

Diplomarbeit

Chronoethologie und *Environmental Enrichment* in der
Tiergartenbiologie und die Anwendung in der Haltung des
Sibirischen Luchses (*Lynx lynx wrangeli*)

Diplomarbeit im Fachbereich Biologie und Informatik
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Frankfurt am Main

Katja Ehlert

Januar 2005

Zoologisches Institut
Neurobiologie circadianer Rhythmen
Betreuung durch: Prof. Dr. G. Fleissner

Zusammenfassung

Das Ziel der Diplomarbeit war es, durch Anwendung von chronoethologischen Methoden das Raum-Zeit-System von Luchsen in Zootierhaltung zu bestimmen. Es wurden zwei adulte Luchse (1,1) im Tiergarten Heidelberg über 50 Tage beobachtet. Dazu wurden die Aktivitätsmuster der Tiere über 24 Stunden durch direkte Beobachtungen und indirekt mit Hilfe von Infrarot-Video-Zeitrafferaufnahmen erfasst. Durch Anwendung von *Environmental Enrichment* sollte das Verhaltensrepertoire der Luchse bereichert sowie auftretenden Stereotypen entgegen gewirkt werden. Die Beeinflussung des Verhaltens durch exogene Faktoren (Klima, Zoobesucher, Tierpfleger) wurde untersucht. Im ersten Teil der Arbeit wurden die circadianen Rhythmen der Tiere bestimmt. In der zweiten Phase wurde regelmäßig *Environmental Enrichment* angewandt und bewertet.

In den Anteilen der Verhaltensweisen am 24-Stunden-Tag waren sich die Tiere relativ ähnlich. Bei beiden Tieren konnte eine mittlere bis erhöhte Aktivität etwa 1,5 bis 2 Stunden vor der Fütterung festgestellt werden, woraus auf eine Antizipation der Fütterung geschlossen wurde.

Stereotypen wurden bei beiden Tieren festgestellt. Mit Hilfe der chronoethologischen Methoden konnte ein Rhythmus im Auftreten dieses Verhaltens festgestellt werden. Dadurch konnte die genau festgelegte Fütterungszeit am Nachmittag als Ursache für das nachmittägliche *Pacing* bei einem Tier erkannt werden. Die einmalige Fütterung zu festgelegten Zeiten wirkte wahrscheinlich als Zeitgeber. Nach einer Umstellung der Fütterung in auf zweimal täglich, reduzierte sich das *Pacing* vor der Fütterung um ca. 80 %, wie die Ergebnisse der Nachuntersuchungszeit zeigen. Nach Angaben der Tierpfleger wirkte sich diese Umstellung auch positiv auf das Verhalten und Wohlbefinden beider Tiere aus.

Enrichment wurde mit verzehrbaren und nicht verzehrbaren Objekten durchgeführt. Den Tieren wurden vermehrt Möglichkeiten zu Erkundungs- und Komfortverhalten gegeben, sowie Gelegenheiten, Verhaltensweisen des Beutefangverhaltens (z.B. Nahrungserwerb, Nahrungsaufnahme) auszuführen. Die Ergebnisse zeigen, dass die durch das *Enrichment* gebotenen Gelegenheiten zumeist genutzt wurden. Es wurden individuelle Unterschiede im Verhalten gegenüber den *Enrichment*-Objekten beobachtet. Bei einem Tieren konnte auch eine Reduktion von *Pacing* beobachtet werden.

Die Ergebnisse zeigen, wie wichtig die Anwendung von chronoethologischen Methoden für die Kenntnis des Wohlergehens von Tieren in Menschenobhut sein kann und welchen Beitrag sie zusammen mit *Environmental Enrichment* für die Tiergartenbiologie leisten können. So können die Haltungsbedingungen für eine Tierart im Allgemeinen und für ein Individuum im Speziellen verbessert werden.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Abbildungsverzeichnis	4
1. Einleitung	5
2. Individuen, Material und Methoden	12
2.1 Individuen.....	12
2.1.1 Individuen der Untersuchung.....	12
2.1.2 Gehege und Haltungsbedingungen.....	13
2.2 Material.....	15
2.3 Methoden.....	16
3. Ergebnisse	19
3.1 Das räumliche Muster des Verhaltens	19
3.2 Das zeitliche Muster des Verhaltens	21
3.2.1 Gesamtaktivität.....	21
3.2.2 Nicht-aktives Verhalten.....	24
3.2.3 Beobachten.....	26
3.2.4 Körperpflege	27
3.2.5 Fressverhalten.....	29
3.2.6 <i>Pacing</i>	30
3.2.7 Laufen.....	32
3.2.8 Spiel- und Jagdverhalten.....	33
3.3 <i>Environmental Enrichment</i>	34
3.4 Tier-Umwelt-Beziehungen.....	35
3.4.1 Tier-Tier-Beziehungen.....	35
3.4.2 Tier-Mensch-Beziehungen.....	35

3.4.3 Klimatische Faktoren	37
3.5 Nachuntersuchung	39
4. Diskussion	40
4.1 Das räumliche Muster des Verhaltens	40
4.2 Das zeitliche Muster des Verhaltens	41
4.2.1 Gesamtaktivität.....	41
4.2.2 Nicht-aktives Verhalten.....	44
4.2.3 Beobachten.....	45
4.2.4 Körperpflege	46
4.2.5 Fressverhalten.....	46
4.2.6 <i>Pacing</i>	48
4.2.7 Lokomotion – Laufen.....	53
4.2.8 Spiel- und Jagdverhalten.....	54
4.3 <i>Environmental Enrichment</i>	55
4.4 Tier-Umwelt-Beziehungen.....	59
4.4.1 Tier-Tier-Beziehungen.....	59
4.4.2 Tier-Mensch-Beziehungen.....	60
4.4.3 Klimatische Faktoren.....	62
4.5 Nachuntersuchung	64
Summary	66
Literatur	67
Anhang	73
Danksagung	91

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Luchskater des Tiergartens Heidelberg.....	12
Abbildung 2. Luchskatze des Tiergartens Heidelberg.....	12
Abbildung 3. Luchsgehege (Grundriss) im Tiergarten Heidelberg.....	14
Abbildung 4. Luchsgehege (schematische Ansicht) im Tiergarten Heidelberg.....	14
Abbildung 5. s/w-Kamera mit Infrarot-Scheinwerfer	15
Abbildung 6. Verteilung der Harnspritzstellen des Katers im Gehege	20
Abbildung 7. Verteilung der Harnspritzstellen der Katze im Gehege	20
Abbildung 8. Chronoethogramm Gesamtaktivität des Katers	22
Abbildung 9. Chronoethogramm Gesamtaktivität der Katze	22
Abbildung 10. Gesamtaktivität des Katers als Aktivitätsprofil	23
Abbildung 11. Gesamtaktivität der Katze als Aktivitätsprofil	23
Abbildung 12. Chronoethogramm nicht-aktives Verhalten des Katers.....	25
Abbildung 13. Chronoethogramm nicht-aktives Verhalten der Katze	25
Abbildung 14. Chronoethogramm Beobachten des Katers	26
Abbildung 15. Chronoethogramm Beobachten der Katze	27
Abbildung 16. Chronoethogramm Körperpflege des Katers	28
Abbildung 17. Chronoethogramm Körperpflege der Katze	28
Abbildung 18. Chronoethogramm Fressverhalten des Katers	29
Abbildung 19. Chronoethogramm Fressverhalten der Katze	30
Abbildung 20. Chronoethogramm <i>Pacing</i> des Katers	31
Abbildung 21. Chronoethogramm <i>Pacing</i> der Katze	31
Abbildung 22. Chronoethogramm Laufen des Katers	32
Abbildung 23. Chronoethogramm Laufen der Katze	32
Abbildung 24. Chronoethogramm Spiel- und Jagdverhalten des Katers	33
Abbildung 25. Chronoethogramm Spiel- und Jagdverhalten der Katze	33
Abbildung 26. Bewertung der <i>Environmental Enrichment</i> – Objekte	34
Abbildung 27. Aktivitätsprofile von Kater und Katze	35
Abbildung 28. Gesamtaktivität des Katers und die Anwesenheit des Tierpflegers	36
Abbildung 29. Gesamtaktivität der Katze und die Anwesenheit des Tierpflegers.....	36
Abbildung 30. <i>Pacing</i> -Häufigkeit des Katers vor der Fütterung.....	39

Kapitel 1

Einleitung

Die Orientierung in Raum und Zeit ist für Tiere von großer Bedeutung. Sie zeigen viele Arten von Verhaltensweisen, die sich regelmäßig wiederholen, z.B. Nahrungssuche während des Tages und Schlafen in der Nacht (oder umgekehrt) oder Fortpflanzung in jedem Frühjahr. In dem regelmäßigen Wiederkehren von Verhaltensweisen kann man bei Tieren überwiegend tageszeitliche Rhythmen, die so genannten circadianen Rhythmen feststellen. Die Berücksichtigung dieser Rhythmen ist bei der Haltung von Zootieren oftmals von großer Bedeutung. Dabei müssen vielfach nicht nur der Tages- und Nachtrhythmus oder der Aktivitäts- und Ruherhythmus beachtet werden, sondern auch Rhythmen mit längeren Phasen (Hediger 1942). Werden diese biologischen Rhythmen missachtet, können die Lebewesen nachteilig beeinträchtigt werden. Solche Störungen des Wohlbefindens äußern sich oft in stressinduzierten Verhaltensweisen, Störungen im Fortpflanzungsverhalten oder aber in Krankheiten der Tiere (Fleissner 1998).

Die biologischen Rhythmen haben ihre Entsprechungen in den Periodizitäten der Umwelt der Lebewesen. Organismen, die die regelmäßigen Ereignisse ihrer Umwelt antizipieren können, haben einen Überlebensvorteil (Piechulla & Roenneberg 1999). Diese Antizipation von Ereignissen ist nur durch eine zeitliche Steuerung im Organismus selbst möglich. Anhand von zahlreichen Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Tiere circadiane Rhythmen mit einer inneren (endogenen) Komponente besitzen, die man als innere Uhr bezeichnet.

Diese inneren Uhren stellen Multioszillatorgefüge dar. Um diese Oszillatoren miteinander zu koordinieren, besitzen vielzellige Lebewesen einen zentralen Taktgeber (Schrittmacher), der eine einzige subjektive Referenzzeit für den Gesamtorganismus vorgibt. Diese zentralen Schrittmacher sind bei Vertebraten das Pinealorgan und der suprachiasmatische Nucleus (SCN) im Gehirn (Fleissner 1996). Einzelne Oszillatoren können im Nervensystem, in den Organen oder Geweben liegen.

Der Wissenschaftsbereich, der sich mit der Analyse der Mechanismen solcher Uhrensysteme und der Organisation des Lebendigen in der Zeit beschäftigt, heißt **Chronobiologie** (Fleissner 1998). Die **Chronoethologie** beschäftigt sich in diesem Zusammenhang mit den zeitlichen Strukturen des Verhaltens, sie untersucht das Verhalten innerhalb der Zeit und vor allem die tageszeitliche Verteilung von Verhaltensweisen.

Am bekanntesten sind die biologischen Tagesuhren oder circadianen Uhren, die die circadianen Rhythmen in Lebewesen steuern. Der endogene Rhythmus stimmt jedoch nicht exakt mit dem Außenzyklus überein, daher muss dieser durch einen zyklischen Umweltfaktor, einen so genannten Zeitgeber, mit dem 24-Stunden-Tag synchronisiert werden. Als Zeitgeber werden periodische Faktoren der Umwelt bezeichnet, die in der Lage, sind circadiane Rhythmen mit der Umwelt zu synchronisieren (Aschoff 1960).

Neben dem wichtigsten Zeitgeber, nämlich dem Wechsel von Licht und Dunkelheit, kann auch jedes andere sich regelmäßig wiederholende Ereignis wie regelmäßige Mahlzeiten, körperliche Aktivität und soziale Faktoren als Zeitgeber wirken. Neben der Synchronisation mit der Umwelt verursachen Zeitgeber auch weitere Effekte, so z.B. die Synchronisation mehrerer Individuen einer Art. Die Umwelt eines Organismus enthält immer mehrere Zeitgeber. Einer von ihnen bestimmt als aktueller Zeitgeber die Phasenlage, d.h. das regelmäßige Auftreten der Aktivitätsmaxima und -minima zu bestimmten Tageszeiten. Die anderen periodischen Umweltfaktoren laufen als latente Zeitgeber nebenher; sie können an die Stelle des aktuellen treten, wenn dieser infolge von Eingriffen in die Umwelt oder in das Tier ausfällt (Aschoff 1958).

Ob und wie ein Zeitgeber auf die endogene Periodizität einwirkt, lässt sich durch experimentelle Maßnahmen feststellen. Verschiebt man z.B. einen aktuellen Zeitgeber, so passt sich der Organismus schrittweise, innerhalb mehrerer Tage, den geänderten Bedingungen an; er synchronisiert sich mit der zeitverschobenen Umwelt (Aschoff 1958). Durch entsprechendes Verschieben eines Zeitgebers kann auch die Verteilung der Aktivitätsmaxima und -minima innerhalb des 24-Stunden-Tages verändert werden. Ein wahrscheinlicher Zeitgeber bei carnivoren Zootieren ist die Fütterung. Die Stärke der zeitgebenden Wirkung ist jedoch unterschiedlich. Sie ist umso größer, je geringer die Zeitspanne ist, in der Futter angeboten wird und je weniger Futter dem Tier in dieser Zeitspanne zur Verfügung steht (Aschoff 1958).

Alle Aspekte, die mit dem Futter in Zusammenhang stehen, sind nach Hediger (1942) in der **Tiergartenbiologie** für die Haltung von Wildtieren von besonderer Bedeutung. Die Tiergartenbiologie umfasst jedoch noch vielfältige andere Wissenschafts- und Kennt-

nisgebiete, die sie zu einem interdisziplinären Gebiet machen. Begründet wurde die Tiergartenbiologie als Forschungsdisziplin 1942 von Heini Hediger. Sein Buch „Wildtiere in Gefangenschaft“ stellt den ersten Grundriss von der Lehre der Wildtierhaltung dar, es richtet sich in erster Linie an die Mitarbeiter der Zoologischen Gärten und der biologischen Forschung, aber auch an alle biologisch interessierten Menschen. Eine seiner zentralen Aussagen ist, dass es Tierschutz nur aufgrund von Tierkenntnis geben kann. Die Erlangung von Tierkenntnis durch Forschung gehört heute zu den wichtigsten Aufgaben und Zielen Zoologischer Gärten.

Die Geschichte der Wildtierhaltung reicht weit zurück. Erste Anfänge stellten die Heiligen Haine und Tempel der Sumerer im 2. und 3. Jahrtausend vor unserer Zeit dar, die unter anderem Antilopen, Gazellen, Panzernashörner und Elefanten beherbergten. In den folgenden Jahrtausenden entstanden umfangreiche Tiergärten in Ägypten und China, in denen eine große Zahl von Tierarten gehalten wurde. Der Tiergarten des Aztekenherrschers Montezuma zeigte, dass die Haltung von Wildtieren nicht infolge von Überlieferungen betrieben wurde, sondern sich unabhängig voneinander, in verschiedenen Kulturen auf verschiedenen Kontinenten entwickelte. Die ersten Menagerien entstanden gegen Ende des 12. Jahrhunderts an italienischen Fürstentümern und bald auch in Mittel- und Westeuropa. Im Gegensatz zu den oft weitläufigen Anlagen des Altertums waren diese Menagerien flächenmäßig sehr klein und die Tiere wurden in engen Käfigen und Gehegen gehalten. Diese Menagerien dienten in erster Linie zur Machtdemonstration des Feudaladels.

Die Tiergärten von heute können, historisch gesehen, als Zufallsprodukt der französischen Revolution betrachtet werden. In Versailles wurde seit etwa 1665 von den französischen Königen eine Menagerie unterhalten. Die Revolutionäre öffneten auch die Käfige der Menagerie, allerdings wurden einige Großtiere aus Sicherheitsgründen in den Käfigen belassen. Der Direktor des *Musée d'histoire naturelle* und des *Jardin des Plantes* veranlasste 1792, dass die fast verhungerten Tiere, die noch übrig waren, in den Botanischen Garten umgesiedelt wurden. Aus dieser Tierhaltung entstand der erste Tiergarten, der für die breite Bevölkerung zugänglich war und für wissenschaftliche Zwecke genutzt wurde. Mit dem *Jardin des Plantes* sind unter anderen die Namen von Cuvier und Daubenton verbunden. Von 1789 bis heute sind Zoologische Gärten in aller Welt entstanden und beherbergen eine Fülle von Arten aus allen Erdteilen.

Neben der Forschung sind Artenschutz, Bildung und Erholung die wichtigsten Aufgaben und Ziele heutiger Zoologischer Gärten. Jedoch stehen auch diese Ziele nicht für

sich alleine, sondern sind auf vielen Ebenen miteinander verbunden. So kann Artenschutz nicht ohne Forschung funktionieren, die die Grundlagen für eine tiergerechte, d.h. verhaltens- und zeitgerechte Haltung von Tieren liefert und immer wieder überprüft. Dabei ist das oberste Ziel das physiologische und psychologische Wohlbefinden der Tiere. Als Kriterien für das Wohlbefinden von Säugetieren betrachtet man im Allgemeinen die Größe des Verhaltensrepertoires, die Fähigkeit des Individuums, sich frei zu bewegen ohne ängstliches Verhalten zu zeigen, entspannt zu ruhen, sowie die Abwesenheit von abnormalen Verhaltensweisen (Poole 1998).

Ein Prinzip in der Zootierhaltung, dessen Ziel es ist, die Qualität der Tierhaltung durch Erkennen und Bereitstellen von notwendigen Stimuli der Umwelt zu verbessern, um so für ein optimales psychologisches und physiologisches Wohlbefinden der Tiere zu sorgen, ist das *Environmental Enrichment* (Shepherdson 1998).

Die allermeisten Lebensräume zeichnen sich durch zeitliche und räumliche Variabilität aus, die sich in flexiblen Reaktionen als Verhaltensweisen seitens der daran angepassten Tiere äußert. Diese Flexibilität bezeichnet man als Anpassungsfähigkeit, die umso größer sein sollte, je variabler der Lebensraum einer Tierart ist (Stauffacher 1998). Wichtig wäre es, die räumliche und soziale Umgebung von Tieren in menschlicher Obhut auf Dauer so zu gestalten, dass einzelne Individuen aus dem gesamten Verhaltensrepertoire der Spezies zumindest so viele Verhaltensweisen erfolgreich ausführen könnten, dass ihre Anpassungsfähigkeit nicht überfordert wird.

Die Notwendigkeit, haltungsbedingt fehlende Verhaltensweisen von Tieren in Zoohaltung durch geeignete Maßnahmen hervorzurufen, ist schon seit Hediger (1942) bekannt. Genau das hat *Environmental Enrichment* zum Ziel. Durch das Angebot adäquater Reize sollen die Tiere in die Lage versetzt werden, möglichst viele artspezifische Verhaltensweisen aus den verschiedensten Funktionskreisen des Verhaltens erfolgreich auszuführen. *Environmental Enrichment* betrifft viele Bereiche, zum einen z.B. die Einrichtung eines Geheges mit Strukturen und Substraten oder eine artspezifische Gruppierung der Tiere, zum anderen auch Bereiche, die die tägliche Routine betreffen. In diesem Zusammenhang stehen Maßnahmen im Vordergrund, wie Variation der Fütterung bezüglich Zusammensetzung, Menge, Häufigkeit, Darreichungsform und Tageszeit sowie das Angebot von Spielobjekten, um artgemäße Nahrungsaufnahme bzw. Spiel und Erkundung zu stimulieren (Mellen & Shepherdson 1997). Dazu zählen auch Maßnahmen, die eine Reduktion von unerwünschten und abweichenden Verhaltensweisen bewirken. Forschungsarbeiten, die die Anwendung von *Environmental Enrichment* untersuchen,

unterstützen die Annahme, dass die Bereicherung der Umwelt durch *Environmental Enrichment* in der Tat zum Wohlbefinden eines Zootieres beiträgt. Jedoch ist die systematische Bewertung von *Enrichment* die Ausnahme und nicht die Regel.

Ein wohlüberlegtes *Enrichment*-Programm bietet den Tieren in menschlicher Obhut eine größere Vielfalt in der sensorischen Umwelt an, wobei alle sensorischen Systeme, Geschmack (gustatorisch), Berührung (taktil), Gehör (akustisch), Geruch (olfaktorisch) und Sehen (optisch) stimuliert werden, und berücksichtigt gleichzeitig die individuelle Persönlichkeit der Tiere (Powell 1997). Neben der Erhöhung des Wohlbefindens der Tiere hat *Environmental Enrichment* auch viele Vorteile für die Zoobesucher und die Forscher. Aktive Tiere, die eine Vielzahl von verschiedenartigen und natürlichen Verhaltensweisen zeigen, ziehen die Aufmerksamkeit der Zoobesucher auf sich und sind von einem größeren zoopädagogischen Wert (Gilkinson et al. 1997). Jedoch ist keine einzige *Enrichment*-Maßnahme unbegrenzt wirksam. Die Tiere gewöhnen sich schnell an Spielzeuge, Gerüche und Veränderungen im oder am Gehege, wenn sie regelmäßig zur Verfügung gestellt werden; dies äußert sich in einer sichtbaren Verminderung der Reaktion des Tieres gegenüber dem angebotenen Objekt. Folglich wird stetig nach neuen Ideen für *Enrichment* gesucht (Mellen & Shepherdson 1997).

Mit der Anwendung von *Environmental Enrichment* wird versucht, den ethologischen Bedürfnissen von Zootieren gerecht zu werden, indem diese mit möglichst natürlichen Umwelten versorgt werden und sie die Gelegenheit erhalten, möglichst viele artspezifische Verhaltensweisen auszuführen, um die Anpassungsfähigkeit der Tiere nicht zu überfordern. Ein Anzeichen, dass die Anpassungsfähigkeit eines Tieres in menschlicher Obhut (z.B. Zoonhaltung) überfordert ist, ist das Auftreten von abweichenden Verhaltensweisen oder Verhaltensstörungen. Solche Verhaltensweisen äußern sich oft in der Form von Stereotypen. Der Begriff Stereotypie bezieht sich auf Verhalten, welches bezeichnenderweise wiederholend ist, unveränderlich in seiner Form und offensichtlich kein Ziel und keine Funktion hat (Ödberg 1978). Beutegreifer in Zoos führen oftmals eine abweichende Verhaltensweise in Form einer Laufstereotypie aus, wobei das Tier eine festgelegte Wegstrecke monoton ohne erkennbare Unterbrechung auf und ab schreitet. Diese Form von Laufstereotypie wird auch als *Pacing* (engl.) bezeichnet.

Der Ursprung von Stereotypen ist komplex und es gibt eine Vielzahl von Ursachen, die für eine Entwicklung dieser Verhaltensweisen verantwortlich sein können. Stereotypen entwickeln sich in einer großen Vielzahl an Situationen und bei einer großen Bandbreite von Arten, einschließlich des Menschen (Mason 1991a).

Während die Frage nach den Gründen im Einzelfall nicht immer eindeutig beantwortet werden kann, ist jedoch bekannt, dass geeignetes *Environmental Enrichment* diese Verhaltensweisen reduzieren kann.

Kleinkatzen der Gattung *Felis* und *Lynx* sind gute Beispiele für Arten, die von *Environmental Enrichment* profitieren können, da sie als spezialisierte Beutegreifer eine besonders komplexe Wahrnehmung der Umwelt haben.

Die Familie der Katzenartigen (*Felidae*) gliedert sich in acht Abstammungslinien mit 36 bekannten Arten, unter denen die Gattung Luchse (*Lynx*) mit 4 Arten eine besondere Gestalt und Lebensform repräsentiert. Es sind dies der Rotluchs (*Lynx rufus*) in Nordamerika, der Kanadische Luchs (*Lynx canadensis*) in Kanada, der Iberische Luchs (*Lynx pardinus*) in Spanien, sowie der Eurasische Luchs (*Lynx lynx*), der mit neun Unterarten vertreten ist. Seine Verbreitung reicht von den Pyrenäen bis zur Pazifikküste und vom Himalaya bis zum Polarkreis (von Arx et al. 2004).

Der **Eurasische Luchs** ist ein mittelgroßes, hochläufiges Raubtier mit einer Schulterhöhe von 60-75 cm, einer Kopf-Rumpf-Länge von 80-110 cm und einem Gewicht von 15-30 kg. Das Gesicht des Luchses ist geprägt durch die gelbbraunen Augen, die zugespitzten Ohren mit bis zu 4 cm langen dunklen Haarbüscheln („Pinsel“) an der Spitze und einem ausgeprägten Backenbart, der das Gesicht umrahmt. Der kurze, 15-25 cm lange Stummelschwanz hat ein schwarzes Ende. Die Fellfarbe variiert mit der Jahreszeit und hat im Sommer eine rotbraune, im Winter eine graugelbe Färbung. Das Fell aller Luchsarten zeigt eine sehr lebhaft oder auch nur schwach angedeutete dunkle Fleckung (Festetics 1978). Luchse leben während der meisten Zeit des Jahres einzelgängerisch. Die bevorzugte Beute des Eurasischen Luchses ist Rehwild (*Capreolus capreolus*), wie Untersuchungen in den Schweizer Alpen (Breitenmoser und Haller 1987, Haller 1992), in Polen (Okarma et al. 1997) und in Norwegen (Linell et al. 1996) gezeigt haben. In Finnland jedoch, wo es kein Rehwild gibt, sind die Beutetiere Hasen (*Lepus* sp.) oder der eingeführte Weißwedel-Hirsch (*Odocoileus virginianus*) (Pullainen et al. 1995). Darüber hinaus jagt er Kaninchen (*Oryctolagus cuniculus*), junge Rentiere (*Rangifer tarandus*), Rotwild (*Cervus elaphus*), Gems (*Rupicapra rupicapra*) und Rotfuchs (*Vulpes vulpes*). Der Nahrungsbedarf eines Luchses hängt von Geschlecht, Alter und Jahreszeit ab und liegt pro Tag bei etwa 1,0 bis 2,7 kg Fleisch (Hucht-Ciorga 1988).

Die räumliche und soziale Struktur des Luchses entspricht jener von anderen solitär lebenden Katzenarten. Die Weibchen stehen in Konkurrenz um Ressourcen wie ausreichendes Nahrungsangebot und geschützte Wurfplätze, die ihnen die Aufzucht von Jun-

gen ermöglichen. Sie sind daher regelmäßig im Raum verteilt. Die Männchen beteiligen sich nicht unmittelbar an der Jungenaufzucht, daher ist die Verteilung ihrer Wohngebiete auch von anderen Ressourcen abhängig, nämlich im Wesentlichen von der Verteilung der Weibchen. Ihre Wohngebiete überlappen ein bis mehrere Weibchengebiete. Die Größe der Wohngebiete liegt im Bereich von etwa 100 km² (Breitenmoser-Wuersten 2001). Eine Aufteilung des Raumes zwischen verschiedenen Individuen wäre nicht möglich, wenn nicht jedes Tier Informationen über seine Nachbarn bekommen würde. Diese Kommunikation wird vor allem durch die Markierung von Strukturen im Gelände mit Urin aufrechterhalten. Über die Geruchsmarkierungen werden wahrscheinlich Informationen über Identität, Geschlecht, Status, Reproduktionszustand, Alter der Markierung und die räumlichen Ausdehnungen eines Wohngebietes oder Territoriums weitergegeben. Neben der Geruchsmarkierung kommunizieren Luchse auch über Laute, insgesamt sind bei der Gattung *Lynx* 10-12 Lauttypen bekannt (Peters 1987). Die meisten Laute werden vor allem in der Paarungszeit (Ranz) in Form von Rufen (Mauzen) geäußert. Die Paarungszeit der Eurasischen Luchse fällt normalerweise in die Monate Februar bis April, eine Zeit, die ein Luchspaar gemeinsam verbringt. Nach einer Tragzeit von etwa 70 Tagen werden 2-4 Junge zur Welt gebracht, die bis zur folgenden Ranzzeit beim Muttertier verbleiben, dann abwandern und eigene Wohngebiete besetzen.

In der vorliegenden Arbeit sollte durch Anwendung von chronoethologischen Methoden das Raum-Zeit-System von Luchsen in Zootierhaltung untersucht werden. Das Ziel war es, tageszeitliche Muster im Verhalten der Luchse nachzuweisen und die Ergebnisse mit Daten aus dem Freiland und Angaben aus Zoologischen Gärten zu vergleichen. Es sollte überprüft werden, ob Veränderungen im Aktivitätsmuster der Tiere vorkommen, denn solche Abweichungen deuten oftmals auf eine physiologische oder ethologische Störung der Tiere hin. Meist äußern sich solche Veränderungen zuerst im Auftreten oder Verschwinden von bestimmten Verhaltensweisen im 24-Stunden-Tag, bevor sie physiologisch sichtbar werden. Durch Anwendung von *Environmental Enrichment* sollte das Verhaltensrepertoire der Luchse bereichert und dadurch das Wohlbefinden der Tiere erhöht werden. Die Beeinflussung des Verhaltens durch exogene Faktoren (Zoobesucher, Tierpfleger und Klima) sollte als ein weiterer Aspekt in der Untersuchung behandelt werden.

Kapitel 2

Individuen, Material und Methoden

In diesem Kapitel werden die Individuen der Untersuchung, sowie deren Haltungsbedingungen vorgestellt. Darüber hinaus werden alle für die Arbeit wesentlichen Methoden beschrieben und das verwendete Material besprochen.

2.1 Individuen

2.1.1 Individuen der Untersuchung

Die vorliegende Untersuchung wurde an Sibirischen Luchsen (*Lynx lynx wrangeli*) im Tiergarten Heidelberg durchgeführt. In der Luchsanlage werden zwei Tieren gehalten, ein männliches Tier (Abbildung 1) und ein weibliches (Abbildung 2) (1,1).

Das männliche Tier stammt ursprünglich aus dem Zoo Wuppertal und ist dort im April 1994 auf die Welt gekommen. Das weibliche Tier ist im Mai 1991 im Wildgehege Ludwigshafen geboren. Über die Aufzucht beider Tiere ist nichts bekannt.

Sie sind seit 1996 gemeinsam im Gehege des Tiergartens Heidelberg untergebracht.



Abbildung 1. Luchskater des Tiergartens Heidelberg.



Abbildung 2. Luchskatze des Tiergartens Heidelberg.

2.1.2 Gehege und Haltungsbedingungen

Die Luchse werden im Tiergarten Heidelberg ganzjährig in einem Außengehege (Abbildungen 3 und 4) gehalten, das dem Raubtierhaus angegliedert ist und zur Hälfte von dessen Wänden eingefasst wird. Die Gehegefläche beträgt etwa 75 m². Im Raubtierhaus befinden sich auch die Innenanlagen der Löwen und Sumatra-Tiger. Vom Innern des Hauses aus haben die Zoobesucher die Möglichkeit, die Luchse durch eine große Scheibe zu beobachten. Die hintere Hälfte des Geheges wird durch einen etwa vier Meter hohen Maschendrahtzaun begrenzt, der auf einem 30 cm hohen Betonfundament steht. Am oberen Ende ragt ein etwa ein Meter breiter Überhang mit einer Neigung von 45° in das Gehege hinein. Innenseitig ist der Zaun auf der Höhe von etwa einem Meter und am Überhang durch Sicherungsdrähte abgesichert.

Die Vegetation am Gehege setzt sich aus Brombeeren (*Rubus fruticosus*), Schwarzem Holunder (*Sambucus nigra*), Hainbuchen (*Carpinus betulus*), Hasel (*Coryllus avellana*) und einer Zeder (*Cedrus spec.*) zusammen. Im Gehege besteht sie aus Fichten (*Picea abies*), einer Sal-Weide (*Salix caprea*) und einigen krautigen Pflanzen. Der Boden ist mit Rindenmulch bedeckt, im hinteren Teil befindet sich eine Sandgrube als Harn- und Kotstelle. Ebenfalls im hinteren Bereich liegt ein etwa 50 cm hoher Felsen, der zusammen mit großen Kieselsteinen an der Besucherscheibe den Gesteinsanteil im Gehege ausmacht. Als geschützte Liegestellen sind dem Gehege zwei mit Holz ausgekleidete, aber seitlich offene Boxen angegliedert, die jeweils etwa die Größe von 1,5 m² haben. Um den Raum der Tiere dreidimensional nutzbar zu machen, wurde ein Gerüst aus Holzstämmen im Gehege aufgebaut.

Das Betreten der Anlage ist nur durch die Pflegertür möglich, die sich an der linken Seite gegenüber den Liegeboxen der Tiere befindet. Das Betreten durch den Tierpfleger erfolgte in der Regel einmal täglich zur Reinigung um circa 08:00 Uhr morgens. Die Fütterung fand nachmittags um 16:30 Uhr nach der Fütterung der Löwen und Tiger statt, hierzu wurde das Gehege nicht betreten. Wie auch die Großkatzen wurden die Luchse einmal pro Woche gefastet, der Fastentag war auf Samstag festgelegt. Eine Auflistung der genauen Fütterungszeiten und der Futterart befindet sich im Anhang (Anhang C.1).

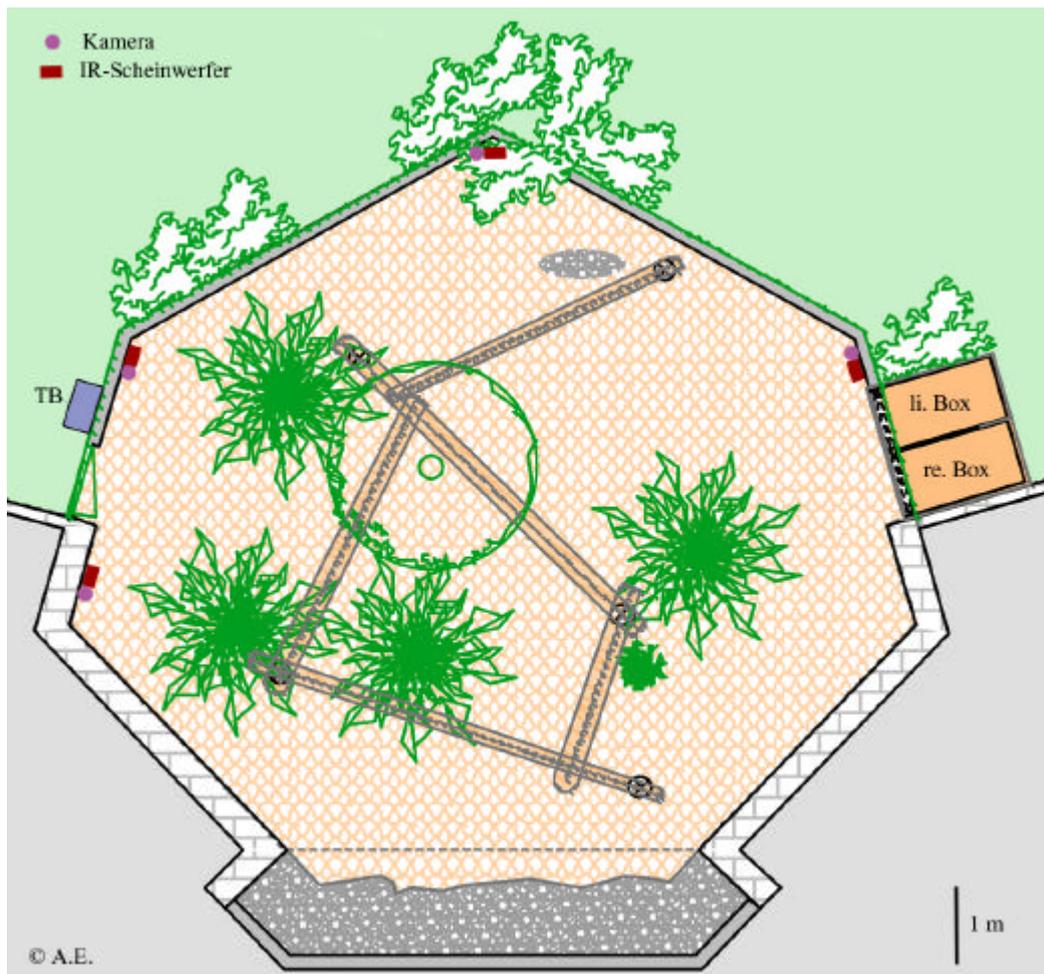


Abbildung 3. Luchsgehege (Grundriss) im Tiergarten Heidelberg. Eingezeichnet sind im maßstabgetreuen Aufriss: Unterkünfte (li. Box, re. Box), Steine (grau), Holzstämme (braun), Besucherscheibe (unten), Bäume, Kameras (violett), IR-Scheinwerfer (rot), Technische Geräte (TB). (Graphik: A. Ehlert)



Abbildung 4. Luchsgehege (schematische Ansicht) im Tiergarten Heidelberg. Einsicht in das Gehege durch die Besucherscheibe. (Graphik: A. Ehlert)

2.2 Material

Um eine kontinuierliche Datenaufnahme über 24 Stunden zu gewährleisten, wurden vier s/w-Kameras (CCD, AD-502A WAT-502B) in wetterfesten Gehäusen im Gehege angebracht. Die Gehäuse wurden selbst entworfen und angefertigt.

Die Kameras wurden so positioniert, dass die gesamte Gehegefläche einsehbar war und die Tiere zu jeder Zeit beobachtet werden konnten (siehe Abbildung 3).

Um auch nachts das Verhalten der Tiere beobachten zu können, wurde zusätzlich an jeder Kameraeinheit ein Infrarot-Scheinwerfer angebracht. Der Bau des Infrarotscheinwerfers baut, wie auch die Auslegung der Videoanlage, auf dem im Arbeitskreis NCR durch Prof. Fleissner und Mitarbeiter entwickelten Gerät auf und wurde für diese Arbeit weiterentwickelt (technische Details siehe Anhang A.1 und A.2). Die IR-Scheinwerfer wurden über eine Zeitschaltuhr gesteuert, so dass sie nur nachts in Betrieb waren.



Abbildung 5. s/w-Kamera mit Infrarot-Scheinwerfer.

Die Kameras und Scheinwerfer wurden über Festspannungsnetzgeräte mit Spannung versorgt und waren durch Spannungsregler geschützt.

Die Bildinformation der vier Kameras wurde über Übertragungsleitungen an einen Quadrantenverteiler (Sanyo SQV-25 s/w) und den angeschlossenen Langzeit-Videorekorder (Sanyo TLS-1960P s/w) geleitet, der die Kamerabilder in 48-facher Zeitraffung auf handelsübliche Videokassetten aufzeichnete. Die Aufnahmegeräte waren witterungsgeschützt in einem verschließbaren Schrank am Gehege untergebracht (siehe Abbildung 3: TB.).

In der Untersuchung wurde *Environmental Enrichment* angewandt, um das Verhaltensrepertoire der Tiere zu bereichern. Das hierzu verwendete Material (*Enrichment-Objekte*) bestand ausschließlich aus ungiftigem und natürlichem Material. Eine genaue Angabe der verwendeten *Enrichment-Objekte* geht aus dem Kalender in Anhang B.4 hervor.

2.3 Methoden

Datenaufnahme

In der Literatur finden sich mehrere Methoden, um Beobachtungen von Verhaltensweisen zu erheben. Sie leisten objektiv Unterschiedliches und sind daher nicht für jeden Untersuchungszweck gleich geeignet. Verhaltensweisen können als Ereignisse oder Zustände betrachtet werden. Ereignisse sind augenblicklich; Zustände beinhalten eine nennenswerte Zeitdauer. Die Entscheidung, Verhaltensweisen als Ereignisse oder Zustände zu betrachten, hängt nicht nur von ihrer Zeitdauer ab, sondern auch von den Fragestellungen über die Verhaltensweisen der Tiere, wie z.B. der Frage nach den Häufigkeiten von Verhaltensweisen (Altmann 1974).

In die vorliegende Arbeit wurden alle beobachtbaren Verhaltensweisen aufgenommen und in Verhaltenskategorien zusammengefasst. Die Verhaltenskategorien wurden nach dem Aufwand an Aktivität in Aktivitätsstufen geordnet und stufenweise mit Zahlen belegt (Aktivitätswichtung AW). Kurzzeitige Verhaltensäußerungen wurden als Ereignisse registriert, längerfristige als Zustände erfasst (siehe unten). Die verwendete Methode bestand darin, nach einem Zeitintervall von einer Minute die Verhaltensweise zu notieren, die in dieser Minute die größte Zeitspanne einnahm. Zusätzlich wurden die als Ereignisse definierten Verhaltensweisen vermerkt. Die Datenaufnahme erfolgte gleichzeitig bei beiden Tieren in Protokollbögen (siehe Anhang B.1). (Verändert nach Altmann 1974, *Scan sampling*).

Die Beobachtungen wurden direkt am Gehege und mit Hilfe von Infrarot-Video-Zeitrafferaufnahmen durchgeführt, um eine kontinuierliche Aufnahme der Daten über 24 Stunden zu gewährleisten. Beide Erhebungsmethoden waren kompatibel. Die Datenerfassung erfolgte nach MEZ (Mittleuropäische Zeit). Der Beobachtungszeitraum erstreckt sich vom 29.10.2003 bis 17.12.2003. Die Untersuchungstage (UT) wurden mit Nummern von 1 bis 50 versehen (siehe Anhang C.1). Eine Nachuntersuchung von 100 Tagen wurde von März 2003 bis Mai 2003 durch die Tierpfleger durchgeführt.

Datenauswertung

Die Protokollbögen wurden in das Computerprogramm *MS Excel* für *Windows 2000* übertragen. Dabei wurde auf die notwendige Formatierung für die anschließende Verwendung in dem Software-Programm *ClockLab* (Aktimetrics, USA) geachtet.

Aus den ethologischen Daten wurden mit *ClockLab* Chronoethogramme erzeugt und anschließend mit dem Software-Programm *Adobe-Illustrator CS* bearbeitet. Die in den Chronoethogrammen dargestellte Dämmerung setzt sich aus der bürgerlichen und der nautischen Dämmerung zusammen. Die verwendeten Sonnenaufgangs- und Sonnenuntergangszeiten (Anhang C.4) stammen vom *Astronomical Applications Department., U.S. Naval Observatory* in Washington DC. Für die statistische Auswertung der klimatischen Faktoren wurde das Programm SPSS 11.0 verwendet.

Registrierung externer Faktoren

Um Aussagen über die Beeinflussung des Verhaltens der Tiere durch exogene Reize machen zu können, wurden alle Faktoren registriert, die im Alltag der Tiere eine Rolle spielen könnten. Als externe Faktoren wurden die Anzahl der Zoobesucher in der Stunde am Gehege, die Umweltparameter (Wetter) sowie Störungen am Gehege, z.B. durch Handwerker oder Zoobesucher, vermerkt. Die Anzahl der Zoobesucher wurde stündlich geschätzt (Anhang C.2) und als Kategorie (0-3) notiert, wobei 0 keine Besucher bedeutet, 1 eine geringe Besuchermenge von unter 30 Personen, 2 eine mittlere Besuchermenge von unter 60 Personen und 3 eine hohe Besuchermenge von über 60 Personen. Kurzzeitige Störungen wurden als Ereignisse in den Protokollbögen aufgenommen. Die Wetterdaten stammen vom Institut für Umweltp Physik der Universität Heidelberg. Die Messstation liegt etwa 110 m ü. NN und ist etwa einen Kilometer Luftlinie vom Tiergarten entfernt. Untersucht wurden Temperatur, Ozongehalt, Luftdruck, Niederschlag, Luftfeuchtigkeit und Globalstrahlung. Die Werte sind in Intervallen von fünf Minuten erfasst worden. Sie sind im Anhang C.3 als Diagramme dargestellt.

Environmental Enrichment

Um das Verhaltensrepertoire der Tiere zu bereichern, wurde *Environmental Enrichment* angewandt. Durch das Angebot adäquater Reize (*Enrichment*-Objekte) sollten die Tiere in die Lage versetzt werden, möglichst viele artspezifische Verhaltensweisen aus den Verhaltenskategorien des Erkundungs-, Komfort- und nahrungs-(beute-)orientierten Verhaltens auszuführen. Die drei Verhaltenskategorien wurden in der Planung in die Gruppen „Revier“, „Geruchsstoffe“ und „Fütterung“ eingeteilt. Zusätzlich wurde ein Tag miteinbezogen, an dem eine Stockente in das Gehege flog. Die Ente wurde in der Auswertung als *Enrichment*-Objekt behandelt und bewertet.

Enrichment wurde in Abständen von zwei Tagen angewandt, wobei die *Enrichment*-Maßnahmen der verschiedenen Gruppen abwechselnd durchgeführt wurden (siehe Kalender in Anhang B.4). Während der Durchführung der einzelnen Anwendungen wurden alle gezeigten Verhaltensweisen qualitativ und semiquantitativ in Erfassungsbögen eingetragen. Aufgrund der registrierten Verhaltensweisen wurden die verwendeten *Enrichment*-Objekte für jedes Tier einzeln danach beurteilt, ob erwünschte Verhaltensweisen gezeigt wurden. Ab einem Wert von 7 wurde das Objekt für ein Tier als erfolgreich eingestuft. Als Vorlage diente eine dafür entwickelte Skala des *Animal Enrichment Program* vom *Disney's Animal Kingdom® Theme Park* (FL) USA. Ein Erfassungs- und ein Bewertungsbogen befinden sich in Anhang B.2 und B.3.

Bezeichnungen und Definitionen der verwendeten Verhaltensweisen

Schlafen (Zustand): Die Augen sind geschlossen, der Kopf ist seitlich abgelegt. Der Körper ist vollständig entspannt. AW (Aktivitätswichtung) = 1.

Ruhen (Zustand): Die Augen sind geschlossen, der Körper ist nicht vollständig entspannt. Das Tier befindet sich in einem ruhigen, aber wachsamem Zustand. AW = 1.

Nicht-aktives Verhalten (Zustand): Schlafen und Ruhen. AW = 1.

Beobachten (Zustand): Die Augen sind geöffnet, das Tier verfolgt aufmerksam die Vorgänge in seiner Umgebung. AW = 4.

Körperpflege (Zustand): Pflege des eigenen Körpers durch Belecken oder mit Hilfe der Tatzen, Kauen von Holz und Krallenwetzen. AW = 7.

Fressen (Zustand): Aufnahme von Nahrung und Wasser, Transportieren und Verstecken der Nahrung sowie nahrungs-(beute-)orientiertes Verhalten. AW = 10.

Pacing (Zustand): Das formkonstante, sich mehrfach wiederholende Auf- und Ablaufen einer definierten geraden Strecke ohne sichtbare Unterbrechung. AW = 12.

Laufen (Zustand): Fortbewegung ohne *Pacing*, Jagd- oder Spielverhalten. AW = 13.

Spielverhalten (Zustand): Spielen mit Objekten oder Futter und sehr schnelles Laufen. AW = 19.

Jagdverhalten (Zustand): Reaktion auf potentielle Beute oder auch Futter, Vorgehensweise nach Beuteschema (Belauern, Anschleichen, Anspringen, Zufassen). AW = 19.

Markieren (Ereignis): Abgabe von kleinen Mengen Urin in stehender Körperhaltung gegen senkrechte oder erhöhte Gegenstände (Urinieren an erhöhte Stellen).

Lautäußerungen (Ereignis): Knurren, Grollen, Rufen.

Kapitel 3

Ergebnisse

In diesem Kapitel erfolgt die Beschreibung aller für die Arbeit wesentlichen Ergebnisse. Es werden das räumliche Muster des Verhaltens, *Environmental Enrichment* und die Beziehung zwischen den Tieren und ihrer Umwelt beschrieben. Den Schwerpunkt bildet das zeitliche Muster im Verhalten der Tiere.

3.1 Das räumliche Muster des Verhaltens

Um das räumliche Verhalten der beiden Tiere zu erfassen, wurden das Markierverhalten (Harnspritzverhalten) sowie die Benutzung der Liegeboxen durch die Tiere untersucht. Das Harnspritzverhalten wurde charakterisiert durch dessen Häufigkeit, die Anzahl an Harnspritzstellen und deren Verteilung im Gehege über den gesamten Untersuchungszeitraum. Die Benutzung der Liegeboxen wird als der Anteil an der Gesamtuntersuchungszeit angegeben, den das jeweilige Tier in einer der Boxen verbracht hat. In den Abbildungen 6 und 7 sind die Harnspritzstellen des Katers und der Katze dargestellt. Das Markierverhalten trat unter den beiden Tieren ungleichmäßig verteilt auf. Der Kater markierte an 45 beobachteten Stellen, die im gesamten Gehege verteilt waren (Abbildung 6). Die Harnspritzhäufigkeit lag bei ihm im gesamten Untersuchungszeitraum bei 1367 Markierungen. Im Vergleich hierzu lag sowohl die Markierhäufigkeit der Katze mit 1161 Markierungen, als auch ihre Anzahl an Harnspritzstellen, mit 19 beobachteten Stellen, unter denen des Katers. Auch in der Verteilung der Markierungen im Gehege gab es Unterschiede. Die Harnspritzstellen der Katze befanden sich, im Gegensatz zu denen des Katers, fast alle nur im hinteren Bereich des Geheges. Die Benutzung der Liegeboxen durch die Tiere war ebenfalls verschieden. Der Kater verbrachte 50,7 % der gesamten Untersuchungszeit in der rechten Box und nur 2,2 % der Zeit in der linken Box. Die Katze hielt sich nur 1,2 % in der rechten Box auf; 35,5 % der Gesamtzeit verbrachte sie in der linken Box, die dem hinteren Gehegeteil am nächsten liegt.

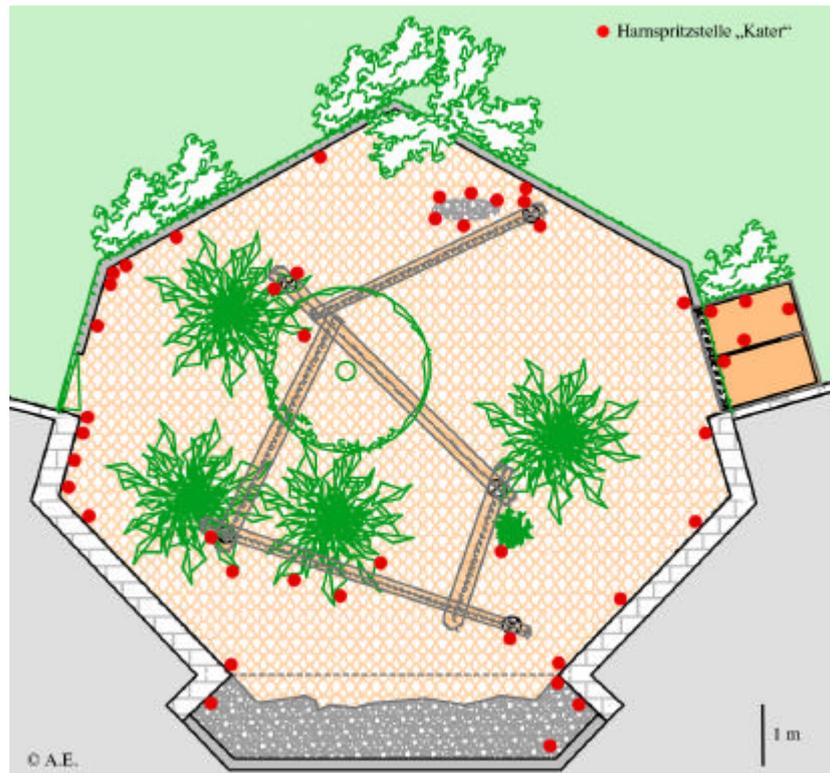


Abbildung 6. Verteilung der Harnspritzstellen des Katers im Gehege. Dargestellt sind die Harnspritzstellen (?) des Katers. Es sind 45 Stellen an denen er insgesamt 1367 mal Harn absetzte.

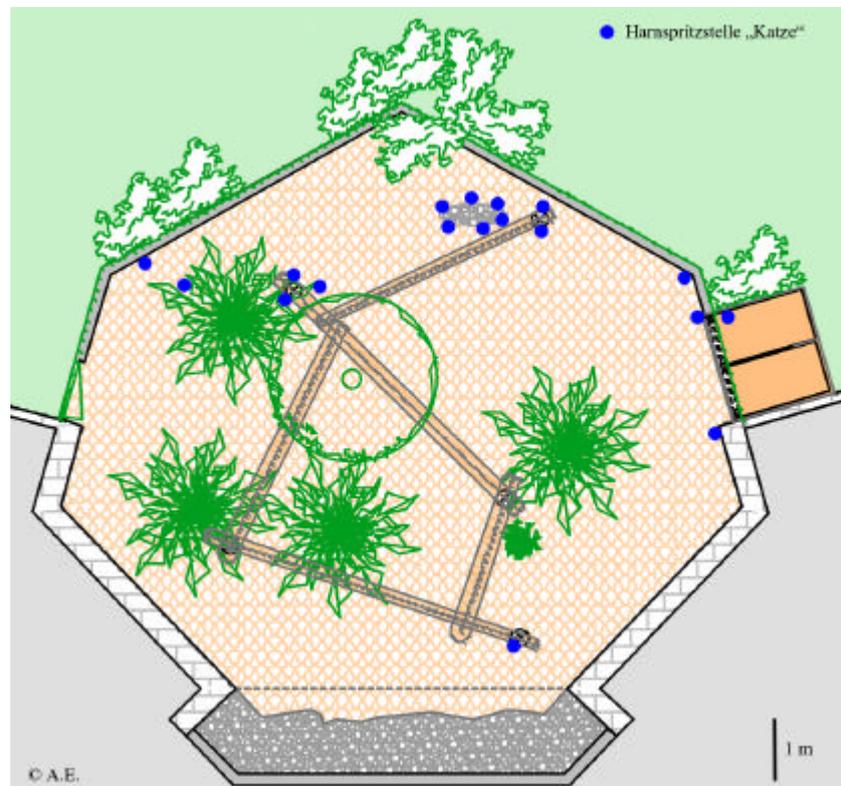


Abbildung 7. Verteilung der Harnspritzstellen der Katze im Gehege. Dargestellt sind die Harnspritzstellen (?) der Katze. Es sind 19 Stellen an denen sie insgesamt 1161 mal Ham absetzte.

3.2 Das zeitliche Muster des Verhaltens

Das Verhalten von Tieren weist oftmals Regelmäßigkeiten auf, die besonders bei Langzeitbeobachtungen deutlich erkennbar werden. Kehren die Verhaltensweisen bzw. Aktivitäten in regelmäßigen Abständen wieder, so spricht man von einem Rhythmus, dem Aktivitätsrhythmus. Ist der Wechsel von aktivem und nicht-aktivem Verhalten einem 24-Stunden-Verlauf unterworfen, so spricht man von einem circadianen Rhythmus. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse zur Gesamtaktivität und die der einzelnen registrierten Verhaltensweisen als Chronoethogramme dargestellt.

3.2.1 Gesamtaktivität

Die Gesamtaktivität setzt sich aus allen beobachteten Verhaltensweisen (Zustände) zusammen. Die Höhe der einzelnen Balken in den Diagrammen entspricht der Höhe an Aktivität (Aktivitätswichtung) und ist damit den einzelnen Verhaltensweisen (Reihenfolge siehe Kapitel 2.4) zuzuordnen. Tabelle 1 zeigt die Anteile der Verhaltensweisen über den gesamten Untersuchungszeitraum. Eine prozentuale Angabe der einzelnen Tageswerte der Verhaltensweisen befindet sich in Anhang D.1.

Im Chronoethogramm der Gesamtaktivität beim Kater (Abbildung 8) fallen zwei Aktivitätsbanden auf, eine in den Morgenstunden und eine weitere am Nachmittag vor der Fütterung. Die Aktivität am Morgen begann und endete zu unregelmäßigen Zeiten, während die Aktivität am Nachmittag zeitlich weitgehend festgelegt war. Auffallend war die geringe Aktivität am Mittag und in der Nacht.

Auch im Chronoethogramm der Gesamtaktivität der Katze (Abbildung 9) ist eine geringe Aktivität um die Mittagszeit und in den Nachtstunden festzustellen. Ihre Aktivität war am Morgen höher und regelmäßiger als beim Kater. Das zweite Aktivitätsmaximum war bei ihr weniger stark ausgeprägt und begann erst nach der Fütterung.

In den Aktivitätsprofilen der beiden Tiere (Abbildung 10 und 11) ist die Aktivität, zu jeder Minute über die Untersuchungstage gemittelt, dargestellt. Diese Abbildungen stellen die gleichen Ergebnisse der Gesamtaktivität dar, jedoch in der Form eines Profils. Beide Tiere zeigten am Morgen ein hohes Niveau an Aktivität, wobei die Aktivität der Katze höher war als die des Katers. Die Aktivität am Nachmittag war beim Kater höher als bei der Katze. Da ein regelmäßiger Wechsel zwischen aktivem und nicht-aktivem Verhalten im festgestellt wurde, kann bei beiden Tieren von einem biphasischen Aktivitätsmuster gesprochen werden.

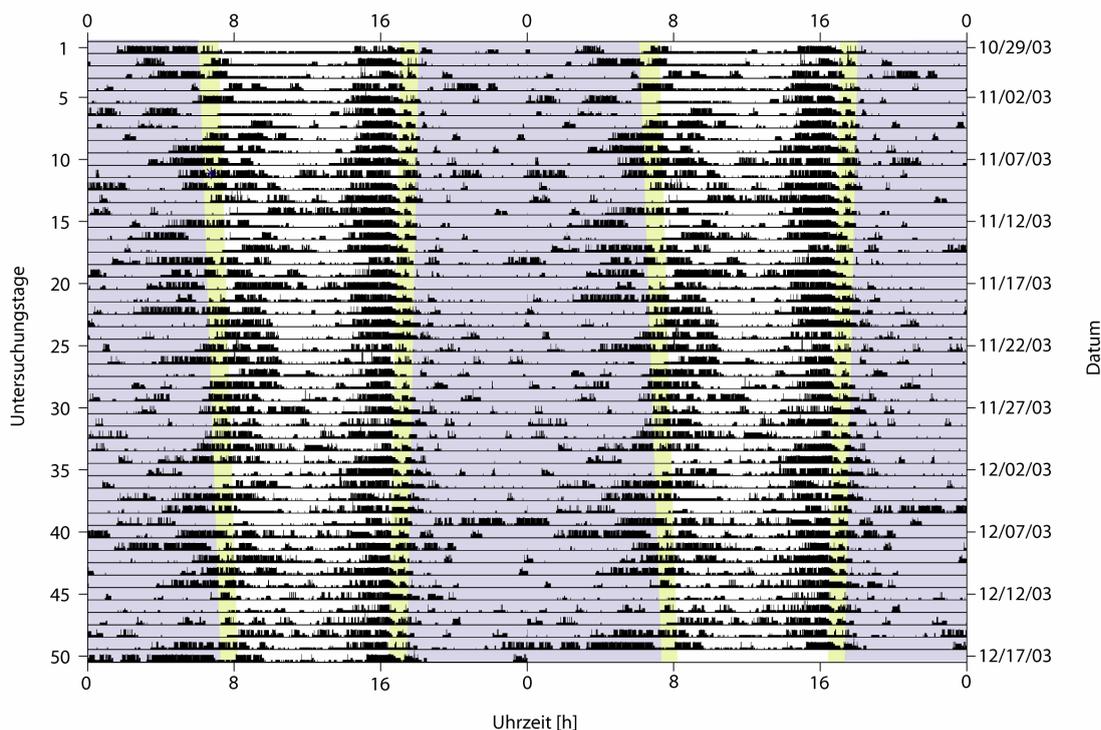


Abbildung 8. Chronoethogramm Gesamtaktivität des Katers.

Die Zeiten maximaler Aktivität (hohe Amplituden) lagen beim Kater in den Morgenstunden und am Nachmittag. Die Aktivität am Nachmittag war besonders regelmäßig. Farbiger unterlegt sind die Nacht (grau-blau) und die Dämmerungen (gelb). Die Untersuchungstage sind untereinander sowie als Doppelplot aufgetragen.

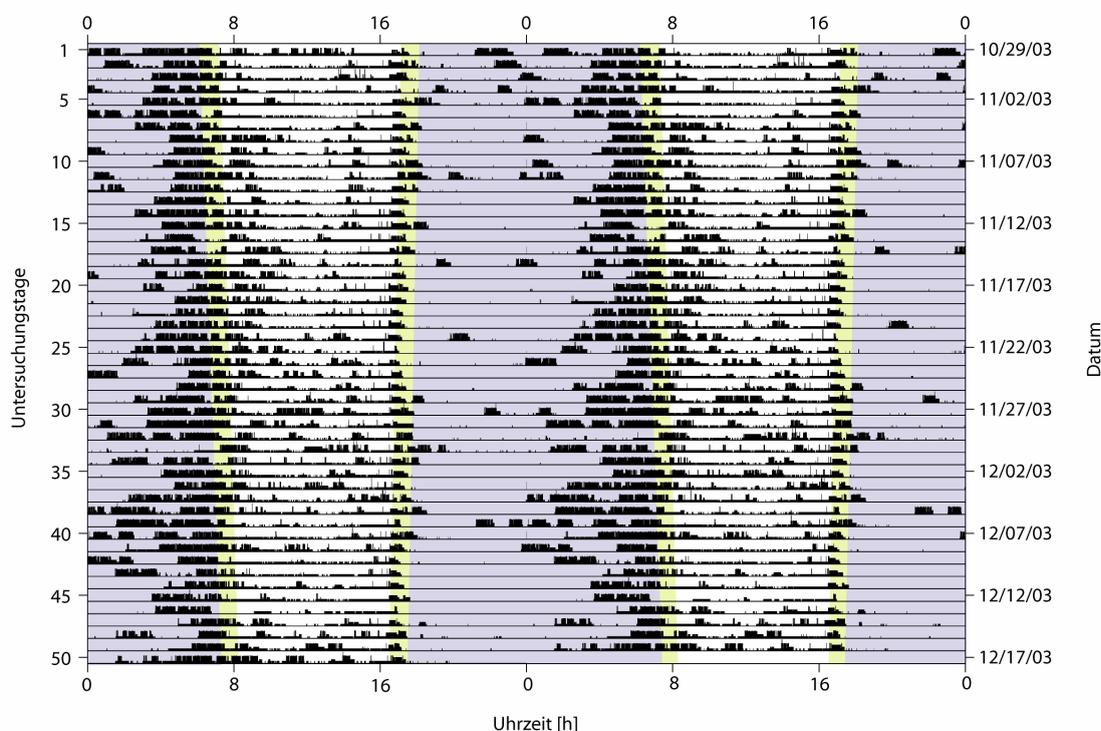


Abbildung 9. Chronoethogramm Gesamtaktivität der Katze.

Die Zeiten maximaler Aktivität (hohe Amplituden) lagen bei der Katze in den Morgenstunden und weniger am Nachmittag. Farbiger unterlegt sind die Nacht (grau-blau) und die Dämmerungen (gelb). Die Untersuchungstage sind untereinander sowie als Doppelplot aufgetragen.

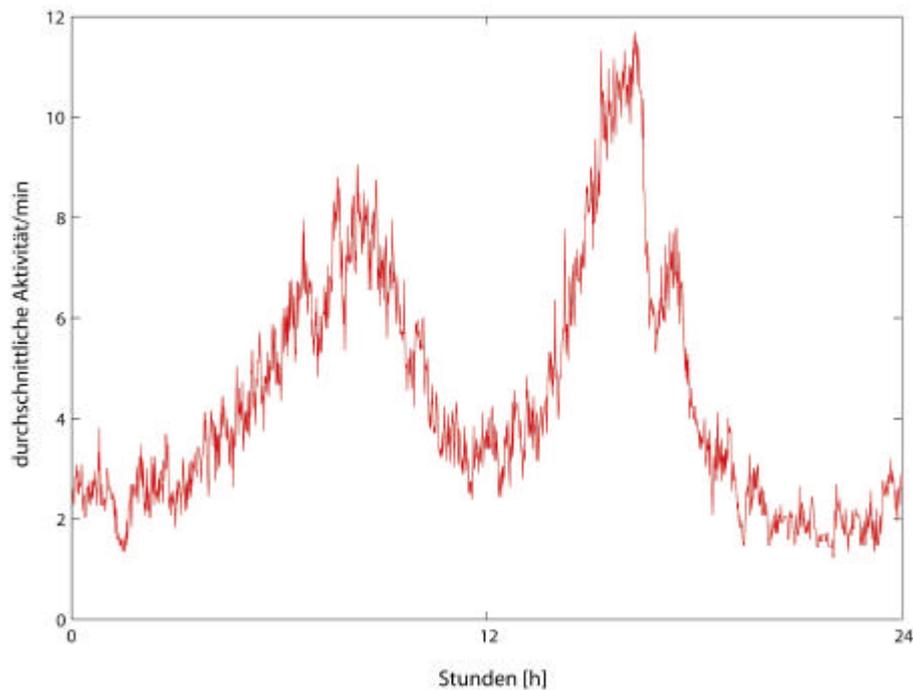


Abbildung 10. Gesamtaktivität des Katers als Aktivitätsprofil.

Die Aktivität des Katers zeigte sich als biphasisches Muster mit einem Maximum am Morgen und einem zweiten und höheren Maximum am Nachmittag. In dem Aktivitätsprofil ist die Aktivität, zu jeder Minute über die Untersuchungstage gemittelt, dargestellt.

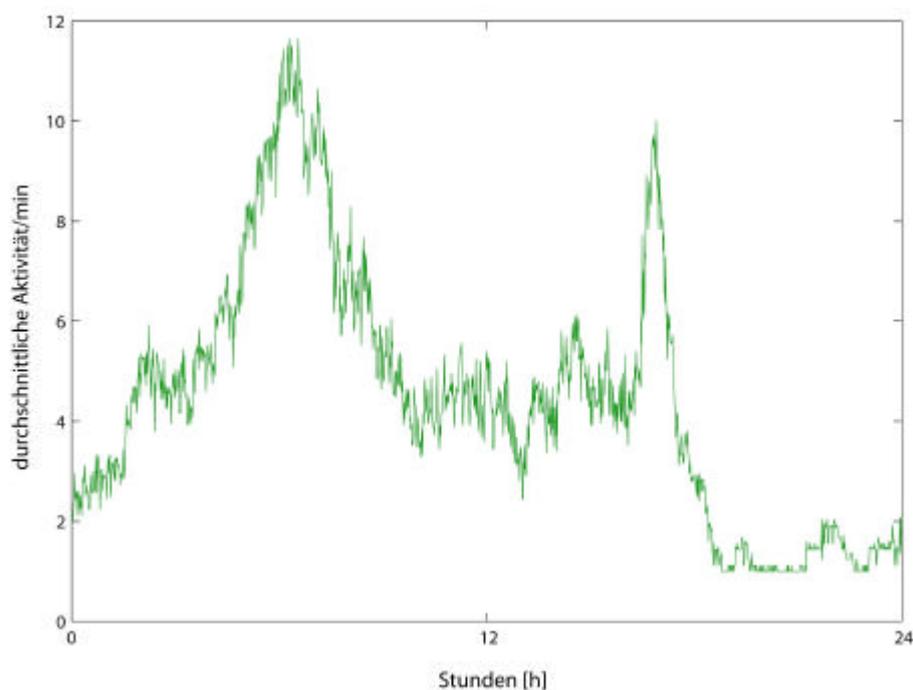


Abbildung 11. Gesamtaktivität der Katze als Aktivitätsprofil.

Die Aktivität der Katze zeigte sich als biphasisches Muster mit einem Maximum am Morgen und einem zweiten aber weniger stark ausgeprägtem Maximum am Nachmittag. In dem Aktivitätsprofil ist die Aktivität, zu jeder Minute über die Untersuchungstage gemittelt, dargestellt.

Tabelle 1. Anteile aller Verhaltensweisen an der gesamten Untersuchungszeit.

Dargestellt werden die prozentualen Anteile der einzelnen Verhaltensweisen am 24-Stunden-Tag für beide Tiere. Die Angaben beziehen sich jeweils auf den gesamten Untersuchungszeitraum.

Tier	nicht-aktive			aktive Verhaltensweisen					
	n.aktiv	schlafen	ruhen	beobachten	pflegen	fressen	<i>pac</i> ing	laufen	SL/JV
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Kater	49,1	22,0	27,1	23,6	6,2	2,5	13,1	5,5	< 0,1
Katze	46,5	23,3	23,2	27,7	4,5	1,9	14,6	4,7	< 0,1

SL/JV: Spiel- und Jagdverhalten

3.2.2 Nicht-aktives Verhalten

Das nicht-aktive Verhalten steht den aktiven Verhaltensweisen gegenüber. Es setzt sich zusammen aus Schlafen und Ruhen. Der prozentuale Anteil des nicht-aktiven Verhaltens am Gesamtverhalten ist bei beiden Tieren ähnlich. Beim Kater nimmt das nicht-aktive Verhalten 49,1 % der gesamten Untersuchungszeit ein, bei der Katze sind es mit 46,5 % etwas weniger (Tabelle 1).

In den Chronoethogrammen in Abbildung 12 und 13 ist die Verteilung des nicht-aktiven Verhaltens der beiden Tiere dargestellt. Bei Kater und Katze lag ein Maximum dieses Verhaltens in den Nachtstunden und um die Mittagszeit.

Die nächtliche Ruhezeit begann bei beiden Tieren kurz nach der Fütterung und endete in der Regel in die Morgenstunden. Der Kater schlief und ruhte nachts unruhiger als die Katze. Die Nachtruhe, die bei ihm oft länger dauerte als bei ihr, wurde immer wieder durch Aktivitätsphasen unterbrochen. In den Nächten der Untersuchungstage 39/40 und 49/50 und um die Mittagszeit der Untersuchungstage 1, 14 und 20 war das nicht-aktive Verhalten bei ihm deutlich verringert.

Die nächtliche Ruhezeit der Katze endete meist am frühen Morgen und ihr Schlaf war kaum unterbrochen. Bei ihr wurde in den Nächten der ersten fünf Untersuchungstage und den Nächten 11/12, 18/19, 30/31, 33/34 und 39/40 ein vermindertes nicht-aktives Verhalten registriert. Die Verteilung des nicht-aktiven Verhaltens um die Mittagszeit war bei Kater und Katze ähnlich.

Der Anteil von Schlafen und Ruhen am nicht-aktiven Verhalten war bei den Tieren unterschiedlich verteilt (Tabelle 1). Während bei der Katze Schlafen und Ruhen denselben Anteil am nicht-aktiven Verhalten einnahmen, überwog beim Kater der Anteil des Ruheverhaltens.

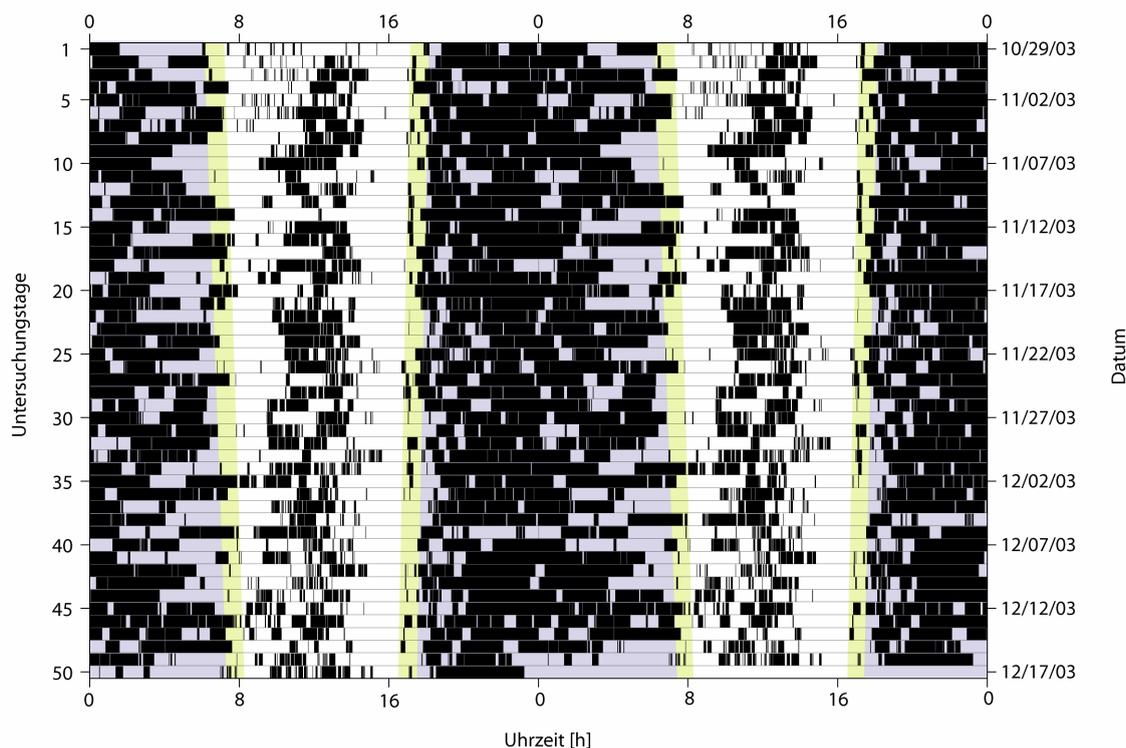


Abbildung 12. Chronoethogramm nicht-aktives Verhalten des Katers.

Das nicht-aktive Verhalten beinhaltet Ruhen und Schlafen. Es trat beim Kater vor allem in den Nachtstunden und, etwas schwächer, um die Mittagszeit auf.

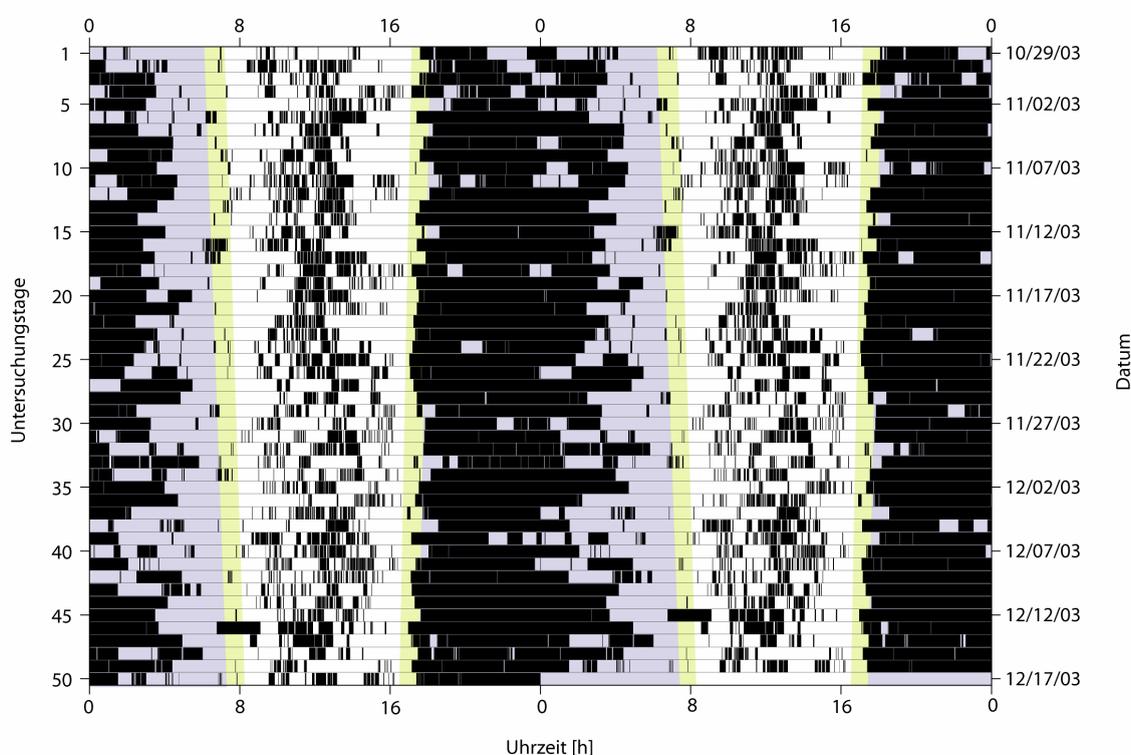


Abbildung 13. Chronoethogramm nicht-aktives Verhalten der Katze.

Das nicht-aktive Verhalten beinhaltet Ruhen und Schlafen. Es trat bei der Katze verstärkt in den Nachtstunden und, etwas schwächer ausgeprägt, auch um die Mittagszeit auf.

3.2.3 Beobachten

Die Verteilung der Verhaltensweise Beobachten über die 50 Tage des Untersuchungszeitraumes ist in Abbildung 14 (Kater) und 15 (Katze) als Chronoethogramme dargestellt.

Das Beobachten nahm bei Kater und Katze etwa ein Viertel der Gesamtaktivität ein. Die Katze beobachtete 27,7 % der Gesamtzeit (Tabelle 1). Sie beobachtete am häufigsten in den Tagesstunden, wenn das Zoopersonal und die Zoobesucher anwesend waren. Ein intensives Beobachten fand vor der Fütterung statt. In der Nacht war die Beobachtungstätigkeit sehr gering und stieg zum Morgen hin an. In den Nächten der Untersuchungstage 15/16, 17/18, 21/22, 40/41 und 49/50 beobachtete sie häufiger. An Tag 46 war das Beobachten herabgesetzt.

Beim Kater war die Beobachtungstätigkeit über den 24-Stunden-Tag gleichmäßiger verteilt, er beobachtete insgesamt 23,6 % der gesamten Untersuchungszeit (Tabelle 1). Auch er zeigte diese Verhaltensweise stärker in den Tagesstunden. Bei ihm wurde in den ersten fünf Tagen ein häufigeres Beobachten festgestellt.

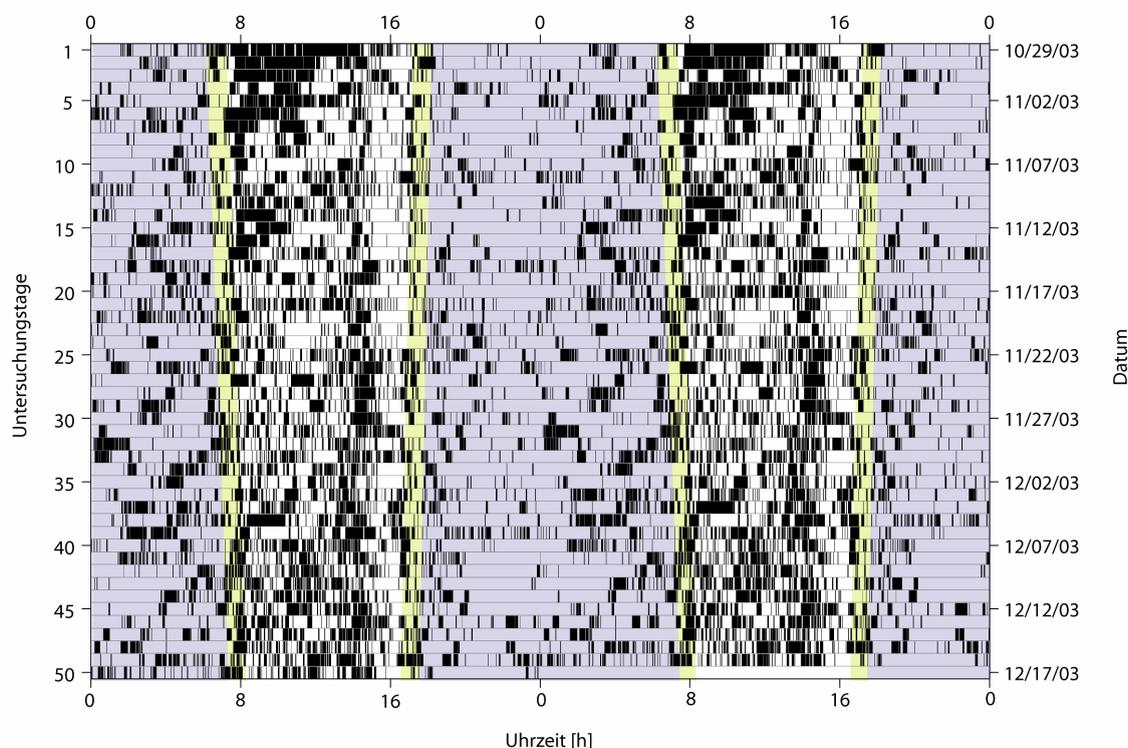


Abbildung 14. Chronoethogramm Beobachten des Katers.

Diese Verhaltensweise wurde vom Kater am häufigsten in den Stunden der Helligkeit gezeigt, trat jedoch auch regelmäßig in der Nacht auf. In den ersten fünf Tagen war seine Beobachtungstätigkeit stark erhöht.

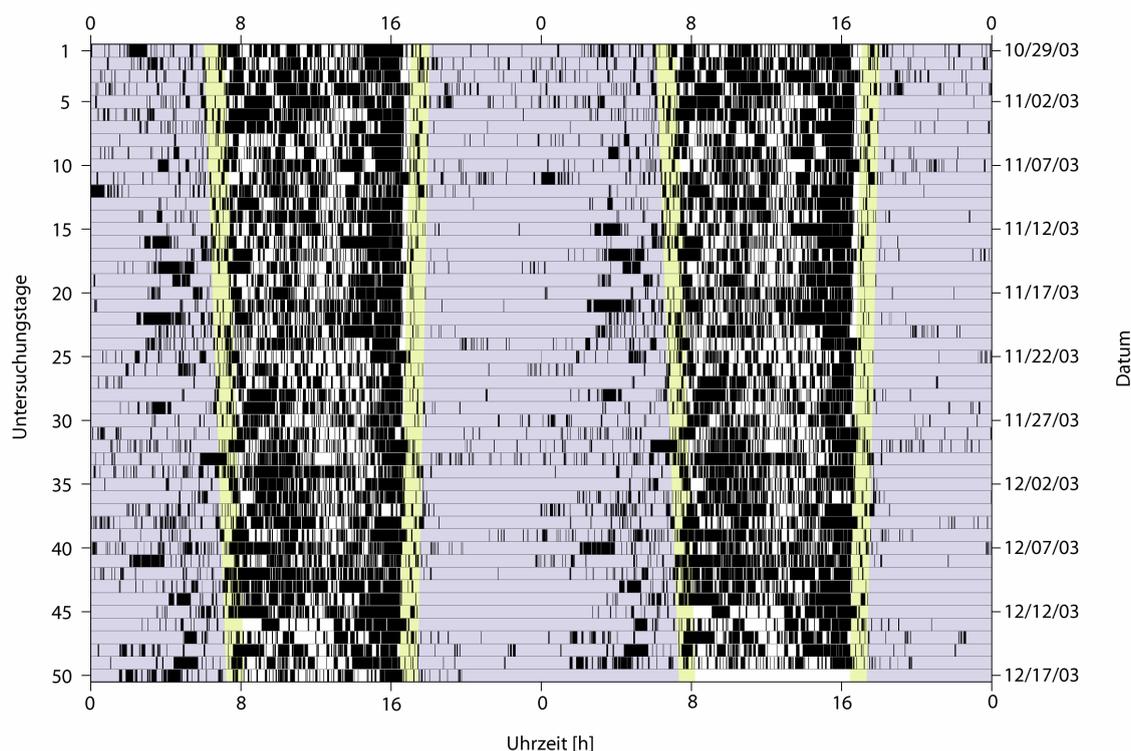


Abbildung 15. Chronoethogramm Beobachten der Katze.

Diese Verhaltensweise wurde von der Katze vor allem in den Stunden der Helligkeit gezeigt, trat jedoch auch in der Nacht bzw. in den frühen Morgenstunden auf.

3.2.4 Körperpflege

Der Anteil der Körperpflege betrug beim Kater 6,2 % der gesamten Untersuchungszeit, bei der Katze 4,5 % (Tabelle 1). Die zeitliche Verteilung der Körperpflege ist für Kater und Katze in Chronoethogrammen dargestellt (Abbildungen 16 und 17).

Als Körperpflegehandlungen wurden unter anderem das Belecken des eigenen Körpers, das Reiben des Kopfes mit der angefeuchteten Pfote, das Ausbeißen der Krallen und das Krallenwetzen beobachtet.

Die Körperpflege war bei beiden Tieren regelmäßig im Zusammenhang mit der Fütterung zu beobachten, außerhalb dieser Zeit wurde Körperpflege nach Bedarf ausgeführt. An den Untersuchungstagen 29, 31 und 36 zeigten beide Tiere eine erhöhte Körperpflegeaktivität. Sie war beim Kater auch an den Tagen 21, 22, 23, 30 und 32 erhöht.

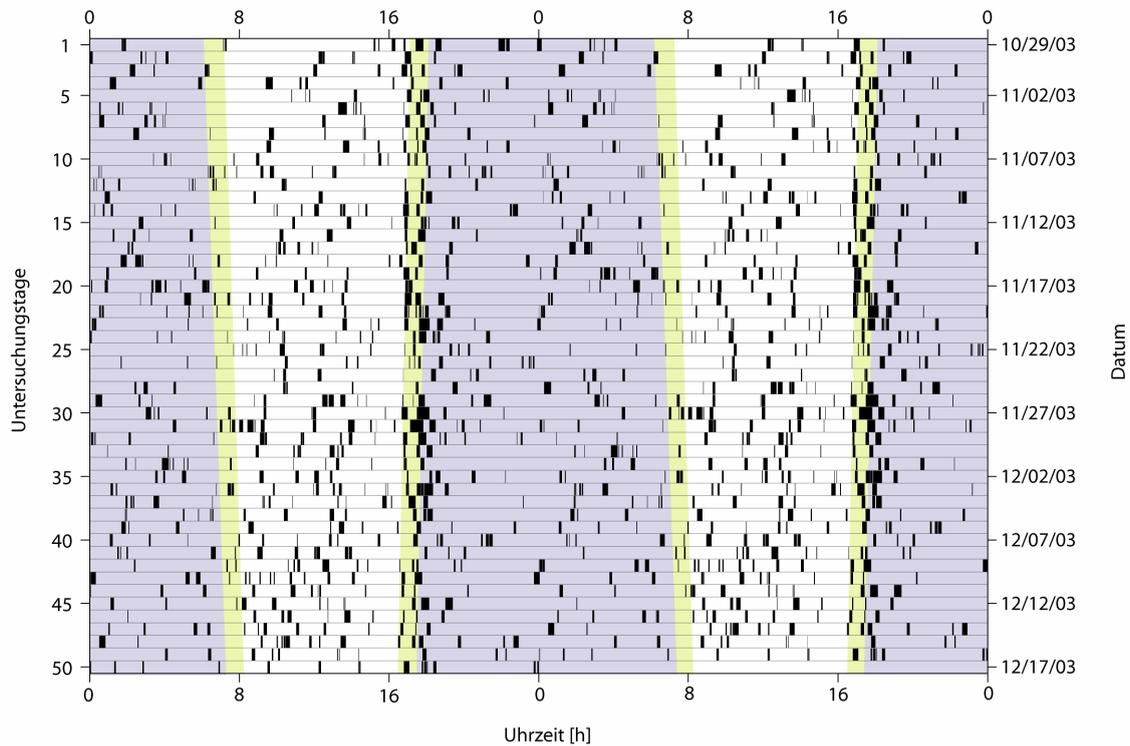


Abbildung 16. Chronoethogramm Körperpflege des Katers.

Körperpflege trat beim Kater über den gesamten 24-Stunden-Tag verteilt auf, im Zusammenhang mit der Fütterung jedoch sehr regelmäßig.

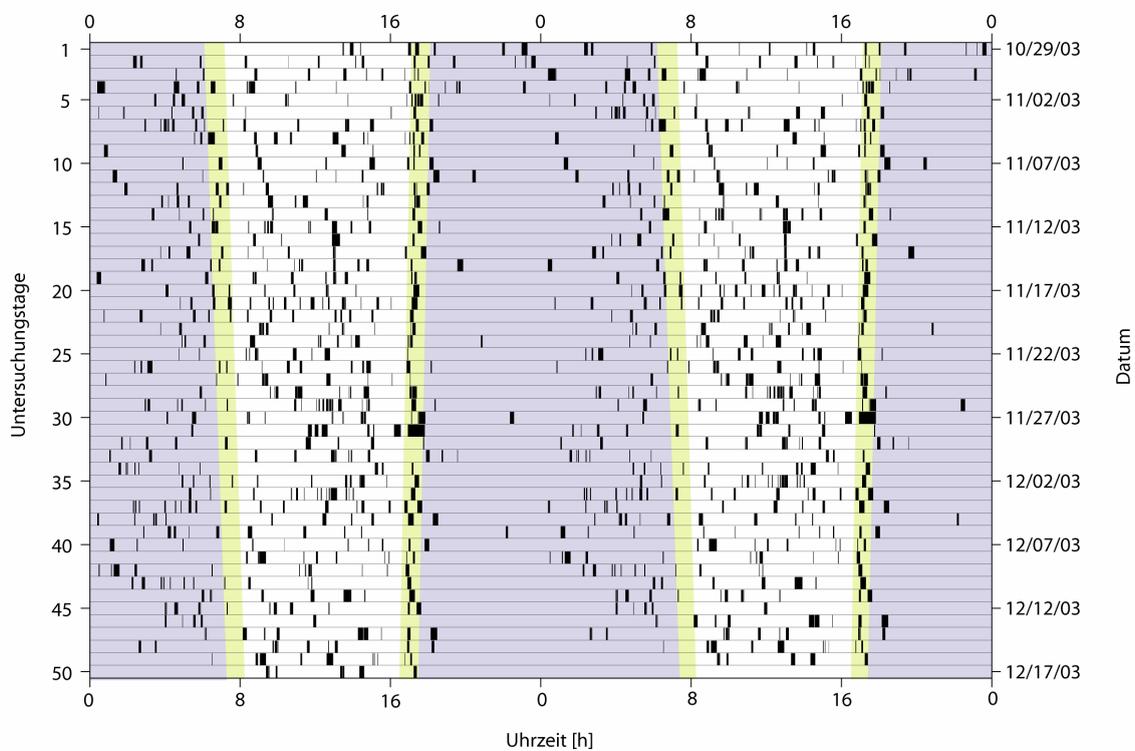


Abbildung 17. Chronoethogramm Körperpflege der Katze.

Körperpflege trat bei der Katze nur in der zweiten Nachthälfte sowie in der Helligkeitsphase des Tages auf. Im Zusammenhang mit der Fütterung pflegte sich die Katze regelmäßig.

3.2.5 Fressverhalten

Das Fressverhalten der Luchse wurde als die Aufnahme von Nahrung und Wasser, das Transportieren und Verstecken von Nahrung, sowie nahrungs-(beute-)orientiertes Verhalten definiert. In den Abbildungen 18 und 19 ist die Aktivität der Nahrungsaufnahme für Kater und Katze in Chronoethogrammen dargestellt.

Die Nahrungsaufnahme war bei beiden Tieren weitgehend an die Zeit direkt nach der Fütterung (rote Markierungen in den Abb.) gebunden, bei der Katze stärker als beim Kater. Er fraß meist zweimal nach der Fütterung, wobei die beiden Abschnitte durch eine kurze Ruhepause unterbrochen waren. Da der Kater gelegentlich pflanzliches Material zu sich nahm, war auch über die Nacht verteilt immer wieder Fressaktivität bei ihm zu beobachten.

Die Katze fraß bis auf wenige Ausnahmen immer nur direkt nach der Fütterung. An Fastentagen (4, 11, 18, 25, 32, 39 und 46) war keine Fressaktivität festzustellen. Eine höhere Beschäftigung mit der Nahrung zeigte der Kater an den Tagen 10, 17, 24, 31, 33, 38, 40 und 45, die Katze an den Tagen 3 und 33.

Insgesamt lag der Anteil der Aktivität „Fressen“ im gesamten Untersuchungszeitraum bei 2,5 % für den Kater und bei 1,9 % für die Katze (Tabelle 1).

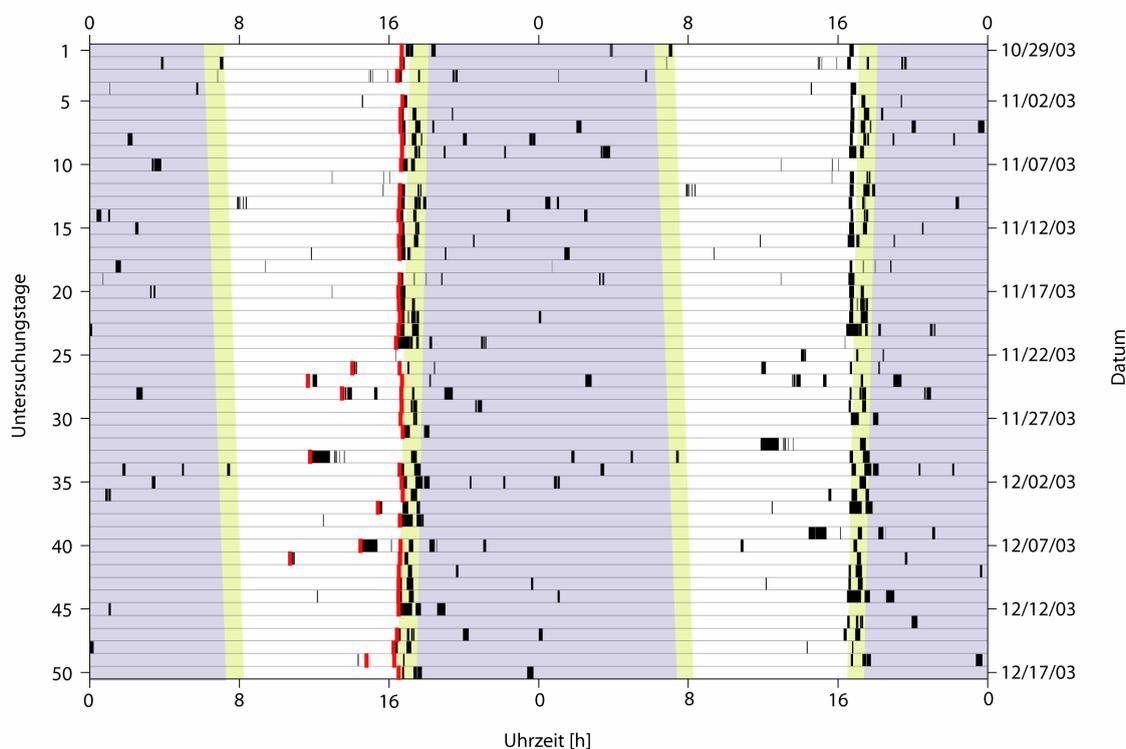


Abbildung 18. Chronoethogramm Fressverhalten des Katers.

Die Verhaltensweise Fressen trat vorwiegend nach der Fütterung (rote Markierung in der ersten Hälfte des Doppelplot) auf. Vereinzelt fraß der Kater auch in der Nacht.

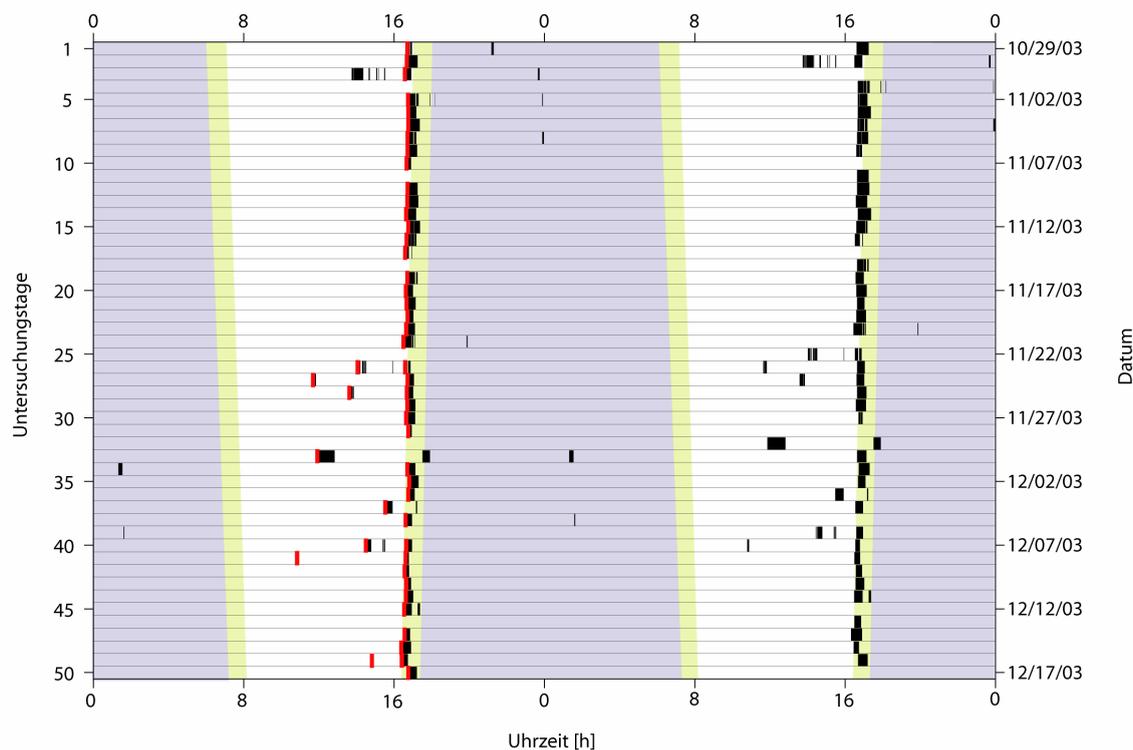


Abbildung 19. Chronoethogramm Fressverhalten der Katze.

Fressverhalten war bei der Katze vorwiegend an die Zeit nach der Fütterung gebunden.

3.2.6 Pacing

Die Fortbewegung der Luchse wurde als freies Laufen (Kapitel 3.2.7) und *Pacing* beobachtet. Beide Verhaltensweisen traten gemeinsam in den Aktivitätszeiten auf, wobei das *Pacing* durch Abschnitte freien Laufens unterbrochen wurde. Der Anteil von *Pacing* an der Gesamtaktivität betrug beim Kater 13,1 %, bei der Katze 14,6 % (Tabelle 1). Beide Tiere zeigten dieses Verhalten (Abbildungen 20 und 21) am frühen Morgen. Die Katze begann etwas früher und bei ihr war diese Verhaltensweise zu dieser Tageszeit auch stärker ausgeprägt. Ihr Anteil an *Pacing* am Nachmittag und in der Nacht war geringer, es trat hier nur vereinzelt auf. Ausnahmen stellen die Untersuchungstage 1 und 30 dar, an denen tagsüber der Anteil dieser Verhaltensweise erhöht war.

Pacing wurde beim Kater nicht nur morgens festgestellt, er zeigte dieses Verhalten verstärkt auch am Nachmittag, ein bis zwei Stunden vor der Fütterungszeit; mit der Fütterung wurde sein *Pacing* beendet. Eine Reduktion an *Pacing* vor der Fütterung konnte an den Tagen 3, 31, 33, 37, 38, 39, 40 und 46 festgestellt werden. In der Nacht war *Pacing* bei ihm nur in den Nächten der Untersuchungstage 4/5, 5/6, 11/12, 18/19, 39/40, 42/43 und 49/50 festzustellen, in der Mittagszeit nur an den Tagen 14, 20, 30, 40 und 48.

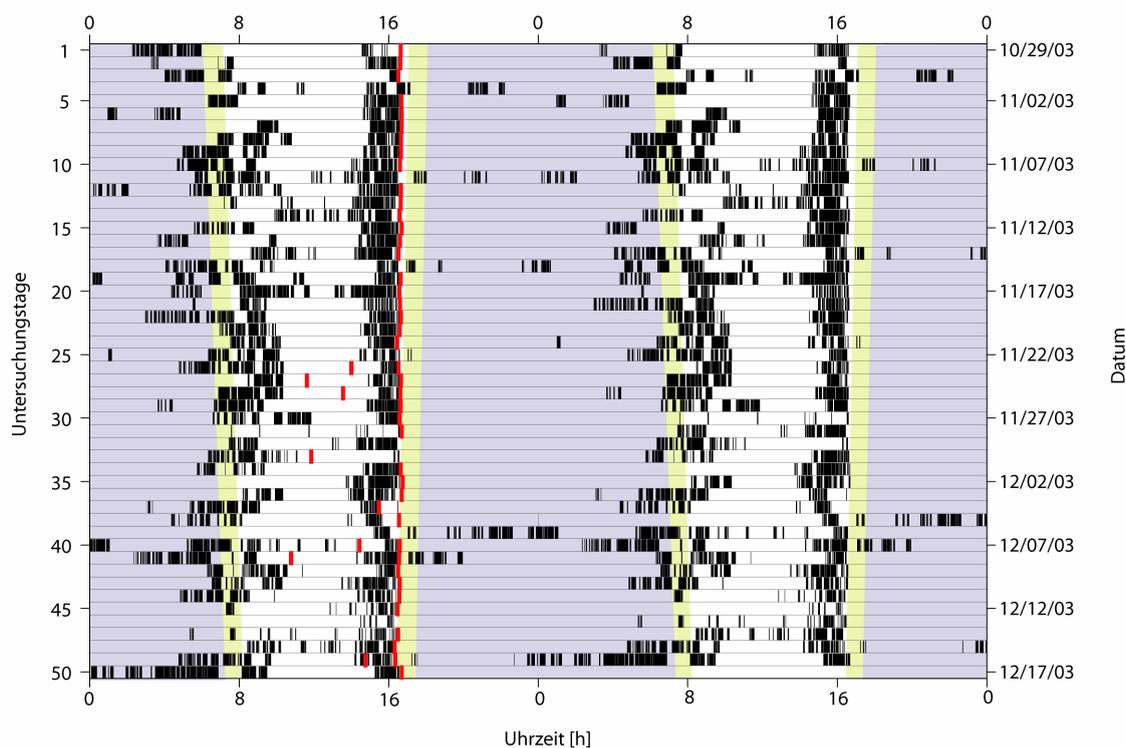


Abbildung 20. Chronoethogramm *Pacing* des Katers.

Pacing trat beim Kater in den Zeiten seiner maximalen Aktivität auf: am Morgen und am Nachmittag vor der Fütterung (rote Markierungen). Vereinzelt war diese Verhaltensweise in der Nacht stark ausgeprägt.

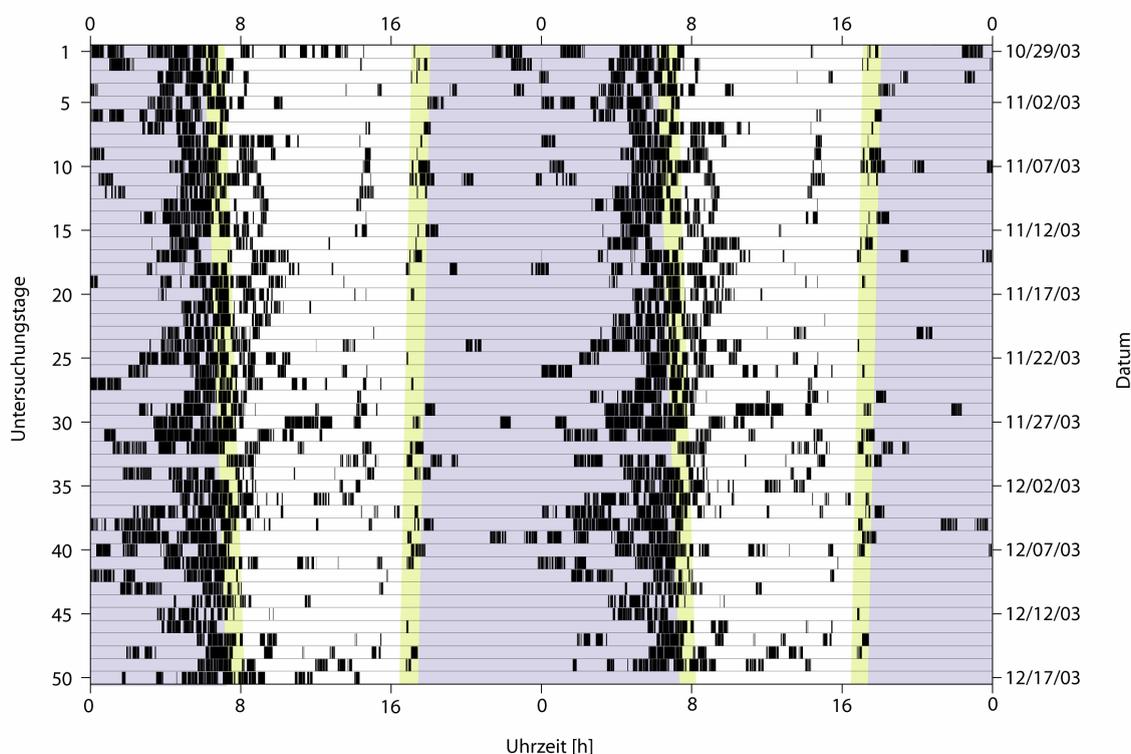


Abbildung 21. Chronoethogramm *Pacing* der Katze.

Pacing trat bei der Katze verstärkt in den Morgenstunden auf und nur vereinzelt während der hellen Tagesstunden und in der ersten Nachthälfte.

3.2.7 Laufen

Die Fortbewegung im Gehege als freies Laufen trat immer gemeinsam mit *Pacing* auf. Für die Beschreibung der Chronoethogramme siehe 3.2.6 (Abbildung 22 und 23).

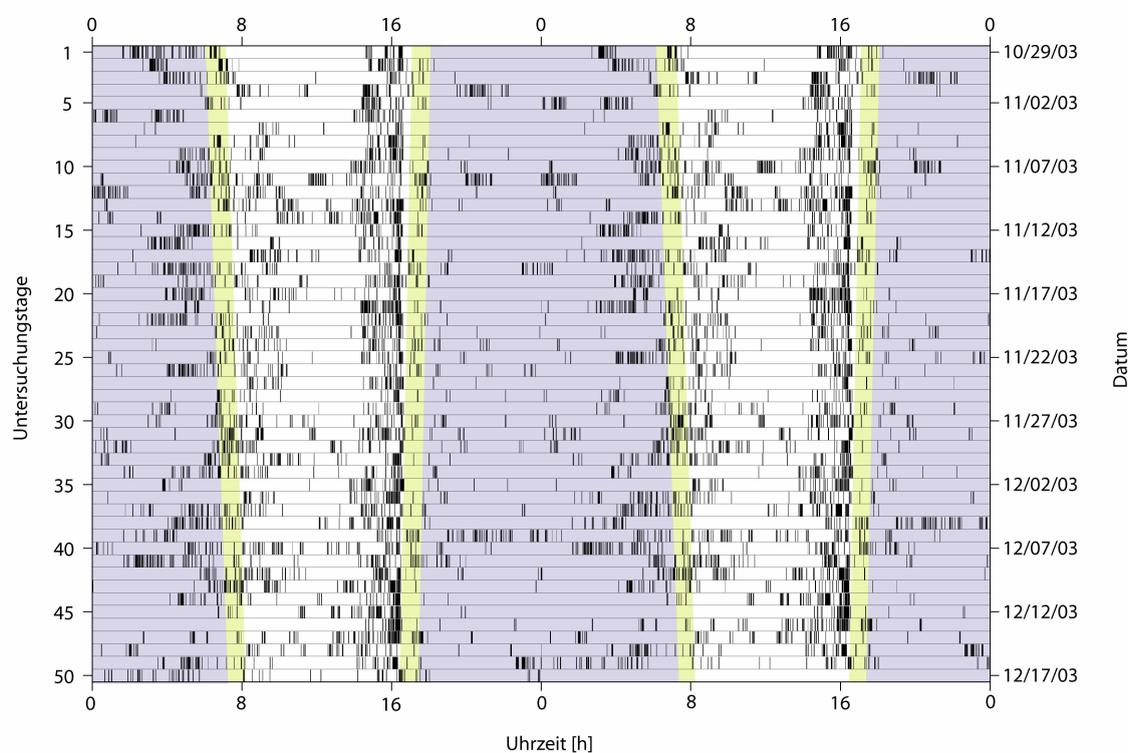


Abbildung 22. Chronoethogramm Laufen des Katers.

Das freie Laufen im Gehege trat immer gemeinsam mit *Pacing* auf. Zeiten mit vermehrter Lokomotion sind die Morgenstunden und der Nachmittag.

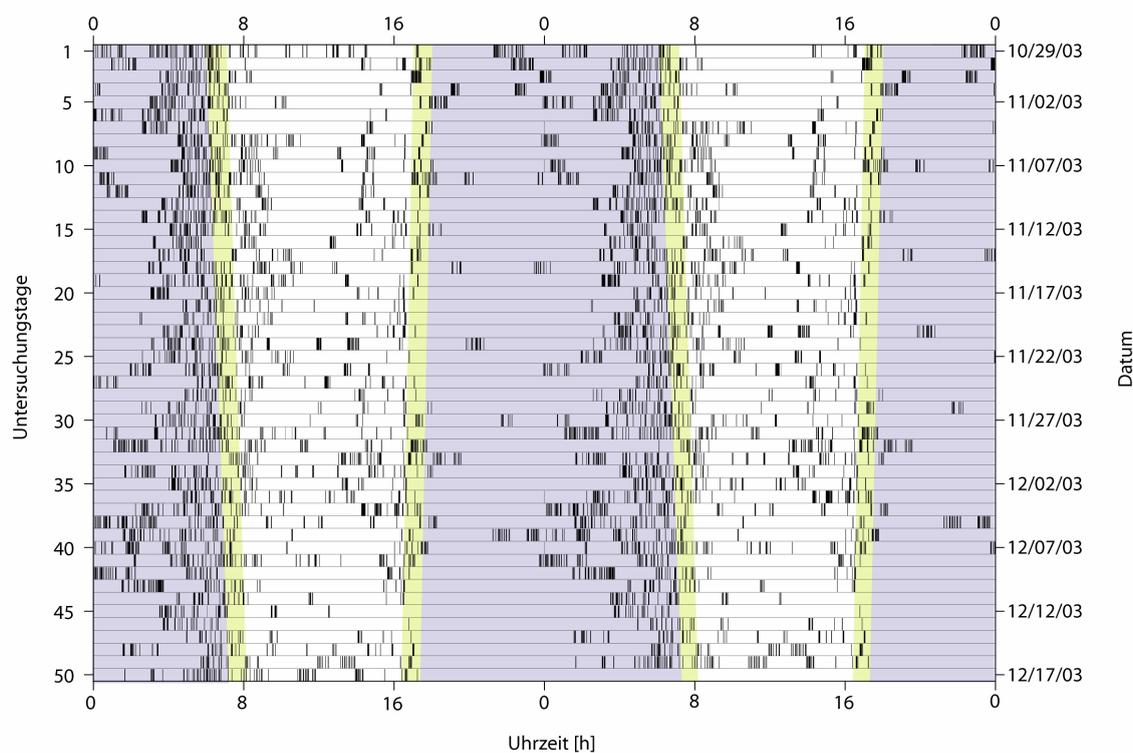


Abbildung 23. Chronoethogramm Laufen der Katze.

Das freie Laufen trat immer gemeinsam mit *Pacing* auf. Zeiten der Lokomotion sind bei der Katze vor allem die Morgenstunden.

3.2.8 Spiel- und Jagdverhalten

Das Spiel- und Jagdverhalten war bei beiden Tieren selten (Tabelle 1), ab dem 25. Untersuchungstag wurde es etwas häufiger. Es trat meist in den Tagesstunden auf.

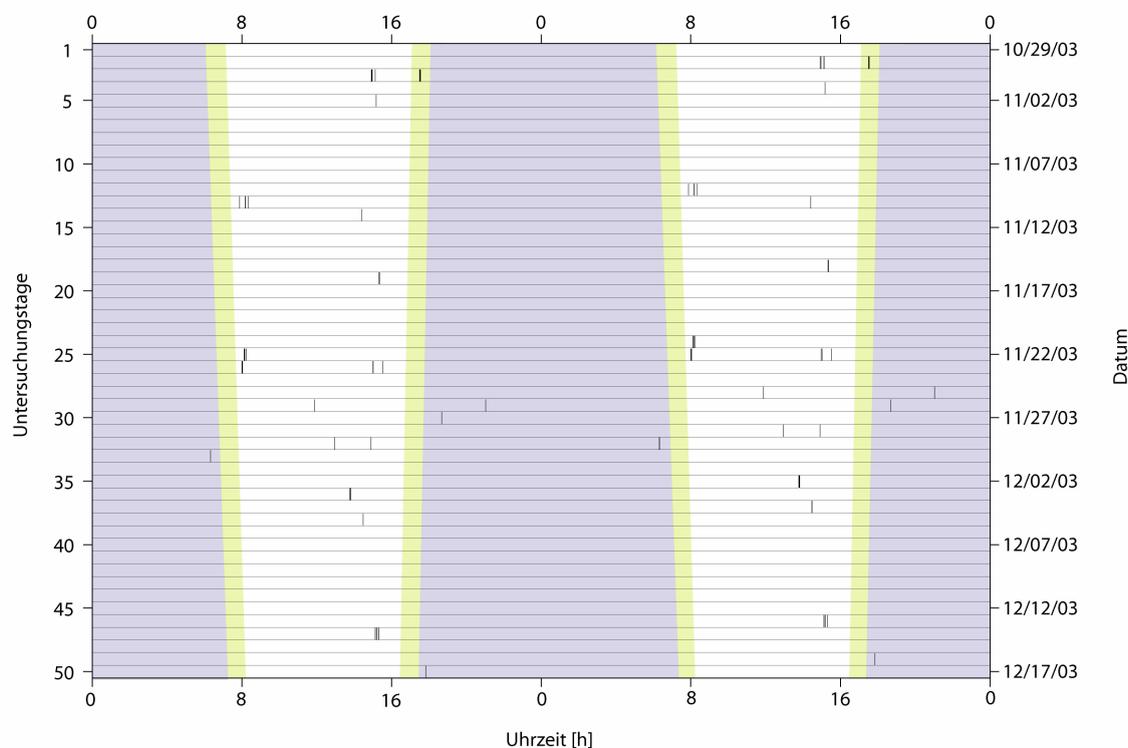


Abbildung 24. Chronoethogramm Spiel- und Jagdverhalten des Katers.

Das Spiel- und Jagdverhalten trat relativ selten auf und dann meist in den Stunden der Helligkeit.

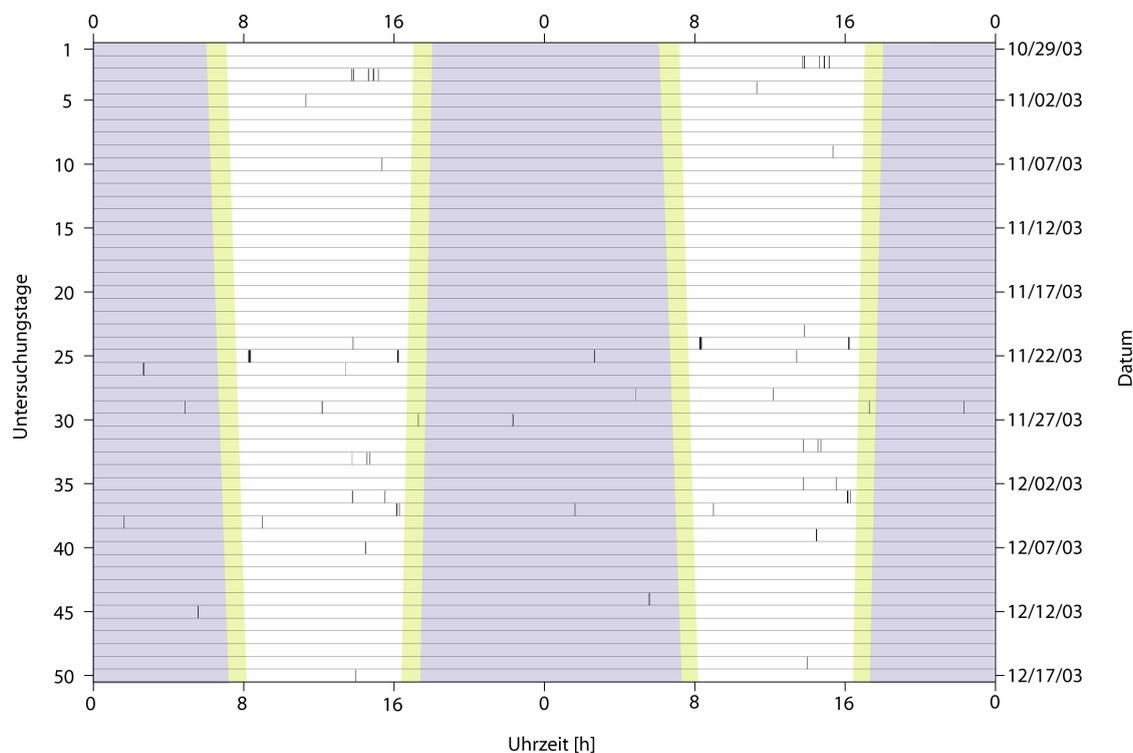


Abbildung 25. Chronoethogramm Spiel- und Jagdverhalten der Katze.

Das Spiel- und Jagdverhalten trat relativ selten auf und dann meist in den Stunden der Helligkeit.

3.3 Environmental Enrichment

Die verschiedenen angewendeten *Enrichment*-Objekte wurden einzeln nach dem Verhalten der Tiere gegenüber den Objekten bewertet. Es wurde bewertet, in welchem Ausmaß das Zielverhalten ausgelöst wurde und ob unerwünschtes Verhalten auftrat. Eine Bewertung der einzelnen Objekte ist in Abbildung 26 dargestellt.

Enrichment-Objekte, die eine Bewertung von 7 bis 10 (aus 10) erhielten, wurden als erfolgreich bewertet. Erfolgreich waren beim Kater die ins Gehege geflogene Stockente, die Fütterung von Geflügel (Tauben) und die Fütterung von Fleisch mit Knochen.

Das Komfortverhalten wurde am stärksten durch das Gewürz Curry und Zebra-Faeces gefördert, auch Elefanten-Faeces waren erfolgreich. Die Stimulierung des Erkundungsverhaltens durch den mit Kamelhaar gefüllten Stoffbeutel, sowie durch den Karton wurden beim Kater beide Male mit mehr als 7 bewertet. Die für die Katze erfolgreichen Objekte waren der Stockentenfang, die Geflügelfütterung und die Fütterung von Fleisch mit Knochen. Bei den Objekten zur Förderung des Komfortverhaltens wurden Curry, sowie alle Faecesarten mit 8 oder höher bewertet. Im Erkundungsverhalten war bei ihr nur der Stoffbeutel mit 9 Bewertungspunkten erfolgreich.

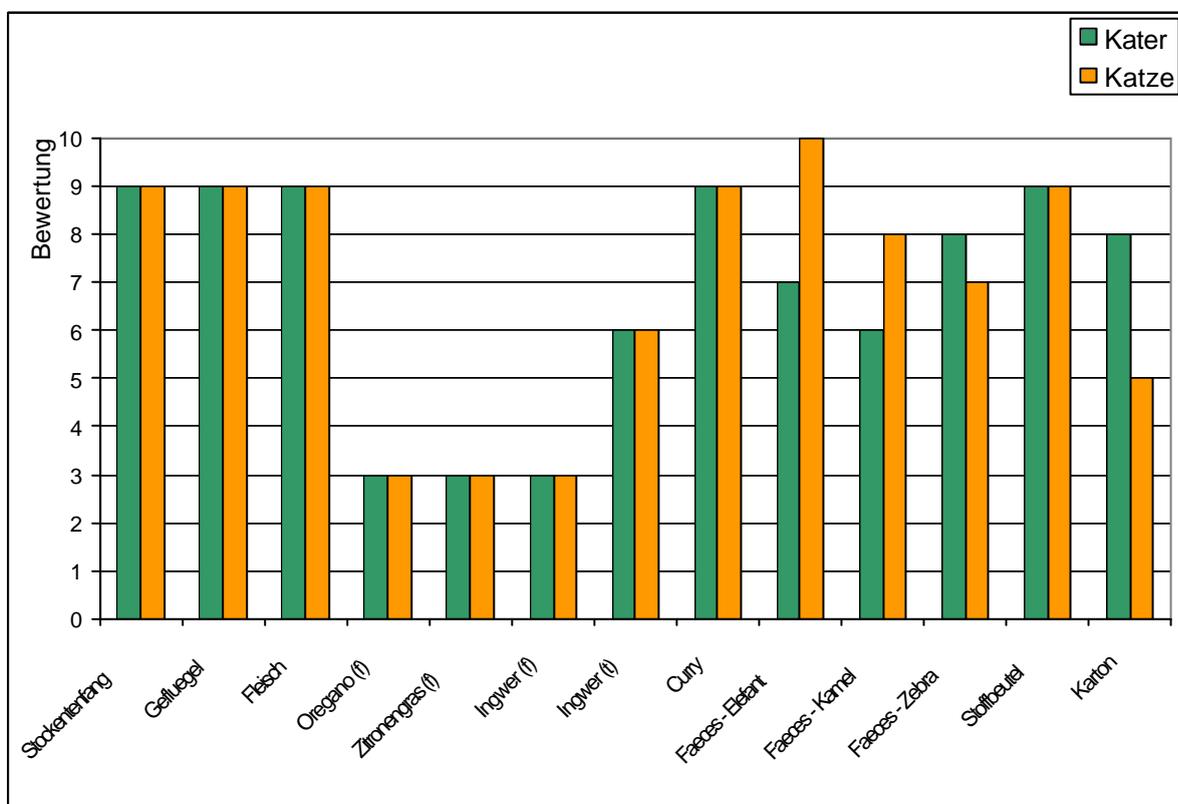


Abbildung 26. Bewertung der *Environmental Enrichment* – Objekte.

Die Objekte wurden für jedes Tier einzeln danach beurteilt, ob und in welchem Ausmaß erwünschte Verhaltensweisen gezeigt worden waren. Bei einer Bewertung mit sieben oder mehr Punkten wurde ein Objekt als erfolgreich für das jeweilige Tier bewertet.

3.4 Tier-Umwelt-Beziehungen

3.4.1 Tier-Tier-Beziehungen

Zwischen den Tieren wurden keinerlei körperliche Interaktionen beobachtet. Um die Hierarchie der Luchse zu untersuchen wurden das Harnspritzverhalten (Kapitel 3.1) und die Anzahl der Läuäußerungen (Anhang D.1) verwendet.

In Abbildung 27 sind die Aktivitätsprofile der beiden Tiere übereinander gelegt dargestellt (Kater: rot, Katze: grün). Die Aktivitätsmuster zeigen in den Phasen höherer Aktivitäten eine zeitliche Verschiebung der Aktivitäten der Tiere untereinander.

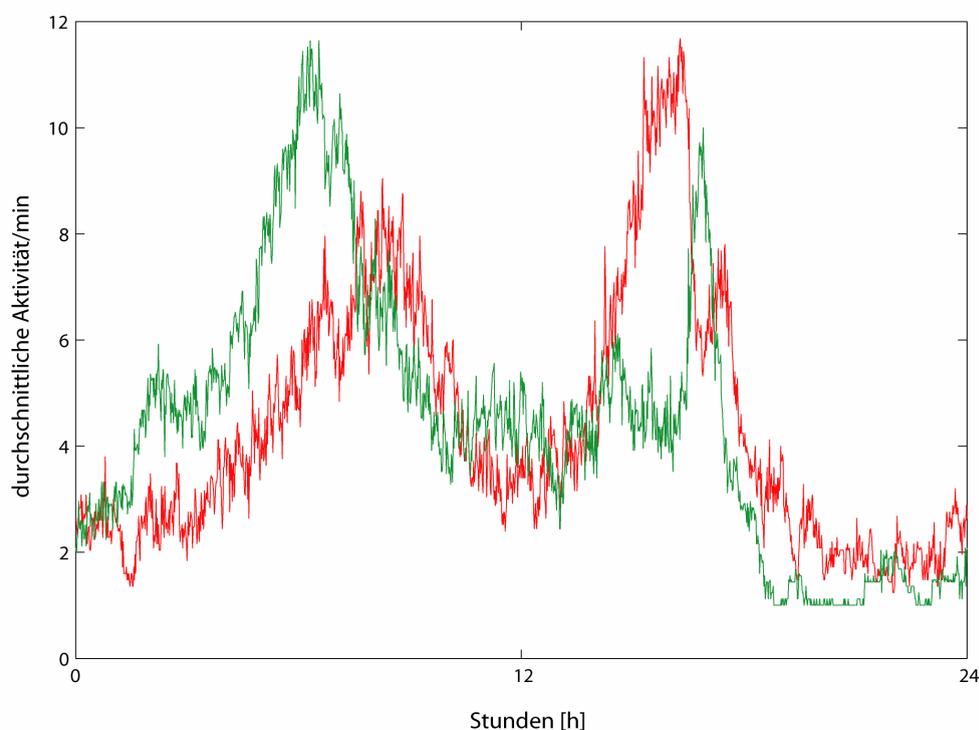


Abbildung 27. Aktivitätsprofile von Kater und Katze.
Die Aktivitätsmuster zeigen in den Phasen höherer Aktivitäten eine zeitliche Verschiebung der Aktivitäten der Tiere untereinander.

3.4.2 Tier-Mensch-Beziehungen

Die Tier-Mensch-Beziehungen umfassen die Wirkung der Untersuchenden, der Zoobesucher und der Tierpfleger auf die Tiere. Ein Einfluss der Untersuchenden konnte in den ersten fünf Tagen nachgewiesen werden (Abbildung 13 und 14). Ein Einfluss der Zoobesucher auf die Tiere war nur augenblicklich durch z.B. laute Geräusche gegeben.

Ebenso wurde eine Verhaltensbeeinflussung der Luchse durch die Tierpfleger als Personen mit den verwendeten Methoden nicht festgestellt (Abbildung 28 und 29).

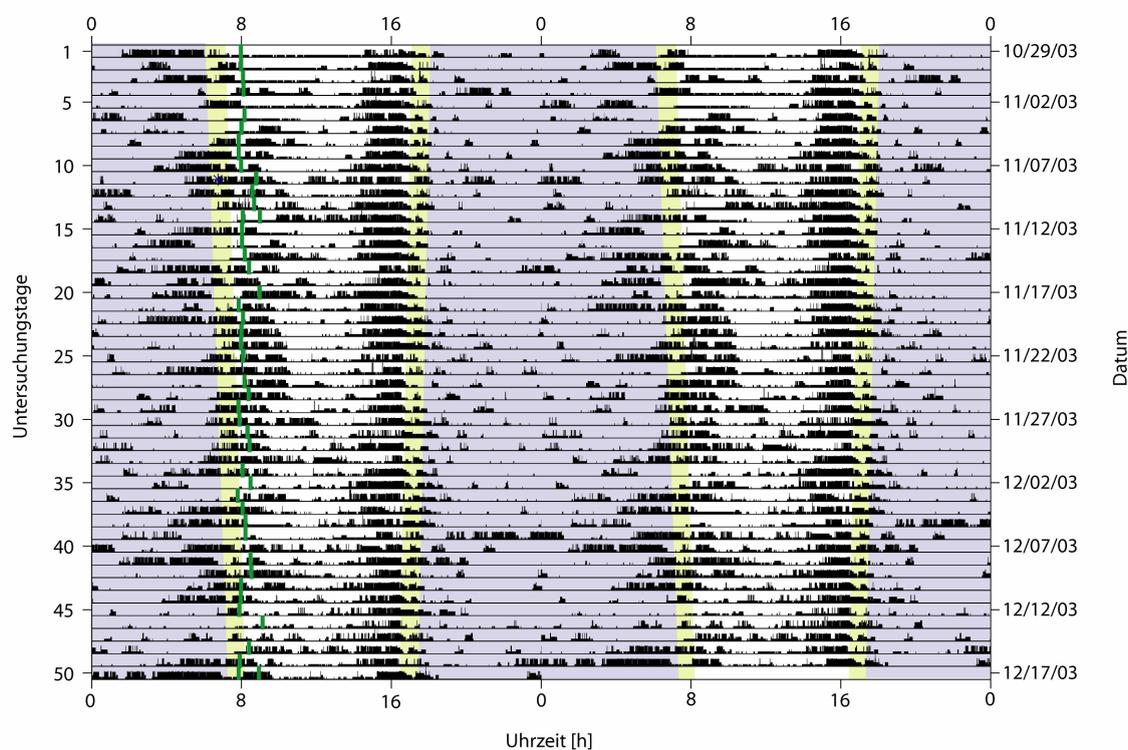


Abbildung 28. Gesamttätigkeit des Katers und die Anwesenheit des Tierpflegers im Gehege (grün). Eine Verhaltensbeeinflussung des Katers durch die Tierpfleger als Personen wurde nicht festgestellt.

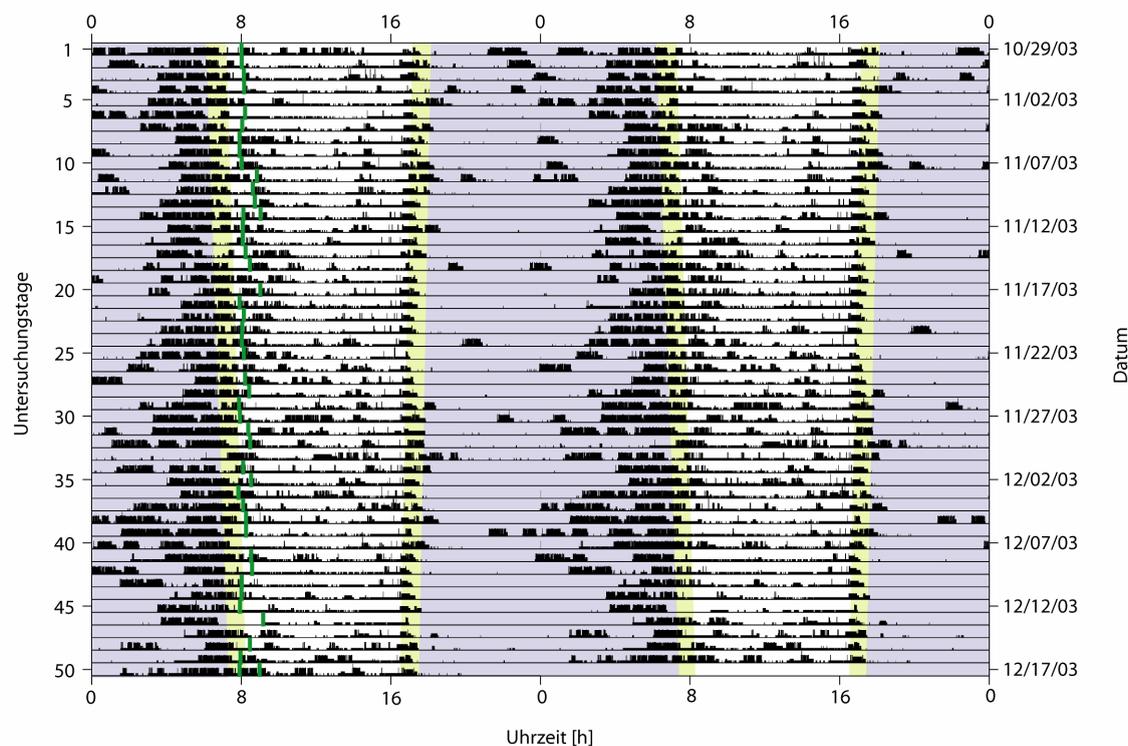


Abbildung 29. Gesamttätigkeit der Katze und die Anwesenheit des Tierpflegers im Gehege (grün). Eine Verhaltensbeeinflussung des Katers durch die Tierpfleger als Personen wurde nicht festgestellt.

3.4.3 Klimatische Faktoren

Die untersuchten klimatischen Faktoren waren Temperatur, Ozon, Luftdruck, Luftfeuchtigkeit, Niederschlag und Globalstrahlung. Die Daten der Wetterparameter wurden, mit Ausnahme des Niederschlags, über jeweils einen Untersuchungstag gemittelt. Aus den Niederschlagswerten wurde die Summe über einen Tag gebildet. Eine statistische Auswertung in Form einer linearen Regression erfolgte mit den Summen einzelner Verhaltensweisen (Nicht-Aktivität, Beobachten, *Pacing*) pro Tag. In Tabelle 2, 3 und 4 sind die Ergebnisse der Statistik dargestellt. Es werden nur diejenigen klimatischen Faktoren angegeben, die eine signifikante Beziehung zu den untersuchten Verhaltensweisen hatten.

Eine signifikante Beziehung konnte zwischen dem nicht-aktivem Verhalten des Katers und der Luftfeuchte ($P= 0,02$) sowie der Globalstrahlung ($P= 0,08$) festgestellt werden. Darüber hinaus hatte die Luftfeuchte einen signifikanten Einfluß auf das Beobachten ($P= 0,02$) und das *Pacing* ($P= 0,000$). Weitere Faktoren waren Luftdruck ($P= 0,044$) und Globalstrahlung ($P= 0,001$) beim Beobachten und Ozon ($P= 0,043$) beim *Pacing*. Es wurde keine signifikante Beziehung zwischen Verhaltensweisen bei der Katze und klimatischen Faktoren festgestellt.

Tabelle 2. Regressionsanalyse der Klimatischen Faktoren und der Nicht-Aktivität beim Kater. Signifikante Beziehungen wurden zwischen der Nicht-Aktivität des Katers und Luftfeuchte sowie Globalstrahlung festgestellt.

Modellzusammenfassung

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,431 ^a	,186	,151	89,907

a. Einflußvariablen : (Konstante), Luftfeuchte, Globalstrahlung

Koeffizienten

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	172,539	164,468		1,049	,300
	Globalstrahlung	1,932	,703	,530	2,749	,008
	Luftfeuchte	6,025	1,871	,621	3,220	,002

a. Abhängige Variable: nicht aktiv - Kater

Tabelle 3. Regressionsanalyse der Klimatischen Faktoren und des Beobachtens beim Kater. Signifikante Beziehungen wurden zwischen Beobachten beim Katers und Luftfeuchte sowie Luftdruck und Globalstrahlung festgestellt.

Modellzusammenfassung

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,543 ^a	,295	,249	63,505

a. Einflußvariablen : (Konstante), Luftfeuchte, Luftdruck, Globalstrahlung

Koeffizienten

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	2560,547	930,265		2,752	,008
	Globalstrahlung	-1,720	,504	-,628	-3,416	,001
	Luftdruck	-1,912	,922	-,266	-2,074	,044
	Luftfeuchte	-3,194	1,322	-,438	-2,416	,020

a. Abhängige Variable: Beobachten - Kater

Tabelle 4. Regressionsanalyse der Klimatischen Faktoren und des *Pacings* beim Kater. Signifikante Beziehungen wurden zwischen dem *Pacing* des Katers und der Luftfeuchte sowie Ozon festgestellt.

Modellzusammenfassung

Modell	R	R-Quadrat	Korrigiertes R-Quadrat	Standardfehler des Schätzers
1	,485 ^a	,235	,203	64,991

a. Einflußvariablen : (Konstante), Luftfeuchte, Ozon

Koeffizienten

Modell		Nicht standardisierte Koeffizienten		Standardisierte Koeffizienten	T	Signifikanz
		B	Standardfehler	Beta		
1	(Konstante)	530,569	90,672		5,852	,000
	Ozon	-2,975	1,427	-,309	-2,085	,043
	Luftfeuchte	-4,078	1,073	-,563	-3,800	,000

a. Abhängige Variable: Pacing - Kater

3.5 Nachuntersuchung

In der Zeit von 1. März bis 31. Mai 2003 wurde durch die Tierpfleger eine Nachuntersuchung durchgeführt. Nach einer Aufteilung der Fütterung auf zweimal täglich und gleichzeitig einer Umstellung auf unregelmäßige Fütterungszeiten, wurde das *Pacing* des Katers im Zeitraum zwischen 14:30 und 16:30 Uhr täglich semiquantitativ erfasst.

Abbildung 30 zeigt seine Häufigkeit an *Pacing* vor der Fütterung in den ersten 22 Untersuchungstagen (1-22 UT), in der Zeit in der *Environmental Enrichment* regelmäßig angewandt wurde und in den 100 Tagen (März, April und Mai 2003) der Nachuntersuchung. In der Reihenfolge der Untersuchungsabschnitte nahm die Häufigkeit des *Pacing* vor der Fütterung von 92 % auf 9,7 % ab.

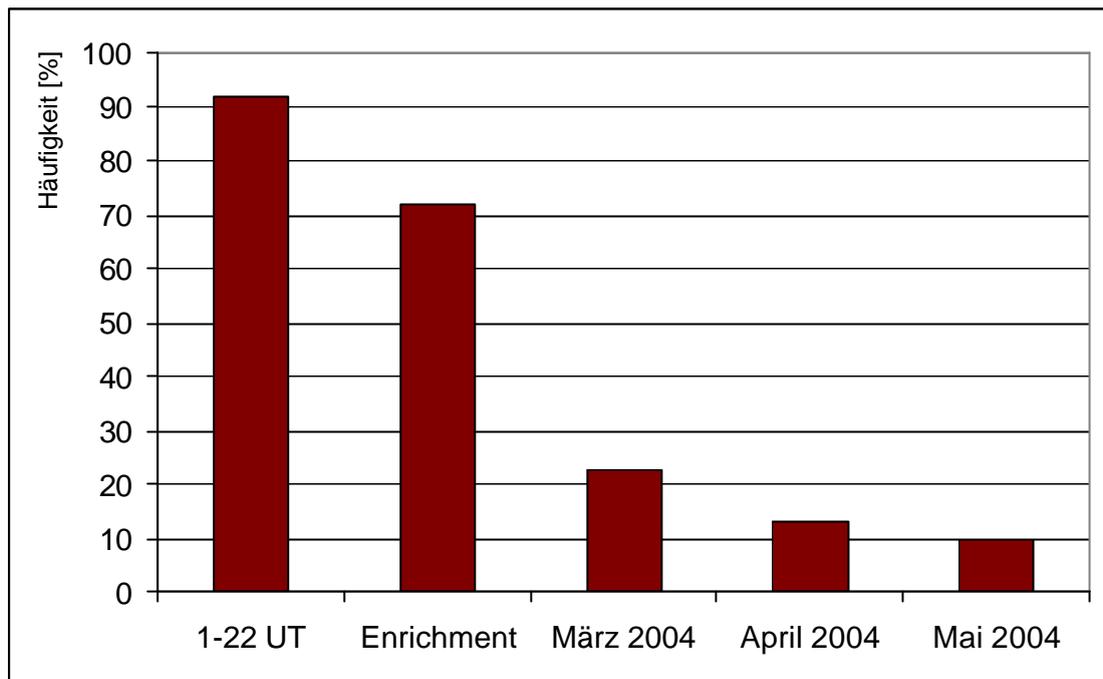


Abbildung 30. *Pacing*-Häufigkeit des Katers vor der Fütterung.

Mit der Reihenfolge der Untersuchungsabschnitte nahm die Häufigkeit des *Pacing* vor der Fütterung beim Kater von 92 % auf 9,7 % ab. Die stärkste Abnahme bedingte die Änderung im Fütterungsmodus.

Kapitel 4

Diskussion

4.1 Das räumliche Muster des Verhaltens

Im Tiergarten Heidelberg markierten die Luchse regelmäßig die senkrechten Strukturen der Gehegebegrenzung, Mauern und Gebäudewände, aber auch die Pflanzen und andere Gegenstände innerhalb des Geheges.

Nach Hucht-Ciorga (1988) kann das Bespritzen von Objekten mit Harn verschiedene Funktionen haben: 1. Die Duftmarken geben in Abwesenheit des betreffenden Individuums Informationen über das Geschlecht und den physiologischen Status weiter. 2. Die Duftmarken bekunden einen Anspruch auf ein Gebiet und bestimmte Lokalitäten. 3. Die Duftmarken ermöglichen es einem anderen Luchs, Begegnungen mit diesem Individuum herbeizuführen oder aber zu vermeiden. Da der Raum, der den Tieren im Zoo zur Verfügung steht, begrenzt ist und die Tiere sich jeden Tag begegnen und dadurch einschätzen können, liegt es nahe, dass das Harnspritzen hier hauptsächlich die Funktion hat einen Anspruch auf bestimmte Gehegebereiche zu signalisieren. Matjuschkina (1978) gibt das Harnspritzen ebenfalls als eine Funktion zur Aufteilung eines Raumes an.

Bei den beiden Tieren im Tiergarten Heidelberg konnte anhand der Verteilung der Harnspritzstellen im Gehege auf eine Aufteilung der Gehegefläche zwischen den Individuen geschlossen werden. Die Verteilung der Duftmarken im Gehege stimmte mit den Hauptaufenthaltsorten der Tiere überein. Die Duftmarken der Katze befanden sich fast nur im hinteren Drittel des Geheges, auch ihre bevorzugten Ruheplätze und die von ihr bevorzugt genutzte Liegebox sowie ihre für das *Pacing* genutzte Laufstrecke befanden sich in diesem Bereich. Obwohl die Harnspritzstellen des Katers im gesamten Gehege verteilt waren, markierte er in der vorderen Hälfte der Gehegefläche am häufigsten, in der er sich auch bevorzugt aufhielt und in der sich seine für das *Pacing* genutzte Laufstrecke befand. Auch in Freilandstudien ist eine stärkere Markierungstätigkeit der Tiere innerhalb ihrer Hauptaufenthaltsbereiche festgestellt worden (Hucht-Ciorga

1988). In anderen Arbeiten über frei lebende Luchspopulationen gibt es Hinweise, dass Luchskater größere Wohngebiete als Weibchen besitzen, wobei diese ein bis mehrere Wohngebiete von Weibchen einschließen oder sie zumindest überlappen (Schmidt et al. 1997, Breitenmoser-Wuersten 2001). Entsprechendes konnte im Tiergarten Heidelberg festgestellt werden, hier hält die Katze das kleinere „Wohngebiet“, der Kater das größere, wobei jedes Tier kurzzeitig auch das komplette Gehege nutzte und der Bereich des Katers den Bereich der Katze einschließt.

Der Aufteilung der Gehegefläche zwischen den Tieren korreliert mit der beobachteten Harnspritz-Häufigkeit. Der Kater markierte im gesamten Untersuchungszeitraum 20 % mehr als die Katze und beanspruchte auch den größeren Teil bzw. das ganze Gehege. Nach Sunquist & Sunquist (2002) sind höhere Raten der Geruchsmarkierung mit Territorialverhalten assoziiert und nach Schmidt et al. (1997) basiert die räumliche Organisation beim Luchs auf Territorialität. Daraus folgt, dass die Häufigkeit an Markierungen die räumliche Organisation zwischen den Tieren charakterisiert, was mit den vorliegenden Ergebnissen übereinstimmt. Auch gibt die Häufigkeit des Harnspritzens nicht nur Auskunft über die räumliche, sondern auch über die soziale Dominanz, denn dominante Tiere markieren typischerweise häufiger und hinterlassen mehr Geruchsstoffe als subdominante Tiere (Sunquist & Sunquist 2002). (Siehe Kapitel 4.4.1 Tier-Tier-Beziehungen)

Da das Harnspritzen an die Phasen der Lokomotion gebunden ist, kann man diese beiden Verhaltensweisen in Zusammenhang bringen. Setzt man die Anzahl an Markierungen zu der abgelaufenen Strecke im Gehege, die aus den Beobachtungen gemessen und gemittelt wurde, in Beziehung, so erhält man für den Kater einen Wert von 1,9 Markierungen pro Kilometer, bei der Katze sind es 1,5 Markierungen pro Kilometer. Diese Werte stimmen mit den Angaben aus dem Freiland von Matjuschkin (1978) überein, der in wenig strukturiertem Gelände für Luchse zwei Markierungen pro Kilometer angibt.

4.2 Das zeitliche Muster des Verhaltens

4.2.1 Gesamtaktivität

Anhand der Gesamtaktivität, die alle beobachteten Verhaltensweisen enthält, konnte ein Muster in der Aktivitätsverteilung der Luchse festgestellt werden. Die beiden Luchse des Tiergartens Heidelberg zeigten jeweils ein biphasisches Aktivitätsmuster, jedoch

wichen die Aktivitätsmuster insofern voneinander ab, als die Ausprägung der beiden Aktivitätsmaxima unterschiedlich verteilt war. In Abbildung 10 ist beim Kater am Morgen ein breiterer und flacherer *peak* im Vergleich zum Nachmittag erkennbar. Auch stieg die Aktivität morgens langsam an und fiel auch langsam wieder ab, wohingegen seine Aktivität am Nachmittag vergleichsweise schnell anstieg und nach der Fütterung schnell wieder absank. In Abbildung 11 ist bei der Katze morgens ein relativ breiter und hoher Anteil an Aktivität erkennbar, am Nachmittag nach der Fütterung hingegen nur ein schmaler *peak*. Die nachmittägliche Aktivität war bei ihr durch die Fütterung induziert und der kurzzeitige Anstieg in der Aktivität entsprach ihrer Beschäftigung mit der Nahrung und der Futteraufnahme.

Beide Tiere zeigten einen Abfall der Aktivität in den Mittagsstunden, der auch bei anderen Vertretern der Familie der Katzen (*Felidae*) im Zoo und im Freiland festgestellt wurde (Imhoff 2002, Kiesswetter 1992, Weller & Bennett 2001, Schaller 1972, Schaller & Crawshaw 1980). Daraus kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass es sich bei diesem Minimum an Aktivität um die Mittagszeit um eine katzentypische Charakteristik in den Aktivitätsmustern handelt. Des Weiteren zeigten beide Tiere ein zweites Aktivitätsminimum am Abend und in der Nacht. Das Aktivitätsmuster der beiden Luche im Tiergarten Heidelberg entspricht nach Franck (1997) einem Muster, wie es für tagaktive Tiere charakteristisch ist.

Untersuchungen haben gezeigt, dass der Rhythmus der Tiere von verschiedenen Komponenten abhängt (Aschoff 1964). Nach weit verbreiteter Auffassung werden Luchse meist als dämmerungs- oder nachtaktiv beschrieben, jedoch gibt es Beobachtungen, die zeigen, dass dies nicht immer zutrifft. In verschiedenen Untersuchungen wurde festgestellt, dass die Aktivität und damit auch die Aktivitätsmuster bei Luchsen nicht festgelegt sind, sondern sich an der Aktivität der Beutetiere orientieren (Curio 1976, Reinhardt & Halle 1999), d.h., dass der Luchs in der Lage ist, sich an verschiedene ökologische Bedingungen anzupassen. Die Aktivität der Beutetiere ist wiederum an die entsprechenden Habitatsbedingungen angepasst. In stark bewaldeten Gebieten kann das Rehwild lange in Deckung bleiben und ist stärker am Tag aktiv. Hier wird auch der Luchs, entsprechend seiner Beute, tagsüber aktiv sein. Anders in weniger bewaldeten Gebieten, hier ist das Wild aufgrund der fehlenden Deckung gezwungen, seine Aktivität in die Dämmerungs- und Nachtstunden zu verlegen, der Luchs kann sich aufgrund seiner Physiologie diesen Bedingungen anpassen und wird dort seine Aktivität ebenfalls in den Dämmerungs- und Nachtstunden zeigen.

Als primärer Zeitgeber zur Orientierung in der Zeit und für zeitgerechtes Verhalten wird meist der Licht-Dunkel-Wechsel angegeben (Fleissner 1998, Franck 1997, Lemmer 2004, Piechulla & Roenneberg 1999). Jedoch gibt es starke Hinweise, dass vor allem bei Carnivoren im Zoo dieser Zeitgeber durch den Zeitgeber Fütterung ersetzt wird (siehe Kapitel 4.2.6). Da sich die Aktivität auch im Freiland an dem Vorkommen der Beute orientiert (siehe oben), wäre dies entsprechend auch im Zoo für die Fütterungszeit zu erwarten. Davon ausgehend lassen sich auch die unterschiedlichen Aktivitätsmuster, die bei Luchsen im Freiland festgestellt wurden, erklären. In jedem Gebiet herrschen andere Bedingungen und dementsprechend sind auch die Jagdbedingungen für den Luchs sehr unterschiedlich, was sich in dem Muster der Aktivitäten zeigt (vgl. von Berg et al. 1978, Reinhardt & Halle 1999, Saunders 1963, Schmidt 1999).

Die Fütterungen in Zoos sind in der Regel einheitlich bezüglich Anzahl und Zeit der Fütterungen, ein Vorgang, der sich auf das Verhalten der Tiere auswirken sollte. Hypothetisch sollten die Aktivitätsmuster von Tieren mit einer einmaligen Fütterung am Vormittag mit den Mustern von Tieren verglichen werden können, die ebenfalls einmalig am Vormittag gefüttert werden. Entsprechendes gilt für Tiere, die nachmittags gefüttert werden, wobei Tiere mit einer Fütterung am Nachmittag ein Aktivitätsmuster haben sollten, der von dem von Tieren mit einer Fütterung am Vormittag abweicht. Luedicke (2005) konnte zeigen, dass eine Verschiebung der Fütterungszeit von vormittags auf nachmittags zu einer Veränderung im Aktivitätsmuster bei Luchsen geführt hat. Die Luchse spalteten ihre zuvor nächtliche Aktivität mit einem Aktivitätsmaximum in zwei Aktivitätsmaxima auf, wobei eines am Morgen und das zweite am Nachmittag vor der Fütterung auftraten. Betrachtet man das Aktivitätsmuster der Luchse in Heidelberg, die nachmittags gefüttert wurden, so kann auch hier das biphasische Muster mit der gleichen Verteilung der Aktivitätsmaxima entsprechend den Luchsen in der Arbeit von Luedicke (2005) nach der Umstellung der Fütterungszeit auf nachmittags, festgestellt werden. Auch Chubykina & Shilo (1981) stellten bei einer nachmittäglichen Fütterung ein Aktivitätsmuster bei Luchsen im Novosibirsk Zoo fest, bei dem ein Aktivitätsmaximum am Morgen und ein weiteres am Nachmittag auftraten. Aus diesen Ergebnissen kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Fütterungszeit bei Carnivoren im Zoo offenbar Zeitgeberwirkung hat und das Aktivitätsmuster der Tiere entsprechend der Fütterungszeiten verschieden ist. Wie sich das Aktivitätsmuster bei Tieren ausbildet, die nicht zu festen Zeiten oder mehrmals am Tag gefüttert werden, so dass sie den Zeit-

punkt der Fütterung nicht vorhersehen können, wäre eine interessante Fragestellung für weitere Untersuchungen.

4.2.2 Nicht-aktives Verhalten

Bei Katzen in Zoos wird oftmals eine auffallende Inaktivität beobachtet, die Tiere verbringen einen Großteil der Zeit schlafend und außerhalb des Blickfeldes der Besucher (Shepherdson et al. 1993). Auch bei den Luchsen im Tiergarten Heidelberg nahm das nicht-aktive Verhalten den größten Anteil aller Verhaltensweisen an der Gesamtkaktivität ein (Tabelle 1). Jedoch war die Zeit, die sie schlafend verbrachten, nicht überdurchschnittlich. Chubykina & Shilo (1981) stellten bei Luchsen im Novosibirsk Zoo ähnliche Werte fest, nämlich eine Inaktivität von 49,6 % (715 min) bei einem männlichen Luchs und 54,5 % (785 min) bei einem weiblichen Luchs. Imhoff (2002) gibt für eine Luchsgruppe einen durchschnittlichen Wert von 42 % an. Luedicke (2005) hat bei Luchsen Werte zwischen 45,6 und 53,8 % an nicht-aktivem Verhalten festgestellt. Vergleicht man diese Werte mit Daten von frei lebenden Luchsen, so kann man feststellen, dass die Tiere in der freien Wildbahn sogar einen höheren Anteil an Nicht-Aktivität zeigten. Reinhardt & Halle (1999) stellten für eine Luchsin einen Durchschnittswert von 65 % fest und die Luchse bei Schmidt (1999) zeigten einen Anteil von 72,9 % des nicht-aktiven Verhaltens am 24-Stunden-Tag. Diese Werte können allerdings nicht als absolut betrachtet werden, denn die Daten aus dem Freiland wurden über Radiotelemetrie gewonnen, die nicht angibt, ob das Tier gerade schläft oder z.B. ortsfest beobachtet. Die Werte der Aktivität sind vermutlich der Anteil an Lokomotion bzw. Bewegung. Zählt man zu den Anteilen an Nicht-Aktivität bei Kater und Katze in Heidelberg den Anteil der Verhaltensweise Beobachten, so erhält man die Werte 72,7 % für den Kater und 74,2 % für die Katze, die in dieser Form mit den Angaben aus dem Freiland vergleichbar sind. Anhand der Daten aus Zoo und Freiland kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil an nicht-aktivem Verhalten bei Luchsen genetisch fixiert ist. Der Charakter der Aktivitätsverteilung wird jedoch durch die Umweltfaktoren bestimmt.

Eine Beeinflussung des nicht-aktiven Verhaltens durch exogene Faktoren konnte bei beiden Tieren festgestellt werden. In der Nacht der Untersuchungstage 39/40 wurde bei beiden Tieren eine erhöhte Aktivität beobachtet. Hinzu kam, dass das fehlende Schlafen und Ruhen beim Kater durch *Pacing* ersetzt wurde. In dieser Nacht konnten mehrere Faktoren ermittelt werden. Zum einen war zu dieser Zeit die Tigerin im Nachbargehege „rollig“ und entsprechend aktiver, zum anderen fiel die Temperatur in dieser Nacht und

könnte damit die Aktivität der Tiere erhöht haben (siehe Kapitel 4.4.3). Zusätzlich war am 39. Untersuchungstag ein Fastentag, was bei beiden Tieren auch an anderen Fastentagen eine ähnliche Abweichung im Aktivitätsmuster hervorrief. So war bei der Katze auch in den Nächten 11/12, 18/19 und 49/50 ein verringertes nicht-aktives Verhalten zu beobachten. Das *Pacing* nahm beim Kater ebenfalls in den Nächten nach Fastentagen zu (siehe Kapitel 4.2.6). Eine Verminderung des nicht-aktiven Verhaltens beim Kater wurde an den Tagen 14 und 20 durch den Einsatz eines Laubgebläses im Gehege ausgelöst, auch hier zeigte er einen erhöhten Anteil an *Pacing*. Eine ähnliche Reaktion konnte am ersten Untersuchungstag bei Kater und Katze festgestellt werden. Beide zeigten über die Mittagszeit ein vermindertes Schlaf- und Ruheverhalten. Die Ursache hierfür war die Aktivität der Untersuchenden an diesem Tag und am Vortag am Gehege (technische Arbeiten). Infolgedessen wurde bei der Katze bis zum 5. UT verminderte Nicht-Aktivität (d.h. erhöhte Aktivität) in der Nacht festgestellt.

Die Anteile von Ruhen und Schlafen am gesamten nicht-aktiven Verhalten waren bei Kater und Katze unterschiedlich. Während die Katze den gleichen Anteil mit Ruhen und Schlafen verbrachte, war beim Kater der Anteil des Ruhens höher als der des Schlafens. Längere Zeiten der Nicht-Aktivität begannen bei den Tieren mit Ruhen, das dann in Schlafen überging. Da der Kater nachts häufiger seinen Schlaf unterbrach als die Katze, ruhte er mehr und schlief weniger.

4.2.3 Beobachten

Der optische Sinn ist einer der wichtigsten Sinne einer Katze (Festetics 1978), daher ist hier dem Beobachten ein hoher Stellenwert einzuräumen. Über den optischen Sinn nimmt der Luchs, neben dem akustischen Sinn, die meisten Informationen aus der Umwelt auf. Mehrere Anpassungen erlauben es den Katzen, bei allen Lichtbedingungen beobachten zu können.

Die untersuchten Luchse haben ein Viertel der gesamten Zeit mit Beobachten verbracht. Luedicke (2005) stellte bei den von ihm untersuchten Luchsen ähnliche Werte fest, die zwischen 19,3 % und 24,2 % lagen. Meist war eine verstärkte Beobachtungstätigkeit zu registrieren, wenn besondere Vorkommnisse stattfanden oder die Tiere gestört wurden. Besonders bei der Katze wurde in den hellen Tagesstunden, wenn das Zoopersonal und die Zoobesucher anwesend waren, ein erhöhtes Beobachten festgestellt. Die Ursache hierfür liegt in ihrer zurückhaltenden Art den Menschen gegenüber. Ihre besonders starke Beobachtungstätigkeit am Nachmittag steht in Zusammenhang mit der erwarteten

Fütterung. In dieser Zeit hielt sie sich am häufigsten in einem Bereich auf, von wo aus sie durch die Besucherscheibe den Tierpfleger kommen sehen konnte. Es wird angenommen, dass das erhöhte Beobachten an den Tagen 11/12, 15/16, 17/18, 21/22, 40/41 und 49/50 durch Tiere in benachbarten Gehegen ausgelöst wurde oder aber durch frei lebende Tiere am Gehege wie Kaninchen oder Fuchs.

Beim Kater wurde an den ersten fünf Untersuchungstagen eine verstärkte Beobachtungstätigkeit festgestellt, die im Zusammenhang mit der Tätigkeit der Untersuchenden am Gehege stand (vgl. Kapitel 4.2.2 Nicht-aktives Verhalten bei der Katze).

4.2.4 Körperpflege

Die Körperpflege trat als Verhaltensweise bei Bedarf auf. Es wurde Be- und Ablecken von Körperteilen, Ausbeißen der Krallen, Sich-Kratzen, Waschen des Kopfes mit angefeuchteten Vorderpfoten und Schütteln von Körperteilen beobachtet. Zusätzlich wurde das Reiben an festen Gegenständen, das Rollen bzw. Wälzen am Boden und Krallenwetzen festgestellt, wie auch von Lindemann (1955) beschrieben.

Außer bei Bedarf wurde Körperpflege meist ausgeführt, bevor die Luchse ihre Ruhephasen begannen und nach dem Fressen. Beim Kater wurde mehrfach beobachtet, dass er Gras oder Blätter aufnahm, verschluckte und kurze Zeit später erbrach. Es wird vermutete, dass Gras aufgenommen wird, um das Auswürgen von unverdaulichen Resten der Nahrung zu erleichtern. Bei der Katze wurde dieses Verhalten nicht beobachtet. Allerdings war der Anteil der Körperpflege beim Kater insgesamt höher als bei der Katze und das Erbrechen könnte auch den Zweck gehabt haben, die bei der Körperpflege aufgenommenen Haare abzugeben.

Meist wird die Körperpflege, wie erwähnt, bei Bedarf ausgeführt, wenn Teile des Körpers verschmutzt wurden. Bei Niederschlag war eine verstärkte Pflege, vor allem der Tatzen, zu registrieren (31., 32., 33. UT). Auch andere klimatische Faktoren, wie Luftfeuchtigkeit (Kapitel 4.4.3), könnten den Anteil der Körperpflege an den Untersuchungstagen 21, 22, 23 beim Kater erhöht haben. An den Tagen 29 und 36 pflegten sich beide Tiere verstärkt. An diesen Tagen wurde *Environmental Enrichment* angewendet, mit dem Ziel, das Komfortverhalten der Tiere zu stimulieren.

4.2.5 Fressverhalten

Beim Fressen nahmen die Luchse eine gekrümmte Körperstellung ein. Die Nahrung wurde gewöhnlich mit Hilfe der als Brechschere wirkenden Backenzähne zerkaut, es

wurde aber auch ein Reißen mit Hilfe der Schneide- und Eckzähne beobachtet (Stehlik 1978). Der Fütterungszeitpunkt hatte für die beiden Tiere im Tiergarten Heidelberg eine wesentliche Funktion, er hatte offenbar Zeitgeberwirkung für die Tiere (Kapitel 4.2.6).

Die Fütterung fand am Nachmittag um 16:30 Uhr statt und meist wurden abgetötete Ratten und Kücken verfüttert, regelmäßig wurden auch Kaninchen angeboten. In der Regel fraßen die Luchse sofort, kehrten aber auch zu einem späteren Zeitpunkt nochmals zum Futter zurück, wenn noch Nahrung verfügbar war. Chubykina & Shilo (1981) beobachteten ebenfalls, dass die von ihnen untersuchten Luchse im Zoo mehrere Male über den Tag zu ihren Mahlzeiten zurückkehrten. Nach Breitenmoser & Haller (1987) kehrt auch der frei lebende Luchs mehrmals zu größeren Beutetieren zurück, um davon zu fressen.

Die Fütterung der Kaninchen ist in Abbildung 18 beim Kater als erhöhte Fressaktivität ersichtlich (UT 10, 17, 24, 31, 38, 45). Er hat sich an diesen Tagen vermehrt mit seiner Nahrung beschäftigt. Weitere Ereignisse, aufgrund derer der Kater eine intensivere Beschäftigung mit dem Futter zeigte, waren die Fütterung von Fleisch (UT 33) und die Verfütterung von frisch getöteten Tauben (UT 40). Fleisch mit Knochen (ohne Fell) war für die Tiere ungewohnt und das Fleisch musste von den Knochen abgefressen werden. Diese ungewohnte Form der Fütterung war sehr erfolgreich, in dem Sinne, dass eine intensivere Beschäftigung der Luchse mit dem Futter erreicht wurde. Ebenso wurde auch bei der Fütterung der Tauben durch die ungewohnte Beschaffenheit der Nahrung eine höhere Beschäftigung mit der Nahrung ausgelöst, ohne dass mehr gefressen wurde. Auch bei der Katze wurde durch die Fütterung von purem Fleisch dieser Effekt verursacht.

An Untersuchungstag 3 war das Fressverhalten bei der Katze stark erhöht, an diesem Tag erbeutete sie eine Stockente, die irrtümlich in das Gehege geflogen war. Die Ergebnisse zeigen, dass die Tiere nicht nur eine Befriedigung aus der Endhandlung, dem eigentlichen Verzehren der Nahrung, ziehen, sondern auch aus den Teilhandlungen, d.h. dem Jagen und Verarbeiten der Beute, die zu dieser Endhandlung führen. Auch die Ergebnisse von Bassenge et al. (1998) bei Untersuchungen an Großkatzen haben dies bestätigt.

Die meisten unverdaulichen Anteile der Nahrung werden im Kot ausgeschieden. Die Luchse bevorzugten zum Ablegen der Exkreme eine Stelle mit weichem Sand im hinteren Bereich des Geheges. Vor der Kotabgabe gruben die Luchse oftmals eine kleine Grube mit den Vorderpfoten. Sie drehen sich dann herum und ließen ihre Exkremen-

te in die Grube hinein fallen. Nach der Kotabgabe drehten sich die Tiere oftmals um und versuchten den Kot durch Scharren mit Substrat zu bedecken. In den meisten Fällen wurden vorher der Boden, auf den der Kot abgesetzt wurde, und danach die frischen Exkremente berochen.

4.2.6 Pacing

Den stärksten Einfluss übt der Zooalltag auf das *Pacing* der beiden Tiere aus. Es wurde als formkonstantes, sich mehrfach wiederholendes Auf- und Ablaufen einer geraden Strecke an einer Gehegebegrenzung ohne sichtbare Unterbrechung beobachtet. Da dieses Verhalten in der Natur bisher nicht beobachtet wurde, sind die Auslöser hierfür die Haltung als Zootiere selbst und die Faktoren, die daraus resultierend auf die Tiere wirken.

Die wesentlichen Faktoren, die als bestimmend für den Anteil dieser Verhaltensweise beschrieben werden, sind hauptsächlich die Gehegegröße, die Gehegekomplexität im Sinne der Anzahl an Versteckmöglichkeiten, die zeitliche und materielle Futtervielfalt, die Anzahl der Tiere in der Gruppe und die Interaktion zwischen Tier und Tierpfleger (Mellen et al. 1998). Schon Hediger (1934b) hat darauf hingewiesen, dass es unter dem Einfluss bestimmter Gefangenschaftsbedingungen zu partiellen Hypertrophien des Raum-Zeit-Systems, nämlich zu Bewegungsstereotypen kommen kann.

Als Auslöser für das *Pacing* der beiden Tiere sind mehrere Faktoren möglich. In den Morgenstunden wurde bei beiden Tieren stereotypes Laufen festgestellt. Der Grund oder primäre Auslöser für das *Pacing* um diese Tageszeit konnte nicht ermittelt werden. Bestehen solche Lokomotionsstereotypen schon seit längerer Zeit, so kann häufig die Ursache nicht mehr ermittelt werden, da der primäre Auslöser oft in den Hintergrund tritt und die Stereotypie gewohnheitsmäßig immer an der gleichen Stelle ausgeführt wird (Kiesswetter 1992). Die verschiedenen denkbaren Ursachen sollen kurz erläutert werden.

Eine Möglichkeit besteht darin, dass die Stereotypie als Ersatzhandlung für eine Fluchtmotivation bei beiden Tieren entstanden ist. Da die Großkatzen nachts in den Innengehegen des Raubtierhauses untergebracht sind und auch das Gehege der Luchse zum Raubtierhaus gehört, liegt es nahe, einen Einfluss der Großkatzen auf die Luchse anzunehmen, zumal die Luchse durch die Besucherscheibe im Inneren des Hauses die Löwen und Tiger nachts sehen können. Durch das Aufstellen eines Sichtschutzes (Anhang B.4) über zwei Tage im Raubtierhaus zwischen den Luchsen und den Großkatzen

war es möglich, einen visuellen Einfluss der Großkatzen auf die Luchse als sehr gering zu charakterisieren, da sich das *Pacing* am Morgen bei beiden Tieren in diesen zwei Tagen unwesentlich veränderte. Auch eine olfaktorische Beeinflussung der Luchse durch die Großkatzen konnte ausgeschlossen werden. Das *Pacing* endete morgens zu einer Zeit, in der sich die Großkatzen bereits in ihren Außengehegen befanden und dadurch für die Luchse olfaktorisch wahrnehmbar waren. Um einen möglichen akustischen Einfluss der Großkatzen festzustellen, wurden die Umgebungsgeräusche über 48 Stunden über ein Mikrophon aufgenommen und ausgewertet. Dabei konnte anhand der Lautäußerungen auch festgestellt werden, dass die Löwen und Tiger nachts mehrmals aktiv waren. Ein Einfluss dieser Lautäußerungen der Großkatzen auf die Luchse wurde nicht festgestellt. Ebenso konnte eine Störung der Luchse durch andere Umgebungsgeräusche ausgeschlossen werden.

Eine weitere mögliche Ursache könnte die Anzahl an Zoobesuchern am Vortag sein, was jedoch nicht nachgewiesen werden konnte. Auch das Klima kommt als Ursache nicht Betracht. Das Klima unterliegt ständigen Schwankungen und ist nicht konstant, das *Pacing* allerdings trat täglich und regelmäßig auf. Jedoch wurde festgestellt, dass verschiedene Wetterparameter eine verstärkende oder abschwächende Wirkung bezüglich des *Pacing* haben können (siehe unten), aber nicht als Auslöser in Betracht kommen. Verschiedene Arbeiten (Kiesswetter 1992, Lyons et al. 1997, Mellen et al. 1998) haben gezeigt, dass die Gehegegröße und das Ausmaß an gezeigten Stereotypen signifikant miteinander korreliert sind. Demnach steigt der Anteil der Stereotypie am Verhalten umso mehr, je geringer die Gehegefläche ist. Erklärbar wäre das in dem Zusammenhang, dass jedes Tier ein gewisses spezifisches Aktivitätsbedürfnis hat, das Szymanski (1920) als Prinzip der Aktivität aus innerer Notwendigkeit beschreibt. Demnach äußert sich das Aktivitätsbedürfnis in einer unbedingten Notwendigkeit des Aktivwerdens, bis die erforderliche Entladung der loszuwerdenden motorischen Energie erfolgt ist. Im Freiland wird diese Energie häufig durch das Streifen im Wohngebiet oder auch beim Nahrungserwerb abgebaut. Im Zoo ist es den Tieren, vor allem in kleinen Gehegen, nicht möglich dieses Aktivitätsbedürfnis adäquat umzusetzen. Im Freiland patrouilliert ein Luchs auf seinen Wechsellern und befriedigt damit einen Großteil seines inneren Drangs zur Aktivität. Im Zoo kann es aufgrund der geringeren Fläche zu einer Überfrequentierung einzelner Teile des tierlichen Strassensystems durch übermäßig häufige Begehung kommen, was sich in Bewegungstereotypen äußern kann (Hediger 1967).

Diese Art von Stereotypen wird als physiologischer Revierlauf interpretiert, der sich nur auf diese Art und Weise äußern kann.

Da die Aktivität aus innerer Notwendigkeit bei Luchsen, wie bereits erwähnt, großteils durch das Ablaufen des Wohngebiets freigesetzt wird und dies im Zoo in diesem Maße nicht möglich ist, neigen die Tiere dazu, Stereotypen auszubilden. Auch bei den beiden Tieren im Tiergarten Heidelberg ist diese Erklärung für die Äußerung der morgendlichen Aktivität durch *Pacing* wahrscheinlich, vor allem weil beide Tiere dieses Verhalten zu dieser Tageszeit zeigen. Auch andere Autoren (Chubykina & Shilo 1981, Stehlik 1978) stellten bei Luchsen ein Aktivitätsmaximum in den Morgenstunden fest, sowie Weller & Bennett (2001) bei Ozeloten (*Leopardus pardalis*). Ein weiterer Beleg ist die Berechnung der am Tag durchschnittlich zurückgelegten Strecke, die beim Kater 13,9 km und bei der Katze 15,6 km betrug, Werte, die im Bereich der Angaben aus dem Freiland liegen (u.a. Haglund 1966, Matjuschkin 1978).

Neben dem *Pacing* in den Morgenstunden zeigte der Kater dieses Verhalten auch am Nachmittag vor der Fütterung und beendete es sofort, sobald die Fütterung stattfand. Bei der Katze wurde zu dieser Tageszeit kein regelmäßiges *Pacing* beobachtet. Durch verschiedene Anwendungen von *Environmental Enrichment* (Kapitel 4.3) konnte nachgewiesen werden, dass das *Pacing* zu dieser Zeit durch andere Faktoren motiviert wurde als am Morgen. Wie erwähnt fand die Fütterung bei den Luchsen in Heidelberg mit der Fütterung der Löwen und Tiger statt und war somit zeitlich festgelegt, da die Fütterungszeit der Großkatzen für die Besucher bekannt ist. Kennt das Tier die Zeit der Fütterung, kann es zuvor Ersatzhandlungen für die Aktivitäten ausführen, die in der Natur der Nahrungsaufnahme vorausgehen, nämlich im Wesentlichen die Jagd auf Beute. Reeb & Lague (2000) bezeichnen diese Aktivität als *food-anticipatory activity*. Wiedenmayer & Sägeser (1988) vermuteten bei Sibirischen Tigern im Berner Tierpark Dählhölzli, dass die festgelegte Fütterungszeit zum Zeitgeber für die Tiere geworden ist und den aktuellen Zeitgeber (Licht-Dunkel-Wechsel) ersetzt hat. Auch Carlstead (1998) ist der Ansicht, dass eine Festlegung der Fütterungszeit für das Tier Zeitgeberfunktion hat und die Fütterung daher antizipiert bzw. erwartet wird. Einen weiteren Hinweis für die Fütterung als Zeitgeber unter konstanten Bedingungen brachten Aschoff (1958) und Stephan (2002) bei Mäusen und Ratten im Labor. Dass die Fütterungszeit auch unter nicht-konstanten Bedingungen bei Zootieren wahrscheinlich Zeitgeberwirkung hat, konnte Luedicke (2005) an Untersuchungen bei Luchsen zeigen. Nach einer Verschiebung der Fütterungszeit von morgens auf Nachmittags um etwa sechs Stunden, verän-

derte sich das Aktivitätsmuster der Tiere von einem monophasischen Muster mit einem nächtlichen Aktivitätsmaximum zu einem biphasischen Muster mit einem Aktivitätsmaximum am Morgen und einem Aktivitätsmaximum am Nachmittag, wie es für tagaktive Tiere charakteristisch ist (Franck 1997).

Auch die beiden Luchse in Heidelberg hatten bei einer Fütterung am Nachmittag ein Aktivitätsmuster, das dem der Luchse von Luedicke (2005) entsprach.

Da die einmalige Fütterung zu immer derselben Uhrzeit wahrscheinlich Zeitgeberwirkung hat, kann dieser Zeitpunkt vorausgesehen und antizipiert werden, indem Ersatzhandlungen ausgeführt werden (siehe oben), die sich beim Kater in Form einer Stereotypie äußern. Auch Dowers (1998) beobachtete bei Rotluchsen ein erhöhtes *Pacing* vor der Fütterungszeit. Mason (1993) gibt an, dass Verhaltensweisen der Nahrungssuche und Nahrungsaufnahme oft eine Quelle von stereotypem Verhalten sind und Meyer-Holzapfel (1968) schreibt, dass Carnivoren allgemein dazu neigen, Stereotypen vor der Fütterung auszuüben, was auch Mellen et al. (1998) bei Kleinkatzen bestätigte. Könnte das Tier also weder den Zeitpunkt der Fütterung, noch die Art des Futters vorhersagen, so würde keine Notwendigkeit für Ersatzhandlungen entstehen. Die besten Erfolge wurden hierbei bei einer zweimaligen Tagesfütterung zu wechselnden Zeiten und abwechslungsreicher Kost erzielt (Shepherdson et al. 1993, Mellen 1991). Einmalige Tagesfütterung kann zu einer Dauererwartung beim Tier führen, so dass über den Tag verteilt immer wieder die Ersatzhandlung ausgeführt wird. Bei den Untersuchungen in den Jahren 1991, 18, 25, 32, 39 und 46 handelt es sich um Fastentage, hinzu kommt noch ein Tag (UT 49), an dem Futter in Stoffbeuteln versteckt wurde, die die Tiere nicht öffneten. An diesen Tagen kam es in der Regel zu einer Verlängerung und immer wiederkehrenden *Pacing*-Phasen beim Kater während der Nacht und am folgenden Tag bis zur nächsten (tatsächlichen) Fütterung. Ausnahmen stellten hierbei die Nächte 25/26, 32/33 und 46/47 dar. An diesen Tagen haben verschiedene Umweltparameter (Kapitel 4.4.3) wie Niederschlag die Aktivität des Katers beeinflusst. Auch bei der Katze konnte an zwei Fastentagen (UT 11 und 39) eine Erhöhung des *Pacing* in der Nacht festgestellt werden. Ähnliche Ergebnisse erhielt Luedicke (2005) bei seinen Luchsen. Darüber hinaus waren frei lebende Luchse die längste Zeit an den Tagen aktiv, an denen sie nach Beute suchten, aber keine reißen konnten (Schmidt 1999).

Eine Beeinflussung des *Pacing* vor der Fütterung konnte durch verschiedene Faktoren festgestellt werden. Der Fang einer Stockente (*Anas platyrhynchos*) am 3. Untersuchungstag ereignete sich in der Mittagszeit, den ersten Kontakt hatte hierbei die Katze,

aber auch der Kater beschäftigte sich mit dieser Ente. Keiner der beiden Luchse fraß davon. Dass das *Pacing* beim Kater vor der Fütterung dennoch reduziert war, spricht dafür, dass *Pacing* nicht nur eine physiologische, sondern auch eine psychologische Motivation haben kann. Auch Hediger (1942) wies darauf hin, dass psychische Erlebnisse beim höheren Tier von wesentlicher Bedeutung bei der Nahrungsaufnahme sind.

Am 31. und 46. Untersuchungstag war das Auf- und Ablaufen beim Kater vor der Fütterung ebenfalls reduziert, an diesen Tagen hat es nachmittags geregnet und wie in der Nacht 32/33 wurde dadurch das *Pacing* reduziert. An UT 33 hat die relativ frühe Fütterung von Fleisch mit Knochen das *Pacing* vor der Fütterung stark reduziert, ebenso wie die Taubenfütterung am 40. Untersuchungstag um 14:00 Uhr. An UT 37 wurde die Aktivität des Katers durch eine frühere Fütterung vorzeitig beendet. Für die Reduzierung an den Untersuchungstagen 38 und 39 kommen verschiedene Umweltparameter in Betracht (siehe Kapitel 4.4.3).

Verstärktes *Pacing* über die Mittagszeit konnte an den Tagen 14, 20, 30, 40 und 48 festgestellt werden. An den Untersuchungstagen 14 und 20 kommt dafür die Aktivität der Tierpfleger in Betracht, die an beiden Tagen morgens mit einem Laubgebläse im Gehege das Laub beseitigten. Da diese Arbeitsmethode von den Tierpflegern vorher noch nie angewendet worden war, war der Kater dadurch stark beunruhigt und er reagierte mit verstärktem *Pacing*, das an diesen Tagen eventuell die Funktion einer Fluchtappetenz hatte. Untersuchungstag 40 war ein Tag nach einem Fastentag. An Tag 48 kommen Umwelteinflüsse in Frage. An Untersuchungstag 30 ist sowohl beim Kater als auch bei der Katze der Anteil an *Pacing* über Mittag erhöht. An diesem Tag wurde *Environmental Enrichment* angewandt, hierbei wurde ein großer Karton in das Gehege gestellt (Kapitel 4.3). Da die Tiere dieses Objekt wahrscheinlich nicht kannten, hat es sie vermutlich beunruhigt. Außer an diesem Tag war bei der Katze am 1. Untersuchungstag erhöhtes Auf- und Ablaufen am Mittag zu beobachten, die Ursache hierfür war die Anwesenheit und Arbeit der Untersuchenden direkt am Gehege.

Insgesamt konnte festgestellt werden, dass die Ursachen für die gezeigten Lokomotionsstereotypen unterschiedlich waren. Es gibt Stereotypen, die für die Tiere von physiologischer Bedeutung sind, also nicht notwendigerweise abnormal sind (Rushen et al. 1993). Dennoch sollte versucht werden diese Stereotypen durch das Anbieten adäquater Umwelten zu reduzieren. Darüber hinaus gibt es Stereotypen, die als Reaktion auf Stress ausgeführt werden, oder solche, die durch eine biologische Veranlagung entste-

hen, wie das *Pacing* des Katers vor der Fütterung. Solche Stereotypien und ihre Gründe müssen erkannt und wenn möglich reduziert werden.

4.2.7 Lokomotion – Laufen

Die am häufigsten bei den Luchsen beobachtete Gangart war der Schritt. Dieser ist gekennzeichnet durch das Fehlen einer Schwebphase; es befinden sich immer zwei oder drei Pfoten auf dem Boden. Der Luchs geht im Kreuzschritt, d.h. nach dem Aufsetzen einer Vorderpfote folgt immer das Aufsetzen der Hinterpfote der jeweils anderen Körperseite. Die entstehende Fährte variiert in Abhängigkeit von der Schrittlänge, die als der Abstand der Abdrücke derselben Pfote definiert ist. Auf ebenen oder mäßig steigenden Strecken liegen die Abdrücke oft um weniger als eine Pfotenbreite beiderseits der Mittellinie, was ein Ausdruck für sehr gleichmäßiges Gehen ist. Weitere Gangarten bei Luchsen sind der Kreuztrab und der Sprung (schnelles Laufen). Im Kreuztrab setzen jeweils zwei diagonale Beinpaare gleichzeitig auf und stoßen den Körper zur Schwebphase ab. Beim Sprung stößt sich der Luchs mit beiden Hinterbeinen gleichzeitig ab und landet mit versetzten Vorderbeinen in einer Entfernung von bis zu drei Metern. Die Hinterbeine werden beiderseits um den Körper herum nach vorn geführt und landen dort nebeneinander. (Hucht-Ciorga 1988)

Der Luchs zeichnet sich in seinem Wohngebiet durch Wechselltreue aus. Die regelmäßig abegangenen Wechsel führen im Freiland an markanten Geländeformen wie z.B. Felskanten oder Waldrändern entlang (Festetics 1978). Auch im Zoo besitzen die Tiere eine Wechselltreue, dort führen die begangenen Strecken häufig unmittelbar an den Gehegengrenzen entlang. Nach der heute allgemein geltenden Auffassung ist das Netz der Wechsel ein obligatorisches Strukturelement des individuellen Reviers von Säugetieren (Hediger 1942, Ewer 1998). Die Wechsel werden sowohl im Freiland als auch im Zoo regelmäßig begangen, jedoch führt ein Wechsel im Zoo das Tier viel schneller wieder an den Ausgangspunkt zurück. Daher werden die Wechsel im Zoo viel häufiger begangen und es kann, auf der tausend- oder zehntausendmal verkleinerten Fläche des Geheges im Vergleich zum Freiland, zur Ausbildung einer Laufstereotypie kommen (Hediger 1967). Andere Ursachen für die Entstehung von Stereotypien können konkrete Anlässe sein, die diese Bewegungsmuster initiieren und auf eine bestimmte Stelle konzentrieren. Kiesswetter (1992) konnte bei Beobachtungen an Großkatzen, bei denen Stereotypien im Entstehen begriffen waren, beobachten, dass mitunter Besucher die Aufmerksamkeit des Tieres erregten oder Artgenossen bzw. potentielle Beutetiere in nahe gele-

genen Gehegen das Interesse der Tiere auf sich zogen. Später hielten die Tiere an den Wegstrecken mehr oder minder gewohnheitsmäßig fest, auch wenn kein Aktualitätsbezug mehr gegeben war. Hediger (1942) weist auf die aktualitätsbezogene Entstehung einer Laufstereotypie im Zusammenhang mit der Fütterung hin.

4.2.8 Spiel- und Jagdverhalten

Spielverhalten, wie es Säugetiere und manche Vögel überwiegend während der juvenilen Phase zeigen, dient dazu Erfahrungen für das spätere Leben zu erwerben. Charakteristisch für das Spielverhalten ist das Fehlen des spezifischen Ernstbezuges und dass es nicht zielgerichtet ist (Bloch & Bloch 2002). Spielverhalten wird von adulten Tieren seltener gezeigt und dann nur in entspannten Situationen. Es besteht überwiegend aus artspezifischen Verhaltensweisen, z.B. Verhaltenselementen des Beutefangverhaltens, es kann aber auch individuell erlernte Verhaltenselemente enthalten. Bei adulten Katzen wird der Großteil des Spielverhaltens als Verhalten gegenüber der Beute gezeigt. Es kann gezeigt werden als 1. das „gehemmte“ Spiel (eine in der Intensität stark geminderte, aber dennoch spielerisch abgewandelte Fanghandlung), 2. das Stauungsspiel als „Hasschespiel“ (das wiederholte spielerische Ergreifen der Beute mit Tatzen und Maul) und „Fangballspiel“ (das wiederholte Wegschleudern der Beute aus dem Maul und auffangen mit den Tatzen), 3. das Erleichterungsspiel (Bewegungsfolge mit Sprüngen um und über das Beutetier) und 4. das Umklammerungsspiel (Umklammern der Beute mit den vorderen Tatzen mit gleichzeitigem Treten der Hinterläufe) (Leyhausen 1982).

Das Jagdverhalten beinhaltet im wesentlichen die Verhaltenselemente Schleichlaufen, Lauern, Anschleichen, Anspringen und Zufassen. Der Luchs ist ein Pirsch-, Ansitz- und Überfalljäger, der seine Beute nur auf einer kurzen Strecke und in nur wenigen Sätzen verfolgt (Stehlik 1978).

Der gesamte Komplex des Beutefangverhaltens wird von einer Reihe von Reizen gesteuert, die über die verschiedenen Sinnesorgane aufgenommen werden. Zu den angebotenermaßen auslösenden und richtenden Reizen kommen eine Reihe weiterer, die die Katze im Laufe ihrer individuellen Erfahrung erlernt (Leyhausen 1982). Diese Reize lenken das Zupacken und töten, steuern die Aufnahme der Beute und legen fest an welcher Stelle die Beute angeschnitten wird.

Das Spiel- und Jagdverhalten wurde von beiden Tieren selten gezeigt. Jagdverhalten wurde vor allem im Zusammenhang mit dem Fang der Stockente gezeigt (UT 3), aber auch auf Singvögel oder Eichhörnchen am oder im Gehege. Spielverhalten trat teilweise

als spontane Verhaltensäußerung auf, indem die Tiere schnell durch das Gehege liefen oder auf die im Gehege wachsende Weide sprangen. Soziales Spielen wurde nicht beobachtet. Des Weiteren trat das Spielverhalten im Zusammenhang mit angebotenen *Enrichment*-Objekten auf, was auch in den Chronoethogrammen (Abbildung 24 und 25) ersichtlich ist, da das Spielverhalten in der *Enrichment*-Zeit häufiger zu sehen war.

4.3 Environmental Enrichment

Ziel des Einsatzes von *Enrichment*-Objekten war es, durch Einbringen neuer Stimuli den Alltag der Luchse abwechslungsreicher zu gestalten. Im Vordergrund stand nicht die quantitative Veränderung des Aktivitätsbudgets, sondern vielmehr eine qualitative Stimulierung von Verhaltensweisen, die ohne *Enrichment* seltener oder überhaupt nicht auftraten. Hierzu wurden drei Bereiche definiert, die für die zu stimulierenden Verhaltensweisen standen: Erkundungsverhalten (Revier), nahrungs-(beute-)orientiertes Verhalten (Fütterung) und Komfortverhalten (Geruchsstoffe).

Erkundungsverhalten (Revier)

Die Untersuchung von neuen Aspekten der Umwelten scheint einen besonderen Wert für Tiere zu haben, da dadurch bei frei lebenden Tieren Informationen über neue Ressourcen gesammelt werden. Während Neuheit das Erkundungsverhalten stimuliert und mit einer vorübergehenden Zunahme an „Aufgewecktheit“ (*arousal*) in Zusammenhang gebracht werden kann, kann sie auch ein potentieller Angstauslöser sein und daher als Stressor wirken. Beide Aspekte wurden in den *Enrichment*-Anwendungen dieses Bereiches beobachtet. Die verwendeten Objekte waren ein Stoffbeutel, der mit Kamelhaaren gefüllt ins Gehege gehängt wurde, und ein großer Karton, der mit einer Öffnung versehen war und in der Mitte des Geheges platziert wurde.

Beide Objekte lösten bei den Tieren Erkundungsverhalten aus, das sich durch verschiedene Verhaltensweisen äußerte (siehe Anhang B.2). Der Stoffbeutel wurde mit Hilfe der Krallen aufgerissen und der Inhalt teilweise herausgezogen. Durch den Geruch der Kamelwolle wurde neben Erkundungsverhalten auch Komfortverhalten in Form von Reiben am Objekt ausgelöst. Beide Luchse beschäftigten sich im Laufe des Tages mit dem Gegenstand. Der Karton verursachte bei der Katze ein ambivalentes Verhalten. Obwohl sie sich mehrfach mit dem Karton beschäftigte, zeigte sie Anzeichen von Stress, die sich

durch verstärktes *Pacing* am Tag äußerten. Es wird angenommen, dass im Wesentlichen die Größe des unbekanntes Objektes bei ihr Stress auslöste. Um die Luchse an ein solches Objekt zu gewöhnen, müsste mit kleinen Kartons begonnen werden, die die Tiere angstfrei erkunden könnten. Würde nach mehrmaliger Anwendung ein größerer Karton in das Gehege gegeben, würden die Tiere das neue Objekt stressfreier untersuchen und eventuell als kurzfristige Rückzugsmöglichkeit in ihre Umwelt integrieren.

Nahrungs-(beute-)orientiertes Verhalten (Fütterung)

Durch das Verfüttern von ungewohnten Nahrungsarten sollte das nahrungs- und beuteorientierte Verhalten stimuliert werden. Eine unterschiedliche Beschaffenheit der Nahrung erfordert einen anderen Umgang mit der Nahrung. Die Fütterung von Geflügel bringt für die Tiere den Vorteil, dass sie vor dem eigentlichen Fressen die Möglichkeit haben beuteorientiertes Verhalten zu zeigen. Besonders ausgiebig werden die Vögel vor dem Verzehr gerupft und teilweise sind Aspekte aus dem Bereich des Jagdverhaltens zu beobachten. Auch eine Fütterung von Fleisch mit Knochen kann, wenn es nicht regelmäßig gefüttert wird, eine Bereicherung des nahrungsorientierten Verhaltens darstellen. In den Anwendungen bei den Luchsen in Heidelberg wurden abgetötete Tauben und Rindfleisch mit Knochen verwendet. Durch beide *Enrichment*-Objekte wurde die Zeit, die sich die Luchse mit ihrer Nahrung beschäftigten, heraufgesetzt. Dabei wurden unterschiedliche Zielverhaltensweisen ausgelöst. Bei den Tauben wurde in erster Linie das beuteorientierte Verhalten in Form von Sequenzen aus dem Jagdverhalten gefördert, ebenso verbrachten beide Luchse viel Zeit damit, die Vögel zu rupfen. Bei der Fütterung von Fleisch mit Knochen stand die Manipulation der Nahrung im Vordergrund, dabei wurde unter anderem Schieben, Drehen, Transportieren, Zerreißen und Verstecken der Nahrungsteile beobachtet. Die Bereicherung durch diese Nahrungsarten konnte sicherlich auch durch den Effekt der Neuheit erzielt werden. Luedicke (2005) stellte bei Luchsen fest, dass sich diese kaum mit Fleisch beschäftigten, wenn sie regelmäßig damit gefüttert wurden. Der gleiche Effekt stellt sich bei allen Nahrungsarten ein, wenn sie regelmäßig verfüttert werden und wenn selten die Art der Nahrung abgewechselt wird. Die besten Ergebnisse wurden bei abwechslungsreicher Kost erzielt. Darüber hinaus wurde eine größere Vielfalt an Futter (d.h. eine größere Anzahl an angebotenen Nahrungstypen) mit weniger beim *Pacing* verbrachter Zeit assoziiert (Mellen et al. 1998). Auch in der vorliegenden Untersuchung wurde bei Einsatz der erwähnten Objekte zumindest beim Kater das *Pacing* reduziert.

Neben den geplanten *Enrichment*-Anwendungen konnte auch das Verhalten beim Fang einer Stockente (*Anas platyrhynchos*) untersucht werden, die in das Gehege geflogen war. Nach dem deutschen Tierschutzgesetz (TierSchG) ist das Verfüttern von lebenden Tieren bis auf Ausnahmefälle verboten. Daher ist es interessant zu untersuchen, wie die Tiere mit einer lebenden Beute umgehen. Die Ente wurde von der Katze erbeutet, als sie, statt im angrenzenden Teich versehentlich im Gehege der Luchse landete. Beide Tiere hatten im Laufe des Tages die Möglichkeit, sich mit der Ente zu beschäftigen. Außer der bemerkenswert starken Stimulierung des Jagdverhaltens bei beiden Luchsen wurden dieselben Verhaltensweisen ausgelöst wie bei der Fütterung der Tauben. Allerdings wurde durch die Bewegungen der Stockente das Jagdverhalten um ein Vielfaches stärker stimuliert als durch die abgetöteten Tauben.

Komfortverhalten (Geruchsstoffe)

Neue Gerüche, einschließlich Gewürzen und Faeces, können starkes Interesse auslösen und einige sind besonders erfolgreich. Gerade bei Gewürzen und Faeces ist eine Vielzahl von Gerüchen verfügbar. Sie können verwendet werden, um das olfaktorische Umfeld von Katzen in Zootierhaltung zu vergrößern. Allerdings ist es wichtig, daran zu denken, dass der Ort, der Typ des Geruchstoffes und die Häufigkeit der Präsentation immer variiert werden müssen. Verhaltensweisen, die in diesem Bereich stimuliert werden sollten, waren Reiben, Rollen bzw. Wälzen mit dem angebotenen *Enrichment*-Objekt, darüber hinaus sollte das Körperpflegeverhalten verstärkt werden.

Für die Anwendung wurden die **Gewürzstoffe** in Teefilter abgefüllt und mit Bast im Gehege aufgehängt, um die Gewürze für die Tiere visuell, taktil, gustatorisch und olfaktorisch verwendbar zu machen. Teebeutel eignen sich hierzu besonders gut, da sie ungiftig sind, das Gewürz einschließen, aber trotzdem den Geruch durchlassen. Außerdem sind sie leicht zerreißbar, so dass die Tiere die Möglichkeit, haben mit dem Gewürz zu interagieren oder es aufzunehmen. Die verwendeten Gewürze waren frischer Oregano, frisches Zitronengras, frischer Ingwer, Ingwerpulver und Curry. Bei beiden Tieren löste das Curry als einziger Geruchsstoff ein adäquates Maß an Komfortverhalten aus. Die anderen Stoffe wurden bis auf Ingwerpulver und frischen Ingwer kaum beachtet. Frischer Oregano löste bei beiden Tieren ein ambivalentes Verhalten aus. Einerseits löste die Pflanze bei ihnen Interesse aus, andererseits war Abscheu vor dem Gewürz bei beiden Luchsen zu erkennen. Das Zitronengras wurde kurz vom Kater aufgenommen, dann aber nicht weiter beachtet. Sowohl das Ingwerpulver als auch der frische Ingwer löste

bei Kater und Katze ein geringes Ausmaß an Komfortverhalten aus. Das geringe Interesse an den meisten Gewürzen lässt sich mit dem relativ schlechten Geruchssinn der Feliden erklären. Gerade frische Gewürzpflanzen riechen weniger stark, daher war die Reaktion auf Ingwerpulver auch stärker als auf frisch aufgeschnittene Ingwerknolle. Außerdem sind die verschiedenen Gewürzstoffe bei verschiedenen Katzenarten unterschiedlich erfolgreich. Curry ist als Gewürzmischung eine gute Möglichkeit, eine Vielzahl von Stoffen anzubieten, die gemeinsam einen intensiven Geruch erzeugen, daher ist dieses Gewürz bei vielen Katzenarten erfolgreich einsetzbar. Die Luchse kehrten im Laufe des Tages immer wieder zu der Stelle, an der das Curry angeboten wurde, zurück und zeigten jedes Mal erneut die Verhaltensweisen des Komfortverhaltens. Darüber hinaus hatte die Autorin den starken Eindruck, dass der Kontakt mit dem Curry bei Kater und Katze eine entspannte Stimmung auslöste.

In einer weiteren Anwendung wurden verschiedene **Faeces**-Proben in Jutesäcken im Gehege verteilt. Diese Art von *Enrichment*-Objekten ist im Zoo immer verfügbar, von organischer Natur, ungiftig und kostengünstig. Jutesäcke waren für diese Anwendung insofern gut geeignet, als sie den Geruch gut durchlassen, von den Luchsen aber nicht sofort geöffnet werden können und dadurch eine Vermischung der einzelnen Proben verhindert wurde. Die angebotenen Faeces stammten von Zebra, Kamel und Asiatischem Elefant. Die Faeces-Proben, die die meiste Aufmerksamkeit erregten, waren die von Elefant und Zebra. Kater und Katze kehrten mehrfach zu den Proben zurück und untersuchten sie. Die beobachteten Verhaltensweisen waren Reiben, Rollen und Wälzen an den Objekten sowie danach verstärkte Körperpflege. Außerdem wurden die Objekte mit Harn markiert. Sehr ähnliche Ergebnisse haben Baker et al. (1997), Bassenge et al. (1998) und Schuett & Frase (2001) mit verschiedenen Faeces bei Löwen erzielt.

Der Erfolg der verwendeten Methoden ist besonders erfreulich, da sie einfach durchzuführen sind und die Tiere immer wieder stimuliert werden. Anhand der Bewertungen der einzelnen *Enrichment*-Objekte wurde festgestellt, dass die Reaktionen auf die einzelnen Objekte individuell unterschiedlich waren. Hieraus wird deutlich, dass ein *Enrichment*-Programm individuell geplant, durchgeführt, bewertet und anhand der Ergebnisse entsprechend modifiziert werden muss.

4.4 Tier-Umwelt-Beziehungen

4.4.1 Tier-Tier-Beziehungen

Zwischen den beiden Tieren wurden keine körperlichen sozialen Interaktionen festgestellt, wie sie Luedicke (2005) bei einer Familiengruppe von Luchsen in Zootierhaltung festgestellt hat. Er konnte als positive Interaktionen gegenseitige Fellpflege, gemeinsames Schlafen und soziales Spiel beobachten und Aggressionen als negative Interaktion zwischen den Tieren. Darüber hinaus wurden Verhaltensweisen beobachtet, die der sozialen Kommunikation dienen, die auch bei den Luchsen im Tiergarten Heidelberg festgestellt werden konnten, wie Markierverhalten (Kapitel 4.1), Lautäußerungen und agonistisches Verhalten.

Betrachtet man die Ausprägung dieser Verhaltensweisen im Verhältnis bei den Tieren, so ist eine soziale Struktur zwischen den beiden Luchsen zu erkennen, die sich immer herausbildet, sobald Tiere einer Art zusammenleben. Im Markierverhalten wurde schon eine räumliche Dominanz des Katers festgestellt, aber das Harnspritzverhalten kann auch über eine soziale Dominanz Aufschluss geben; bei sozialen Tieren ist Dominanz mit der Häufigkeit der Markierungen verknüpft (Bloch & Bloch 2002, Sunquist & Sunquist 2002). Da der Kater im Untersuchungszeitraum häufiger markierte als die Katze, kann in dieser Hinsicht von der Dominanz des Katers gesprochen werden. Ebenso verhält es sich mit dem agonistischen Verhalten, das stets vom Kater gegenüber der Katze gezeigt wurde, meist vor der Fütterung. Auch in der Häufigkeit der Lautäußerungen stellt sich dasselbe Muster heraus. Der Kater war im Untersuchungszeitraum 391-mal zu hören, die Katze nur 6-mal. Dabei handelte es sich um das so genannte Mauzen, das eine Lautäußerung von etwa zwölf bei Luchsen feststellbaren Lauttypen darstellt (Peters 1987). Da die Lautäußerungen fast nur in der Direktbeobachtung aufgenommen werden konnten, liegt der wirkliche Wert vermutlich um einiges höher. Auch Luedicke (2005) konnte einen Zusammenhang zwischen der Dominanz und der Anzahl der Lautäußerungen feststellen.

Ein weiteres Ergebnis, das die Kommunikation zwischen den Tieren voraussetzt, ist die zeitliche Organisation zwischen den Tieren. Betrachtet man die Aktivitätsprofile von Kater und Katze übereinander gelagert (Abbildung 27), so fallen einerseits Phasen auf, die gleichläufig sind, die Aktivitätsminima betreffen, andererseits fällt in den Phasen der Aktivitätsmaxima eine ungewöhnliche Gegenläufigkeit auf, was besonders deutlich in der Zeit vor, während und nach der Fütterung zu sehen ist. Die Aktivitätsphasen der

Luchse sind zwischen den beiden Tieren zeitlich aufgeteilt. Auch von Berg et al. (1978) beschreibt, dass einige Aktivitätsschübe bei den von ihm beobachteten Tieren synchron verliefen, andere wieder nicht. Trotz der zeitlichen Organisation zwischen den Tieren weicht der Grundrhythmus wenig voneinander ab (siehe oben).

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Luchse in Heidelberg sowohl eine räumliche (Kapitel 4.1), eine soziale und eine zeitliche Organisation untereinander besitzen.

4.4.2 Tier-Mensch-Beziehungen

Die Tier-Mensch-Beziehung ist besonders bei Tieren in Zoos von Bedeutung, denn nirgendwo sonst kommen die Tiere mit so vielen Menschen in Kontakt wie hier. Bei einer Untersuchung wie der vorliegenden ist es besonders wichtig, nicht nur den Einfluss der Zoobesucher und des Zoopersonals zu berücksichtigen, mit denen die Tiere täglich zu tun haben, sondern auch den Einfluss des Untersuchenden selbst mit einzubeziehen, der häufig mehrere Stunden am Gehege verbringt und dadurch den Tieren bekannt wird.

Zu Beginn dieser Untersuchung wurden die notwendigen Materialien durch die **Untersuchende** am Gehege angebracht. Dies geschah am Vortag des Untersuchungsbeginns und am ersten Aufnahmetag. Schon bei der Installation des Materials konnte eine verstärkte Unruhe bei den Tieren festgestellt werden. Im Chronoethogramm Beobachten des Katers und in den Chronoethogrammen des nicht-aktiven Verhaltens und *Pacings* bei der Katze konnte die Wirkung dieser Arbeiten am Gehege festgestellt werden. Nur am ersten Untersuchungstag war das *Pacing* bei der Katze erhöht, was durch die direkten handwerklichen Arbeiten am Gehege ausgelöst wurde. Auch andere Ereignisse deuten darauf hin, dass Menschen direkt am Gehege in ungewohnten Situationen bei der Katze Stress auslösen. An den ersten fünf Untersuchungstagen waren die Luchse durch die neuen Elemente am Gehege und die häufige Anwesenheit der Untersuchenden beunruhigt. Nach dieser Zeit trat eine Art Gewöhnungseffekt ein und beide Tiere hatten die neuen Elemente und die Untersuchende in ihre Umwelt integriert.

Der Einfluss der **Zoobesucher** ist von anderer Art. Die wenigsten Zoobesucher verweilen längere Zeit am Gehege, so dass sie den Tieren nicht als ungewöhnlich auffallen, denn die Luchse sind als Zootiere an einen wechselnden Strom von Menschen gewöhnt. Es konnte kein quantitativer Einfluss der Zoobesucher auf das Aktivitätsbudget bei Kater und Katze festgestellt werden, auch besonders besucherreiche Tage zeigten im Untersuchungszeitraum keinen Einfluss auf die nachfolgende Aktivität der beiden Tiere. Allerdings lag der Untersuchungszeitraum in den Wintermonaten und daher kann keine

Aussage über die Sommermonate gemacht werden, in denen die Anzahl an Zoobesuchern oft weit höher liegt. Jedoch hatten die Zoobesucher teilweise einen qualitativen Einfluss auf das Verhalten der Luchse. Laute Geräusche veranlassten oftmals zu einer augenblicklichen Aktivitätserhöhung, die nach Zuordnung der Störung sogleich wieder absank. Auch eine Unterschreitung der individuellen kritischen Distanz verursachte bei der Katze an der Besucherscheibe reflexartige Aggression in Form von Tatzen gegen die Scheibe.

Wichtig für das Wohlbefinden der Tiere ist eine positive Interaktion mit dem **Tierpfleger** (Mellen et al. 1998; Carlstead 1998). Die Beziehung zwischen dem Säugetier und seinem Pfleger ist von besonderer Bedeutung für viele Arten. Säugetiere in Zoos sind sich gewöhnlich ihrer Abhängigkeit von ihren Pflegern bewusst und ihre Sicherheit und ihr Wohlbefinden werden beträchtlich erhöht, wenn eine vertrauensvolle, freundliche Beziehung zwischen Mensch und Tier besteht (Poole 1998). In der vorliegenden Untersuchung konnten keine negativen Einflüsse durch den Tierpfleger festgestellt werden.

Allerdings konnte ein konditionierender Effekt durch die von den Menschen auferlegten Zeitpläne festgestellt werden, insbesondere bei der Fütterung (Kapitel 4.2.6). Neben dem besprochenen Problem, dass zu festgelegten Zeiten gefütterte Carnivoren oftmals Stereotypen vor der Fütterung ausüben, bleibt in der Regel die Frage offen, ob **Fastentage** bei der Fütterung von Kleinkatzen sinnvoll sind. Diese Praxis baut auf der Prämisse auf, dass Großkatzen in der freien Wildbahn nicht jeden Tag fressen. Ob das Fasten in Intervallen von sieben Tagen irgendwelche negativen psychologischen oder ethologischen Konsequenzen hat, ist unbekannt (Lindburg 1998). In der vorliegenden Untersuchung konnten ethologische Wirkungen von Fastentagen bei beiden Luchsen nachgewiesen werden. Der Kater zeigte am überwiegenden Teil der Fastentage auch nach dem eigentlichen Fütterungstermin immer wiederkehrendes *Pacing*, das sich über die Nacht und bis zur Fütterung am nächsten Tag erstreckte, dadurch wurde auch sein nicht-aktives Verhalten stärker unterbrochen. Bei der Katze wurde als Folge der Fastentage, in der überwiegenden Zahl der Fälle, jeweils in der folgenden Nacht eine Erniedrigung des nicht-aktiven Verhaltens festgestellt. Auch in der Untersuchung von Luedicke (2005) wurde eine Verstärkung der Stereotypie festgestellt, wenn das Tier am Vortag nichts zu fressen bekommen hatte. Da der Zeitumfang an *Pacing* ein brauchbarer Maßstab für Wohlbefinden sein kann (Mason 1993), folgt aus diesen Ergebnissen, dass Luchse nicht gefastet werden sollten, eine Meinung, die auch von Mellen (1991) über den Reproduktionserfolg begründet wird.

4.4.3 Klimatische Faktoren

Aktivitätsmuster sind ein Teil der Adaptation von Arten an ihre Umwelt. Veränderungen in Aktivitätsmustern können teilweise eine Antwort auf Veränderungen in Umweltbedingungen sein. Dass Menschen und Tiere auf das Wetter mehr oder weniger stark reagieren, ist bekannt, jedoch nicht was dabei passiert. Fachleute sind sich aber einig, dass das vegetative Nervensystem wohl die größte Rolle spielen dürfte. Zu seinen Aufgaben gehört unter anderem die Anpassung der unbewussten Körperfunktionen an Veränderungen in der Umwelt wie zum Beispiel Temperatur, Druck usw.

Umweltfaktoren mit einem signifikanten Einfluss auf die Aktivität der Luchse waren der die Luftfeuchtigkeit, die Globalstrahlung, das Ozon und der Luftdruck. Aus der direkten Beobachtung am Gehege konnte auch ein Einfluss des Niederschlags auf die Luchse festgestellt werden. Dabei wirkte sich der Niederschlag kurzfristig aus und die Menge des Niederschlags war entscheidend. Am stärksten war der Einfluß des Niederschlags auf das *Pacing* des Katers, wobei viel Regen sein *Pacing* reduzierte (UT 30, 31, 46). Darüber hinaus konnte während der Direktbeobachtung kurzzeitig ein erhöhtes nicht-aktives Verhalten bei beiden Tieren festgestellt werden.

Einen signifikanten Einfluss auf die Aktivität der Tiere übte die Luftfeuchtigkeit aus. Bei steigender Luftfeuchtigkeit wurden beim Kater eine Zunahme an nicht-aktiven Verhaltensweisen sowie eine verminderte Lokomotion und Beobachtungstätigkeit registriert. Bei Regenwetter und an nasskalten Wintertagen verhielten sich auch die Luchse von Lindemann (1955) viel träger als sonst und hielten sich häufig in ihren Unterschlupfen auf. Auch Saunders (1963) stellte bei frei lebenden Luchsen und Zootieren einen Einfluss des Niederschlages fest. Er registrierte bei den Luchsen eine geringere Aktivität, wenn es regnete oder schneite, und die Gehegetiere verzogen sich dann oft in ihre Unterkünfte. Schmidt (1999) konnte bei frei lebenden Luchsen eine Reduzierung der Aktivität in 75 % der Fälle bei starkem Regen nachweisen.

Der Luchs, als eine weit nach Norden, bis in die Tundrazone hinein verbreitete Art, zeichnet sich durch eine geringe Kälteempfindlichkeit aus (Lindemann 1955). Auch in der vorliegenden Arbeit konnte kein Einfluss von der Temperatur auf die Aktivität festgestellt werden. Allerdings wurde bei frei lebenden polnischen Luchsen im Sommer über den ganzen Tag weniger Bewegung verzeichnet, wenn die Temperatur über 30°C lag (Schmidt 1999). Da die vorliegende Untersuchung im Winter durchgeführt wurde, kann darüber keine Aussage gemacht werden, jedoch konnte auch Luedicke (pers. Mitt.) bei Luchsen in Zootierhaltung im Sommer eine verminderte Aktivität feststellen, wenn

die Temperaturen höher als 30 °C waren. Und Kiesswetter (1992) stellte bei Großkatzen eine Zunahme an *Pacing* im Winter fest.

Es bestand keine eindeutige Korrelation zwischen Luftdruck und Dauer der Aktivität bei beiden Luchsen. Aber die Ergebnisse geben Hinweise auf eine Erniedrigung der Aktivität bei steigendem Luftdruck. Beltran & Delibes (1994) untersuchten den Einfluss verschiedener Wetterparameter auf die Aktivität bei frei lebenden Iberischen Luchsen (*Lynx pardinus*) in Spanien. Sie stellten fest, dass die Umweltfaktoren einen unterschiedlich großen Einfluss in den verschiedenen Jahreszeiten hatten. Im Winter hatten hohe Temperaturen, Luftdruckveränderungen und die Luftfeuchtigkeit einen signifikanten Einfluss auf die Aktivität. Im Sommer waren hohe Temperaturen und hoher Luftdruck von Bedeutung. Die Iberischen Luchse ruhten im Winter weniger, wenn der Luftdruck oder die Luftfeuchtigkeit hoch waren. Die Aktivität nahm bei Nacht zu, wenn die Temperatur stieg, und sie ruhten länger, wenn die Temperatur sank. Im Sommer war die Aktivität bei hohen Temperaturen reduziert, hoher Luftdruck gingen ebenfalls mit einer Abnahme der Aktivität einher.

Über den Einfluss der Globalstrahlung und der Ozonwerte auf das Verhalten von Katzen ist nichts bekannt. Aus den vorliegenden Ergebnissen ist ersichtlich, dass höhere Ozonwerte das *Pacing* beim Kater reduzierten. Jedoch sind die Ozonwerte im Winter im Vergleich zum Sommer sehr gering, daher kann keine eindeutige Aussage darüber gemacht werden, aber die Ergebnisse lassen in dieser Hinsicht eine Tendenz erkennen.

Die Globalstrahlung hatte eine signifikante Beziehung zu Beobachten und Nicht-Aktivität beim Kater. Hohe Globalstrahlung reduzierte sein Beobachten und erhöhte seine nicht-aktiven Verhaltensweisen. Mit Globalstrahlung bezeichnet man die gesamte auf eine horizontale Fläche am Boden einfallende kurzwellige Himmelsstrahlung, also die Summe aus direkter solarer Strahlung und der diffusen Himmelsstrahlung (resultierend aus gestreutem und reflektiertem Sonnenlicht), ihre Einheit ist W/m^2 . Die Wellenlänge dieser Strahlung liegt im Bereich von 300 bis 3000 nm und beinhaltet damit den Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichtes. Die der radiometrischen Einheit W/m^2 entsprechende photometrische Einheit ist das Lux (Beleuchtungsstärke, Lichteindruck). Es gilt $1\text{lx}=1,47 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$ im Bereich des für Menschen sichtbaren Lichtes. Somit kann die Globalstrahlung als ungefähres Maß für die Intensität des Lichtes verwendet werden. Daraus folgt, dass die Intensität des Lichtes einen Einfluss auf das Verhalten des Katers hatte.

Es wurde kein Wetterparameter festgestellt, die eine signifikante Beziehung zu den Verhaltensweisen der Katze hatten. Es wird angenommen, dass dies eine Folge der Beziehung zwischen den Tieren ist. Wie beschrieben zeichnet sich der Kater gegenüber der Katze durch räumliche und soziale Dominanz aus und die beiden Tiere haben eine zeitliche Organisation während der Zeiten der Aktivität. Normalerweise orientieren sich die subdominanten Tiere an dem Verhalten der dominanten Tiere. Die Umweltfaktoren üben deswegen keinen signifikanten Einfluss auf das Verhalten der Katze aus, da sie sich überwiegend am Verhalten des Katers orientiert und er für sie einen sozialen Zeitgeber darstellt, der als latenter Zeitgeber wirkt. Rajaratnam & Redman (1998) konnten auch bei indischen Hörnchen (*Funambulus pennanti*) nachweisen, dass soziale Kontakte ein Zeitgeber für diese Tiere sein können.

4.5 Nachuntersuchung

Der Ursprung von Stereotypen ist komplex und eine Vielzahl von funktionellen Gründen können für die Entwicklung dieser Verhaltensweisen verantwortlich sein (Carlstead 1998). Während viele funktionelle Fragen im Hinblick auf Stereotypen bis jetzt nicht zufrieden stellend beantwortet werden können, ist jedoch bekannt, dass geeignetes *Environmental Enrichment* die Stereotypen von Tieren in Gefangenschaft reduziert (Hediger 1942).

Auch beim *Pacing* des Katers wurden unterschiedliche Motivationen als Ursache festgestellt (Kapitel 4.2.6). Die Erkenntnis, dass der Fütterungsmodus, und dabei im Wesentlichen die Fütterungszeit, für das *Pacing* beim Kater am Nachmittag verantwortlich war, veranlasste die Autorin in Zusammenarbeit mit dem Tiergarten Heidelberg eine Nachuntersuchung durchzuführen. Durch eine andere, längerfristige Art von *Environmental Enrichment* sollte versucht werden, den Anteil an stereotypem Laufen beim Kater am Nachmittag durch eine Umstellung der Fütterungsmodalitäten zu reduzieren (Carlstead & Shepherdson 1994, Lindburg 1998).

Eine Zoostudie an Bengalkatzen ergab, dass die Erhöhung der Fütterungsfrequenz von einmal auf viermal täglich Futtersuchverhalten zunehmen ließ und der Anteil an Stereotypen um 50 % abnahm (Shepherdson et al. 1993). Diese Anwendung von *Enrichment* beruht auf der Annahme, dass durch eine Erhöhung der Fütterungsfrequenz der Zeitpunkt der Fütterung nicht mehr vorhersagbar ist. Die Tiere werden dazu gebracht, re-

regelmäßig motiviert nach Nahrung zu suchen, ohne dass es zur Ausbildung von Stereotypen kommen kann, da die Tiere keine Ersatzhandlungen für die Verhaltensweisen des Beuteerwerbs auszuführen brauchen.

In Heidelberg konnte eine Reduktion des *Pacing* um 20 % durch das regelmäßig durchgeführte *Enrichment* (Kapitel 4.3) erreicht werden. Insgesamt wurde in der Nachuntersuchung durch die Umstellung der Fütterungsfrequenz eine Reduktion des *Pacing* am Nachmittag beim Kater um über 80 % erzielt. Darüber hinaus wirkte sich die Aufteilung der Fütterung allgemein sehr positiv auf das gesamte Verhalten der Luchse aus (Hr. Kubacki, Tierpfleger, pers. Mitt.). Auch die Autorin stellte bei späteren Besuchen im Tiergarten Heidelberg fest, dass die Luchse nach der Änderung im Fütterungsregime einen entspannteren Eindruck machten.

Aufgrund der positiven Ergebnisse wurde die Änderung in der Fütterung der Luchse beibehalten.

Summary

The objective of the Diplomarbeit was to examine the use of the enclosure in relation to the activity rhythms of lynxes in captivity by the means of chronoethological methods. Two adult lynxes were continuously observed in Tiergarten Heidelberg over 50 days. The 24 hour activity rhythms of the animals were registered in direct observation and indirectly with the support of infrared-time-lapse-videorecording. By providing environmental enrichment for the lynxes, species-specific behaviour patterns were supposed to be enhanced while repetitive behaviour patterns were expected to be reduced. The influence on behaviours by external factors (climate, zoo visitors, zoo keepers) was examined. In the first part of the study the circadian rhythms of the animals were recorded. Then in the second part environmental enrichment was provided and evaluated on a regular basis.

The relation of the different behavioural components displayed by the animals over the 24 hour day was relatively similar. An increase of activity 1.5 to 2 hours prior to feeding was observed in both animals and identified as food-anticipatory activity. The lynxes had a biphasic rhythm of active behaviour with one peak in the early daytime hours and one peak in the afternoon, i.e. a biphasic rhythm that is typical for diurnal species.

Repetitive behaviour patterns as stereotypic pacing were identified in both animals. A circadian rhythm of this behaviour could be identified by the means of chronoethological methods. The scheduled feeding time in the afternoon was identified as the cause for the stereotypic pacing of one animal. The scheduled once-a-day feeding probably functioned as a zeitgeber. The stereotypic pacing prior to feeding was reduced by circa 80 % after changing the feeding routine to twice-a-day, as the results of the follow-up study show. The changing of the feeding routine also had a positive effect on the behaviour patterns and well-being of both animals (keepers, pers. comm.).

Enrichment was provided by applying consumable and non-consumable items. The animals had more opportunities to display exploratory and comfort behaviours; they also had opportunities to show predatory behaviour patterns of food acquisition. The results demonstrate that the provided enrichment enhanced species-specific behaviour patterns in the majority of all opportunities. Individual differences of behaviours as responses to enrichment were observed. Stereotypic pacing was also reduced in one animal.

The results show how important the application of chronoethological methods can be for the welfare of animals in zoo husbandry, and that applied chronoethology and environmental enrichment together can make an enormous contribution to zoo biology. Zoo husbandry can be improved for a species in general and an individual in particular.

Literatur

- ACHENBACH, S. (2003): Ethologische Untersuchungen zur Haltung von Sumatra-Tigern (*Panthera tigris sumatrae*) im neuen Tiger-Außengehege des Tiergartens Heidelberg. Der zoologische Garten 73: 165-176.
- ALTMANN, J. (1974): Observational study of behavior: Sampling Methods. Behaviour 49: 227-267.
- von ARX, M., BREITENMOSER-WUERSTEN, C., ZIMMERMANN, F., BREITENMOSER, U. (2004): Eurasian Lynx Online Information System for Europe. <http://www.kora.unibe.ch/en/proj/elois/online/index.html>. 17. November 2004.
- ASCHOFF, J. (1958): Tierische Periodik unter dem Einfluss von Zeitgebern. Zeitschrift für Tierpsychologie Bd. 15 (1): 1-30.
- ASCHOFF, J. (1960): Exogenous and Endogenous Components in Circadian Rhythms. Cold Spring Harbour Symposium Quant. Biol. 25: 11-28.
- ASCHOFF, J. (1964): Survival value of diurnal Rhythms. In: Edholm, O. G. (Hrsg.): The biology of survival. Symp. Zool. Soc. Lond. 13. S. 79-98.
- ASCHOFF, J. (1981): Freerunning and Entrained Circadian Rhythms. In: Aschoff, J.: Handbook of Behavioral Neurobiology. Vol. 4: Biological Rhythms. New York: Plenum Press.
- ASCHOFF J. (1981): A survey on Biological Rhythms. In: Aschoff, J.: Handbook of Behavioral Neurobiology. Vol. 4: Biological Rhythms. New York, London: Plenum Press. S. 3-8.
- ASCHOFF, J., DAAN, S., HONMA, K.-I. (1982): Zeitgebers, Entrainment, and Masking: Some Unsettled Questions. In: Aschoff, J., Daan, S., Groos, G.A. (Hrsg.): Vertebrate Circadian Systems. Heidelberg: Springer Verlag. S. 13-23.
- ASCHOFF, J., ASSMANN, J., BLASER, J.P., CANCIK, H., COLPE, K., EIGEN, M., EPSTEIN, D., GRÜSSER, O.J., HÄBERLE, P., HEIMANN, H., LÜSCHER, E., PÖPPEL, E., SEIBT, F., WHEELER, J.A. (1992): Die Zeit – Dauer und Augenblick. 3. Aufl.. München: R. Piper GmbH & Co. KG. S. 132-144.
- BAKER Jr., W. K., CAMPBELL, R., GILBERT, J. (1997): Enriching the Pride: Scents that make sense. The Shape of Enrichment 6 (1): 1-3.
- BASSENGE, A., GEERS, E., KOLTER, L. (1998): Wirkung von verschiedenen Methoden des Environmental Enrichment auf Katzen (*Felidae*). Zeitschrift des Kölner Zoo 41 (3): 103-131.
- BELTRÁN, J. F., DELIBES, M. (1994): Environmental Determinants of circadian activity of free-ranging Iberian lynxes. Journal of Mammalogy 75 (2): 382-393.
- von BERG, F.-C., SOMMERLATTE, M., FESTETICS, A. (1978): Radiotelemetrische Kontrolle von Luchsen nach ihrer Wiedereinbürgerung in Österreich. In: Festetics, A. (Hrsg.): Der Luchs in Europa. Verbreitung, Wiedereinbürgerung, Räuber-Beute-Beziehung. Greven: Kilda-Verlag.

- BLOCH, G., BLOCH, K. (2002): Timberwolf Yukon & Co. Mürlenbach/Eifel: Kynos Verlag.
- BORBELY, A. (1984): Schlaf als biologischer Rhythmus. In: Borbely, A. (Hrsg.): Das Geheimnis des Schlafs, Kap. 11. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt. S. 9-16.
- BREITENMOSER, U., HALLER, H. (1987): Zur Nahrungsökologie des Luchses *Lynx lynx* in den schweizerischen Nordalpen. Zeitschrift für Säugetierkunde 52: 168-191.
- BREITENMOSER-WUERSTEN, C. (2001): Untersuchungen zur Luchspopulation in den Nordwestalpen der Schweiz 1997-2000. Muri: KORA Bericht Nr. 9.
- CARLSTEAD, K., SHEPHERDSON, D. J. (1994): Effects of Environmental Enrichment on Reproduction. Zoo Biology 13: 447-458.
- CARLSTEAD, K. (1998): Determining the causes of stereotypic behaviors in zoo carnivores: Toward appropriate Enrichment strategies. In: Shepherdson, D. J., Mellen, J. D. & Hutchins, M. (Hrsg.): Second nature: environmental enrichment for captive animals. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. S. 172-183.
- CHUBYKINA, N. L., SHILO, R. A. (1981): A study of diurnal activity rhythms in Snow leopards and Lynx. International Zoo Yearbook 19: 193-196.
- CURIO, E. (1976): The ethology of predation. Berlin: Springer-Verlag.
- DOWERS, L.L. (1998): Behavioral responses of captive bobcats (*Lynx (Felis) rufus*) to environmental enrichment. Thesis (M.Sc. unveröffentlicht) - Southern Illinois University at Carbondale.
- EWER, R. F. (1998): The Carnivores. Cornell University Press, New York.
- FESTETICS, A. (1978): Steckbrief: Luchs. In: Der Luchs in Europa: Verbreitung, Wiedereinbürgerung, Räuber-Beute-Beziehung. Greven: Kilda-Verlag. S. 85-88.
- FLEISSNER, G., FLEISSNER, G. (1993): Seeing Time. In: Wiese, K. et al. (Hrsg.): Sensory Systems of Arthropods. Basel: Birkhäuser Verlag.
- FLEISSNER, G. (1996): Rhythmizität, circadiane Rhythmik und Schlaf. In: Dudel, J., Menzel, R., Schmidt, R.F. (Hrsg.): Neurowissenschaften. S. 519-537.
- FLEISSNER, G. (1998): Neuronale Grundlagen biologischer Uhren. Forschung Frankfurt, Wissenschaftsmagazin der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main 16 (2): 56-67.
- FRANCK, D. (1997): Verhaltensbiologie. 3. Auflage. Stuttgart: Thieme Verlag.
- GANSLOSSER, U. (Hrsg.) (1996): Kurs Tiergartenbiologie. Fürth: Filander-Verlag.
- GANSLOSSER, U. (Hrsg.) (1999): Kurs Tiergartenbiologie II. Fürth: Filander-Verlag.
- GANSLOSSER, U. (Hrsg.) (2003): Kurs Tiergartenbiologie III. Fürth: Filander-Verlag.
- GILKINSON, J. J., WHITE, B.C., TAYLOR, S. (1997): Feeding enrichment and behavioural changes in Canadian Lynx (*Lynx canadensis*) at Louisville Zoo. International Zoo Yearbook 35: 213-216.

- GUSSET, M., BURGNER, N., SCHMID, H. (2002): Wirkung einer aktiven Futterbeschaffung mittels Futterkisten auf das stereotype Gehen und den Glukokorticoidepiegel von Margays (*Leopardus wiedii*) im Zoo Zürich. *Der Zoologische Garten* 72: 245-262.
- HAGLUND, B. (1966): Winter habits of the lynx (*Lynx lynx* L.) and wolverine (*Gulo gulo* L.) as revealed by tracking in the snow. *Viltrevy* 4: 1-299.
- HALLER, H. (1992): Zur Ökologie des Luchses im Verlauf seiner Wiederansiedlung in den Walliser Alpen. *Mammalia depicta*. 1-62.
- HEDIGER, H. (1934b): Über Bewegungsstereotypien bei gehaltenen Tieren. *Revue Suisse de Zoologie* 41 (17): 349-356.
- HEDIGER, H. (1942): *Wildtiere in Gefangenschaft: Ein Grundriss der Tiergarten-Biologie*. Basel: Bruno Schwabe & Co Verlag.
- HEDIGER, H. (1965): *Mensch und Tier im Zoo: Tiergarten-Biologie*. Zürich: Albert Müller Verlag.
- HEDIGER, H. (1966): Diet of animals in captivity. *International Zoo Yearbook* 6: 37-58.
- HEDIGER, H. (1967): Tierstrassen im Zoo. In: Hediger, H. (Hrsg.): *Die Straßen der Tiere*. Braunschweig: Vieweg Verlag.
- HUCHT-CIORGA, I. (1988): Studien zur Biologie des Luchses: Jagdverhalten, Beuteausnutzung, innerartliche Kommunikation und an den Spuren fassbarer Körpermerkmale. *Schriften des Arbeitskreises Wildbiologie und Jagdwissenschaft an der Justus-Liebig-Universität Gießen* 19. Stuttgart: Enke.
- HUTCHINS, M., HANCOCKS, D., CROCKETT, C. (1984): Naturalistic solutions to the behavioral problems of captive animals. *Der Zoologische Garten N. F.* 54: 28-42.
- IMMHOFF, U. (2002): Chronoethologische Untersuchungen an Luchsen (*Lynx lynx*). Diplomarbeit (unveröffentlicht) – Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- JOBIN, A., MOLINARI, P., BREITENMOSER, U. (2000): Prey spectrum, prey preference and consumption rates of Eurasian lynx in the Swiss Jura Mountains. *Acta Theriologica* 45 (2): 243-252.
- KIESSWETTER, B. (1992): Stereotypes Verhalten: Begriff, Erscheinungsformen, auslösende Faktoren und Genese - Untersuchung an Großkatzen in Zoologischen Gärten. *Zoologica* 142.
- LEMMER, B. (2004): *Chronopharmakologie*. 3. Auflage. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH.
- LEYHAUSEN, P. (1982): *Katzen – eine Verhaltenskunde*. 5. Aufl.. Berlin, Hamburg: Paul Prey Verlag
- LINDBURG, D.G. (1988): Improving the feeding of captive felines through application of field data. *Zoo Biology* 7: 211-218.

- LINDBURG, D. G. (1998): Enrichment of captive mammals through provisioning. In: Shepherdson, D. J., Mellen, J. D., Hutchins, M. (Hrsg.): Second nature: Environmental Enrichment for captive animals. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press, 262-276.
- LINDEMANN, W. (1950): Beobachtungen an wilden und gezähmten Luchsen. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 7: 217-240.
- LINDEMANN, W. (1955): Über die Jugendentwicklung beim Luchs (*Lynx l. lynx* Kerr.) und bei der Wildkatze (*Felis s. sylvestris* Schreb.). *Behaviour* 8: 1-45.
- LINELL, J.D.C., STOEN, O.G., ODDEN, J., NESS, E., GANGAS, L., KARLSEN, J., EIDE, N., ANDERSON, R. (1996): Lynx and roe deer in eastern Hedmark. NINA Oppdragsmelding 414. 1-36.
- LUEDICKE, T. (2005): Chronoethologie und *Environmental Enrichment* in der Tiergartenbiologie und die Anwendung in der Haltung des Karpatischen Luchses (*Lynx lynx carpathicus*). Diplomarbeit (unveröffentlicht) – Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main.
- LYONS, J., YOUNG, R.J., DEAG, J.M. (1997): The effects of physical characteristics of the environment and feeding regime on the behaviour of captive felids. *Zoo Biology* 16: 71-83.
- MARKOWITZ, H., LAFORSE, S. (1987): Artificial prey as behavioral enrichment devices for felines. *Applied Animal Behaviour Science* 18: 31-43.
- MASON, G. (1991a): Stereotypies: a critical review. *Animal Behaviour* 41: 1015-1037.
- MASON, G. (1993): Forms of stereotypic behaviour. In: Lawrence, A., Rushen, J. (Hrsg.): Stereotypic animal behaviour: Fundamentals and Application to Welfare. Wallingford: CAB International. S. 7-32.
- MATJUSCHKIN, E. N. (1978): Der Luchs: *Lynx lynx*. Neue Brehm-Bücherei 517. Wittenberg: Ziemsen Verlag.
- MELLEN, J. D. (1991): Factors influencing reproductive success in small captive exotic felids (*Felis* spp.): A multiple regression analysis. *Zoo Biology* 10: 95-110.
- MELLEN, J. D., SHEPHERDSON, D. J. (1997): Environmental enrichment for felids: an integrated approach. *International Zoo Yearbook* 35: 191-197.
- MELLEN, J.D., HAYES, M.P., SHEPHERDSON, D.J. (1998a): Captive environments for small felids. In: Shepherdson, D.J., Mellen, J.D. & Hutchins, M. (Hrsg.): Second nature: Environmental Enrichment for captive animals. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. S. 184-201.
- MELLEN, J. D., SHEPHERDSON, D. J., HUTCHINS, M. (1998b): The future of Environmental Enrichment. In: Shepherdson, D.J., Mellen, J.D. & Hutchins, M. (Hrsg.): Second nature: Environmental Enrichment for captive animals. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. S. 329-336.
- MELLEN, J.D., MacPHEE, M.S. (2001): Philosophy of Environmental Enrichment: past, present, and future. *Zoo Biology* 20: 211-226.

- MENCH, J.A. (1998): Environmental Enrichment and the importance of exploratory behavior. In: Shepherdson, D.J., Mellen, J.D. & Hutchins, M. (Hrsg.): Second nature: Environmental Enrichment for captive animals. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. S. 30-46.
- MEYER-HOLZAPFEL, M. (1968): Abnormal behaviour in Zoo Animals. In: Fox, M. W. (Hrsg): Abnormal behavior in animals. Philadelphia-London-Toronto: W. B. Saunders Company.
- ÖDBERG, F. O. (1978): Abnormal behaviours: Stereotypies. First world congress on Ethology applied to Zootechnics 1: 475-480.
- OKARMA, H., JEDRZEJEWSKI, W., SCHMIDT, K., KOWALCZYK, R., JEDRZEJEWSKA, B. (1997): Predation of Eurasian lynx on roe deer and red deer in Bialowieza Primeval Forest. Acta Theriologica 42 (2): 203-224.
- PETERS, G. (1987): Acoustic communication in the genus *Lynx* (Mammalia: Felidae) – comparative survey and phylogenetic interpretation. Bonner zoologische Beiträge 38 (4): 315-330.
- PIECHULLA, B., ROENNEBERG, T. (1999): Chronobiologie – Wie tickt unsere biologische Uhr?. Zeitschrift für Biologie heute 4.
- PITTENDRIGH, C.S. (1960): Circadian rhythms and the circadian organization of living systems. Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 25: 159-184.
- POOLE, T.B. (1998): Meeting a mammal's psychological needs: Basic principles. In: Shepherdson, D.J., Mellen, J.D., Hutchins, M. (Hrsg.): Second nature: Environmental Enrichment for captive animals. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. S. 83-94.
- POWELL, K.E. (1997): Environmental Enrichment programme for Ocelots (*Leopardus pardalis*) at North Carolina Zoological Park, Asheboro. International Zoo Yearbook 35: 217-224.
- PULLIAINEN, E., LINDGREN, E., TUNKKARI, P.S. (1995): Influence of food availability and reproductive status on the diet and body condition of the European lynx in Finland. Acta Theriologica 40: 181-196.
- RAJARATNAM, S.M.W., REDMAN, J.R. (1998): Social contact synchronizes free-running activity rhythms of diurnal Palm squirrels. Physiology and Behavior 66 (1): 21-26.
- REEBS, S.G., LAGUE, M. (2000): Daily food-anticipatory activity in golden shiners: A test of endogenous timing mechanisms. Physiology and Behavior 70: 35-43.
- REINHARDT, I., HALLE, S. (1999): Time of activity of a female free-ranging Lynx (*Lynx lynx*) with young kittens in Slovenia. Zeitschrift für Säugetierkunde 64: 65-75.
- RUSHEN, J., LAWRENCE, A.B., TERLOUW, E.M.C. (1993): The motivational Basis of stereotypies. In: Lawrence, A. and Rushen J. (Hrsg.): Stereotypic Animal behaviour: Fundamentals and Application to welfare. Tuscon: University of Arizona Press. S. 41-60.

- SAUNDERS, J.K. (1963): Movements and activities of the lynx in Newfoundland. *Journal of Wildlife Management* 27 (3): 390-400.
- SCHALLER, G.B. (1972): *The Serengeti Lion. A study of Predator-Prey Relationship*. Chicago: University of Chicago Press.
- SCHALLER, G.B., CRAWSHAW, P.G. (1980): Movement patterns of Jaguar (*Panthera onca*). *Biotropica* 12: 161-168.
- SCHMIDT, K., JEDRZEJEWSKI, W., OKARMA, H. (1997): Spatial organization and social relations in the Eurasian lynx population in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *Acta Theriologica* 42 (3): 289-312.
- SCHMIDT, K. (1999): Variation in daily activity of the free-living Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Bialowieza Primeval Forest, Poland. *Journal of Zoology London* 249: 417-425.
- SCHUETT, E.B., FRASE, B.A. (2001): Making scents: Using the olfactory senses for lion enrichment. *Shape of Enrichment* 10 (3): 1-3.
- SHEPHERDSON, D.J., CARLSTEAD, K., MELLEN, J.D., SEIDENSTICKER, J. (1993): The influence of food presentation on the behavior of small cats in confined environments. *Zoo Biology* 12: 203-216.
- SHEPHERDSON, D.J. (1998): Tracing the path of environmental enrichment in zoos. In: Shepherdson, D.J., Mellen, J.D. & Hutchins, M. (eds.): *Second nature: Environmental Enrichment for captive animals*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press. S. 1-12.
- STAUFFACHER, M. (1998): 15 Thesen zur Haltungsoptimierung im Zoo. *Der Zoologische Garten N.F.* 68: 201-218.
- STEHLÍK, J. (1978): Zur Ethologie, insbesondere zur Fortpflanzung von Luchsen in Gefangenschaft. In: Festetics, A. (Hrsg.): *Der Luchs in Europa. Verbreitung, Wiedereinbürgerung, Räuber-Beute-Beziehung*. Greven: Kilda-Verlag.
- STEPHAN, F.K. (2002): The "other" circadian System: Food as a Zeitgeber. *Journal of Biological Rhythms* 17 (4): 284-292.
- SUNQUIST, M., SUNQUIST, F. (2002): *Wild Cats of the World*. Chicago: University of Chicago Press.
- SZYMANSKI, J.S. (1920): Aktivität und Ruhe bei Tieren und Menschen. *Zeitschrift für allgemeine Physiologie* 18.
- WELLER, S.H., BENNETT, C.L. (2001): Twenty-four hour activity budgets and patterns of behavior in captive ocelots (*Leopardus pardalis*). *Applied Animal Behaviour Science* 71: 67-79.
- WIEDENMAYER, C., SÄGESSER, H. (1988): Das Raum-Zeit-System des Sibirtigers, *Panthera tigris altaica* (Temminck 1845), im Berner Tierpark Dählhölzli. *Der Zoologische Garten N.F.* 58: 31-39.

Anhang

Anhangsverzeichnis

A. Material	75
A.1 Materialliste	75
A.2 Infrarot-Scheinwerfer-Bauplan.....	77
B. Methoden	78
B.1 Protokollbogen.....	78
B.2 <i>Environmental Enrichment</i> – Erfassungsbogen.....	79
B.3 <i>Environmental Enrichment</i> – Bewertungsbogen.....	80
B.4 <i>Environmental Enrichment</i> – Kalender der Durchführung.....	81
C. Umwelt	83
C.1 Nahrungs- und Reinigungsdaten.....	83
C.2 Anzahl der Zoobesucher	84
C.3 Wetterdaten.....	85
C.4 Sonne- und Mond.....	88
D. Verhalten	89
D.1 Aktivitätsanteile an den Untersuchungstagen.....	89

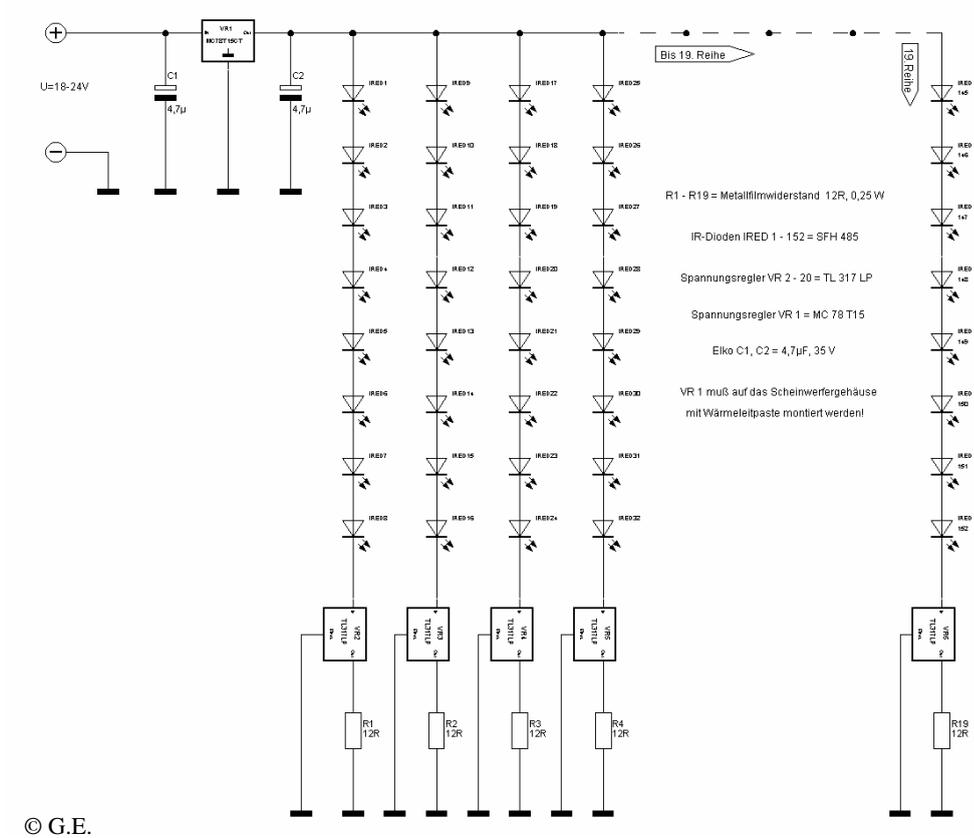
Anhang A.1: MATERIALLISTE

Bezeichnung	Technische Daten	Anzahl
Aufnahme-Einheiten		
Kamera, CCD, AD-502A WAT-502B s/w*	220 V / 9 V / 150 mA, 0,003 Lux	4
Kamera-Gehäuse f. Kamera, CCD, AD-502A***	-	4
Objektiv (Variofokus), TV 8561*	f 3.3-8.0 / F manuell	3
Objektiv (Fixfokus)*	f 12.0 / F 2.0	1
IR-Scheinwerfer***	15 V / 1,9 A	4
Aufzeichnungseinheit		
Langzeit-Videorekorder, TLS-1960P s/w; Sanyo	220 V, 960 Std.	1
Quadrantenverteiler, SQV-25 s/w; Sanyo	220 V / 12 V	1
Festspannungsnetzgerät, EA-PS-524-05-T**	220 V / 18-24 V / 6,25 A / 150 W	1
Festspannungsnetzgerät, EA-PS-524-11-T**	220 V / 18-24 V / 12,5 A / 300 W	1
Monitor, TVM-5002E**	220 V / 12 V, 13 cm	1
Verteilerbox***	18-24 V / 6,25-12,5 A	2
* Vertrieb: ELV Elektronik AG; ** Vertrieb: Conrad Elektronik GmbH; *** eigener Entwurf und Bau in Zusammenarbeit mit G. Fleisner		
IR-Scheinwerfer: Bauelemente		
Halogenstrahler-Gehäuse (Al)	Schutzart IP 44	4
Euro-Platine, Streifenraster	160 x 100 x 1,5 mm	4
IR-Diode, SFH 485	100 mA, 25-30 mW/sr, 880 nm	608
Widerstand (Metallfilm)	12 R, 0,25 W	76
Spannungsregler TO-92, TL317LP	1,2-32 V, 100 mA	76
Kondensator	4,7 µF, 35 V	8
Spannungsregler TO-220, MC78T15CT	15 V, 3 A	4
Kamera-Gehäuse u. Aufhängung: Bauelemente		
HT-Rohr mit Muffe (PP-H)	D 70/75 x 150 x 1,9 mm, DIN 4102	4
HT-Muffenstopfen (PP-H)	D 70 x 1,9 mm, DIN 4102	4
Glasscheibe	D 70 x 3 mm	4
Federdraht-Sicherungsbügel	50 x 8 x 1 mm	8
Gummistutzen	NW 50/2"	4
Gummistutzen	NW 30/40	4
Spannungsregler TO-220, MC7809CT	9 V, 1 A	4
Kühlkörper für MC7809CT	29 x 11,5 x 37,5 mm	4
Kamera-Gehäuse u. Aufhängung: Bauelemente		
(Fortsetzung)		
HT-Rohrschelle (St, verzinkt), Aufhängung	D 74/80 x 20 x 2 mm	4
Montage-Band (St, verzinkt), Aufhängung	145 x 20 x 1 mm	8

Bezeichnung	Technische Daten	Anzahl
Verteilerbox: Bauelemente		
Kunststoff-Gehäuse (PS)	180 x 205 x 70 mm	2
Lüsterklemme	10-polig	2
Buchsen, teilisoliert	D 4 mm, 16 A	20
Büschelstecker	D 4 mm, 16 A	20
Installations-Zubehör		
Tageszeit-Schaltuhr	3 kW, Abstand 15 min	1
ÜberspannungsfILTER, Typ 1713	220 V, F-Sicherung 4 A	1
Steckdosenleiste mit Schalter	220 V	1
Steckverbindung (Safe-Box)	-	1
Feuchtraum-Abzweigkasten	83 x 83 x 40 mm	8
Feuchtraum-Kabeltrommel	220 V	30 m
Feuchtraum-Verlängerungskabel	220 V	10 m
Chinchkabel	-	8 m
Zwillingslitze (NYFAZ)	2 x 0,4 mm ²	5 m
Zwillingslitze (NYFAZ)	2 x 0,75 mm ²	10 m
Steuerleitung (LiYCY)	2 x 0,14 mm ²	100 m

Material ohne Werkzeug und Verbrauchsmaterial (z.B. Schrauben, Kabelbinder, Isolierband etc.)

Anhang A.2: INFRAROT-SCHEINWERFER – BAUPLAN



© G.E.
Abbildung A.2.1. Infrarotscheinwerfer, Schaltplanplan.
 R1 – R19: Widerstände 12 O; T1 – T19: Spannungsregler 0,1 A; D1 – D152: IR-Dioden.
 (Graphik: G. Ehlert)

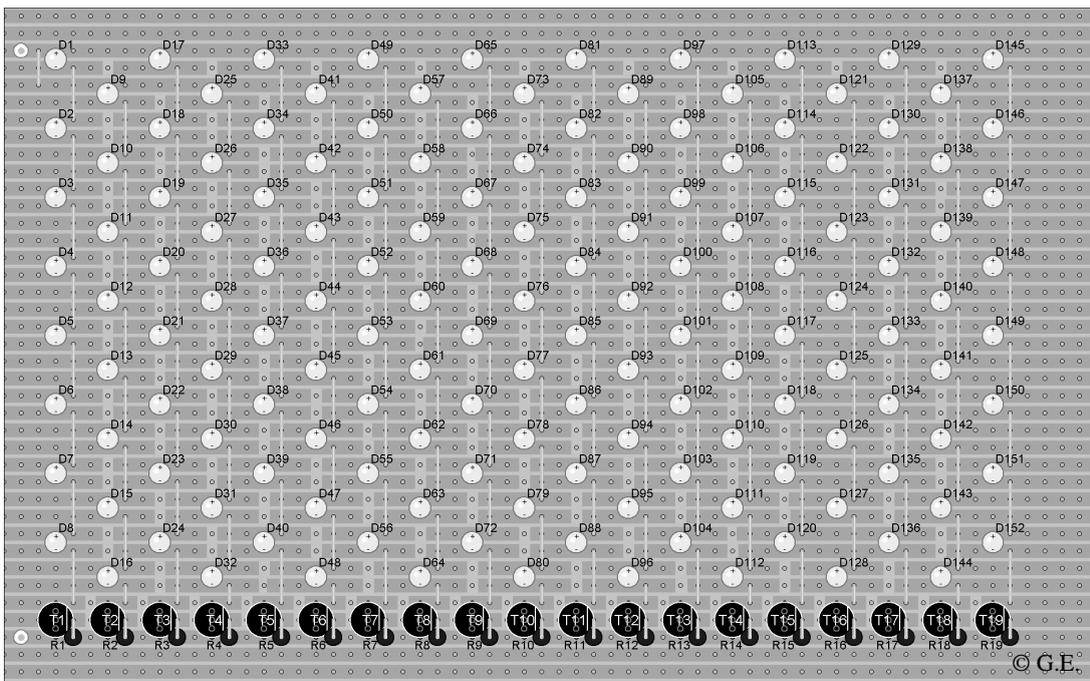


Abbildung A.2.2. Infrarotscheinwerfer, Bestückungsplan.
 R1 – R19: Widerstände 12 O; T1 – T19: Spannungsregler 0,1 A; D1 – D152: IR-Dioden.
 (Graphik: G. Ehlert)

Anhang B.1: PROTOKOLLBOGEN

Datum:		Wetter:	
Stunde:		Besucher:	
	Kater	Katze	
h 00			h 00
h 01			h 01
h 02			h 02
h 03			h 03
h 04			h 04
h 05			h 05
h 06			h 06
h 07			h 07
h 08			h 08
h 09			h 09
h 10			h 10
h 11			h 11
h 12			h 12
h 13			h 13
h 14			h 14
h 15			h 15
h 16			h 16
h 17			h 17
h 18			h 18
h 19			h 19
h 20			h 20
h 21			h 21
h 22			h 22
h 23			h 23
h 24			h 24
h 25			h 25
h 26			h 26
h 27			h 27
h 28			h 28
h 29			h 29
h 30			h 30
h 31			h 31
h 32			h 32
h 33			h 33
h 34			h 34
h 35			h 35
h 36			h 36
h 37			h 37
h 38			h 38
h 39			h 39
h 40			h 40
h 41			h 41
h 42			h 42
h 43			h 43
h 44			h 44
h 45			h 45
h 46			h 46
h 47			h 47
h 48			h 48
h 49			h 49
h 50			h 50
h 51			h 51
h 52			h 52
h 53			h 53
h 54			h 54
h 55			h 55
h 56			h 56
h 57			h 57
h 58			h 58
h 59			h 59

Anhang B.2: Environmental Enrichment – ERFASSUNGSBOGEN

OBJEKT:	Datum:	
	Kater	Katze
spielen		
<i>Erkundungsverhalten</i>		
aufnehmen		
beissen (Objekt)		
belecken		
beriechen		
betasten, berühren		
flehmen		
klettern		
ruhen (auf/mit Objekt)		
schieben		
schnuppern (ohne Objekt)		
springen		
suchen (nach Objekt)		
untersuchen (Objekt)		
tatzen (Objekt)		
transportieren		
zerreißen		
<i>Komfortverhalten</i>		
Körperpflege		
reiben		
rollen (ohne Objekt)		
wälzen		
<i>Verhalten gegenüber verzehrbarem Objekt</i>		
anpirschen, anschleichen		
anspringen, fangen		
auflauern		
Nahrung (Beute) suchen		
töten (Tötungsbiß)		
anschneiden		
aufnehmen		
beissen (Objekt)		
belecken		
beriechen		
betasten, berühren		
bewachen, verteidigen		
fressen		
rupfen		
rütteln, schütteln		
scharren, verstecken		
tatzen (Objekt)		
transportieren		
umkrallen		
zerreißen		

Anhang B.3: Environmental Enrichment - BEWERTUNGSBOGEN

1. Quantitative Bewertung

Diese Skala unterstützt die Bewertung, in welchem Ausmaß das Tier auf das *Enrichment*-Objekt reagierte.

- 1 = Tier zeigte keine Reaktion auf Enrichment, erwünschtes Verhalten wurde nicht gefördert oder ausgeführt
- 2 = Tier orientierte sich bzw. schaut zum Enrichment, aber ohne physischen Kontakt
- 3 = Tier zeigt minimale Reaktion, einige erwünschte Verhaltensweisen wurden gezeigt
- 4 = Tier zeigte moderate Reaktion auf Enrichment, ein moderates Ausmaß an erwünschten Verhaltensweisen wurde gezeigt
- 5 = Tier zeigte starke Reaktion auf Enrichment, ein wesentliches Ausmaß an erwünschten Verhaltensweisen wurde gezeigt

2. Qualitative Bewertung

Diese Skala unterstützt die Bewertung, inwieweit die gezeigte Interaktion des Tieres mit dem *Enrichment*-Objekt mit dem beabsichtigten Ziel übereinstimmt.

- 1 = Enrichment fördert unerwünschtes oder gefährliches Verhalten
- 2 = Tier meidet aktiv Enrichment
- 3 = Tier interagiert mit Enrichment, erwünschtes Verhalten wurde nicht gezeigt
- 4 = Tier interagiert versuchsweise oder flüchtig mit Enrichment
- 5 = Tier interagiert angemessen mit Enrichment und erwünschtes Verhalten wurde gezeigt

3. Gesamtbewertung

Die Bewertungen von 1. und 2. werden addiert. Die minimale Bewertung unter 1. sollte 3, die minimale Bewertung unter 2. sollte 4 betragen. Die Anwendung von *Environmental Enrichment* ist erfolgreich, wenn die Bewertung 7, 8, 9 oder 10 beträgt.

Tier (Individuum)	Objekt	Bewertungen (1. + 2.)	Bemerkungen
Kater			
Katze			

Anhang B.4: Environmental Enrichment – KALENDERBLATT I

<u>Environmental Enrichment - Kalender für November 2003</u>						
Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
					1	2
* f = frisch I = getrocknet						
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
					Revier: Stoffbeutel mit Kamelhaaren - am Stamm aufgehängt	Fütterung: ein Teil schon um ~ 14:00 h, Rest um 16:30 h
24	25	26	27	28	29	30
Fütterung: ein Teil schon um ~12:00 h, Rest um 16:30 h	Fütterung: ein Teil schon um ~13:30 h, Rest um 16:30 h	Geruchsstoffe: Oregano (f)*, Zitronengras (f)*, Ingwer (f+t)*, Curry - offen und in Teefilter - vormittags	Revier: großer Karton - als Hütte in Gehege - vormittags			Fütterung: Fleisch mit Knochen - mittags

Anhang B.4: Environmental Enrichment – KALENDERBLATT II

<u>Environmental Enrichment - Kalender für Dezember 2003</u>						
Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
1 <u>Revier:</u> Sicherschutz zu Großkatzen (Stellwände) - <i>nachts, auch tagsüber</i>	2 <u>Revier:</u> Sicherschutz zu Großkatzen (Stellwände) - <i>nachts, auch tagsüber</i>	3 <u>Geruchsstoffe:</u> Faeces (Elefant, Kamel, Zebra) - <i>in Jutesäcken</i> - <i>vormittags</i>	4	5	6	7 <u>Fütterung:</u> Tauben (ganz) schon um ~14:30 h, Rest um 16:30 h - <i>offen ausgelegt</i>
8 <u>Fütterung:</u> ein Teil schon um ~10:45 h, Rest um 16:30 h	9	10	11	12	13	14
15	16 <u>Fütterung:</u> Futter verstecken, schon um ~14:30 h - <i>in Stoffbeutel</i>	17 Aufzeichnungsende 23:59 h	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

Anhang C.1: NAHRUNGS- und REINIGUNGSDATEN

UT	Datum	Reinigung [h]	Fütterung [h]	Tierpfleger	Nahrungsart
1	29.10.2003	7:57	16:39	B	13 Ratten, 2 Kücken
2	30.10.2003	7:58	16:37	B	12 Ratten, 2 Kücken
3	31.10.2003	8:04	16:30	A	6 Ratten, 12 Kücken, 2 Heringe
4	1.11.2003	8:06	-	A	Fastentag
5	2.11.2003	-	16:41	A	8 Ratten, 20 Kücken
6	3.11.2003	8:09	16:41	A	8 Ratten, 20 Kücken
7	4.11.2003	7:59	16:41	A	12 Ratten, 14 Kücken
8	5.11.2003	7:50 - 8:13	16:39	B	6 Ratten, 20 Kücken
9	6.11.2003	7:51	16:39	B	6 Ratten, 20 Kücken
10	7.11.2003	7:58	16:36	B	2 x 1/2 Hase, 10 Kücken
11	8.11.2003	8:46	-	B	Fastentag
12	9.11.2003	8:34	16:39	B	6 Ratten, 20 Kücken
13	10.11.2003	8:40	16:38	A	8 Ratten, 20 Kücken
14	11.11.2003	8:04; 8:58	16:35	A	6 Ratten, 20 Kücken
15	12.11.2003	8:01	16:41	B	6 Ratten, 20 Kücken
16	13.11.2003	8:01	16:36	B	6 Ratten, 20 Kücken
17	14.11.2003	8:10	16:32	A	2 x 1/2 Hase
18	15.11.2003	8:24	-	A	Fastentag
19	16.11.2003	-	16:38	A	8 Ratten, 20 Kücken
20	17.11.2003	8:57	16:34	A	8 Ratten, 20 Kücken
21	18.11.2003	7:51	16:36	B	8 Ratten, 20 Kücken
22	19.11.2003	8:04	16:39	B	8 Ratten, 20 Kücken
23	20.11.2003	7:59	16:35	B/A	8 Ratten, 20 Kücken
24	21.11.2003	7:58	16:27	B/A	2 x 1/2 Hase, 20 Kücken
25	22.11.2003	8:05	-	A	Fastentag
26	23.11.2003	-	14:00; 16:32	A	12 Ratten, 20 Kücken
27	24.11.2003	8:09	11:37; 16:39	A	8 Ratten, 20 Kücken
28	25.11.2003	8:22	13:33; 16:37	A	8 Ratten, 20 Kücken
29	26.11.2003	7:49	16:38	B	8 Ratten, 15 Kücken
30	27.11.2003	7:53	16:35	B	6 Ratten, 20 Kücken
31	28.11.2003	8:18	16:42	A	2 x 1/2 Hase, 20 Kücken
32	29.11.2003	8:25	-	A	Fastentag
33	30.11.2003	-	11:51	A	Fleisch (Pferd), 10 Kücken
34	1.12.2003	8:03	16:38	B/A	8 Ratten, 20 Kücken
35	2.12.2003	8:28	16:44	A	8 Ratten, 20 Kücken, 2 rohe Eier
36	3.12.2003	7:48	16:42	B	8 Ratten, 20 Kücken
37	4.12.2003	8:02	15:29	B	8 Ratten, 20 Kücken
38	5.12.2003	8:12	16:33	A	2 x 1/2 Hase, 10 Kücken
39	6.12.2003	8:12	-	A	Fastentag
40	7.12.2003	-	14:26; 16:35	A	3 Tauben, 4 Ratten, 10 Kücken
41	8.12.2003	8:28	10:47; 16:33	A	30 kleine Ratten, 20 Kücken
42	9.12.2003	8:31	16:30	A	30 kleine Ratten, 20 Kücken
43	10.12.2003	7:58	16:35	B	30 kleine Ratten, 20 Kücken
44	11.12.2003	7:57	16:34	B	8 Ratten, 20 Kücken
45	12.12.2003	7:53	16:29	A	2 x 1/2 Hase, 10 Kücken, 10 Ratten
46	13.12.2003	9:07	-	A	Fastentag
47	14.12.2003	-	16:30	A	30 kleine Ratten, 20 Kücken
48	15.12.2003	8:24	16:19	A	8 Ratten, 20 Kücken
49	16.12.2003	7:54	14:45; 16:21	A	8 Ratten, 20 Kücken
50	17.12.2003	7:51; 8:55	16:41	B	4 Ratten, 10 Kücken

Bemerkungen: A, B werden als Synonyme für die beiden Tierpfleger verwendet,
UT bedeutet Untersuchungstage (in Nummern angegeben)

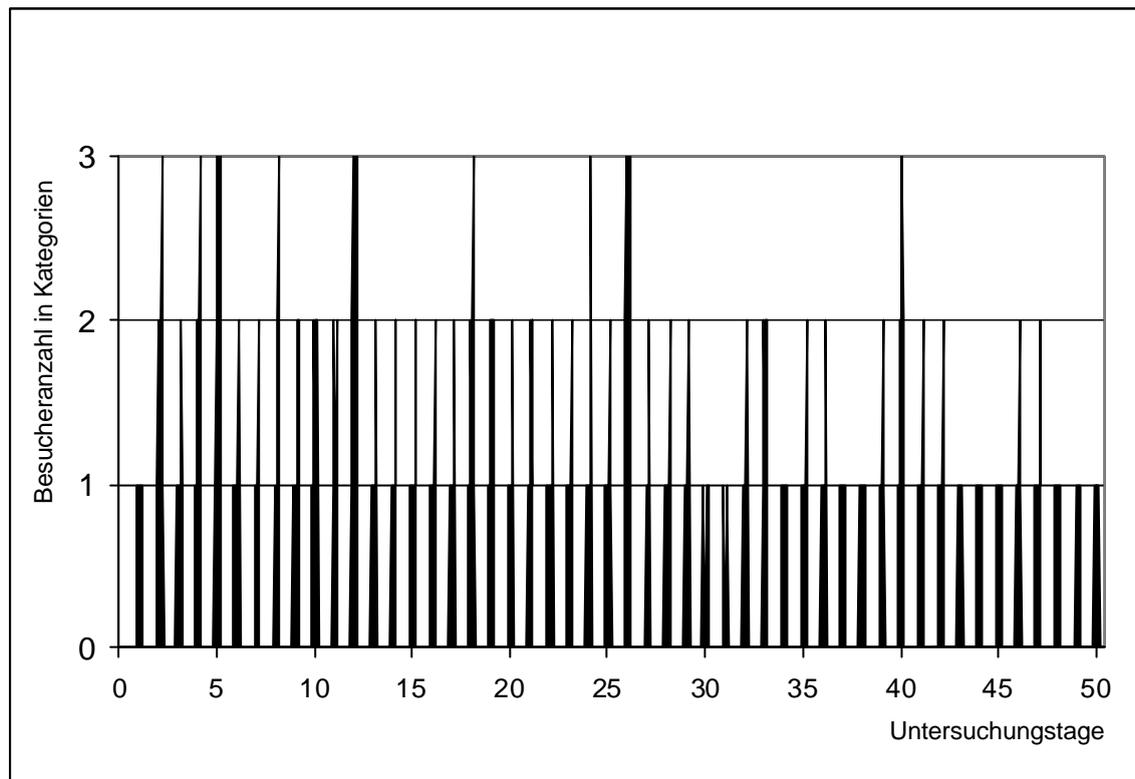
Anhang C.2: ANZAHL DER ZOOBESUCHER

Abbildung C.2.1. Anzahl der Zoobesucher pro Stunde in Kategorien von 0 bis 3

Anhang C.3: WETTERDATEN HEIDELBERG

Quelle: Institut für Umweltphysik, Universität Heidelberg

Ort: E 008° 40', N 49° 25'; Höhe: 110 über NN.

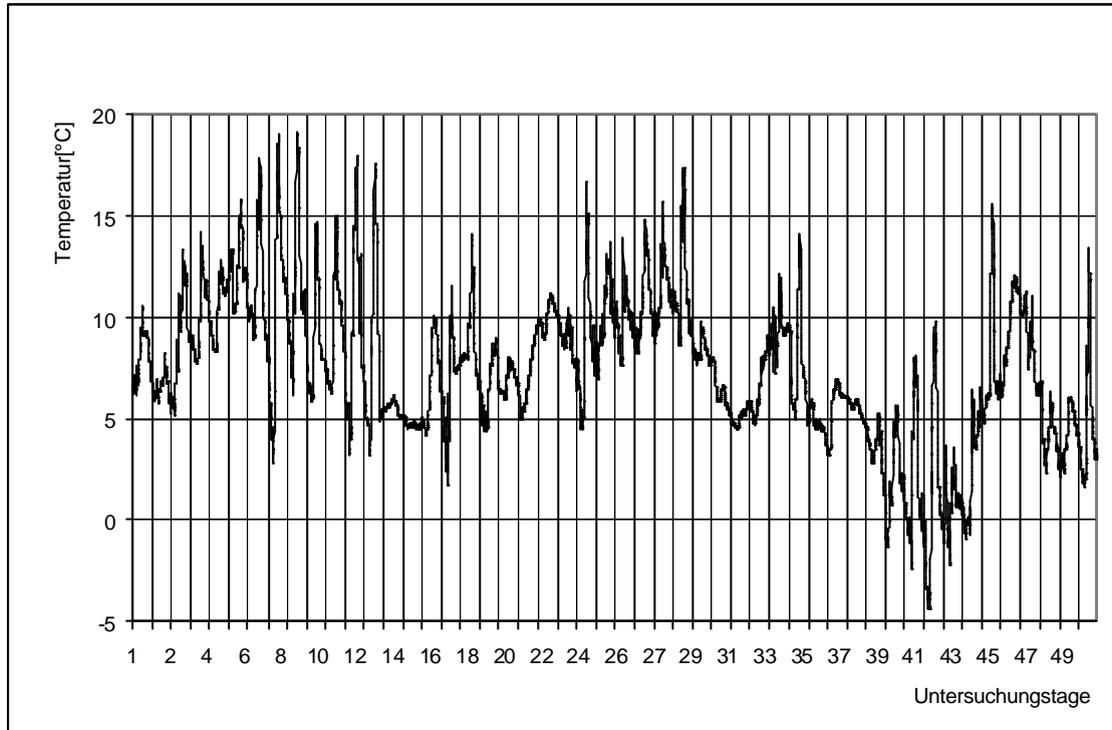


Abbildung C.3.1. Verlauf der Temperatur

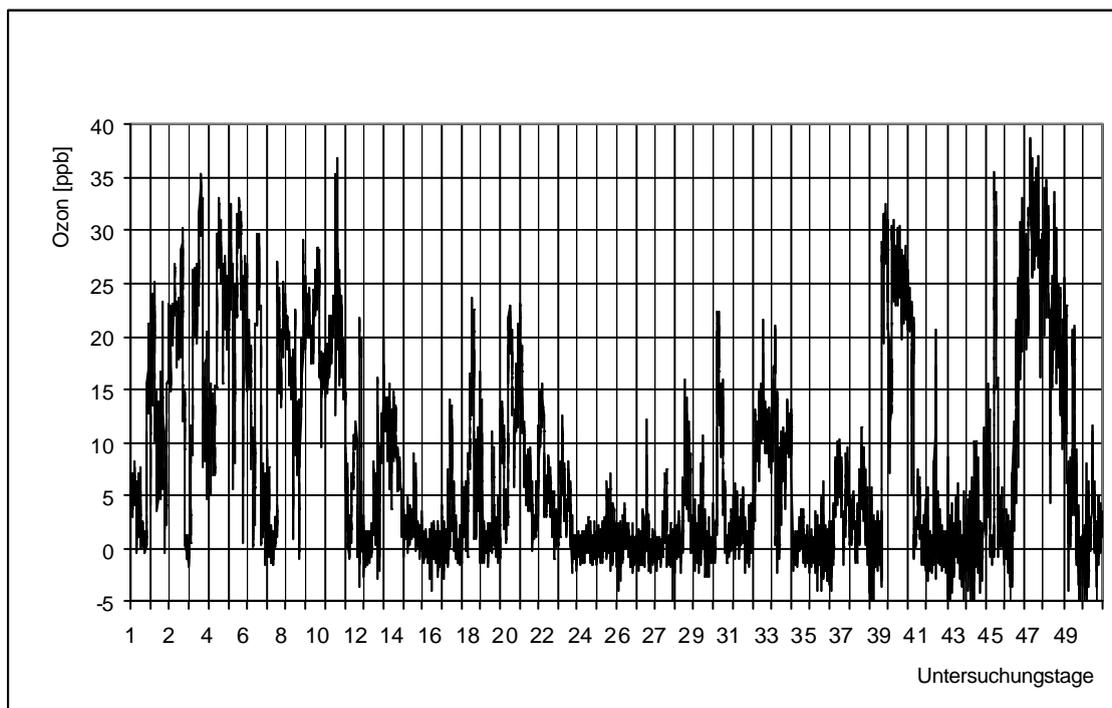


Abbildung C.3.2. Verlauf der Ozonwerte

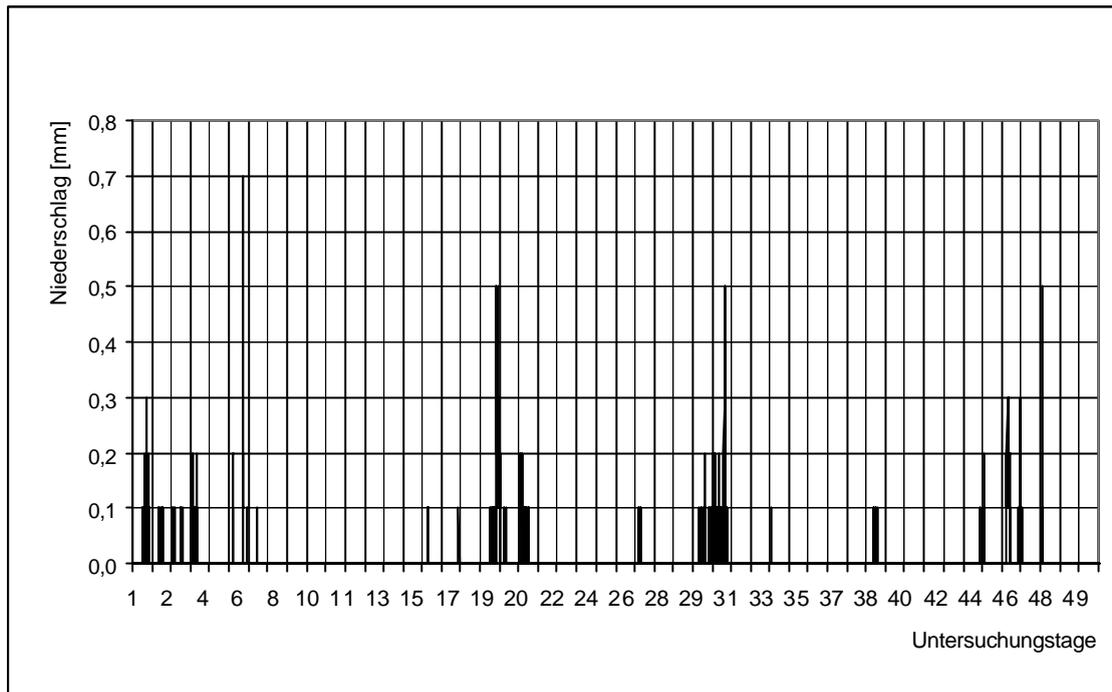


Abbildung C.3.3. Niederschlagswerte

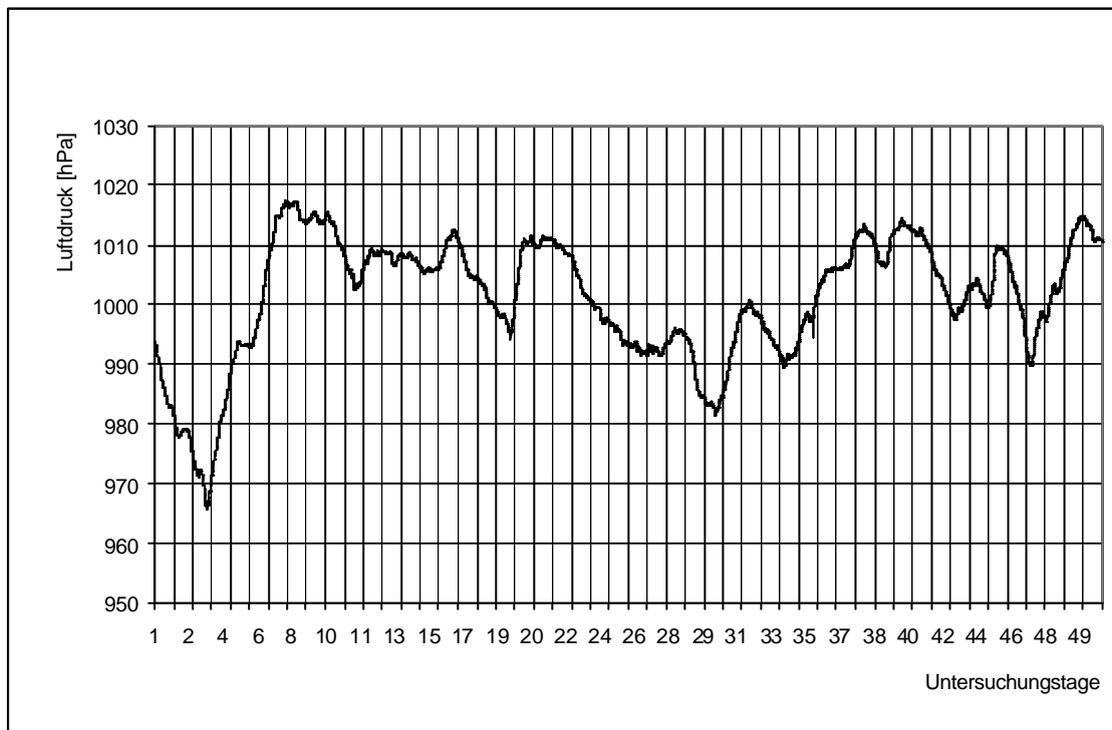


Abbildung C.3.4. Verlauf des Luftdrucks

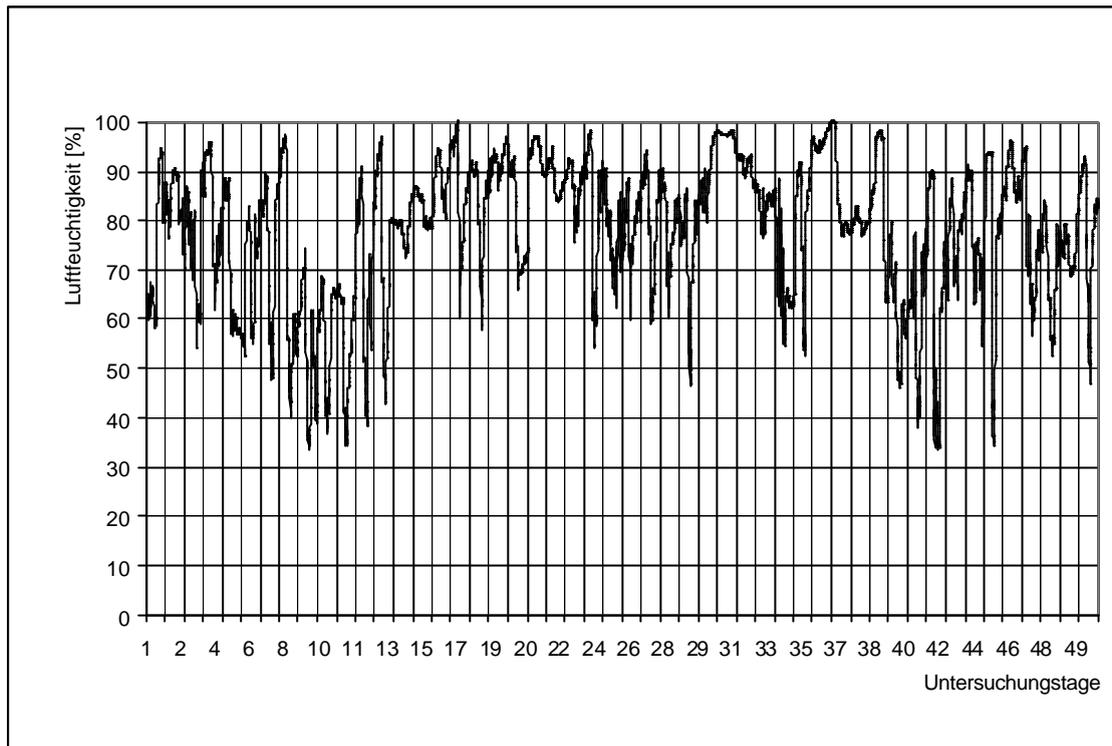


Abbildung C.3.5. Verlauf der Luftfeuchtigkeit

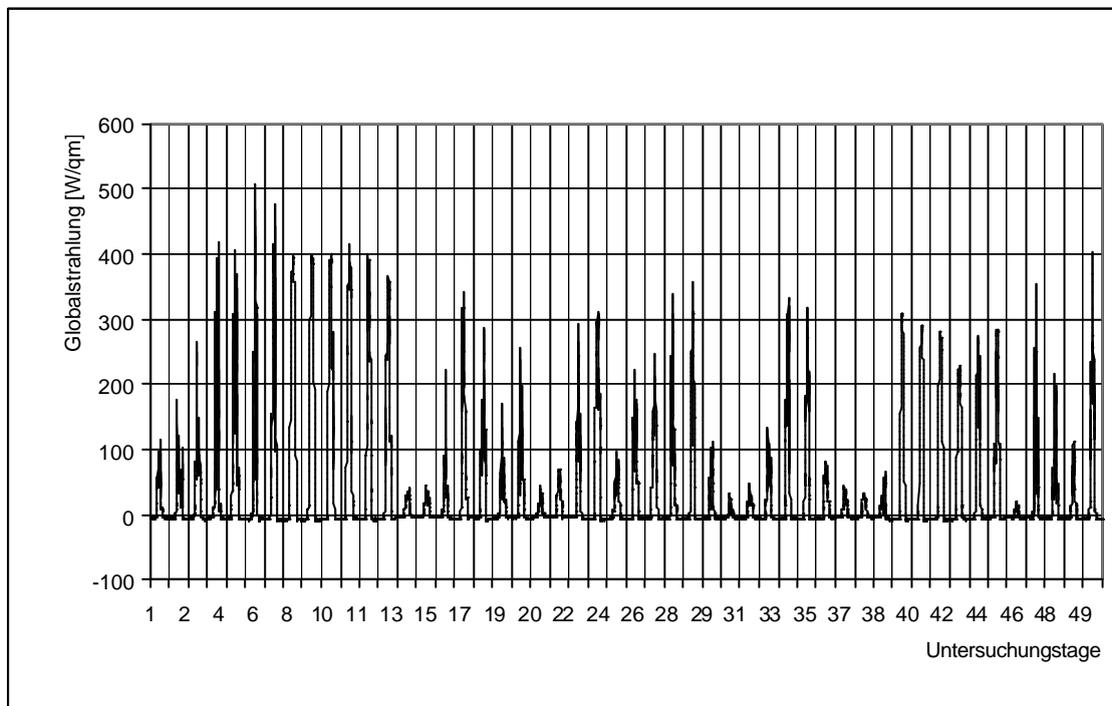


Abbildung C.3.6. Verlauf der Globalstrahlung

Anhang C.4: SONNE- und MOND: Auf- und Untergangszeiten

Ort: E 008° 40', N 49° 25'; Höhe: 110 über NN.

UT	Datum	Sonnenaufgang	Sonnenuntergang	Mondaufgang	Monduntergang
		[h]	[h]	[h]	[h]
1	29.10.2003	7:08	17:10	12:24	19:49
2	30.10.2003	7:09	17:08	13:27	20:55
3	31.10.2003	7:11	17:06	14:13	22:11
4	1.11.2003	7:13	17:04	14:46	23:29
5	2.11.2003	7:14	17:03	15:11	-
6	3.11.2003	7:16	17:01	15:30	0:45
7	4.11.2003	7:18	17:00	15:46	1:59
8	5.11.2003	7:19	16:58	16:00	3:10
9	6.11.2003	7:21	16:56	16:13	4:19
10	7.11.2003	7:22	16:55	16:28	5:27
11	8.11.2003	7:24	16:53	16:43	6:35
12	9.11.2003	7:26	16:52	17:02	7:44
13	10.11.2003	7:27	16:51	17:25	8:53
14	11.11.2003	7:29	16:49	17:55	10:01
15	12.11.2003	7:31	16:48	18:35	11:04
16	13.11.2003	7:32	16:46	19:24	12:00
17	14.11.2003	7:34	16:45	20:24	12:47
18	15.11.2003	7:35	16:44	21:33	13:23
19	16.11.2003	7:37	16:43	22:46	13:52
20	17.11.2003	7:39	16:41	-	14:15
21	18.11.2003	7:40	16:40	0:03	14:34
22	19.11.2003	7:42	16:39	1:21	14:51
23	20.11.2003	7:43	16:38	2:41	15:07
24	21.11.2003	7:45	16:37	4:03	15:25
25	22.11.2003	7:46	16:36	5:30	15:45
26	23.11.2003	7:48	16:35	7:00	16:11
27	24.11.2003	7:49	16:34	8:32	16:45
28	25.11.2003	7:51	16:33	9:58	17:33
29	26.11.2003	7:52	16:33	11:12	18:36
30	27.11.2003	7:54	16:32	12:07	19:51
31	28.11.2003	7:55	16:31	12:47	21:11
32	29.11.2003	7:56	16:30	13:15	22:31
33	30.11.2003	7:58	16:30	13:36	23:47
34	1.12.2003	7:59	16:29	13:53	-
35	2.12.2003	8:00	16:29	14:08	1:00
36	3.12.2003	8:02	16:28	14:21	2:09
37	4.12.2003	8:03	16:28	14:35	3:17
38	5.12.2003	8:04	16:27	14:50	4:25
39	6.12.2003	8:05	16:27	15:08	5:34
40	7.12.2003	8:06	16:27	15:30	6:43
41	8.12.2003	8:07	16:26	15:57	7:51
42	9.12.2003	8:09	16:26	16:33	8:57
43	10.12.2003	8:10	16:26	17:20	9:55
44	11.12.2003	8:11	16:26	18:17	10:45
45	12.12.2003	8:12	16:26	19:23	11:24
46	13.12.2003	8:12	16:26	20:35	11:55
47	14.12.2003	8:13	16:26	21:49	12:19
48	15.12.2003	8:14	16:26	23:04	12:39
49	16.12.2003	8:15	16:26	-	12:56
50	17.12.2003	8:16	16:27	0:20	13:12

Quelle: Astronomical Applications Dept., U.S. Naval Observatory Washington, DC 20392-5420

Tabelle D.1.2. Aktivitätsanteile der Katze an den Untersuchungstagen

UT	gesamt	nicht aktiv		Schlafen		Ruhern		Beobachten		Pflegen		Fressen		Pawing		Laufen		Spielen		Jagen		RM	LÄ	II. Box	re. Box	UT		
		anz.	%	anz.	%	anz.	%	anz.	%	anz.	%	anz.	%	anz.	%	anz.	%	anz.	%	anz.	%						n	n
1	9749	317	22,0	108	7,5	209	14,5	474	32,9	66	4,6	22	1,5	426	29,6	134	9,3	0	0	0	0	0	6	1	238	0	1	
2	7418	532	36,9	144	10,0	388	26,9	456	31,7	76	5,3	36	2,5	250	17,4	90	6,3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	
3	6660	620	43,1	225	15,6	395	27,4	448	31,1	41	2,8	67	4,7	177	12,3	81	5,6	1	0,1	5	0,4	15	0	0	0	0	3	
4	6446	590	41,0	152	10,6	438	30,4	482	33,5	112	7,8	0	0,0	184	12,8	72	5,0	0	0	0	0	6	0	6	0	374	0	4
5	6995	543	37,7	244	16,9	299	20,8	504	35,0	60	4,2	35	2,4	214	14,9	83	5,8	0	0	1	0,1	14	0	189	0	5		
6	6344	651	45,2	289	20,1	362	25,1	452	31,4	31	2,2	29	2,0	212	14,7	65	4,5	0	0	0	0	5	0	514	0	6		
7	6100	649	45,1	314	21,8	335	23,3	446	31,0	90	6,3	30	2,1	200	13,9	81	5,6	0	0	0	0	6	0	6	0	413	0	7
8	6400	713	49,5	400	27,8	313	21,7	326	22,6	90	6,3	30	2,1	200	13,9	81	5,6	0	0	0	0	13	0	640	0	8		
9	6105	729	50,6	311	21,6	418	29,0	372	25,8	40	2,8	32	2,2	183	12,7	84	5,8	0	0	0	0	23	0	388	0	9		
10	6467	644	44,7	464	32,2	180	12,5	429	29,8	68	4,7	17	1,2	231	14,7	70	4,9	0	0	1	0,1	27	0	573	0	10		
11	7183	634	44,0	267	18,5	367	25,5	371	25,8	52	3,6	0	0,0	278	19,3	105	7,3	0	0	0	0	52	0	315	0	11		
12	6338	647	44,9	427	29,7	220	15,3	446	31,0	67	4,7	36	2,5	174	12,1	70	4,9	0	0	0	0	24	0	541	0	12		
13	3818	744	51,7	511	35,5	233	16,2	358	24,9	78	5,4	39	2,7	167	11,6	54	3,8	0	0	0	0	26	0	619	0	13		
14	6562	644	44,7	422	29,3	222	15,4	435	30,2	33	2,3	35	2,4	212	14,7	81	5,6	0	0	0	0	33	0	558	0	14		
15	6729	685	47,6	300	20,8	385	26,7	321	22,3	89	6,2	40	2,8	228	15,8	77	5,3	0	0	0	0	17	0	267	0	15		
16	5192	738	51,3	349	24,2	389	27,0	469	32,6	42	2,9	32	2,2	103	7,2	56	3,9	0	0	0	0	2	0	395	0	16		
17	5853	762	52,9	400	27,8	362	25,1	346	24,0	58	4,0	16	1,1	202	14,0	56	3,9	0	0	0	0	33	0	600	0	17		
18	6382	658	45,7	210	14,6	448	31,1	430	29,0	79	5,5	0	0,0	198	13,8	75	5,2	0	0	0	0	26	0	533	0	18		
19	6395	705	49,0	391	27,2	314	21,8	348	24,2	70	4,9	31	2,2	220	15,3	66	4,6	0	0	0	0	12	0	607	0	19		
20	5466	784	54,4	430	29,9	354	24,6	366	25,4	54	3,8	26	1,8	138	9,6	72	5,0	0	0	0	0	13	0	686	0	20		
21	5615	753	52,3	409	28,4	344	23,9	359	24,9	94	6,5	33	2,3	163	11,3	38	2,6	0	0	0	0	26	0	740	0	21		
22	5635	652	45,3	404	28,1	248	17,2	512	35,6	74	5,1	23	1,6	140	9,7	39	2,7	0	0	0	0	7	0	555	0	22		
23	5696	737	51,2	503	34,9	234	16,3	407	28,3	43	3,0	30	2,1	169	11,7	54	3,8	0	0	0	0	26	0	634	0	23		
24	6882	636	44,2	266	18,5	370	25,7	388	26,9	66	4,6	36	2,5	216	15,0	97	6,7	1	0,1	0	0	39	0	429	0	24		
25	6335	777	54,0	333	23,1	444	30,8	284	19,7	44	3,1	0	0,0	283	19,7	45	3,1	5	0,4	2	0,1	32	0	426	0	25		
26	6162	740	51,4	267	18,5	473	32,8	321	22,3	81	5,6	37	2,6	195	13,5	63	4,4	3	0,2	0	0	37	0	716	0	26		
27	6474	743	51,6	405	28,1	338	23,5	307	21,3	36	2,5	32	2,2	255	17,7	67	4,7	0	0	0	0	18	0	641	0	27		
28	3483	782	54,3	475	33,0	307	21,3	345	24,0	80	5,6	38	2,6	154	10,7	41	2,8	0	0	0	0	10	0	701	0	28		
29	6628	618	42,9	354	24,6	264	18,3	426	29,6	88	6,1	30	2,1	236	16,4	40	2,8	2	0,1	0	0	17	1	562	0	29		
30	8006	592	41,1	310	21,5	282	19,6	300	20,8	75	5,2	32	2,2	376	26,1	63	4,4	2	0,1	0	0	39	1	546	0	30		
31	7482	616	42,8	269	18,7	347	24,1	304	21,1	126	8,8	12	0,8	318	22,1	64	4,4	0	0	0	0	18	0	651	139	31		
32	7478	607	42,2	333	23,1	274	19,0	369	25,6	56	3,9	0	0,0	301	20,9	107	7,4	0	0	0	0	50	0	64	378	32		
33	6226	674	46,8	166	11,5	508	35,3	405	28,1	67	4,7	80	5,6	143	9,9	68	4,7	3	0,2	0	0	33	0	10	366	33		
34	6928	572	39,7	273	19,0	299	20,8	486	33,8	34	2,4	42	2,9	224	15,6	82	5,7	0	0	0	0	26	0	355	2	34		
35	5992	731	50,8	374	26,0	357	24,8	369	25,6	59	4,1	34	2,4	179	12,4	68	4,7	0	0	0	0	11	0	643	0	35		
36	6113	734	51,0	489	34,0	245	17,0	349	24,2	67	4,7	33	1,6	199	13,8	66	4,6	2	0,1	0	0	20	0	700	0	36		
37	7273	627	43,5	278	19,3	349	24,2	337	23,4	94	6,5	28	1,9	260	18,1	91	6,3	3	0,2	0	0	62	0	537	0	37		
38	7957	458	31,8	255	17,7	203	14,1	497	34,5	75	5,2	34	1,7	284	19,7	100	6,9	1	0,1	1	0,1	36	0	355	0	38		
39	7403	616	42,8	276	19,2	340	23,6	360	25,0	60	4,2	2	0,1	319	22,2	83	5,8	0	0	0	0	23	0	413	0	39		
40	6804	579	40,2	237	16,5	342	23,8	482	33,5	50	3,5	42	2,9	216	15,0	69	4,8	2	0,1	0	0	51	0	492	0	40		
41	6975	631	43,8	273	19,0	358	24,9	396	27,5	48	3,3	19	1,3	264	18,3	82	5,7	0	0	0	0	53	0	519	0	41		
42	6046	655	45,5	412	28,6	243	16,9	471	32,7	57	4,0	18	1,3	179	12,4	60	4,2	0	0	0	0	32	0	647	0	42		
43	5771	673	46,7	413	28,7	260	18,1	485	33,7	48	3,3	19	1,3	152	10,6	63	4,4	0	0	0	0	34	0	615	0	43		
44	5236	768	53,3	589	40,9	179	12,4	404	28,1	71	4,9	27	1,9	125	8,7	45	3,1	0	0	0	0	12	0	666	0	44		
45	5537	693	48,1	383	26,6	310	21,5	475	33,0	63	4,4	34	2,4	124	8,6	49	3,4	2	0,1	0	0	10	0	317	0	45		
46	4203	960	66,7	305	21,2	655	45,5	301	20,9	27	1,9	0	0,0	126	8,8	26	1,8	0	0	0	0	7	0	1090	0	46		
47	5104	834	57,9	456	31,7	378	26,3	319	22,2	88	6,1	21	1,5	146	10,1	32	2,2	0	0	0	0	14	0	1026	0	47		
48	6184	670	46,5	250	17,4	420	29,2	431	29,9	53	3,7	35	2,4	194	13,5	57	4,0	0	0	0	0	23	0	754	0	48		
49	5753	725	50,3	371	25,8	354	24,6	409	28,4	59	4,1	16	1,1	184	12,8	47	3,3	0	0	0	0	25	0	684	0	49		
50	6842	666	46,3	289	20,1	377	26,2	363	25,2	47	3,3	29	2,0	256	17,8	78	5,4	1	0,1	0	0	16	0	651	0	50		
Total	320645	33008	46,5	16775	23,3	16733	23,2	16940	27,7	3226	4,5	1359	1,9	10515	14,6	3413	4,7	28	0,04	10	0,01	1161	6	25598	895			

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die zum Gelingen dieser Diplomarbeit beigetragen haben.

An erster Stelle danke ich Herrn Prof. Dr. Fleissner für die Betreuung der Diplomarbeit und die Hinführung zur Chronoethologie. Im AK NCR bedanke ich mich bei den Personen, die mich technisch und theoretisch in Gesprächen unterstützt haben. Herrn Dr. Ferebee danke ich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Beim Tiergarten Heidelberg möchte bedanken, dass ich die Untersuchung dort durchführen durfte. Mein ganz besonderer Dank gilt dort den beiden Tierpflegern Jörg Kubacki und Andreas Fackel für ihre Motivation und Hilfsbereitschaft.

Ein sehr großer Dank gilt meiner Familie: bei meinem Vater Georg Ehlert bedanke ich mich für die Hilfe bei der Erstellung der Baupläne der Infrarot-Scheinwerfer und meiner Schwester Diplom-Architektin Andrea Ehlert danke ich für die Erstellung der Gehegepläne. Außerdem gilt mein Dank meiner Mutter Marianne Ehlert für das Korrekturlesen und meiner Schwester Claudia Ehlert für das zuverlässige Wechseln der Videokassetten. Darüber hinaus bedanke ich mich sehr bei Tobias Luedicke für seine Unterstützung in fachlicher und persönlicher Hinsicht.

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die Diplomarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.