarische Kost, wie Laub, Knospen und Früchte; sie verzehren aber auch tierische Nahrung wie Tausendfüßler, Insekten und Schnecken, die auch gezielt gejagt werden (Koenig 1960, Hönel 1991). Begegnungen eines Siebenschläfers mit Vogelbruten, die durchaus zum Verzehr der kompletten Brut führen können, sind vermutlich zufälliger Natur.

Vom dem Nahrungsangebot hängt auch die Fortpflanzung ab. Eine reiche Reproduktion findet nur in Jahren einer Buchen- und/oder Eichenmast statt (Bieber 1995). So erklären sich die enormen Schwankungen der Individuenzahlen untersuchter Populationen (Vietinghoff-Riesch 1960, Hönel 1991, Bieber 1995, Heberer 2001). Die Regulation der Fortpflanzungsaktivität übernehmen die männlichen Tiere indem sie nur in Mastjahren ausgeprägte Hoden bilden. Die Anpassung in Form dieses ungeklärten Mechanismus, ist das Resultat energetischer Zwänge (Fietz et al. 2004). Nur durch gezielte Nutzung nicht immer vorhandener Ressourcen ist das Überleben garantiert.

In Gehegehaltung vermehren sich die Siebenschläfer, nach eigenen Beobachtungen, bei gutem Nahrungsangebot unabhängig davon.



Abb. 2 Weibliches Tier mit Gesäuge von ventral.

Ende Juni bis Juli paaren sich die Tiere und werfen etwa einen Monat später durchschnittlich 3–6 blinde und fast nackte Junge. Manchmal sind es auch weniger oder mehr, nach Hönel (1991) kann die Spanne 1–11 Jungtiere betragen.

Augen und Ohren sind zu Beginn noch verschlossen und auch die Zehen trennen sich erst einige Tage nach der Geburt. In dieser Zeit werden die juvenilen Bilche beständig von der Mutter gesäugt, beleckt und gewärmt. Nur selten verläßt dann das Muttertier für kurze Zeit das Nest. Nach etwa 3 Wochen öffnen sich die Augen, und wenig später verlassen die jungen Bilche erstmals ihr Nest, um die nähere Umgebung zu erkunden (Koenig 1960) und mit 5–6 Wochen beginnen sich die „Mutterfamilien“ zu lösen (Hönel 1991).

Zum Schlafen und auch zur Aufzucht der Jungen suchen Siebenschläfer neben verschiedenen Naturhöhlen in und an Bäumen gerne Nistkästen auf (Hönel 1991, Juškaitis 1997). Dies ermöglichte die Erfassung eines repräsentativen Teils der Siebenschläferpopulationen, welche immer wieder erfasst und ausgewertet wurde, so etwa von Löhrl (1955), von Vietinghoff-Riesch (1960), Bieber (1995), Schlund (1996), Koppmann-Rumpf et al. (2003) und Pilastro (2003).

Er kann aber auch in Gebäuden (Koenig 1960), gelegentlich in freien Kobern (König 1960) oder verschiedenen Felshöhlen (Polak 1997) angetroffen werden.



Abb. 3 Männlicher subadulter Siebenschläfer in tiefer Lethargie. Typische „Bilchlage“, die für lethargische Schlafmäuse typische, eingerollte Stellung. Die Aufnahme wurde am 13. Dezember 2004 gemacht, während einer Dauerfrostperiode.

Bereits im August graben sich die männlichen Siebenschläfer ein, um ihren Winterschlaf zu halten, die Weibchen folgen spätestens im Oktober, und die Juvenilen sind oft bis in den November hinein noch in den Nistkästen anzutreffen. Der Winterschlaf dauert in unseren Breiten 7 bis 10 Monate (Bieber 1995) und kann in seltenen Fällen auch kurz unterbrochen werden (König 1960). Die selbst gegrabenen Erdhöhlen sind 0,5 bis 1 m tief (Vietinghoff-Riesch 1960). Dabei ist nach dem Eingraben in die Erde kein Loch zu finden, während die Öffnung, aus welcher der Siebenschläfer wieder hervorgekommen ist, deutlich zu erkennen ist (Danz 1980).

Jungtiere überwintern oft nicht so tief, manche nur etwa 20 cm unter der Oberfläche. Das können sie zwar überleben, verbrauchen aber mehr Reserven und werden dann gelegentlich auch von Wildschweinen gefressen (Vietinghoff-Riesch 1960).

Manchmal werden auch Höhlen und Felsspalten genutzt (Polak 1997), die durchaus auch außerhalb des Winterschlafes aufgesucht werden (s.o.).

Vietinghoff-Riesch (1960) stellt fest, dass die Quartiere nicht unbedingt frostgeschützt sein müssen.

Die Lebenserwartung freilebender Siebenschläfer beträgt vier bis sechs, vereinzelt sogar bis neun Jahre (Vietinghoff-Riesch 1960, Pilastro et al. 2003).

## 2. Einleitung II – Ziel der Arbeit

**Bei Nistkastenkontrollen stößt man, wie bereits erwähnt, immer wieder auf Siebenschläfer, welche die Nistkästen als Tagesquartiere nutzen (Löhr 1955, von Vietinghoff-Riesch 1960).**

Tägliche Nistkastenkontrollen über mehrere Jahre lassen neben Populationsanalysen auch Untersuchungen zur Sozialstruktur und dem Verhalten von Siebenschläfern zu. Vor allem dann, wenn es sich um individualmarkierte Tiere handelt. Die Chronobiologie dieser Nagetiere bleibt dabei weitgehend im Dunkeln. Dennoch öffnet der Aufenthalt in Nistkästen ein reiches Spektrum an Untersuchungsmöglichkeiten.

Die Chronobiologie der Siebenschläfer eröffnet zwei große Forschungsgebiete, den circannualen und den circadianen Rhythmus der Tiere. Zu Erstem gehören die jahreszeitlichen Anpassungen der Tiere, welche den Stoffwechsel sowie das Verhalten betreffen und sich vor allem im „Winterschlaf“ (Hibernation) äußern. Schon in den 1930er Jahren zeigte Wyss (1932), dass dieser Zustand keineswegs unkontrolliert verläuft. Man weiß inzwischen, dass es sich bei dem jährlichen Winterschlaf zwar um einen endogen gesteuerten Prozess handelt (Butschke 1976), dieser jedoch auch von Umgebungsbedingungen, wie Futterangebot, Temperatur und Tageslänge, abhängt (König 1960).

Das zweite Forschungsgebiet ist, wie bereits erwähnt, der circadiane Rhythmus der Siebenschläfer. Es soll hier hauptsächlich um die circadiane Chronoethologie, also der zeitlichen Organisation des Verhaltens bezogen auf den Tagesrhythmus gehen. Dafür werden hier zunächst die verwendeten Begriffe der Chronobiologie kurz erläutert.

Aus dem Vorhandensein periodischer Wechsel zahlreicher Umgebungsparameter resultieren bei allen untersuchten Organismen Anpassungen in Form einer inneren Uhr. Diese sind selbst in Einzellern nachgewiesen (Johnson & Kondo 2001). Die Periodendauer kann 12,4 Stunden (circatidal), 24 Stunden

(circadian), etwa 30 Tage (circalunar) oder etwa 365 Tage (circannual) betragen. Auch schließen sie sich nicht gegenseitig aus, und so ist für viele Tiere ein endogener Tages- und Jahresrhythmus bekannt.

Bei Säugetieren sitzt die innere Uhr im Zwischenhirn als paarig angelegte Kerngebiete, den Suprachiasmatischen Nuklei (SCN). Diese circadianen Schrittmacher sind eng mit dem visuellen System verknüpft (Moore & Leak 2001). Es besteht nämlich die Notwendigkeit, dass diese Uhren durch äußere Reize synchronisiert werden (Fleissner 1996). Der tägliche Hell-Dunkel-Wechsel ist hier der wichtigste Zeitgeber. Das hat einen guten Grund, da die Uhren trotz ihrer gleichmäßigen, sehr präzisen Perioden immer etwas verkehrt gehen, also nur „ungefähr“ 24 Stunden (daher circadian) dauern. Damit würden sie bald von dem wirklichen Tagesrhythmus abweichen. Außerdem variieren die Tageslänge im Jahresverlauf, und die Tiere können durch weite Wanderungen einen sich verändernden Tagesrhythmus erfahren.

Für die vorliegende Untersuchung am Siebenschläfer (*Glis glis* L.) sind diese Zusammenhänge von großer Bedeutung. Die Untersuchung eines circadianen Musters im Ruheverhalten von Siebenschläfern, welches offensichtlich mit dem Aufenthalt in den Nistkästen verknüpft ist, setzt eine beobachtbare Tagesrhythmik voraus und berücksichtigt Reize, die eine Zeitgeberfunktion haben können.

Eine Tagesrhythmik ist bei Siebenschläfern schon lange bekannt (Vietinghoff-Riesch 1960, Koenig 1960), wobei sich diese im Jahresverlauf etwas versetzt zur Photoperiode ändert (Laufens 1975). Werden Siebenschläfer einem künstlichen Hell-Dunkel-Wechsel ausgesetzt, welcher in seiner Phase um zwei Stunden verschoben ist, passen sie sich bereits nach zwei Tagen diesem neuen Hell-Dunkel-Wechsel an (Pohl 1978). Weitere Versuche dieser Art bestätigen die Existenz eines eigenen circadianen Rhythmus, und dass dieser durch die Photoperiode als dem stärksten Zeitgeber beeinflusst wird.

In diesem Rhythmus sind alle Aktivitäten des Siebenschläfers zeitlich organisiert. Diese zeitlichen Muster wurden bisher aber nur andeutungsweise beschrieben, obwohl das Verhalten der Tiere als solches reichlich dokumentiert ist.

Von zentraler Bedeutung ist der Schlaf der Tiere, welcher im circadianen Rhythmus aller Tiere eine sehr aussagekräftige Stellung einnimmt. Es ist daher interessant festzuhalten, wann und wie lange ein Siebenschläfer schläft. Dabei muss jedoch unterschieden werden, wann ein Siebenschläfer wirklich schläft und wann er sich in Lethargie befindet. Denn bei Tageskontrollen

wurde festgestellt, dass die Tiere manchmal schlafen und ein anderes Mal sich in einem lethargischen Zustand befinden, der oft als Tagesschlaflethargie bezeichnet wurde (Viethinghoff-Riesch 1960). Wilz (1999) unterscheidet die Tagesschlaflethargie (täglicher Torpor) vom Winterschlaf (Hibernation) hauptsächlich durch dessen kurze Dauer. Er weist darauf hin, dass Begriffe wie „Winterschlaf“ und „Tagesschlaflethargie“ irreführend sind, da es sich hier um physiologische Anpassungen – einer Art Sparmodus – handelt, die sich vom „echten Schlaf“ in Funktion und Bedeutung grundlegend unterscheiden.

Um dies zu verdeutlichen soll hier angemerkt werden, dass auch lethargische Tiere Schlaf brauchen. Sie unterbrechen sogar die Lethargie aus diesem Grund. Es ist bekannt, dass nach einer tieferen Lethargie des Winterschlafes im EEG vermehrte SWA (slow wave activity) auftritt, ähnlich wie bei Schlafentzug (Deboer & Tobler 2000). Vom Ziesel (*Citellus spec.*), einem anderen Nagetier, ist bekannt, dass er während des Winterschlafes seine Körpertemperatur hauptsächlich deswegen erhöht, um zu schlafen (Daan et al. 1991, in Deboer & Tobler 2000).

Die Funktion des Schlafes ist noch nicht endgültig geklärt. Dessen lebensnotwendige Bedeutung für den Organismus ist jedoch unumstritten (Rechtschaffen et al. 1983, in Fleissner 1996). Daher stellt die Beobachtung des Schlafverhaltens für die vorliegenden methodischen Ansätze zur chronoethologischen Untersuchung am Siebenschläfer eine besondere Herausforderung dar.

Informationen von detaillierten Verhaltensbeschreibungen (Koenig 1960), Nachtbeobachtung (Viethinghoff-Riesch 1960) und insbesondere Beobachtung telemetriertier Tiere (Hönel 1991) geben ein aufschlussreiches Bild zum Aktionsradius der Siebenschläfer. Dies wiederum lässt das Aufsuchen des Ruheplatzes sowie alle dortigen Aktivitäten für die Untersuchung circadianer Zeitmuster als besonders geeignet erscheinen, was bezüglich der Bedeutung des Schlafes von Vorteil ist.

Um geeignete Methoden der Datengewinnung für chronoethologische Untersuchungen zu ermitteln, werden Videoaufnahmen im Infrarotlicht (IR) gemacht. Bei der Auswertung dieser Videoaufnahmen wird festgestellt, welche Verhaltensweisen sich für ein Chronoethogramm besonders dadurch eignen, dass sie eine besondere Bedeutung in der Biologie der Tiere haben und leicht zu detektieren sind. Mit „Chronoethogramm“ ist hier die grafische Darstellung des Auftretens bestimmter Verhaltensweisen über den Tagesverlauf gemeint.

Es ist vor allem wichtig, dass die Untersuchungen keine Störungen verursachen, die das Verhalten der Tiere und damit die Ergebnisse beeinflussen könnten. Der Siebenschläfer ist als störungsempfindlich bekannt (Hönel 1991). Es werden daher nur non-invasive Methoden verwendet. Das heißt, es werden keine Eingriffe an oder in den Organismus wie auch in seinen subjektiven Lebensraum vorgenommen.

Eine weitere Frage ist, wie das typische Aktivitätsprofil eines Siebenschläfers aussieht. Sie wird durch die Auswertung der Videoaufnahmen direkt beantwortet. Die dabei gewonnenen Einblicke in die Chronobiologie des Siebenschläfers eröffnen neue Fragestellungen und ermöglichen eine gezielte Forschung an freilebenden Tieren.

Da es bereits zahlreiche Untersuchungen aus Käfighaltung gibt (Koenig 1960, König 1960, Burschke 1976, Danz 1980, Çolak et al. 1996, Wilz 1999 und Elvert 2001) ist eine Beobachtung in einem Freigehege besonders interessant. Dies ist in ähnlicher Form nur von Viethinghoff-Riesch bekannt (1960). Unser Ziel ist eine für die Tiere störungsfreie Untersuchung im Freiland. Dafür sind die Bedingungen in einem Freigehege eine ideale Vorstufe.

### 3. Material und Methoden

#### 1 Versuchstiere

Die als Versuchstiere verwendeten Siebenschläfer stammen aus einem verwaisten Wurf.

Sie wurden in einem Untersuchungsgebiet am Fuß des Bellinger Berges (50°20'N/9°30'E) gefunden, etwa 2 km östlich von Schlüchtern. Es wurden davon drei männliche Tiere in dem Freigehege gehalten und beobachtet. Zum Zeitpunkt der in dieser Arbeit ausgewerteten Videoaufnahmen (Juni/ Juli 2005) waren die Tiere ca. 11 Monate alt.

#### 2 Haltungsbedingungen

Die untersuchte Dreiergruppe wurde ab dem 10. Dezember von den restlichen Tieren abgesondert und im Freigehege untergebracht.

Für die Aufnahmen wurden deswegen männliche Tiere verwendet, da die weiblichen, sich reproduzierenden Tiere auch schwieriger zu handhaben

waren (häufige Nistkastenwechsel, höhere Störungsempfindlichkeit und an die Jungenaufzucht angepasster sich wandelnder circadianer Rhythmus).

Das Freigehege besteht aus einem Außen- und einem Innengehege. Das Innengehege hat eine Größe von  $4,4 \times 1,1 \times 2 \text{ m}^3$  (L  $\times$  B  $\times$  H) und befindet sich im Futtergang eines ehemaligen Schweinestalls, während das Außengehege in das angrenzende ehemalige Futtersilo erbaut wurde und  $8,4 \times 1,2 \times 2 \text{ m}^3$  groß ist (Abb. 3).

Der südliche Teil des Außengeheges steht ab dem späten Vormittag im Schatten des umgebenden Gebäudekomplexes, der restliche Teil der Voliere erst im Laufe des Nachmittags. Die beobachtete Tiergruppe befand sich in letzterer, also der nördlich gelegenen Hälfte. Beide Gehegeteile sind in der Mitte durch eine beidseitig verdrahtete Tür abgetrennt, so dass je zwei Gehegehälften entstehen, wobei jede Hälfte des Außengeheges mit dem Innengehege über ein Fenster in Verbindung steht (Abb. 4 und 5). Die Tiere hatten durch die Tür Sichtkontakt und kommunizierten gelegentlich, konnten sich jedoch nicht berühren (Abb. 6 ganz links). Die Türen sind begehbar konstruiert.

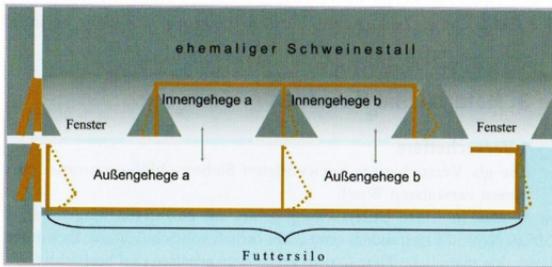


Abb. 4 Schemazeichnung zur Lage des Siebenschläfergeheges an einem ehemaligen Schweinestall. Graue Bereiche stellen Gebäude dar. Innen- und Außengehege sind über offene Fenster, durch welche Äste ragen, verbunden.

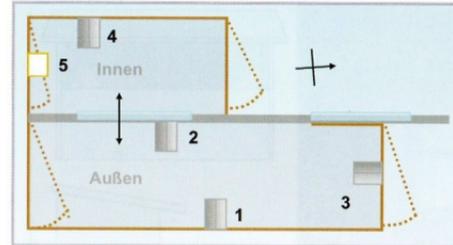


Abb. 5 Position der Nistkästen in dem untersuchten Gehege. 1–3 sind Bayerische Giebelkästen, ebenso Nr. 4, welcher die Kamera enthält. 5 ist ein halböffnender Holzkasten. Der Pfeil zeigt nach Norden.



Abb. 6 Eindrücke von dem Gehege. a) Blick durch die kleine Tür an der Nordseite. Im Vordergrund hängt ein fruchttragender Schlehenast (*Prunus spinosa*), dahinter das Fenster, welches Außen- und Innengehege verbindet. b) Blick von der anderen Seite auf die Nordtür. Zwei der aufgehängten Nistkästen sind je von der Seite erkennbar.

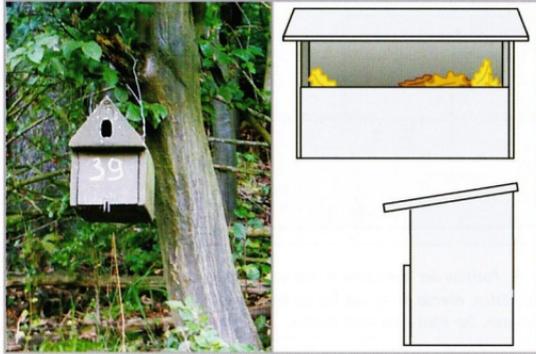


Abb. 7 links: Bayrischer Giebelkasten von vorn an einer Hainbuche (*Carpinus betulus*) in einem Untersuchungsgebiet. rechts: Schemazeichnung des halboffenen Kastens von vorn und von der Seite.

Der Boden des Freigeheges (des ehemaligen Futtersilos) ist betoniert und von einer etwa 1,20 m hohen Mauer gesäumt, an der das Freigehege errichtet wurde. So können sich die Tiere nicht frei graben; lediglich an den Rändern gibt es Spalten, in denen die Tiere graben konnten.

Der Boden wurde mit einer Sandschicht wenige Zentimeter dick bestreut. Darauf kam eine Laubschicht sowie einige liegende Äste und Steine, die den Waldboden oberflächlich simulieren sollten.

Außen stehen den Tieren jeweils drei Nistkästen aus Holzbeton vom Typ „Bayrischer Giebelkasten“, zur Verfügung (Abb. 7 links, 1–3 in Abb. 5), innen ein halboffener Kasten (Abb. 7 rechts) und ein kameraüberwachter Bayrischer Giebelkasten (4 in Abb. 5). Der halboffene Kasten hat eine Innenfläche von 20 cm × 11 cm und der Eingang ist ein 3 cm breiter Spalt an der breiten Frontseite.

Die Bayrischen Giebelkästen haben ovale Fluglöcher mit einem Durchmesser von ca. 40 mm (vertikal) × 28 mm (horizontal). Diese Nistkästen werden de-

nen mit runden Fluglöchern (Ø 28 mm) vorgezogen. Die Bodenfläche dieser Nistkästen beträgt innen 14 cm × 19,5 cm.

Der Nistkasten enthält einen lose eingesetzten Deckel, der auf einem Verschluss ruht, welcher mit einer Krampe o. ä. gesichert wird (Abb. 8). Wenn sich die Tiere beim Verlassen des Nistkastens oder beim Sichern am Nistkastenloch auf diesen Deckel stützen, entsteht ein Klappergeräusch, welches aus einiger Entfernung gut zu hören und bei Beobachtungen hilfreich ist.

Eine frostsichere Box auf dem Boden, als Rückzugsmöglichkeit für den Winter, wurde nicht angenommen.

Die Futterschüsseln wurden an den Drahtwänden angebracht. Es sind runde Alu-Schüsseln, die einen Durchmesser von etwa 16 cm und eine Höhe von 6 cm haben. Im Innengehege stand auf dem Boden zusätzlich eine Wasserschüssel, die kaum oder gar nicht genutzt wurde.

Große Kletteräste und kleinere, Früchte tragende Zweige von Schleh (*Prunus spinosa*) und Weißdorn (*Crataegus spec.*) sollten den Aktionsraum der gehaltenen Tiere so reich strukturiert wie möglich gestalten. Die Kletteräste führten teilweise zum Fenster hin und stellten damit wichtige Wechsel dar (Abb. 6 und 15).

Während des Frühjahrs und des Sommers wurden immer wieder frische, laubtragende Zweige im Gehege verteilt. Als Futter wurden in den Futterschüsseln Sonnenblumenkerne, Erdnüsse, und Papageienfutter von Pikki, sowie Streifenhörnchenfutter von Vitakraft ad libitum bereitgestellt. Davon sind insbesondere die Erdnüsse sehr beliebt. Zusätzlich wurden immer wieder Apfel- und Bananenstückchen an Zweigen aufgespießt und so im Gehege verteilt, welche sehr gerne benagt wurden.

### 3 Direktbeobachtungen

Die Tiere im Gehege wurden sporadisch direkt beobachtet. Dies unterstützte die Auswertung der Videoaufnahmen und sollte einen Einblick in die Biologie der Tiere geben.

Um bestimmte Situationen gezielt auswerten zu können, wurden die Nistkästen täglich kontrolliert und Auffälligkeiten festgehalten. So wurden schließlich die für das Auswerten geeigneten Zeitpunkte mit Hilfe dieser täglichen Notizen ausgewählt. Als Auswahlkriterium galt z. B. ein freiwilliges, mehrtägliches Übernachten in dem kameraüberwachten Nistkasten bei jeweils gleicher Zusammensetzung.

## 4 Datengewinnung durch Videoaufnahmen und Auswertung

### 4.1 Infrarotaufnahmen

Die drei Siebenschläfer im Freigehege wurden mit Infrarot-Kameras überwacht. Für die Infrarotaufnahmen außerhalb der Nistkästen wurden drei Kameramodule des Typs CCD-Kamera S/W der Firma Conrad mit je sechs IR-LEDs verwendet. Diese Module lagen bereits fertig vor. Ein 12 V-Netzgerät würde für die Stromversorgung eingesetzt, womit noch ein IR-Strahler mit 30 LEDs versorgt wurde, so dass über das Netzgerät ein Strom von etwa 1 A floss.

Um die Siebenschläfer innerhalb eines Nistkastens beobachten zu können, wurde an der hinteren Firstspitze eines Bayrischen Giebelkastens ein verschließbarer Metallstutzen einzementiert, welcher ein Metallröhrchen mit einer vor Spritzwasser geschützten Kamera enthält. Die Kamera wurde an einer Messingplatte befestigt und auf die Nistkühle (Abb. 8) im hinteren Bereich des Kastens fixiert. Ihr Objektiv ragt durch eine genau angepasste Bohrung und durch weitere Bohrungen ragten zwei IR-LEDs (Abb. 9). So ist alles vor den scharfen Nagezähnen und geschickten Fingern bzw. Zehen der Siebenschläfer geschützt. Da die Technik an einem auswechselbaren Teil angebracht wurde, ist dieses Monitoring-System in den Nistkästen flexibel.

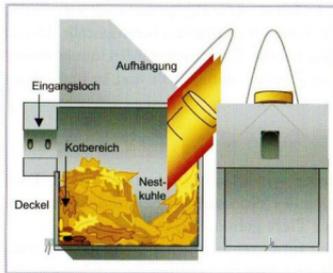


Abb. 8 Bayrischer Giebelkasten mit einzementiertem Messingstutzen im Querschnitt und frontal. Darauf ist ein Messingdeckel geschraubt, woran sich ein Kupferrohr mit Kameramodul befindet (Abb.9). Im Nistkasten Eingangslsch befinden sich bereits zwei Bohrungen, welche für eine Lichtschanke vorgesehen waren.

Abb. 9 links: Messingplatte mit Öffnungen für das Objektiv der C-Mos-Kamera und zwei LEDs. Daneben der Messingdeckel mit angelötetem Kupferrohr, worauf die Messingplatte gesteckt wird. rechts: Aufnahme aus dem Inneren des Nistkastens. Durchmesser der Messingplatte: 38 mm, Dicke: 4 mm, Innendurchmesser des Kupferrohrs: 35 mm, Durchmesser der Kameraöffnung: 15,5 mm.

### 4.2 Speicherung der Daten

Mittels Videosplitter kann gleichzeitig auf vier Kanälen aufgenommen werden. Die Infrarotaufnahmen wurden jeweils mit einem Time Lapse Video Recorder der Firma Panasonic (Modell AG-6720-E) gemacht. Die Aufnahmen wurden meist in 16-facher Zeitraffung und gelegentlich für wenige Minuten in Echtzeit gemacht. Die Videokassetten für 240 min reichten bei einer 16-fachen Zeitraffung für knapp drei Tage. Unterstützende wurden Notizen zum Zustand der Apparatur, verursachten Störungen durch Kontrolle oder Fütterung und anderen Auffälligkeiten angefertigt. Außerdem wurde die Zeitangabe regelmäßig überprüft und geeicht.

### 4.3 Auswertung der Videoaufnahmen für die Verarbeitung in Excel

Es wurden exemplarisch 5 Tage im Juni ausgewertet, an denen sich die drei untersuchten Tiere tagsüber in dem Nistkasten mit der integrierten Kamera (B4) befanden. Den Tieren standen zu dieser Zeit insgesamt 5 Schlafkästen zur Verfügung, von denen nur zwei komplett überwacht werden konnten.

An drei Tagen im Juli (3.–5.) wurden zusätzlich Aufnahmen zum Aufenthalt in einem Nistkasten gemacht, während den Tieren jetzt allein das nun nahezu vollständig ausgeleuchtete Innengehege zur Verfügung stand.

Die Videoaufnahmen wurden an einem Monitor mit integriertem Splitter und einem Timelapse-Videorekorder mit JOG/SHUTTLE-Funktion ausgewertet. Dieser Aufbau erlaubt eine Wiedergabe in 5 Stufen sowie das Betrachten einzelner Bilder. Die Videoaufnahmen wurden in Echtzeit und in Zeitraffung betrachtet und verschiedene Verhaltensmuster genau beobachtet. Nach eingehenden Beobachtungen und mit Hilfe der Verhaltensbeschreibungen von Koenig (1960) konnten Kriterien festgelegt werden, nach denen die Auswertung zu den circadianen Verhaltensmustern erfolgte.

Den beobachteten Verhaltensweisen wurde dazu in einem Probelauf jeweils eine Zahl zugewiesen, die eine gewisse Wertigkeit der Aktivität veranschaulichen soll (höhere Zahl für höhere Aktivität). Die Codierung lautet: 2 = schlafen, 3 = Lage ändern, 4 = putzen, 6 = aus dem Nistkasten raus/in den Nistkasten rein und „sichern“, 8 = auf dem Nistkasten, sich putzend oder kauern, 10 = unterwegs im Freigehege (hierzu gehören freuzen, Sozialverhalten und andere diverse Tätigkeiten). Diese wurden in einer Excel-Tabelle erstellt für jede Minute angegeben. Für die Uhrzeit wurde ganzjährig die mitteleuropäische Winterzeit angenommen.

Die Tiere wurden nicht individuell markiert. Deswegen konnte das Verhalten eines bestimmten Individuums nicht durchgängig verfolgt werden oder mit dem eines weiteren Individuums verglichen werden.

#### 4.4 Weitere Auswertung der Daten in Excel

Die weitere Auswertung bis einschließlich zur Erstellung der Grafiken konnte ausschließlich in Excel erfolgen. Aus den angegebenen Zahlenwerten für die Aktivitäten jedes der drei nicht individuell unterscheidbaren Tiere wurde ein Mittelwert gebildet. Zu diesen Mittelwerten wurden unterschiedliche Grafiken erstellt, welche die Durchschnittsaktivität von drei Siebenschläfern visualisieren.

Für die weitere Verarbeitung der Daten wurden schließlich unterschiedliche Aspekte erwogen, die heraus gefiltert werden sollen. Diese sind: Gruppenaktivität, Aufenthalt in den Nistkästen und Putzaktivität.

Die Daten der daraus resultierenden Tabellen konnten in Form von Tagesdiagrammen dargestellt werden und zu einer Doppelplotdarstellung weiterverarbeitet werden oder mit Hilfe einer Pivot-Tabelle zu einem Aktogramm, bei dem die minutlichen Mittelwerte visualisiert werden. Bei der Tagesdarstellung wurde in der Regel im Zeitraum von 0:00 bis 23:59 gezeigt, gelegentlich jedoch auch von 12:00 bis 11:59, da dies bei einem nachtaktiven Tier übersichtlicher sein kann.

## 4. Ergebnisse

### Direkte Beobachtungen zu Verhalten und Biologie im Freigehege

Die Siebenschläfer nutzten das komplette Freigehege, wobei sie bestimmte Äste als Wechsel bevorzugten, die häufig markiert wurden.

Während ihrer nächtlichen Aktivität kletterten die Tiere geschäftig umher, das Gehege auf Veränderungen untersuchend und um Fressbares zu inspizieren und alles, was schmackhaft ist, anzuknabbern. Immer wieder suchen sie auch gerne eine ihrer zahlreichen Warten auf. Das sind übersichtliche, aber meist gut mit Laub geschützte Äste oder andere Plätze, an denen sie alleine oder gemeinsam sitzen. Hier putzen sie sich und können von Artgenossen oder eventuellen Fressfeinden in ihrem Umkreis optisch und akustisch Kenntnis nehmen. Tiere, die gerade anderweitig beschäftigt sind, suchen

bei Störungen nach Möglichkeit den nächsten solcher Plätze auf. Andernfalls verharren sie still, wo sie gerade sind.

Es konnte nicht beobachtet werden, dass sich die Tiere in den Holzkisten auf dem Boden aufhielten. Nur zum Trinken oder bei gelegentlichen Verfolgungsjagden wurden kurze Strecken auf dem Boden zurückgelegt.

### Beobachtungen zum Ruheverhalten

#### Siebenschläfer suchen tagsüber die angebotenen Nistkästen als Schlafplätze auf.

Diese werden gelegentlich gewechselt, mitunter jedoch auch wochenlang täglich benutzt. In allen genutzten Kästen wurde als Nistmaterial Laub eingetragen. Im Winter, als nichts anderes zur Verfügung stand, wurde auch trockenes Eichenlaub von den Ästen und sogar auf dem Boden liegendes Ahornlaub gesammelt. Vor allem die Muttertiere trugen frisches Laub von Buchen oder Hainbuchen in ihre Nistkästen ein.

Laub wurde gelegentlich auch in die Futterschüsseln eingetragen. Diese sind mit einem Durchmesser von 16 cm und einem 6 cm hohen Rand hoch genug, dass die Tiere sogar zu dritt darin schlafen konnten. Solche weitgehend deckungsfreien Schlafplätze wurden nur innerhalb der nächtlichen Aktivitätsphase genutzt.

An ihrem Ruheort traf man die Siebenschläfer entweder wach im Aktivzustand oder lethargisch (ingerollt und kalt vgl. Abb. 3). Schlafend trifft man die Tiere kaum, da sie in der Regel beim Öffnen des Nistkastens aufwachen. Durch den mit der C-MOS-Kamera überwachten Nistkasten B4 konnte ich feststellen, dass schlafende Bilche rasch bei Störung erwachen. Vor allem wenn mehrere Tiere zusammen in einem Nest schlafen, ist das der Fall.

Der Schlaf konnten mittels der IR-Videoaufnahmen in drei Stadien unterschieden werden. Während des „Einschlafens“, was nur einen kurzen Übergang darstellt, „nicken“ die Tiere mit dem Kopf, wie es der Fall ist, wenn sie ihren Bauch lecken. Obwohl die Siebenschläfer eigentlich immer bald einschlafen nachdem sie in den Nistkasten gekommen sind, liegen sie nicht sofort ruhig da.

In einer späteren Phase, die hier als „Non-REM“-Schlaf bezeichnet werden soll, liegen die Tiere ruhig da. Häufig liegen sie leicht ingerollt und nicht selten gestreckt da, wobei sich der Schwanz seitlich anschmiegt. Die Augen sind geschlossen, die Vibrissen eng angelegt und die Atmung gegenüber dem Wachzustand verlangsamt, jedoch deutlich schneller, als im Falle der Lethargie.

Wenn die Tiere als „offene Kugel“ entspannt oder längs leicht ausgestreckt im Nest liegen und plötzlich schneller zu atmen beginnen, handelt es sich wohl um REM-Schlafphasen. Allmählich entfalten sich dabei die Vibrissen ein wenig und bewegen sich. Im Gesicht können leichte Zuckungen und feine Bewegungen wahrgenommen werden, während die Zehen oder auch ganze Extremitäten sich etwas bewegen.

Manchmal zucken die Tiere im Schlaf mit dem ganzen Körper zusammen, oder sie üben Bewegungen aus, die an das Putzen erinnern. Solche Zuckungen können manchmal ganz unvermittelt auftreten. In der Dreiergruppe kam es vor, dass plötzlich ein Tier zusammenzuckt, etwa eine Minute später ein anderes und wiederum eine Minute später das dritte Tier, manchmal kommt es sogar zu regelrechten Zuckwellen. Unmittelbar nach diesen Bewegungsabläufen wacht das Tier häufig auf, um sich zu putzen oder den Nistkasten zu verlassen (insbesondere beim nächtlichen Schlaf).

### Beobachtungsdaten mittels IR-Videoaufnahmen

#### a) Diagramme zur Aktivität der Siebenschläfer im Freigehege

Die Aktogramme zeigen ein einheitliches tagesperiodisches Grundmuster, obwohl die verschiedenen Tagesabläufe keineswegs immer identisch sind: Von 20:00 bis 3:00 überwiegt die Aktivität meist mit einer Unterbrechung; und tagsüber von 3:00 bis abends um 20:00 sind die Tiere fast nur in den Schlafquartieren (Abb.10).

Der Graph des Diagramms mit der gemittelten Durchschnittsaktivität (Abb. 10 unten) zeigt dieses einheitliche Grundmuster. Um etwa 20:00 Uhr steigt die Kurve von dem Grundniveau deutlich an. Bevor die Kurve ein unebenes „Plateau“ erreicht, sinkt sie noch einmal stark, erreicht aber um ca. 21:00 das Plateau. Dieses erstreckt sich von 21:00 bis 2:30 Uhr und wird mehrfach unterbrochen, am stärksten um Mitternacht. Die Unterbrechung kann auch zweimal vorkommen oder um mehr als eine Stunde verschoben sein. Das Doppelplotdiagramm zeigt dies exemplarisch in der dritten und vierten Reihe (Abb. 10 oben). Die nächtlichen Aktivitätsplateaus sind hier übrigens besonders ausgeprägt.

Tagsüber verläuft die Kurve überwiegend auf einem Grundniveau, von dem sich aber zahlreiche, kleine Einzelereignisse als Peaks abheben.

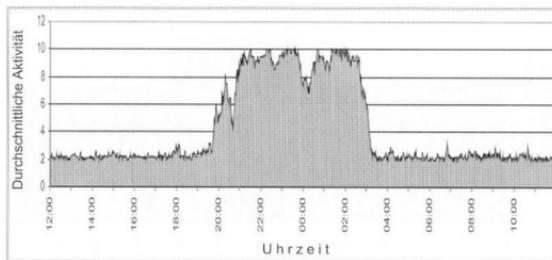
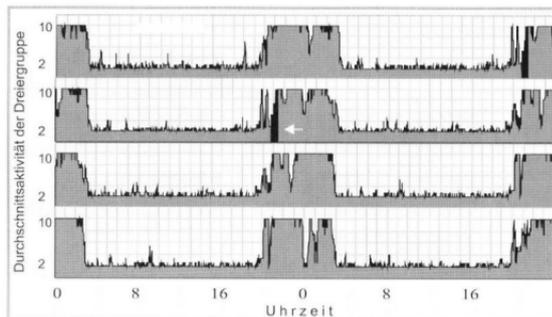


Abb. 10 Durchschnittliche Aktivität dreier Siebenschläfer im Freigehege vom 4. bis 8. Juni. Oben: Doppelplotdarstellung. Auffällig sind das Aktivitätsniveau bei „10“ und das Grundniveau bei „2“. Der weiße Pfeil markiert eine Extrapolation. Unten: die gemittelte durchschnittliche Aktivität der fünf Tage als Aktogramm. Sonnenuntergang (20:45) bis Sonnenaufgang (4:20).

b) Diagramme zur Nutzung der Nistkästen

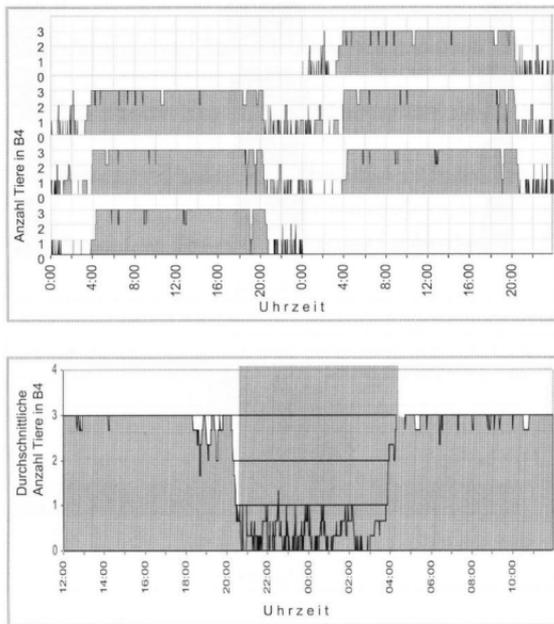


Abb. 11 Oben: Doppelplot zur Anzahl im Nistkasten befindlicher Tiere vom 3. bis 5. Juli. Unten: Durchschnittswerte der drei Tage mit einer Markierung für den Zeitraum von Sonnenuntergang (20:45) bis Sonnenaufgang (4:20) unterlegt. Den Tieren stand zu dieser Zeit nur noch ein halboffener Kasten zur Verfügung.

Das Doppelplotdiagramm zur Nutzung des Nistkastens, welcher die Kamera enthielt (B4), zeigt ebenfalls ein Muster, in welchem zwei Zustände dominieren (Abb. 11 oben). Einmal das nächtliche Grundniveau bei Null, also wenn alle Tiere außerhalb der Nistkästen sind und das häufigere Plateau bei 3, also wenn sich alle Tiere tagsüber im Nistkasten befinden.

Während tagsüber nur gelegentlich ein Tier den Kasten verlässt, kann man umgekehrt nachts häufiger beobachten, dass ein oder mehrere Tiere den Kasten aufsuchen. Insgesamt erscheint der Nistkastenaufenthalt am Tage sehr regelmäßig, während die nächtlichen Nistkastenbesuche offenbar keiner Gesetzmäßigkeit folgen.

Die Durchschnittskurve (Abb. 11 unten) von den drei Tagen zeigt die Unterbrechungen des Nistkastenaufenthaltes einzelner Tage deutlich. Dabei ist morgens bzw. vormittags die Frequenz solcher Ereignisse höher als am Nachmittag.

Gegen Abend jedoch wird diese noch gesteigert und die Ereignisse überlappen sich oft. Während dieser Versuchstage stand den Tieren neben ihrem Nistkasten B4 noch ein halboffener Kasten zur Verfügung.

In Abb. 12 ergibt sich erwartungsgemäß ein völlig anderes Bild des Aufenthaltes in dem halboffenen Kasten. Hier finden sich, abgesehen von einzelnen Ausnahmen, ausschließlich nachts kürzere Aufenthalte. Die Besuche zeigen sich bei einem Vergleich etwas intensiver als bei ihrem Hauptquartier.

Als den Tieren vom 4. bis 8. Juni das ganze Freigehege zur Verfügung stand, konnten wesentlich weniger nächtliche Besuche in den bewachten Nistkästen beobachtet werden (Abb. 13 oben). Dabei bleibt der Aufenthalt am Tage unverändert. Vergleicht man dazu den Aufenthalt nur im Kasten B4, dann fällt auf, dass dies zwar das Tagesquartier ist, nachts jedoch kaum aufgesucht wird. Um dies zu visualisieren wurden die Diagramme für den Aufenthalt in allen überwachten Kästen und den alleinigen Aufenthalt in B4 übereinander gelegt (Abb. 13 Mitte). Während also tagsüber in dem kameratüberwachten Nistkasten geschlafen wurde, dienten bei den nächtlichen Ruhepausen andere Nistkästen oder Verstecke diesem Zweck.

Insgesamt zeigt sich, über fünf Tage gemittelt, ein kaum unterbrochenes Plateau während des Tages, wenn sich alle Tiere im Kasten befinden. Dieses fällt mit Unterbrechungen in der Nacht nahezu auf null. Von etwa 21:00 bis 3:00 befinden sich die Tiere hauptsächlich außerhalb der Kästen. Die Tiere suchen die Kästen unregelmäßig und eher kurz auf, wobei dies um Mitternacht am meisten ins Auge fällt (Abb. 13 unten).

c) Diagramm zum Putzverhalten

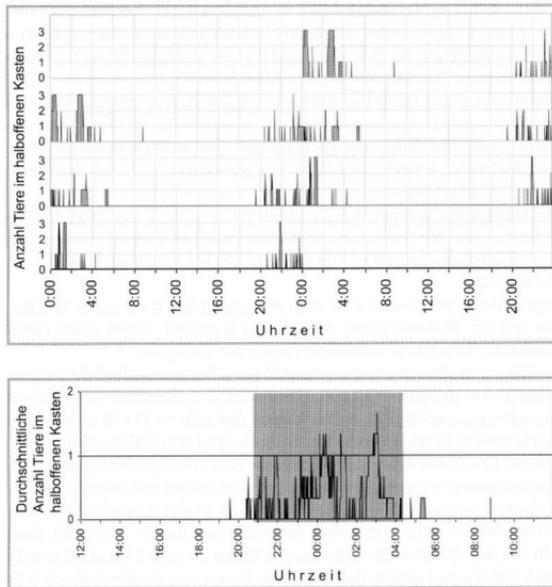


Abb. 12 Anzahl Siebenschläfer im halboffenen Kasten, der während des eingeschränkten Aufenthalts der Siebenschläfer im Innengehege, den einzigen Ausweichkasten neben B4 darstellte. Oben: Doppelplotdarstellung der Daten vom 3. bis 5. Juli. Unten: Durchschnittliche Anzahl Siebenschläfer im halboffenen Kasten, mit einer Markierung für den Zeitraum von Sonnenuntergang (20:45) bis Sonnenaufgang (4:20) unterlegt.

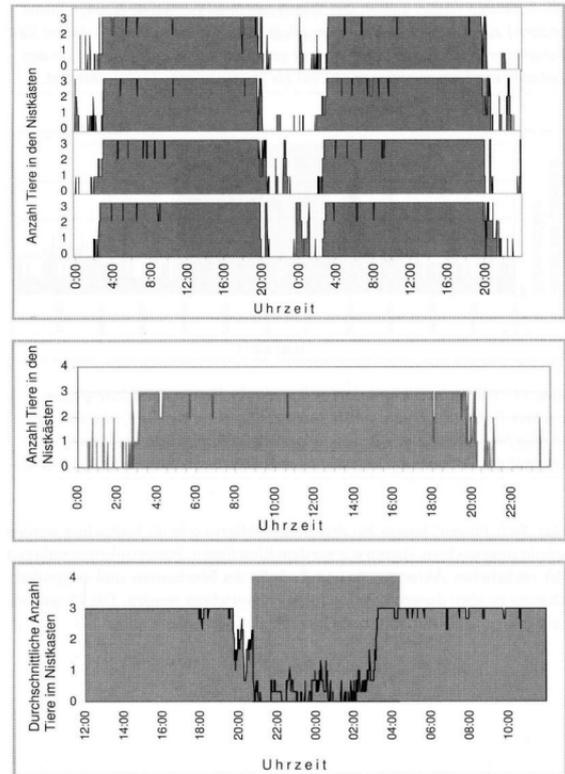


Abb. 13 Aufenthalt der Siebenschläfer in überwachten Nistkästen des Freigeheges. Oben: Doppelplotdarstellung der Daten vom 4. bis 8. Juni. Mitte: Anzahl der Tiere in den Nistkästen am 4. Juni. Diagramm zum Aufenthalt in allen überwach-

ten Nistkästen (grauer ausgefüllter Graph) und in B4 (schwarzer Graph, minimal versetzt) zum Vergleich übereinander gelegt. unten: Durchschnittliche Anzahl Siebenschläfer in Nistkästen über fünf Tage gemittelt, mit einer Markierung für den Zeitraum von Sonnenuntergang (20:45) bis Sonnenaufgang (4:20) unterlegt.

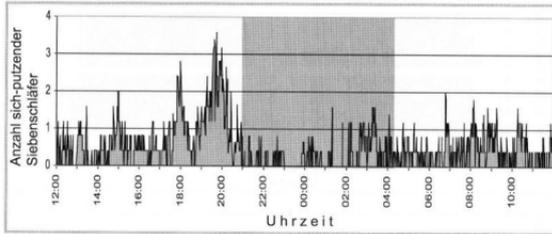


Abb. 14 Durchschnittliche Anzahl sich putzender Tiere in einer Dreiergruppe. 0 = kein Tier putzt sich/2 = ein Tier/4 = zwei Tiere/6 = drei Tiere, also alle. Es wurden fünf Tage vom 4. – 8. Juni ausgewertet. Die unterlegte Markierung kennzeichnet den Zeitraum von Sonnenuntergang (20:45) bis Sonnenaufgang (4:20).

Das „Sich-Putzen“ konnte bei den Siebenschläfern sehr oft beobachtet werden sobald sie erwachen, ebenso wie vor dem Einschlafen. Putztätigkeiten während der nächtlichen Aktivitätsphase außerhalb des Nistkastens und in größerer Distanz zu eben diesem konnten nicht aufgezeichnet werden. Das Diagramm zeigt also nur die Putztätigkeit innerhalb des Nistkastens (Abb. 14).

## 5. Diskussion

Das direkte Ziel dieser Arbeit war, einen Zugang zur chronoethologischen Untersuchung an freilebenden Siebenschläfern zu erhalten.

Es sollte einen praktischen Einblick in das Leben dieser Bilche geben, um Ansätze zu finden, wie diese Tiere im Freiland untersucht werden können. Wichtig ist in diesem Rahmen natürlich die Frage, inwiefern die Nistkästen als Ausgangspunkt solcher Beobachtungen geeignet sind. Zudem konnten zahlreiche weitere interessante Beobachtungen gemacht werden.

### Diskussion zu den Beobachtungen Aktivitätsraum und Sozialverhalten

Es ist vom Siebenschläfer bekannt, dass sich sein nächtlicher Aktionsraum vorwiegend in dem Kronenbereich der Bäume, aber auch in allen anderen „Stockwerken des Waldes“ erstreckt (Müller 1989 in Bieber 1995, Hönel 1991). Auch im Freigehege wurde der komplette zur Verfügung stehende Raum von allen Tieren genutzt. Eine Ausnahme zeigte sich für die Zeit, in der die trächtigen bzw. säugenden Weibchen vorübergehend ein ausgeprägtes Territorialverhalten zeigten, was ebenfalls aus Freilanduntersuchungen bekannt ist (Hönel 1991).

Die lückenlose Erfassung der nächtlichen Aktivitäten des Siebenschläfers außerhalb des Nistkastens ist damit ein schwieriges Unterfangen. Chronoethologische Untersuchungen an freilebenden Siebenschläfern können allein deswegen am besten an und in Nistkästen durchgeführt werden.

Einschränkungen in dem Freiraum führen zu Bewegungstereotypen (Meyer-Holzapfel 1938/9, in Koenig 1960), wozu nach L. Koenig (1960) auch die Ausbruchversuche gefangener Siebenschläfer gezählt werden können. Das konnte im Freigehege ebenfalls beobachtet werden. Ausbruchversuche fanden in dem Gehege bereits zu einem Zeitpunkt statt, als den Tieren noch nie ein größerer Bewegungsraum zur Verfügung gestanden hatte. Sie wurden jedoch (mit Erfolg) gesteigert, als der Bewegungsraum für einige Untersuchungen verkleinert wurde. Damit zeigt das Maß an Ausbruchversuchen indirekt den Bewegungsmangel der gehaltenen Tiere an.

Auf dem Boden hält sich der Siebenschläfer nach Hönel (1991) nur in Ausnahmezuständen auf, etwa zum Aufsuchen oder Graben von Erdhöhlen als Winterquartiere (Vietinghoff-Riesch 1960), bei heftigen kämpferischen Auseinandersetzungen, wenn die Tiere zu Boden fallen (Koenig 1960) oder in den seltenen Fällen, bei denen eine Dispersion über freies Feld zu benachbarten

Habitaten erfolgt (Bieber 1995). Die Beobachtungen im Freigehege bestätigen dies, denn auch hier kamen die Tiere nur zum Graben oder eher zufällig bei kämpferischen Auseinandersetzungen auf den Boden. Fiel gelegentlich Futter zu Boden, so wurde es jedoch nicht verschmäht. Auch zum Trinken kamen die Tiere auf den Boden.

Interessant war die Beobachtung ganz bestimmter Wechsel, also bevorzugter Kletterwege. Ähnlich der Benutzung eines „Heim erster Ordnung“, „zweiter Ordnung“ usw. (nach Hediger 1946 in Koenig 1960/Hediger 1960) könnte man auch hier zwischen „Wechsel erster Ordnung“ und Wechsel höherer Ordnung unterscheiden. Jungtiere erkundeten im Freigehege zuerst die markierten Wechsel der Muttertiere, die sie regelrecht „abgescannt“ hatten, ehe sie andere Wege nutzten.



Abb. 15 Fenster zwischen Innen- und Außengehege. Äste, die zum Fensterführer, stellten wichtige Wechsel dar.

Kletterwege über Zweige wurden als Wechsel gegenüber allen anderen Möglichkeiten eindeutig bevorzugt, was auch Hönel (1991) durch Telemetrie an freilebenden Siebenschläfern feststellte. Dabei zeigen die Tiere eine enorme Gewandtheit, die nicht zuletzt durch ihre Wegtreue (Koenig 1960) zustande kommt. Daher bewegen sich die Tiere auf ihren bekannten Wechseln absolut sicher, ohne sie zuvor abzutasten. Als die Gehegetür während einer Kontrolle gerade geöffnet war, und ein Weibchen in üblicher Routine gewandt durch das Gehege kletterte, fiel es an dieser Stelle plötzlich herab auf den Boden,

denn es hatte die offene Tür, wo ihr gewohnter Weg entlang ging, nicht wahrgenommen.

Die Wichtigkeit einzelner Wechsel zeigten Kämpfe und die Häufigkeit des Markierens an gerade diesen Stellen. Und auch das bei Jungtieren beobachtete „Abscannen“ der von den Muttertieren markierten Wechsel unterstreicht dies. Die Beobachtungen aus dem Freigehege deuten außerdem darauf hin, dass die Abgrenzungen einzelner Territorien an solchen Wechseln festgemacht werden.

Für Beobachtungen freilebender Siebenschläfer ist die Wegtreue ein wichtiger und hilfreicher Anhaltspunkt.

Durch die Änderung der Gruppenzusammensetzung konnte zusätzlich das Territorialverhalten dieser männlichen Siebenschläfer beobachtet werden, wobei die Bedeutung der Wechsel wiederum bestätigt wurde. Bei den Kämpfen rangelten und bissten sich die Tiere, gelegentlich fielen beide Kämpfer zu Boden, worauf sie rasch wieder das Geäst aufsuchten. Nach den Kämpfen konnte man Bisswunden an den Ohren sehen und bei einem Tier wurde ein etwa 4 cm langes Stück vom Schwanz abgebissen. Diejenigen Tiere, welche die meiste Routine bei der Benutzung der Wechsel hatten, verfügten über einen klaren Vorteil. Dieser schlägt sich bei den männlichen Tieren schließlich im reproduktiven Erfolg nieder.

Somit handelt es sich hierbei um ein Selektionskriterium, ist doch die Orientierung und die Gewandtheit bei der Nutzung ihres reich strukturierten Lebensraumes für das Überleben von zentraler Bedeutung.

Sobald die beiden Weibchen im Juni ihre Jungen geworfen hatten, verteidigten sie ihre Nistkästen. Sie selbst kämpften auch untereinander um bestimmte Wechsel und bildeten zwei getrennte Territorien, welche sich an einigen Stellen überlappten. Die Weibchen zogen während der Nesthocker-Phase (Definition nach Koenig 1960) um. Ein Weibchen zog von nWk zu Ai, das andere von A2 nach A3. Beide Weibchen zogen also um, nachdem der männliche Siebenschläfer am 25. Juni in das Nachbargehege umgesiedelt worden war. Das Männchen wurde vorher in Ai und in A3 registriert.

Die männlichen Tiere im Nachbargehege konnten an der Verbindungstür zwischen den Gehegen mehrfach beobachtet werden, wie sie die Weibchen umwarben und dabei „zwirbelnde und zwitschernde“ Geräusche von sich gaben. Es wurde auch zu einem Zeitpunkt registriert, als die Weibchen bereits ihre Jungen geworfen hatten.

## Sich-Putzen

### Siebenschläfer putzen sich sehr oft.

Bereits Koenig (1960) beobachtete diese Verhaltensweise sehr genau und stellt ganz konkrete Abläufe fest (Abb. 16), die alle Körperregionen erfassen.

Die Bedeutung der Putzaktivität für die Siebenschläfer liegt in erster Linie in der Bekämpfung von Parasiten. Die Nester der Siebenschläfer, die in den Untersuchungsgebieten nicht selten auf Meisennestern gebaut werden, sind z. B. oft voller Flöhe. Gegenseitiges Putzen kann zudem noch soziale Beziehungen stärken.

Die in Abb. 14 dargestellte Verteilung der Putzaktivität über den Tagesverlauf ist leider insofern unvollständig, als Putzaktivitäten während der nächtlichen Aktivphase außerhalb des Schlafkastens kaum erfasst werden konnten.

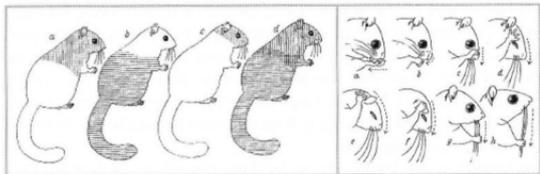


Abb. 16 links: Körperregionen welche a) die Hinterfüße bekratzen (senkrecht schraffiert), b) beleckt oder beknabbert werden, wobei die Vorderbeine eines das andere, Schwanz und Hinterbeine festhalten, sich am Körper abstützen oder das Fell spannen (waagrecht schraffiert) sowie c) solche, die ihre Vorderfüße waschen (punktiert). d) Überlagerung der drei Putzregionen. rechts: Kopfputzen (Pfeile zeigen die Bewegung der Hände) a) Becken der Hände, b) Kreisbewegung an den Oberlippen; Putzen c) der Nase, d) des Gesichtes, e) am Hinterkopf und Gesicht, f) zwiischendurch Herabziehen der Ohren, g) und h) Vibrissenputzen. (aus Koenig 1960)

Es fällt auf, dass der Tagesschlaf permanent durch kurzes Putzen unterbrochen wird, was sich etwa eine Stunde vor dem Verlassen des Schlafkastens deutlich steigert. Das Putzen als vorbereitender Akt weist damit wahrscheinlich auch auf ein Antizipieren der Aktivitätsphase hin und erscheint wie eine „Unruhe“ vor dem Verlassen des sicheren Kastens.

Die Putzaktivitäten umrahmen somit die Schlafphasen und können bei einer rein optischen, weil non-invasiven, Erfassung derselben behilflich sein.

## Fressverhalten

**Siebenschläfer finden ausgelegtes Futter rasch auf. Zum Verzehren der Nahrung werden dann oft Warten aufgesucht, was in dem Freigehege oft beobachtet wurde.**

Hönel (1991) berichtete davon, dass freilebende Siebenschläfer ihren Aktionsraum weitgehend danach ausrichten, welche nächst stehenden Bäume gerade Früchte tragen. Das Fressverhalten ließ sich dabei jedoch nur ungenau erfassen, da nicht immer Sichtkontakt mit den Tiere gehalten werden konnte.

Eine vergleichende non-invasive Untersuchung zum Nahrungsspektrum der Siebenschläfer kann damit nur schwerlich durch direkte Beobachtung gemacht werden, dafür aber ohne Schwierigkeit indirekt mittels Kot, der den Nistkästen reichlich entnommen werden kann.

Je nach Futtergabe konnte eine unterschiedliche Kotfärbung festgestellt werden. Bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Proben konnten z. B. Reste des Stärkespeichergewebes der angebotenen Maronen erkannt werden. Da das jahreszeitlich wechselnde Nahrungsangebot nach Hönel (1991) den Aktionsraum und mit großer Wahrscheinlichkeit auch die Chronobiologie der Siebenschläfer beeinflusst, ist eine Untersuchung der Kotproben aufschlussreich. Ob bestimmte Kotfärbungen eine vereinfachte Zuordnung der Nahrungszusammensetzung ermöglichen, muss eine mikroskopische Untersuchungsreihe desselben zeigen. Sie könnten jedoch eine einfache Methode zu einer flächendeckenden Bestimmung der jeweiligen Hauptnahrungsquellen bieten.

Während des nächtlichen Aufenthalts in den Baumkronen wird ebenfalls sehr häufig Kot abgegeben. Welche Bedeutung dem Siebenschläfer für die Ausbreitung jeweiliger Verbreitungseinheiten unterschiedlicher Pflanzenarten zukommt, ist noch nicht geklärt.

## Verhalten im Winter

**Den in dem Freigehege gehaltenen Tieren wurde durch den ganzen Winter hindurch Futter ad libidum bereitgestellt.**

Dadurch wird nach Wilz (1999) die Bereitschaft zum Winterschlaf minimiert, was sich jedoch individuell unterschiedlich auswirken kann.

Winterschlafartige Lethargiephasen wurden dem entsprechend nur während sehr frostiger Tage beobachtet. Sie dauerten meist 3 bis 5 zusammenhängende

Tage und nur in einem Fall 9 Tage. Dazu wurde mitunter eine tiefe und breite Bodenritze als Erdhöhle genutzt.

### **Verhalten an und in Nistkästen**

#### **Auffällig ist das Verhalten des Siebenschläfers, Schlafhöhlen aufzusuchen.**

Dabei konnte für die meisten Zeiträume ein bevorzugtes Heim erkennbar sein, welches auch das Tagesquartier darstellte. Bezüglich der Fluchrichtung wurde für den Siebenschläfer ein saisonal unterschiedliches Heim erster Ordnung (nach Hediger 1946, in Koenig 1960) diskutiert. Dieses Heim erster Ordnung ist nicht der einzige Schlafplatz der Siebenschläfer. Nachts gehen sie auch in andere Schlafkästen oder geschützte Orte um zu schlafen, was im Freigehege oft beobachtet werden konnte. Dabei wurde auch ein kurzer Schlaf in den Futterschüsseln beobachtet, was darauf hindeutet, dass die nächtlich aufgesuchten Schlafplätze nicht die gleiche Qualität der Tagesquartiere aufweisen müssen. Dies wird dadurch unterstrichen, dass ich Siebenschläfer während Nachtbeobachtungen im Freigehege oder sogar im Freiland bei Dunkelheit in geringerer Distanz antraf als bei Dämmerung.

Hönel (1991) konnte bei ihren Untersuchungen mit besondern Siebenschläfern das Unterbrechen nächtlicher Aktivitäten durch Schlaf nicht finden. Vielleicht wegen der verschiedenen Möglichkeiten für einen nächtlichen Schlafplatz.

Die Beobachtung, dass oft Nistmaterial in die Nistkästen eingetragen wird, bezieht sich auch auf Schlafkästen, die nur zum nächtlichen Schlaf aufgeschoben wurden, was sogar bei den vorübergehend als Ruheplatz verwendeten Futterschüsseln mehrfach der Fall war. Ebenso konnte ich beobachten, dass Kothäufchen nicht nur auf Nistkästen abgesetzt werden, die als Tagesquartier genutzt werden, sondern auch auf die Nachtquartiere. Damit ist frischer Siebenschläferkot in oder auf tagsüber unbenutzten Nistkästen ein Indiz für dessen nächtliche Benutzung.

Dass der Siebenschläfer auf dem Dach des Nistkastens Kot absetzt, beobachtete bereits von Vietinghoff-Riesch (1960). C. König (1960) deutete dieses Verhalten als Markieren des Nistkastens. Das wäre jedoch in der natürlichen ökologischen Nische des Siebenschläfers schwer vorzustellen (man denke an die Beschaffenheit der Wegwechsel oder den Eingang einer Baumhöhle). Außerdem ist bekannt, dass Siebenschläfer Urin zum Markieren verwenden, was von L. Koenig (1960) detailliert beschrieben wurde.

In Videoaufzeichnungen konnte festgestellt werden, dass dieser Kot daher rührt, dass die Siebenschläfer den Nistkasten tagsüber gelegentlich verlassen, um auf dessen Dach oder einen nahen Ast den Kot abzusetzen. Oft gehen sie aber nur in den vorderen Bereich des Kastens, drehen sich mit dem After zum Ausgang des Nistkastens und verrichten mit halb geschlossenen Augen ihre Notdurft. Wenn viele Tiere sich während einer längeren Zeit in einem Kasten aufhalten, wird oft auch viel Kot in und auf den Kästen gefunden.

Vermutlich befindet sich der Siebenschläfer bei diesen Verhaltensweisen in dem Konflikt entweder den Schlafkasten und im fortschreitenden Stadium auch das Nest zu verschmutzen oder zwecks Kotabgabe die Deckung der geschützten Höhle aufzugeben.

Der Schutz künstlicher Nisthöhlen wird von den Siebenschläfern außer zu den täglichen Schlafzeiten auch für die Aufzucht der Jungen gesucht, was zu der starken Assoziation des Siebenschläfers mit den bereitgestellten Nistkästen führte. Diese Bindung eines Teils der Siebenschläferpopulationen an die Nistkästen während eines großen Teils ihres Lebens, eröffnet einen Zugang zur chronoethologischen Untersuchung dieser nachtaktiven, arboreal lebenden Kleinsäugetiere.

### **Diskussion zur chronoethologischen Auswertung der IR-Aufnahmen**

#### **Die IR-Videoaufnahmen ermöglichten eine Aufzeichnung des ungestörten Verhaltens.**

Zunächst wurde das Ausleuchten des kompletten Geheges angestrebt, was jedoch technisch nicht möglich war, da man hierfür wegen der Konstruktion des Geheges zu viele Kameras benötigt hätte. Erschwerend kommt hinzu, dass die Tiere relativ klein sind, wodurch ab einer bestimmten Gehegegröße keine Weitwinkelobjektive verwendet werden können.

In der Dunkelheit kann man den Körper der Tiere nicht immer eindeutig erkennen. Doch reflektieren die Augen bei koaxialer Beleuchtung durch Infrarotlicht sehr auffällig, so dass sie teilweise regelrecht wie Scheinwerfer aussehen (Abb. 17). Auch wenn man dabei nicht immer erkennen kann, was die Siebenschläfer gerade tun, können die Tiere damit immerhin lokalisiert werden.

Entsprechend unseren Fragestellungen und den geplanten Untersuchungen im Freiland ist es jedoch auch nicht notwendig, den ganzen Aktionsraum der Siebenschläfer bzw. das ganze Gehege lückenlos überwachen zu können, was im Freiland ohnehin nicht realisierbar ist.

Wie bereits herauskristallisiert wurde, ist für die chronoethologische Untersuchung des Siebenschläfers das Verhalten an und in den Nistkästen von besonderem Interesse.

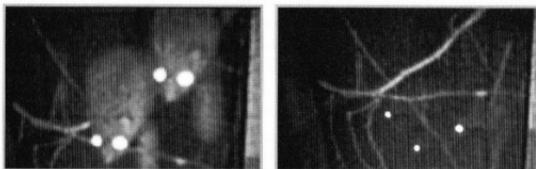


Abb. 17 Nächtliche Aufnahmen von Siebenschläfern mit reflektierenden Augen durch koaxiale Infrarotbeleuchtung. links: zwei Tiere auf einer Warte direkt vor der Kamera postiert. rechts: drei Tiere von der Seite auf einer weiter entfernten Warte.

Videoaufnahmen liefern die umfangreichste Information, was aber auch wiederum heißt, dass man damit die am wenigsten gefilterte Information erhält. Daher ist es ein Ziel dieser Arbeit, durch die gewonnenen Erkenntnisse eine effizientere Untersuchungsmethoden zu finden, welche auf die Verhaltensweise der Tiere abgestimmt ist. Dadurch sollen schließlich den Fragestellungen entsprechend gefilterte Daten abgeleitet werden können.

Die mit Hilfe der Videoauswertungen erzeugten Aktogramme zeigen das Aktivitätsprofil des Siebenschläfers, welches durch das nächtliche Aktivitätsplateau und den niedrigen Kurvenverlauf für die Tagesstunden gekennzeichnet ist.

Ein Vergleich von Beginn und Ende der Aktivitätsphase der Siebenschläfer mit den Zeiten für Sonnenuntergang und -aufgang zeigt, dass die Tagesrhythmik dieser Tiere der Periodik des Hell-Dunkel-Wechsels vorausleitet. Während des untersuchten Zeitraums betrug diese Verschiebung etwas mehr als eine halbe Stunde. Das bestätigt den Befund von G. Laufens (1975), der eine überwiegend positive Phasenwindeldifferenz zwischen der Aktivitätsmitte und der Mitte der Dunkelzeit beschrieb. Er hatte Aktivitätsbeginn und -ende von Siebenschläfern durch Infrarot-Lichtschranken an der Nistkasten-Flugöffnung bestimmt. Im Folgenden kann gezeigt werden, dass eine durchgehende Aufzeichnung des zeitlichen Aufenthaltes in den Nistkästen sehr detaillierte Aktivitätsprofile ergibt.

Während der Auswertung wurden verschiedene Filterkriterien getestet. Die Aktivität von Tieren in einer Gruppe kann dabei unterschiedlich ausgewertet

werden. Man kann den aufwendigeren Weg wählen und die Aktivitäten einzelner Tiere für jede Minute festhalten und am Ende den jeweiligen Durchschnittswert der den Aktionen zugeordneten Werten minutlich ermitteln. Einfacher ist es, von vorne herein die Gruppenaktivität zu erfassen, also das, was die meisten Tiere gerade tun. Je mehr Tiere dabei gewertet werden, desto ungenauer erscheint das Aktivitätsprofil, was sich jedoch mit zunehmender Anzahl an Beobachtungstagen wieder kompensiert. In Abb. 10 werden Aktogramme aus fünf Beobachtungstagen mit den Durchschnittswerten der Einzelaktivitäten einer Dreiergruppe von Siebenschläfern gezeigt. Das Aktogramm der im Freigehege gehaltenen Siebenschläfer zeigt um Mitternacht auffällige Absenkungen. Bereits von Vietinghoff-Riesch (1960) und L. Koenig (1960) beobachteten, dass Siebenschläfer auch nachts ihre Aktivitäten durch Schlaf unterbrechen, ebenso wie sie gelegentlich auch tagsüber den Schlafplatz verlassen. Koenig (1960) verwirft es daher von einer monophasischen Tagesrhythmik der Siebenschläfer zu reden, hält diese jedoch auch nicht für „polyphasisch“.

Es zeigt sich aber immerhin die Tendenz, dass auch Siebenschläfer infradianen Rhythmen unterliegen, wie zum Beispiel die Putzaktivitäten am Tag oder mehrere kurze Unterbrechungen der Aktivität in der Nacht, die oft kaum fünf Minuten dauern. Diese können in ihrer vegetativen wie auch neuronalen Physiologie begründet sein, etwa der Verdauung oder der Ermüdung bestimmter Gehirnareale. Beobachtete Rhythmen sind das Resultat mehrerer sich überlagernder endogener und exogener Vorgänge.

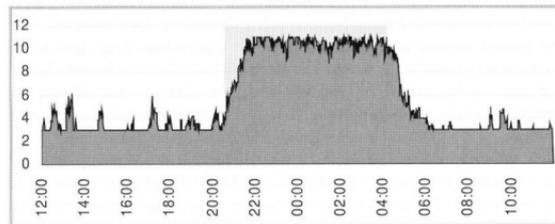


Abb. 18 Aktogramm von zwei Tiergruppen in Volierenhaltung. Die Daten stammen vom 3. – 8. Juni 2005 wie in Abb. 10. Obwohl hier mehr Tiere über den gleichen Zeitraum ausgewertet wurden, zeigen sich tagsüber stärkere Peaks.

Aschoff und Meyer-Lohmann (1954) stellten zwei Aktivitätsmaxima bei Ratten und Mäusen fest, sowie kleine Schübe, die sie „bursts“ nannten und in die sich die Aktivitätsperiodik einteilen lässt. Später konnten Daan und Aschoff (1981) an *Microtus agrestis* infradiane Rhythmen durch Laufrad-Aktivität zeigen, deren Periodendauer zwei bis maximal vier Stunden betrug. Dabei konnte während der Monate April und Mai ein interessanter Wechsel des Aktivitätsschwerpunktes vom Tag in die Nacht gezeigt werden, der sich dadurch allmählich vollzog, dass sich die Anordnung der tageszeitlich verschiedenen Ausprägung der bursts änderte. Dies legt nahe, dass der Aktivitätsrhythmus eines Individuums an die jeweiligen Umweltbedingungen angepasst werden kann. Diese Fähigkeit ist bei verschiedenen Spezies wahrscheinlich unterschiedlich ausgeprägt.

Koenig (1960) beschreibt, dass Siebenschläfer die in Gefangenschaft gehalten werden, mit zunehmender Zahmheit öfter am Tage aktiv sind, was wir an Versuchstieren in der Voliere auch beobachten konnten (Abb. 18). Vielleicht gibt es auch bei Siebenschläfern solche infradianen Rhythmen, die im Freiland tagsüber unterdrückt werden.

Da die Siebenschläfer im Freigehege zuvor ebenfalls in Volieren gehalten wurden, ist es interessant hier festzustellen, wie sich das Verhalten der Tiere entsprechend der neuen Gegebenheiten rasch veränderte. Zahlreiche Verhaltensmerkmale, die aus Beobachtungen von freilebenden Siebenschläfern bekannt waren, nahmen auch diese Tiere an. Dazu gehörten z. B. das Fluchtverhalten oder das Drohsurren im Nistkasten.

Zum Teil wurden solche Verhaltensweisen auch durch eine möglichst naturnahe Gestaltung des Geheges hervorgerufen. Dennoch fiel auch hier auf, dass es Unterbrechungen im Nistkastenaufenthalt während des Tages gab, wenn diese auch nur sehr kurz waren. Die Beobachtung, dass der Siebenschläfer tagsüber zur Kotabgabe an den Nestrand geht oder aus dem Nistkasten kommt, legte die Vermutung nahe, dass die Unterbrechungen des täglichen Nistkastenaufenthaltes mit einer Kotabgabe zusammenfallen könnte.

Diese Vermutung konnte durch eine zusätzliche Videoauswertung exemplarisch für einen Tag gestützt werden, was in Abb. 19 gezeigt ist. Dabei fällt auf, dass alle vier Ereignisse am Vormittag, bei denen einzelne Siebenschläfer den Nistkasten verlassen hatten, mit einer Defäkation verbunden waren. Weitere vier Kotabgaben waren nicht mit einem Verlassen des Nistkastens verbunden.

Die zwei Unterbrechungen am Abend um 18:00 und um 19:45 Uhr in Abb. 19 waren mit großen Unruhen und intensiver Putzaktivität verbunden. Dabei kletterten die Tiere zielstrebig zu den Futterschüsseln, weswegen nicht bestimmt werden konnte, ob eine Kotabgabe erfolgte.

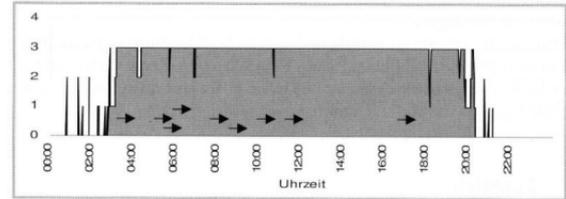


Abb. 19 Anzahl Tiere im Nistkasten B4 (grau ausgefüllter Graph) und Kotabgabe (blaue Peaks, Pfeile!) am 3. Juni 2005. Kotabgabe außerhalb des Nistkastens wurde mit einem Maxima = 2 dargestellt und Kotabgabe innerhalb des Kastens = 1.

Es kann also geschlossen werden, dass ein Verlassen des Kastens vor allem in den Morgenstunden der Kotabgabe dient. Inwiefern das auch im Freiland der Fall ist, muss offen bleiben. Doch weisen die bereits erwähnten Kothäufchen auf den Nistkästen in den Untersuchungsgebieten darauf hin.

Dagegen scheinen die Aktivitäten am Abend ein Artefakt der Gehegehaltung zu sein, verstärkt durch das Bedürfnis einer Kotabgabe und einer möglichen Antizipation des Aktivitätsbeginns. Für ein Antizipieren des Aktivitätsbeginns spricht die Beobachtung, dass eine Futtergabe am Abend (vor Aktivitätsbeginn) mit größerer Wahrscheinlichkeit eine Reaktion der Tiere hervorrief als eine Futtergabe am Morgen oder am Mittag. Abendliches Auffüllen der Futterschüsseln wurde oft als Anlass vorzeitiger Aktivität genutzt.

Es zeigt das Verhalten der Siebenschläfer im Freigehege also eine Stellung zwischen dem der Tiere im Freiland und in der Voliere.

Von großer Bedeutung könnte folgende Entdeckung sein. Bei einem Vergleich der Graphen für die Aktivität (Abb. 10 unten) und die Nistkastenaufenthalte (Abb. 13 unten) fällt auf, dass der Graph für den Aufenthalt in den Nistkästen einer Inversion des Aktogramms entspricht. Damit scheint der Nistkastenaufenthalt indirekt die Aktivitätsmuster widerzuspiegeln. Dies ist eine wichtige Entdeckung.

Bei dieser Datenfilterung gehen die Informationen über spezielle Verhaltensmuster allerdings verloren, also was die Tiere zu welcher Zeit tun. Dennoch kann gerade diese einfache Form der Datenaufnahme eine breite chronoethologische Erfassung ermöglichen, welche wiederum ganz neue Fragestellungen beantwortet, etwa die Reaktionen von verschiedenen Individuen einer Population auf Störungen.

Dabei ist die Erkenntnis wichtig und stets zu berücksichtigen, das der Nistkasten in dem die Bilche bei täglichen Kontrollen immer angetroffen werden, nicht der einzige Rückzugsort ist und es ein Heim erster, zweiter bzw. n-ter Ordnung gibt, was auch tageszeitlich verschieden sein kann.

## Ausblick

**Eine Erfassung aller Aktivitäten der Siebenschläfer über ihr ganzes Aktionsspektrum ist durch ihre arboreale Lebensweise ohne großen Aufwand nicht möglich.**

Es genügt jedoch, den Zugang zu einer non-invasiven Untersuchung durch die Nistkästen zu nutzen. Diese können mit Kameras, Datenloggern, Lichtschranken o.ä. variabel ausgestattet werden und schließlich gezielt in einem Untersuchungsgebiet ausgebracht werden. Dabei ist für die Effizienz der Arbeit wichtig, regelmäßig besuchte Nistkästen zu bestimmen. Es muss also mit Hilfe täglicher Kontrollen das räumlich-zeitliche Muster der Nistkastennutzung ermittelt werden. Dazu gibt es an der ÖFS bereits Daten aus Untersuchungen über einige Jahrzehnte.

Die Nistkastennutzung durch die Siebenschläfer ist in unterschiedlichen Habitaten und

innerhalb dieser Habitate von Nistkasten zu Nistkasten sehr unterschiedlich und hat einen bestimmten Jahresverlauf mit einem Maximum um Mitte August für die Adulttiere. Derlei Befunde sind aus Untersuchungen zur Populationsdynamik der Siebenschläfer bereits bekannt (Bieber 1995, Heberer 2001).

Zudem wurde im Freigehege oft beobachtet, dass Siebenschläfer zusätzlich zu dem Schlafplatz, wo sie am Tag gefunden werden, andere Schlafplätze als Nachtquartiere aufsuchen, was hierbei natürlich berücksichtigt werden muss.

Die Auswertung des Schlafverhaltens unter Berücksichtigung unterschiedlicher Schlafphasen ließ sich in diesem Rahmen noch nicht durchführen. Es konnten zwar zeitweise Schlafphasen unterschieden werden, doch nicht über einen längeren, verwertbaren Zeitraum. Hierzu würden unterstützende Datenaufnahmen von Körpertemperatur, Atemfrequenz und Hirnströmen (EEG) weiterhelfen.

Ein Abgleich optisch sichtbarer Bewegungsmuster und physiologischer Daten könnte die Chronoethologischen Untersuchungen zu einem Werkzeug eines non-invasiven Monitoring von Schlafverhalten und Lethargiemuster herstellen. Dabei können zahlreiche weitere Aspekte aufgedeckt und vertieft werden, welche aus der Verknüpfung von circadianer Rhythmik und Lethargiezuständen resultieren. So fanden Wilz und Heldmaier (2000), dass der Eintritt in den Winterschlaf vermutlich der circadianen Steuerung unterliegt. Ein genaueres Bild zur autökologischen Bedeutung dieser möglichen Steuerung könnte eine breit angelegte Langzeituntersuchung an freilebenden Tieren liefern. Ob dies dann auch ohne unterstützende Aufnahmen von Temperaturdaten gelingt, muss sich zeigen.

Ein wichtiger und ergiebiger Schritt für weitere chronoethologische Untersuchungen am Siebenschläfer kann somit eine Auswertung von Videoaufnahmen sein, die während physiologischer Messungen entstanden, parallel zur chronoethologischen Auswertung physiologischer Daten. Theoretisch ist solches Datenmaterial für den Siebenschläfer bereits vorhanden (Elvert 2001).

Zusätzlich bietet sich ein weiteres non-invasives Tool für einen Abgleich mit den chronoethologischer Daten an. Es ist die Quantifizierung von Kortikoidmetaboliten im Kot als ein Parameter für Stress. Kortikoidmetaboliten in Schafskot wurden zuerst von Palme und Möstl (1997) nachgewiesen. Inzwischen ist mit ihrer Methode der Nachweis von Glukokortikoiden im Kot vieler Vogel- und Säugetierarten gelungen, so auch für den Europäischen Feldhasen (*Lepus europaeus*) (Teskey-Gerstl et al. 2000), welcher bekanntlich zu den Hasenartigen (*Lagomorpha*), der Schwestergruppe der Nagetiere (*Rodentia*) gehört.

Bis die Ergebnisse der Kortikoidmessungen im Kot mit den Auswertungen chronoethologischer Untersuchungen bezüglich der Belastung einzelner Tiere verglichen werden können, sind noch einige Voruntersuchungen erforderlich.

## Nachtrag und Danksagung

Es handelt sich hier um einen Teil meiner Diplomarbeit, welche als ein Kooperationsprojekt des Arbeitskreises NCR (Neurobiologie circadianer Rhythmen) von Prof. Dr. G. Fleissner und der Ökologischen Forschungsstation Schlüchtern e.V. (ÖFS) entstand.

Mein Dank gilt daher in erster Linie Herrn Prof. Dr. G. Fleissner für die Ermöglichung meiner Diplomarbeit mit diesen Fragestellungen sowie allen Mitgliedern der NCR sowie Dipl.-Biol. T. Ruch und Dr. K.-H. Schmidt von der ÖFS.

Da dieser Artikel auf eine Anregung von Prof. Dr. W. Wiltschko (er war Zweitkorrektor meiner Diplomarbeit) und seiner Frau Priv.-Doz. Dr. R. Wiltschko hin entstand, sei ihnen für diesen Anstoß, erste Einblicke in die Chronobiologie des Siebenschläfers hier zu veröffentlichen, herzlich gedankt.

## Literatur

ASCHOFF, J. und MEYER-LOHMANN, J. (1954): Die 24-Stunden-Periodik von Nagern im natürlichen und künstlichen Belichtungswechsel. *Z. f. Tierpsychol.* 11 (3): 476–484.

– BIEBER, C. (1995): Ökologische Untersuchungen zur Populationsstruktur und -dynamik sowie zur Reproduktionsbiologie an drei Subpopulationen des Siebenschläfers (*Myoxos glis* L.). Dissertation, Universität Marburg.

– BIEBER, C. und T. RUF (2004): Seasonal Timing of Reproduction and Hibernation in the Edible Dormouse. In Barnes, B. M. und Carey, H. V., eds. *Life in the cold: Evolution, Mechanisms, Adaptations, and Applikation.* 12th International Hibernation Symposium: 113–125. Biological Papers of the University of Alaska.

– BUTSCHKE, H.-W. (1976): Untersuchungen zur Tages- und Jahresperiodik bei Siebenschläfern. Dissertation, Universität Göttingen.

– ÇOLAK, E., YİĞİT, N., SÖZEN, M. und ÖZKURT, S. (1998): Hibernation and body weight in Dormice, *Glis glis orientalis* (Nehring, 1903) (Rodentia: Glirigae), maintained under uncontrolled conditions. *Tr. J. of Zoology* 22: 1–7.

– DAAN, S. und ASCHOFF, J. (1981): Short-Term Rhythms in Activity. In Aschoff, J., ed. *HB Behav. Neurobiol* 4: Chronobiology: 491–498. Plenum Press, New York.

– DANZ, E. (1980): Beobachtungen bei der Haltung und Zucht von Siebenschläfern (*Glis glis* L.) in den Jahren 1973–1978. *Elaphe* H. 4: 49–52.

– DEBOER, T. und TOBLER, I. (2000): The Djungarian Hamster Is Sleep Deprived during Daily Torpor. In Heldmaier, G. und Klingenspor, M., eds. *Life in the cold: Proceedings of the 11th International Hibernation Symposium*: 251–260. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

– ELVERT, R. (2001): Kardiorespiratorische und metabolische Reaktionen während des Eintritts in den Winterschlaf beim Siebenschläfer, *Glis glis*. Dissertation, Universität Marburg.

– FIETZ, J., SCHLUND, W., DAUSMANN, K. H., REGELMANN, M. und HELDMAIER, G. (2004): Energetic constraints on sexual activity in the male edible dormouse (*Glis glis*). *Oecologia* 138 (2): 202–209.

– FLEISSNER, G. (1996): Rhythmizität, zirkadiane Rhythmik und Schlaf. In Dudel, J., Menzel, R. und Schmidt, R. F., eds. *Neurowissenschaft - Vom Molekül zur Kognition*: 519–537. Springer-

Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

– HEBERER, C. (2001): Räumliche und zeitliche Verteilung von Siebenschläfern in unterschiedlichen Habitaten. Diplomarbeit, Universität Frankfurt a. M.

– HEDIGER – HÖNEL, B. (1991): Raumnutzung und Sozialsystem freilebender Siebenschläfer (*Glis glis* L.). Dissertation, Universität Karlsruhe.

– JOHNSON, C. H. und KONDO, T. (2001): Circadian Rhythms in Unicellular Organisms. In Takahashi, J. S., Turek, F. W. und Moore, R. Y., eds. *HB Behav. Neurobiol.* 12: Circadian Clocks: 61–77. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.

– JUŠKAITIS, R. (1997): Diversity of nest-box occupants in mixed forests of Lithuania. *Ekologija* 3: 24–27.

– KAHMANN, H. (1931): Über das Klettervermögen des Siebenschläfers (*Glis glis* L.) nebst Bemerkungen über einige andere kletternde Säugetiere. *Zool. Jb* (54): 137–158.

– KOENIG, L. (1960): Das Aktions-system des Siebenschläfers (*Glis glis* L.). *Z. Tierpsychol.* 17: 427–505.

– KÖNIG, C. (1960): Einflüsse von Licht und Temperatur auf den Winterschlaf des Siebenschläfers (*Glis glis* L.). *Z. Morph. Ökol. Tiere* 48 (1960): 545–575.

– KOPPMANN-RUMPF, B., HEBERER, C. und SCHMIDT K.-H. (2003): Long Term Study of the Reaction of the Edible Dormouse *Glis glis* (Rodentia: Gliridae) to climatic changes and its Interactions with Hole-Breeding Passerines. *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 49 (Suppl. 1): 69–76.

– LAUFENS, G. (1972): Beginn und Ende der täglichen Aktivität freilebender Haselmäuse (*Muscardinus avellanarius* L.) und Siebenschläfer (*Glis glis* L.). *Z. Säugetierkunde* 40: 74–89.

– MOORE, R. Y. und LEAK, R. K. (2001): Suprachiasmatic Nucleus. In Takahashi, J. S., Turek, F. W. und Moore, R. Y., eds. *HB Behav. Neurobiol.* 12: Circadian Clocks: 141–179. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York.

– PALME, R. und MÖSTL, E. (1997): Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in blood. *Int. J. Mammalian Biol.* 62, Suppl. II: 192–197.

– PILASTRO, A., TAVECCHIA, G. und MARIN, G. (2003): Long Living and Reproduction skipping in the Fat Dormouse. *Ecology* 84 (7): 1784–1792.

– POHL, H. (1978): Comparative aspects of circadian rhythms in homeotherms, re-entrainment after phase shifts of the zeitgeber. *Int. J. Chronobiol.* 5: 493–517.

– POLAK, S. (1997): The Use of Caves by the Edible Dormouse (*Myoxos glis*) in the Slovenian Karst. *Nat. Croat.* 6 (No. 3): 313–321.

– TESKEY-GERSTL, A., BAMBERG, E., STEINBECK, T. und PALME, R. (2000): Excretion of corticosteroids in urine and faeces of hares (*Lepus europaeus*). *J. Comp. Physiol. B* 170: 163–168.

– VIETTINGHOFF-RIESCH, A. (1960): Der Siebenschläfer (*Glis glis* L.). Monographien der Wildsäugetiere Bd. 14. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

– WILZ, M. und G. HELDMAIER (2000): Comparison of hibernation, estivation and daily torpor in the edible dormouse, *Glis glis*. *J. Comp. Physiol. B* 170: 511–521.

– WILZ, M. (1999): Hibernation, Aestivation und täglicher Torpor beim Siebenschläfer (*Glis glis* L.) Dissertation, Universität Marburg.

– WYSS, O. A. M. (1932): Winterschlaf und Wärmehaushalt, untersucht am Siebenschläfer (*Myoxos glis*). *Pflügers Arch. f. d. ges. Physiol. d. Menschen u. d. Tiere* 229: 599–635.

Alle Abbildungen vom Verfasser

Verfasser: Markus Hofmann  
Spessertstr. 16, 36399 Freiensteinau/Obermoos