

MASTERARBEIT

**vorgelegt zur Erlangung des Grades eines Master of Science
an der Fakultät für Biologie und Biotechnologie der Ruhr-Universität Bochum**

**Aktivitäts- und Präferenzanalysen des Malayischen Flughundes
(*Pteropus vampyrus*) in einem künstlich angelegten Tropenhabitat**

**Activity and preference analysis of the Malayan flying fox
(*Pteropus vampyrus*) in an artificial tropical habitat**

von

Mandy Narloch

**angefertigt in der AG für Verhaltensbiologie
und Didaktik der Biologie**

Bochum, im November 2011

Referent: Prof. Dr. Wolfgang H. Kirchner

Korreferent: Prof. Dr. Eberhard Curio

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1. Einleitung | 1 |
| 1.1. Hinführung zum Thema..... | 1 |
| 1.2. Herkunft und Lebensweise der Chiroptera | 4 |
| 1.3. Vorstellung der Art <i>Pteropus vampyrus</i> | 10 |
| 1.4. Haltung von Flughunden | 13 |
| 1.5. Ziel der Arbeit..... | 14 |
| 2. Material und Methoden | 15 |
| 2.1. Das Asienrevier der ZOOM Erlebniswelt | 15 |
| 2.2. Die Flughunde in der Tropenhalle | 15 |
| 2.3. Der Beobachtungszeitraum..... | 16 |
| 2.4. Beobachtungsmethoden zur Datenerhebung der Aktivitätsanalysen..... | 16 |
| 2.5. Datenerhebung der Präferenzanalysen..... | 20 |
| 2.6. Statistische Auswertung..... | 22 |
| 3. Ergebnisse | 24 |
| 3.1. Verhaltensanalysen | 24 |
| 3.1.1. Unterschiede Ruhe- / Aktivitätsphase | 24 |
| 3.1.2. Gruppenunterschiede während der Ruhephase | 25 |
| 3.1.3. Aktivität im Tagesverlauf..... | 28 |
| 3.1.4. Flugaktivität | 29 |
| 3.1.5. Ausflug | 30 |
| 3.1.6. Interaktionsverhalten..... | 33 |
| 3.2. Präferenzanalysen | 37 |
| 3.2.1. Ruheplatzpräferenz..... | 37 |
| 3.2.2. Futterplatzpräferenz | 40 |
| 3.2.3. Futterpräferenz | 42 |
| 4. Diskussion | 44 |
| 4.1. Verhaltensanalyse | 44 |
| 4.2. Präferenzanalyse | 53 |
| 5. Zusammenfassung | 59 |
| 6. Abstract | 60 |
| 7. Literaturverzeichnis | 61 |
| 8. Danksagung | 67 |
| 9. Anhang | 68 |

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung

1.1. Hinführung zum Thema

Diese Arbeit befasst sich mit einer zoologischen Studie über die Verhaltensbiologie von in Gefangenschaft lebenden Flughunden der Gattung *Pteropus vampyrus*. Die Tiere wurden dazu über einen Zeitraum von sieben Monaten in einem künstlich angelegten Tropenhabitat in der ZOOM Erlebniswelt beobachtet und ihr Verhalten über diesen Zeitraum hinweg untersucht. Die Studie soll Aufschluss über die Verhaltensbiologie dieser Tierart und eine Beurteilung über die Haltungsbedingungen in einem Zoo unter Berücksichtigung einer artgerechten Haltung geben. Dazu wird in der Einleitung neben einer kurzen Vorstellung der Geschichte der Verhaltensbiologie die Bedeutung zoologischer Gärten erläutert. Im Anschluss daran wird ein Überblick über Flughunde im Allgemeinen und die zu untersuchende Gattung gegeben.

Die Erforschung von Tieren und derer Verhaltensweisen ist eine grundlegende Teildisziplin der Biologie und weckt auch heutzutage, wo vieles bereits erforscht ist, noch großes Interesse. Die Verhaltensbiologie beschäftigt sich, wie der Name schon sagt, mit dem Verhalten, sowohl dem des Menschen als auch dem der Tiere. Da für diese Arbeit die Tierethologie im Vordergrund steht, wird an dieser Stelle ein kurzer Überblick über die Geschichte derer Entwicklung gegeben. Des Weiteren wird auf die Rolle zoologischer Gärten sowohl als Bildungsstätte als auch als Arterhaltungskonzept eingegangen.

Das Verhalten von Tieren wird seit jeher von Wissenschaftlern und allen voran den Biologen erforscht. Auch heute noch werden immer wieder neue Erkenntnisse gewonnen und sich intensiv mit diesem Thema als Forschungszweig beschäftigt. Neben Aristoteles beschrieben auch andere Philosophen und Forscher unterschiedlichste Tierarten und zeichneten deren Aktivitäten auf, doch erst Charles Darwin (1809-1882) und später George Romanes (1848-1894) legten mit ihren Forschungen aufbauend auf der Evolutionstheorie den Grundstein der Ethologie. In Amerika war es Charles Otis Whitman (1842-1910) und in Deutschland Oskar Heinroth (1871-1945), die maßgeblich, jedoch unabhängig voneinander, den Begriff der Ethologie durch Forschungen in der Ornithologie prägten. In den 30er Jahren erlangte Konrad Lorenz (1903-1989) durch seine Arbeiten den Status des „Begründer[s] der vergleichenden Verhaltensforschung“ und erhielt 1973 zusammen mit Karl von Frisch (1886-1982) und Nikolaas Tinbergen (1907-1988) den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Es folgten zahlreiche Forscher und Wissenschaftler, die die Ethologie in hohem Maße prägten und die sie zu einem heute so weitläufigen Forschungsgebiet machten (Faßnacht, 1995; Eibl-Eibesfeldt, 1999; Kappeler, 2009). Dabei steht die Verhaltensbiologie in engem

Einleitung

Zusammenhang mit anderen Teildisziplinen der Biologie, allen voran der Genetik, der Physiologie und der Evolutions- und Entwicklungsbiologie. Alle Teilgebiete zusammen ergeben ein umfangreiches Bild über die Auslösung und Steuerung von Verhaltensweisen. Um das Verhalten eines Tieres zu erforschen, bedient sich die Wissenschaft in erster Linie einer ganz simplen Methode: dem Beobachten. Durch reines Beobachten kann sie für jedes Tier einen Verhaltenskatalog (Ethogramm) erstellen, anhand dessen man Rückschlüsse auf zuvor erstellte Hypothesen ziehen kann. Wie und in welchem Maße die einzelnen Verhaltensweisen erfasst werden, hängt von den verschiedenen Methoden der Datenerhebung ab, auf die hier jedoch nicht näher eingegangen wird (Kappeler, 2009).

Die Geschichte zoologischer Gärten beginnt schon sehr früh. Im dritten Jahrhundert v. Chr. wurden Tiere erstmals aus kultisch-religiösen Gründen gehalten, während sie zuvor lediglich als Nahrungs- und Kleidungsquelle dienten. Erste Vorläufer zoologischer Gärten waren die sogenannten Menagerien. Diese entstanden durch Schenkungen von Tieren an Herrscher auf Feldzügen oder durch Verkäufe von Handelsschiffen als Nebenverdienst. Im Jahre 1235 entstand so im Londoner Tower die erste Menagerie in Europa. Bis 1790 waren solche jedoch ausschließlich den Herrschern vorbehalten und somit hatte das einfache Volk keinen Zugang zu diesen. Da die Tiere weitgehend in Käfigen gehalten wurden, kann man im Gegensatz zu heute kaum von einer artgerechten Haltung sprechen (Keißner, 2009). Die Käfige waren eher funktional ausgestattet als artgerecht, so dass eine weitgehend sterile Atmosphäre herrschte (Tudge, 1993). Ende des 19. Jahrhunderts entstanden dann in vielen großen Städten die ersten zoologischen Gärten, in denen die Tiere jedoch auch noch in Käfigen gehalten wurden. Zudem waren die damaligen Umstände des Tierfangs fatal. Durch zum Teil illegalen Wildfang wurden Tierbestände fast ausgerottet. Ein Großteil der exportierten Tiere starb noch während des Transportes und viele weitere während der Eingewöhnung. Dabei waren überfüllte Transportboxen und die unzureichende Versorgung der Tiere neben Krankheiten und Verletzungen die häufigsten Todesursachen. Im Laufe der Zeit wurde durch veterinärmedizinische Fortschritte der Tierfang schonender und die Verluste verringerten sich enorm. Heutzutage wird weitgehend auf den Wildfang verzichtet und stattdessen auf Nachzuchten gesetzt (Keller et. al., 1978). Mit der Patentierung (1896) und der Eröffnung (1907) gitterloser und naturgetreuer Freigehege wurde Carl Hagenbeck, Tierhändler und Zoodirektor aus Hamburg, der Vorreiter heutiger zoologischer Konzepte und bis heute wird weiterhin an der Optimierung der artgerechten Haltung gearbeitet (Keißner, 2009). Auch die ZOOM Erlebniswelt Gelsenkirchen, die aus dem 1949 gegründeten Ruhr Zoo entstand, bediente sich dieses Konzepts. Im Jahre 2000 wurde die Modernisierung und Umbenennung

Einleitung

beschlossen und das Konzept entwickelt, den Zoo in unterschiedliche geographische Bereiche zu unterteilen. Dazu wurden alle alten Gehege des ehemaligen Ruhr Zoos weitgehend entfernt und durch größere und naturgetreue Anlagen ersetzt, so dass die Tiere nicht mehr in Käfigen gehalten werden, sondern sich auf großzügigen Flächen frei bewegen können. Im Zuge dieses Konzepts wurden im Laufe der Jahre die Geo-Bereiche Alaska, Afrika und Asien eröffnet, welche dem Zoo ein neues Charakterbild verschafften. Nicht nur die Tiere sind den verschiedenen Bereichen angepasst, auch die Landschaft und die integrierten Freizeitangebote wie Gastronomie, Ausstellungen, Simulationen und Veranstaltungen sind geographisch so abgestimmt, dass die Besucher einen möglichst realistischen Eindruck des Lebensraumes der Tiere bekommen. Um den Anschein zaunfreier Gehege zu erwecken, wurden zur Begrenzung der Gehege unter anderem Wassergräben, mit Naturgewächsen bepflanzte Drahtzäune und Felsenimitationen mit integrierten Sichtscheiben verwendet (Gürtler, 2007; Gürtler, 2008). Zoologische Gärten haben vorrangig jedoch nicht nur die Aufgabe, Besucher zu unterhalten. Ein weiterer Schwerpunkt liegt vor allem im Artenschutz und in Zuchtprogrammen. Viele Tierarten würden ohne Hilfe zoologischer Gärten wohl nicht überleben. Indem man den Besuchern Tierarten unter weitgehend realistischen Lebensbedingungen vorstellt, weckt man das allgemeine Interesse und klärt gleichzeitig über die Wichtigkeit des Natur- und Artenschutzes auf. Zwar ist der Erhalt einer Tierart in der freien Natur erstrebenswert, doch nicht immer realisierbar. Durch Menschenhand wird der natürliche Lebensraum der Tiere oftmals zum Beispiel durch Rodungen und Erbauung neuer zivilisatorischer Einrichtungen vernichtet. Daher sind zoologische Gärten mit ihren Nachzuchten eine wichtige Maßnahme, um Tierbestände für die Nachwelt und für die erfolgreiche Wiederansiedlung zu erhalten (Keller et. al., 1978; Plachter, 1991; Tudge, 1993). Um den Tieren eine artgerechte Haltung zu ermöglichen und somit unter anderem eine erfolgreiche Nachzucht zu gewährleisten, müssen für die Zootiere entsprechende Bedingungen erfüllt werden. In erster Linie sind für die Haltung der verschiedenen Arten die Größe der Gehege und deren Struktur ausschlaggebend. Hier muss jedoch beachtet werden, dass die Gehege so konstruiert sind, dass eine Vereinbarkeit zwischen Naturnähe und dem Beobachtungsinteresse der Besucher ermöglicht wird. Da jedes Tier artspezifische Anforderungen an seine Umwelt stellt, müssen diese bei der Gehegegestaltung berücksichtigt werden. Steppenbewohnende Paarhufer zum Beispiel haben ein ausgeprägtes Fluchtverhalten, welches sich über große Distanzen erstreckt. Ein Gehege muss daher ausreichend Platz zur Flucht bieten. Waldbewohnende Paarhufer hingegen suchen Schutz hinter Bepflanzungen. Hier muss also auf ausreichend Versteckmöglichkeiten und nicht auf Weitläufigkeit eines Geheges geachtet werden. Bei

Einleitung

baumbewohnenden Tierarten wie Primaten müssen wiederum Klettermöglichkeiten bereit stehen. Diese Beispiele verdeutlichen, dass bei jeder Tierart besondere Ansprüche berücksichtigt werden müssen, um eine artgerechte Haltung zu gewährleisten (Militzer, 1986). Vor allem bei Fledertieren (Chiroptera) bedarf es besonderer Handlungsbedürfnisse, bedingt durch deren Lebensweise, auf die im nächsten Kapitel näher eingegangen wird.

1.2. Herkunft und Lebensweise der Chiroptera

Fledertiere, die zu der Klasse Mammalia gehören, sind die einzigen Säugetiere, die zu einem aktiven Flug fähig sind. Zudem sind sie dämmerungs- und nachtaktiv, was die Haltung und zur Schaustellung dieser Tierart problematischer macht als bei anderen Säugetiergruppen, da zoologische Einrichtungen nur tagsüber für Besucher zugänglich sind.

Während bei den meisten bodenbewohnenden Säugetieren die Gehege ausreichend Platz in der zweiten Dimension (Gehegefläche) bieten müssen, ist durch die Flugaktivität der Chiroptera die dritte Dimension, also ein Freiflugraum, ein wichtiger Bestandteil (Militzer, 1986). Um besser auf die Handlungsbedingungen dieser Tiere eingehen zu können, wird in den kommenden Abschnitten ein Überblick über deren Herkunft und Lebensweise geben, wobei das Hauptaugenmerk vor allem auf die Megachiroptera (Flughunde) gerichtet ist.

Die Ordnung Chiroptera oder Fledertiere kann in zwei Unterordnungen unterteilt werden: den Megachiroptera (Flughunde) und den Microchiroptera (Fledermäuse). Nach den Nagetieren sind die Fledertiere die artenreichste Säugetierordnung. Sie umfasst etwa 950 Arten (Schober, 1983), wobei die Anzahl der Fledertierarten in den verschiedenen Literaturen teilweise stark differiert (Yalden und Morris, 1975; Koopmann, 1994). Die Microchiroptera machen mit ungefähr 775 Arten über 80 % der Ordnung Chiroptera aus und sind damit die Unterordnung mit der größeren Formenvielfalt. Sie können dabei in vier Überfamilien unterteilt werden: den *Emballonuroidea* (Glattnasenfreischwänze), den *Rhinolophoidea* (Hufeisennasen) und den *Phyllostomoidea* oder auch *Noctilionoidea* (Blattnasen) mit jeweils drei Familien und den *Vespertilionoidea* (Glattnasen) mit sieben Familien (Schober, 1983; Findley, 1993; Koopmann, 1994; Jones et. al., 2002). Die Megachiroptera hingegen umfasst mit nur einer Familie, den *Pteropodidae*, rund 175 Arten (Schober, 1983). Die Präfixe 'Mega' und 'Micro' können dabei jedoch falsch interpretiert werden, da sie implizieren, dass Megachiroptera groß und Microchiroptera klein sind. Zwar sind unter den Megachiroptera mit einem Gewicht von bis zu 1,6 Kilogramm und einer Kopf-Rumpf-Länge von bis zu 40 Zentimeter die größten Arten der Fledertiere vertreten, jedoch gibt es auch kleinere Arten mit nur 10 Gramm bei einer Größe von nur 6 Zentimeter. Im Gegensatz dazu sind

Einleitung

Microchiroptera mit einem Durchschnittsgewicht von 2-80 Gramm und einer Größe von 3-18 Zentimeter deutlich kleiner. Die Definitionen Mega- und Mikrochiroptera sind daher rein taxonomische und nicht deskriptive Benennungen der Unterordnungen (Hutcheon und Garland, 2004; Puschmann, 2009).

Über die Stammesgeschichte der Fledertiere gibt es viele Spekulationen, jedoch ist sie bis heute noch nicht eindeutig geklärt. Aufgrund der vielen unterschiedlichen und konträren Erkenntnisse soll das Thema daher hier nur kurz angeschnitten werden.

Im Wesentlichen haben sich in den vergangenen Jahrzehnten zwei gängige Hypothesen über die Abstammung der Chiroptera entwickelt. Die Erste geht davon aus, dass beide Unterordnungen diphyletischen Ursprungs sind, dass also die Mega- und Microchiroptera keinen gemeinsamen Vorfahren haben. Stattdessen geht man davon aus, dass die Megachiroptera näher mit den Primaten als mit den Microchiroptera verwandt sind. Diese Hypothese bezieht sich vor allem auf Untersuchungen des Nervensystems und der Penismorphologie von Flughunden und Primaten, welche ähnlicher ist als die zwischen Mega- und Microchiroptera (Smith und Madkour, 1980; Pettigrew, 1986, 1991; Neuweiler, 1993). Die zweite Hypothese geht von der Monophylie der Chiroptera aus, also davon, dass die beiden Unterordnungen einer Stammform entspringen. Dies stützt sich vor allem auf eine Reihe molekulargenetischer Analysen der DNA und morphologischer Gemeinsamkeiten im Körperbau (Bennett et. al., 1988, Mindell et. al., 1991, Ammerman und Hillis, 1992). Trotz der Unstimmigkeit in der Aufklärung der Abstammung sind die Ergebnisse der verschiedenen Studien doch recht aufschlussreich und könnten in naher Zukunft eventuell dazu beitragen, die Stammesgeschichte der Chiroptera schlussendlich aufzuklären.

Der natürliche Lebensraum der Chiroptera gliedert sich wie folgt: Während Fledermäuse mit Ausnahme der Polarkreise und weitgehend isolierter Inseln auf der ganzen Welt anzutreffen sind, beschränkt sich der Lebensraum der Flughunde auf die Tropen und Subtropen der Alten Welt und sind in Indien, Südostasien, Australien und Afrika anzutreffen. Die Fledermäuse kann man bezüglich ihrer Verbreitungsgebiete in drei Gruppen einteilen. Die erste Gruppe beinhaltet diejenigen Arten, die nur in der Alten Welt anzutreffen sind; die Zweite diejenigen, die nur in der Neuen Welt vorkommen; die dritte Gruppe hingegen ist in beiden Verbreitungsgebieten beheimatet (Schober, 1983).

In ihren natürlichen Lebensräumen verbringen die Megachiroptera ihre Ruhephase an lichtexponierten Stellen in Baumkronen, wo sie zum Teil an kahlen Ästen hängen. Nur die Gattung *Rousettus* lebt wie die Microchiroptera in Höhlen und ist somit unter den Flughunden die einzige ausnahmslos cavernicole Gattung. Vereinzelt zeigen auch Arten anderer

Einleitung

Flughundgattungen diese Präferenz, jedoch sind dies eher Ausnahmen von der Regel (Kulzer, 2005). Den verschiedenen Lebensweisen angepasst haben sich unterschiedliche Orientierungsmethoden entwickelt. Die Evolution der höhlenbewohnenden Microchiroptera führte zur Genese der Echoortung (Jones und Teeling, 2006), während die Orientierung der Megachiroptera über das ausgeprägte Seh- und Geruchsvermögen erfolgt (Möhres und Kulzer, 1956). Eine Besonderheit in der Netzhaut der Flughundaugen besteht darin, dass sie neben den für das Nachtsehen benötigten Stäbchen auch Zapfen fürs Tag- und Farbsehen besitzen (Müller et. al., 2007). Einzige Ausnahme unter den Flughunden stellt die cavernicole Gattung *Rousettus* dar, die sich wie Microchiroptera auch mit Echoortung orientieren, wobei hier die Laute jedoch nicht durch den Kehlkopf sondern durch Zungenschnalzen entstehen (Kulzer, 1960).

Da es sich bei den Chiroptera um wärmeliebende Formen handelt (Schober, 1983), ist es nicht verwunderlich, dass die Artenzahlen nahe dem Äquator am höchsten sind, während sie in Richtung der Pole immer weiter abnehmen. Jedoch ist nicht nur das Klima ausschlaggebend für diese Verteilung, sondern auch das Nahrungsangebot, welches in den wärmeren Klimazonen üppiger ist als in den kälteren. Dies ist vor allem für die vielen insectivoren Fledermausarten wichtig. Aufgrund solcher Umstände haben Fledermäuse besondere Mechanismen entwickelt, um schlechte Zeiten wie zum Beispiel niedrige Temperaturen oder ein mangelndes Nahrungsangebot zu überdauern. Im Gegensatz zu Flughunden sind Fledermäuse in der Lage zu Torpor und halten Winterschlaf. Flughunde, die nur in den Tropen und Subtropen vorkommen, sind auf diese Art der Temperaturregulation nicht angewiesen. Kalte Tage überdauern die Tiere, indem sie sich dicht an Artgenossen drängen und mit Hilfe ihrer um den Körper geschlungenen Flügel eine isolierende und wärmende Schicht erzeugen. Bei extrem niedrigen Temperaturen kommt ein Kältezittern hinzu. Da die Tiere ihre Ruhephase im Freien verbringen, sind sie der Sonne und somit der Hitze ausgesetzt. Übersteigt diese den Toleranzbereich, rücken die Tiere auseinander und spreizen die Flügel vom Körper ab. Steigt die Temperatur weiter an, werden die Flügel dazu benutzt, sich aktiv Luft zuzufächeln. Die Abkühlung wird durch das Einspeicheln des Körpers und den dadurch entstehenden Kühlungseffekt durch Evaporation verstärkt (Kulzer, 2005).

Auch hinsichtlich der Ernährung unterscheiden sich die Mega- und Microchiroptera voneinander. Anders als Fledermäuse, die sich von Insekten, kleinen Wirbeltieren, Nektar und Wirbeltierblut ernähren, sind alle Megachiroptera ausnahmslos frugivor und/oder nektarivor und ernähren sich von Früchten, Pollen, Nektar und Blättern. Zwar wurden vereinzelt auch Insektenreste in Magen und Darm von Flughunden gefunden, diese wurden jedoch sehr

Einleitung

wahrscheinlich versehentlich zu sich genommen (Marshall, 1983, Kulzer, 2005). Aufgrund dieser Ernährungsweise spielen Flughunde eine wichtige Rolle bei der Bestäubung und der Verbreitung von Samen (Curio et. al., 2002). Dabei richten sich die Tiere nach dem jahreszeitlichen Nahrungsangebot, welches zwischen den verschiedenen Lebensräumen zum Teil stark differiert (Banack, 1998; Hall und Richards, 2000; Modh-Azlan, 2001; Mahmood-Ul-Hassan et. al., 2010). Welche Pflanzenteile die Tiere zu sich nehmen ist unterschiedlich, doch geht aus den meisten Untersuchungen hervor, dass vor allem Früchte als Nahrung präferiert werden (Marshall, 1983; Mahmood-Ul-Hassan et. al., 2010). Je nach Nahrungsart haben Flughunde ihre eigene Fresstechnik entwickelt. Nektarivore landen nur kurz an der Blüte oder schweben um diese herum, während sie mit ihrer langen Zunge den Nektar aufnehmen. Dabei bleiben zum Teil Pollen im Fell der Tiere hängen, die sie dann bei der Fellpflege zu sich nehmen. Meist werden die Pollen jedoch direkt von der Blüte aufgenommen. Die frugivoren Megachiroptera hingegen nehmen Früchte zu sich, die entweder direkt an Ort und Stelle vom Futterbaum gefressen oder erst zu einem Futterplatz gebracht und dann verspeist werden. Die Tiere können dabei große Massen von mehr als der Hälfte ihres Eigengewichts transportieren. Bei den Früchten werden sowohl der Fruchtsaft als auch ein Teil des Fruchtfleisches gefressen. Früchte mit einer Schale werden erst von dieser befreit und anschließend Fruchtfleischstücke herausgebissen. Die Nahrungsstücke werden dann mit der Zunge gegen den harten, gezahnten Gaumen gedrückt und so lange zermahlen, bis der ganze Fruchtsaft ausgepresst ist und nur noch die Fruchtfasern übrig sind. Diese Fasern werden in der Regel nicht aufgenommen, sondern in Form eines trockenen Pellets ausgespuckt (Marshall, 1983; Neuweiler, 1995; Banack, 1998; Hall und Richards, 2000). Die Verdauung von Fledertieren funktioniert erstaunlich schnell. Im Durchschnitt verdauen die Tiere Nahrung innerhalb von zwölf bis 40 Minuten, wohl um beim Flug unnötigen Ballast zu vermeiden (Marshall, 1983; Neuweiler, 1995; Hall und Richards, 2000). Auf ihrer Nahrungssuche fliegen Flughunde sehr weite Strecken. Die Distanzen zwischen Ruhe- und Futterplatz können je nach Art zwischen 20 und 50 Kilometern betragen (Marshall, 1983). Aufgrund der Tatsache, dass die Tiere bei ihren Ausflügen oftmals Früchte von Plantagen fressen (zum Beispiel Mangos, Äpfel, Pfirsiche, etc.) und dadurch erhebliche Schäden anrichten, werden sie von den Einheimischen gejagt und getötet (Marshall, 1983; Schober, 1983; Mahmood-Ul-Hassan et. al., 2010).

Fledertiere sind die einzigen Säugetiere, die zu einem aktiven Flug fähig sind. In diesem Abschnitt werden ausschließlich auf solche anatomischen Modifikationen eingegangen, die mit dieser Lebensweise einhergehen. Die Umformung der vorderen Extremitäten zu einem

Einleitung

Flugorgan ist hierbei wohl die auffälligste Veränderung und kann nur bei ihnen gefunden werden. Zwar findet man auch in anderen Wirbeltierklassen, allen voran den Vögeln (Aves), solche Umformungen und somit den aktiven Flug, jedoch erfolgte deren Entstehung unabhängig voneinander und weist einen unterschiedlichen Bauplan auf. Das Flugorgan bei den Fledertieren wird durch die verlängerten Finger und die zwischen diesen gespannte Flughaut (Patagium) gebildet. Das Patagium kann in mehrere Abschnitte unterteilt werden: das Propatagium (Vorderflughaut), das Dactylo- oder Chiropatagium (Fingerflughaut), das Plagiopatagium (Armflughaut) und das Uropatagium (Schwanzflughaut), welches bei den Flughunden nur rudimentär vorhanden ist, da die Schwanzwirbelsäule fehlt (Yalden und Morris, 1975; Schober, 1983; Koopmann, 1994). Die Flughaut der Fledertiere ist sehr dünn und von feinen Blutgefäßen, Nerven, elastischen Fasern und kleinen Muskelbündchen durchzogen (Schumacher, 1932). Letztere dienen vor allem der Stabilität und verhindern das Flattern der Flügel während des Fluges. Zusätzlich unterstützen diese Muskeln das Zusammenfallen der Flügel in der Ruhephase (Yalden und Morris, 1975; Schober, 1983). Die Flughaut ist meist unbehaart, kann jedoch bei manchen Arten auf der ventralen Körperseite am Bauchansatz und auf der dorsalen Seite der Schwanzflughaut mit Haaren besetzt sein (Koopmann, 1994). Die Vorderextremitäten, zwischen denen die Flughaut gespannt ist, ähneln vom Aufbau her weitgehend denen der restlichen Säugetiere, jedoch sind bis auf den Daumen, der als einziger Finger bei allen Fledertieren eine Krallen trägt, alle anderen Finger stark verlängert (Hall und Richards, 2000). Die Krallen dient in erster Linie als Kletterhilfe.

Innerhalb der Ordnung Chiroptera gibt es eine Vielgestaltigkeit der Flugorgane, welche sich besonders auf die unterschiedlichen Lebensweisen der einzelnen Arten zurückführen lässt. Während Flughunde die Flügel zur Überwindung großer Strecken nutzen, müssen die der insectivoren Fledermäuse für die Jagd ihrer Beute angepasst sein und über eine hohe Manövrierfähigkeit verfügen (Schober, 1983). Da alle Flughunde frugivor bzw. nektarivor sind (Kulzer, 2005), ist eine Verfolgung der Beute nicht erforderlich. Im Vergleich zu Fledermäusen sind die meisten Flughunde größer und schwerer. Es gibt jedoch durchaus Flughunde, die die Größe einiger Fledermäuse unterschreiten. Dennoch kann man generell sagen, dass ein großer Körper große Flügel benötigt, um das Fliegen zu ermöglichen. Hierbei gelten die Flughunde mit einer Flügelspannweite von bis zu 1,70 Metern als Paradebeispiel. Bei einigen Fledermäusen werden die Flügel nicht nur zum Fliegen genutzt, sondern dienen auch zur Fortbewegung am Boden. Durch den kleineren und leichteren Körperbau ist es ihnen möglich, durch Sprungbewegungen vom Boden aus zu starten, was bei den Flughunden aufgrund ihres Gewichts nicht möglich ist (Schober, 1983).

Einleitung

Die Hinterbeine der Fledertiere dienen primär dem Festhalten in der Ruheposition und dem Umherklettern. Sie sind zu diesem Zweck mit scharfen Krallen ausgestattet. Da die Tiere während ihrer Ruhephase kopfüber hängen, stellt dies eine besondere Herausforderung an die Beine dar. Im Gegensatz zum restlichen Körper sind diese eher muskelarm. Um ein langes Überdauern in der kopfüber hängenden Ruheposition zu gewährleisten, hat sich ein Mechanismus entwickelt (*digital tendon locking mechanism*), der es ermöglicht, diese Position ohne Muskelkraft einzuhalten. Beim Krümmen der Krallen rastet eine Sehne, die durch eine geriffelte Sehnenscheide verläuft, ein und verhindert durch den zusätzlichen Zug des Körpergewichts das Zurückgleiten der Sehne und somit das Öffnen der Kralle (Neuweiler, 1993; Hall und Richards, 2000; Quinn und Baumel, 1993). Eine weitere Auffälligkeit der Fledertierbeine ist die Rotation um die Längsachse um 180 Grad. Die Knie sind somit nach hinten und nicht wie bei den meisten Säugetieren nach vorne gerichtet. Durch diese Sonderstellung der Gliedmaßen können die Tiere ihre typische Ruheposition einnehmen. Zudem ist dadurch sowohl der Start als auch die Landung beim Flug einfacher und schneller (Neuweiler, 1993).

Der Oberkörper der Fledertiere ist im Gegensatz zur unteren Körperhälfte stämmig und muskulös. Verglichen mit dem Bau des Brustkorbes ist die Beckenregion eher schwach ausgebildet. Dies steht in engem Zusammenhang mit dem für den Flug optimierten Körperbau. Durch den ausgebildeten Oberkörper verlagert sich der Schwerpunkt so weit nach vorne, dass ein ruhiger Flug gewährleistet ist. Wäre auch die Beckenregion stark ausgebildet, so würde sich der Schwerpunkt weiter nach hinten verlagern und den Flug dadurch instabil machen (Straube, mündl. Mitt.).

Bezogen auf die Organe ist es bei den Chiroptera das Herz, welches sich am meisten von denen anderer Säugetiere unterscheidet. Zwar stimmt es im Aufbau allgemein überein, jedoch ist es um das zwei- bis dreifache größer als bei Säugetieren etwa gleicher Körpergröße. Dass das Herz stark vergrößert und muskulöser ist, liegt an der Lebensweise der Fledertiere, welche sich durch das kopfüber Hängen und den aktiven Flug auszeichnet. Aufgrund dessen muss das Herz eine sehr hohe Leistung erzielen. In der Ruhephase, in der die Tiere meist ohne viele Regungen den Tag verbringen, liegt die Herzschlagfrequenz bei kleineren Fledermäusen durchschnittlich bei etwa 500 Schlägen pro Minute. Beim Fliegen wird diese Frequenz auf bis zu 1100 Schläge pro Minute verdoppelt. Microchiroptera, die in den kälteren Lebensräumen Winterschlaf halten, setzen während dieser Zeit ihren Herzschlag drastisch herab, so dass die Herzschlagfrequenz nur noch vier Schläge die Minute beträgt (Neuweiler, 1993; Canals et. al., 2005). Auch die Lunge ist bei den Chiroptera im Vergleich zu anderen Säugetieren

Einleitung

vergrößert (Canals et. al., 2005). Das Körperblutvolumen ist aufgrund von Gewichtseinsparungen eher gering, dafür enthält das Blut eine hohe Anzahl an vergleichsweise kleinen Erythrozyten und damit einen erhöhten Hämoglobingehalt. Dadurch kann eine höhere Sauerstoffkapazität erreicht werden. Während der Ruhephase kann ein Großteil des Blutes in der Milz gespeichert werden. Diese kann dann auf das doppelte ihrer Normalgröße anschwellen. Bei Bedarf wird das Blut wieder in den Blutkreislauf eingespeist (Neuweiler, 1993).

Aus diesen Erkenntnissen geht deutlich hervor, dass aufgrund der Lebensweise der Chiroptera einige Anpassungen stattfinden mussten, um den aktiven Flug zu gewährleisten. Diese Anpassungen betreffen sowohl das Skelett als auch die Organe.

1.3. Vorstellung der Art *Pteropus vampyrus*

Bei den in dieser Arbeit untersuchten Flughunden handelt es sich um die Art *Pteropus vampyrus*. Unter den Megachiroptera, welche aus nur einer Familie, den *Pteropodidae*, bestehen, ist die Gattung *Pteropus* mit rund 58 von insgesamt 175 Arten die artenreichste und beinhaltet die größten aller Flughunde. *Pteropus vampyrus* ist mit einem Körpergewicht von etwa 645 Gramm bis 1,09 Kilogramm und einer Flügelspannweite von bis zu 1,5 Meter der größte Vertreter dieser Gattung. Die Länge des Unterarms, welche vor allem als Maß zur Größenbestimmung herangezogen wird, beträgt dabei 180 bis 220 Millimeter (Kunz und Jones, 2000).

Pteropus vampyrus kann in sieben Unterarten eingeteilt werden. Die verschiedenen Unterarten sind meist auf bestimmte Verbreitungsgebiete beschränkt und unterscheiden sich hauptsächlich hinsichtlich ihrer Nahrungspräferenzen (Mickleburgh et. al., 1992; Koopman, 1994).

Das Verbreitungsgebiet von *Pteropus vampyrus* erstreckt sich über die Indo-Malaysische Subregion, die neben

Myanmar, Thailand und Vietnam auch Malaysia, Singapur, Brunei, Sumatra, Java, die Philippinen, Borneo und Timor umfasst. Dieses Gebiet verläuft mit Ausnahme von Timor an

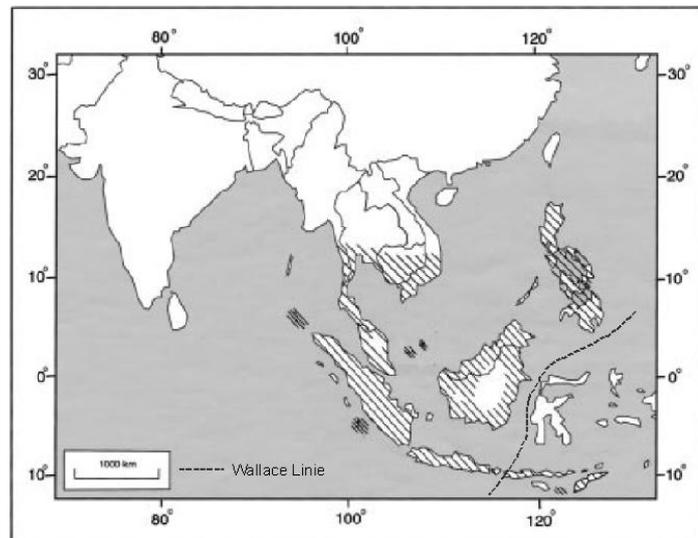


Abb. 1-1 Verbreitungsgebiet von *Pteropus vampyrus* (verändert nach Mayr, 1944 und Kunz und Jones, 2000)

Einleitung

der Wallace's Linie entlang, welche die Grenzlinie zwischen Asien und Australien definiert (Mayr, 1944; Kunz und Jones, 2000).

In ihrem natürlichen Lebensraum bevorzugen die Tiere Mangroven und Kokosnusswälder als Ruheplätze. Dabei hängen sie, wie die meisten anderen Flughunde auch, an blätterlosen Ästen in Baumkronen, meist in einer Höhe von 30 bis 46 Metern (Kunz und Jones, 2000). Neben kleineren Gruppen sind auch Kolonien von mehreren Tausend Individuen anzutreffen. Beobachtungen auf den Philippinen zeigen, dass sich *Pteropus vampyrus* bei Gelegenheit mit anderen Flughundarten, in diesem Fall *Aceroton jubatus*, die Ruheplätze teilt (Kunz und Jones, 2000; Stier und Mildenstein, 2005). Auch in Timor wurden gemischte Gruppen mit anderen Arten beobachtet (Kunz und Jones, 2000).

Körpermerkmale

Die Ohren von *Pteropus vampyrus* sind lang und spitz, die Augen groß. Das Fell ist mit Ausnahme eines gelblichen Haarkranzes im Nacken eher dunkel, wobei sich die Beschaffenheit und Farbe von Alter und Geschlecht her unterscheiden können. Die Haare des Kranzes sind länger als die restliche Körperbehaarung. Die Flügel sind bis auf körpernahe Stellen unbehaart und einem langsamen, manövrierfähigen Flug angepasst (Kunz und Jones, 2000).

Fortpflanzung

Die Weibchen gebären meist einmal im Jahr ein einzelnes Jungtier, wobei es geographische und jahreszeitliche Unterschiede gibt. In Gefangenschaft wurden Geburten zwischen Mai und Juni registriert. Das Jungtier verbringt die ersten Tage bei der Mutter und wird auch während der Futtersuche von ihr getragen. In der Regel verbleibt es jedoch später bei solchen Ausflügen am Ruheplatz. Die Laktation beträgt gewöhnlich zwei bis drei Monate. Neugeborene Flughunde der Art *Pteropus vampyrus* haben ein Geburtsgewicht von etwa 133 Gramm, was etwa 11,7 Prozent des adulten Gewichts entspricht. Die Unterarmlänge beträgt hingegen mit 79,5 Millimetern schon 35,4 Prozent der adulten Maße (Kunz und Jones, 2000). Wie bei allen Chiroptera gebären die Mütter ihre Jungen in der kopfüberhängenden Position. Durch das Festhalten mit den Daumenkrallen wird eine Position eingenommen, bei der der Bauch so nach oben gerichtet ist, dass das Abstürzen des Neugeborenen verhindert wird. Die Neugeborenen krallen sich nach der Geburt sofort mit ihren überproportionierten Hinterfüßen in das Fell der Mutter und suchen nach den Zitzen (Schober, 1983). In Gefangenschaft können die Tiere bis zu 15 Jahre alt werden (Kunz und Jones, 2000). Die Lebenserwartung in

Einleitung

freier Wildbahn liegt Annahmen zufolge weit darunter, da die Tiere unter anderem durch Prädation und ungünstige Umweltbedingungen zu Tode kommen können.

Ernährung

Laut Kunz und Jones (2000) ernährt sich *Pteropus vampyrus* bevorzugt von Blüten und Nektar statt von Früchten, sofern diese in ausreichendem Maße vorhanden sind. Das Angebot an Früchten ist jedoch weitaus größer. Neben wildwachsenden Früchten werden oftmals Plantagen aufgesucht und die dort vorhandenen Obstarten gefressen, womit die Tiere zum Teil erhebliche Schäden anrichten (Mickleburgh et. al., 1992; Mohd-Azlan, 2001). Die Art der Nahrungswahl unterscheidet sich zwischen manchen Unterarten. So wurden in neueren Studien weitere Nahrungsquellen für *Pteropus vampyrus lanensis* ermittelt (Stier und Mildenstein, 2005). Das Nahrungsspektrum von *Pteropus vampyrus* ist also relativ groß, wobei das jahreszeitliche und geographische Nahrungsangebot zu berücksichtigen ist. Die Tiere legen auf ihrer nächtlichen Nahrungssuche erstaunliche Distanzen zurück, die zwischen 30 und 50 Kilometer zwischen den Ruhe- und Futterplätzen betragen können (Marshall, 1983; Mohd-Azlan, 2001). Dabei werden meist bestimmte Routen eingehalten (Kunz und Jones, 2000). Wird die Nahrung nicht gleich an Ort und Stelle verzehrt, tragen die Tiere sie zu Plätzen abseits der Futterbäume. Dabei kann *Pteropus vampyrus* Früchte mit einem Gewicht von über 200 Gramm transportieren (Marshall, 1983). Bei den Nahrungsausflügen bilden sich mit bis zu 50 Individuen große Futtergruppen, die sich an einem Futterplatz versammeln (Kunz und Jones, 2000).

Schutz

Laut CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora) zählt *Pteropus vampyrus* zu den Arten, die nicht vom Aussterben bedroht sind. Wenn der Handel und die Jagd jedoch nicht reguliert werden, könnte sich dies in naher Zukunft ändern (Kunz und Jones, 2000, Struebig et. al., 2007). Die Tiere werden nicht nur gejagt, weil sie erhebliche Schäden an Plantagen anrichten, sondern auch um sie zu Nahrung oder Medizin zu verarbeiten (Modh-Azlan, 2001). Neben der legalen Jagd, die durch rechtlich erworbenen Lizenzen erlaubt ist, ist vor allen Dingen die illegale Jagd eine Bedrohung für den Artbestand von *Pteropus vampyrus*, da eine Überwachung des Tierbestandes nicht mehr gewährleistet ist (Struebig et. al., 2007; Epstein et. al., 2009).

1.4. Haltung von Flughunden

Wie in Kapitel 1.2. bereits erwähnt, ist die Haltung von Flughunden angesichts ihrer Lebensweise problematischer als bei anderen Säugetieren.

Aufgrund des aktiven Fluges benötigen die Tiere ausreichend Platz, um ihren natürlichen Trieben nachgehen zu können. Da die Tiere in freier Natur bei ihrer nächtlichen Nahrungssuche mehrere Kilometer pro Nacht fliegen, sind große Freiflughallen eine Voraussetzung zur artgerechten Haltung von Flughunden. Die Temperaturen sollten dem natürlichen Lebensraum, bei Flughunden Tropen und Subtropen, angepasst sein und zwischen 18 und 30 Grad Celsius liegen. Die Optimaltemperatur liegt zwischen 23 und 26 Grad Celsius und sollte nach Möglichkeit erreicht werden. Die Luftfeuchtigkeit sollte idealerweise bei durchschnittlich 55 bis 85 Prozent liegen (Puschmann, 2009). Da Flughunde in freier Natur hoch an Ästen in Baumkronen an lichtexponierten Stellen ihre Ruhephase verbringen, sollten auch in einer Freiflughalle ausreichend hohe Pflanzen bereitstehen, um den Tieren optimale Aufhängemöglichkeiten zu gewährleisten. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Tiere beim Klettern mit ihren scharfen Krallen die Bepflanzung stark beschädigen können. Da die Tiere keine festen Plätze zum Koten und Urinieren aufsuchen, können auch dadurch erhebliche Schäden und Verunreinigungen entstehen. Vor allem bei der Vergesellschaftung mit bodenbewohnenden Tierarten muss dies berücksichtigt werden. Durch die Haltung von kleineren Gruppen lassen sich diese Schäden in Grenzen halten (Puschmann, 2009). Gemeinschaftshaltung, sowohl mit anderen Flughundarten als auch mit anderen Säugetieren oder Vögeln, sollten kein Problem darstellen. Da sich der Großteil der Flughunde optisch über den Sehsinn orientiert und daher nicht über Echoortung verfügt, müssen natürliche Lichtverhältnisse in der Halle herrschen, da die Tiere bei völliger Dunkelheit nicht ausfliegen können. Eine bei Nacht völlig abgedunkelte Halle wäre also eher kontraproduktiv. Flughunde, die auch während der Ruhephase noch aktiv sein können, bieten Besuchern auch außerhalb der Aktivitätsphase ein bestimmtes Maß Unterhaltung. So können sie am Tag vor allem bei der Körperpflege und Interaktionen beobachtet werden. Um die Tiere für Besucher noch interessanter zu machen, können diese auch in Nachttierhäusern untergebracht werden (Puschmann, 2009). In wieweit dann der natürliche Rhythmus eingehalten werden kann, ist allerdings fraglich. Um den Tieren eine artgerechte und störungsfreie Haltung zu ermöglichen, muss eine gewisse Distanz zu den Besuchern gewährleistet sein. Die Tiere brauchen ausreichend Rückzugsmöglichkeiten, was in einer großen Halle besser als in einer kleinen realisierbar ist.

Einleitung

Aufgrund der frugivoren Ernährung sollte den Tieren immer ausreichend Nahrung in Form von frischem Obst oder gesüßtem Gemüse zur Verfügung stehen. Idealerweise wird das Futter in mundgerechten Stücken in Futterschalen nahe der Ruheplätze angeboten. Die Futtermenge sollte dabei täglich etwa 50 bis 100 Prozent des Körpergewichts entsprechen und auf zwei Mahlzeiten verteilt werden. Neben frischem Obst muss den Tieren ausreichend Wasser zur Verfügung stehen, auch wenn ein Großteil des Wasserbedarfs durch das Obst gedeckt wird (Puschmann, 2009).

1.5. Ziel der Arbeit

Um die Qualität der Haltung der in der ZOOM Erlebniswelt gehaltenen Flughunde der Gattung *Pteropus vampyrus* zu beurteilen, werden Verhaltens- und Präferenzanalysen durchgeführt und hinsichtlich verschiedener Aspekte untersucht. Ziel der Arbeit soll es sein, Aufschluss über die Verhaltensbiologie dieser Tierart und eine Beurteilung über die Haltungsbedingungen in einem Zoo unter Berücksichtigung einer artgerechten Haltung zu geben.

Dabei werden sowohl verhaltensbiologische als auch zootierkundliche Aspekte berücksichtigt.

Mit Hilfe dieser Arbeit sollen folgende Fragen beantwortet werden:

1. Ähneln das Verhalten der Flughunde in Gefangenschaft dem ihrer in freier Wildbahn lebenden Artgenossen?
2. Inwieweit schränkt die Zoonhaltung die Tiere in ihrem natürlichen Verhaltensrepertoire ein?
3. Welche Rolle spielt die Gruppengröße beim Verhalten?
4. Kann man die Haltungsbedingungen als adäquat bzw. artgerecht bezeichnen?
5. In wieweit passen sich die Tiere ihrem künstlichen Habitat an? Werden die vorgegebenen Bedingungen akzeptiert?
6. Zeigen die Tiere bestimmte Präferenzen bezüglich ihrer Umgebung?
7. Zeigen sich bei veränderbaren Parametern wie Futterplatz oder Futterarten Präferenzen? Gibt es Hinweise auf ähnliche Präferenzen in freier Wildbahn?

2. Material und Methoden

2.1. Das Asienrevier der ZOOM Erlebniswelt

Der Geo-Bereich Asien wurde am 04. März 2010 eröffnet und erstreckt sich über eine Gesamtfläche von rund fünf Hektar. Kernstück dieses Bereichs ist die rund 4700 Quadratmeter große Tropenhalle, die eine maximale Höhe von 15 Metern erreicht und von einem mehrlagigem transparenten Foliendach überspannt ist. Die Halle ist in zwei Bereiche unterteilt: einen Indoorspielplatz (~850 m²) und die Tropenhalle mit dem Tierbestand. Diese enthält einen abgetrennten Bereich, die Innenanlage der Orang-Utans, Hulman-Affen und Zwergotter (~400 m²), und die Innengastronomie (~1300 m²). Auch die in der Asienhalle lebenden Schönhörnchen befinden sich in einem abgetrennten Gehege. Der übrige Tierbestand kann sich in der Halle frei bewegen. Neben den Flughunden besteht der freilebende Tierbestand aus verschiedenen Vogel- und Schildkrötenarten sowie einigen Wasseragamen (genauer Tierbestand siehe Anhang, Tab. 9-1). Der Freiflughraum beträgt in etwa 21500 m³. Die Fläche der Tropenhalle ist zu circa 31 Prozent bepflanzt. Zusätzlich befindet sich ein großer Teich in der unteren Ebene. Im südlichen Drittel ist die Halle zweistöckig. Die Temperatur in der Halle beträgt durchschnittlich 25 Grad Celsius.

2.2. Die Flughunde in der Tropenhalle

Am 02. März 2010 zogen die ersten Flughunde in die Tropenhalle des Asienreviers. Dabei handelte es sich um drei adulte Tiere (zwei Weibchen und ein Männchen). Im weiteren Verlauf, am 17. Juni 2010, wurde eine zweite größere Gruppe von 15 Tieren (sieben Weibchen und acht Männchen) eingegliedert. Alle Tiere wurden von einem Privatzüchter übernommen. Informationen über das Alter und die Verwandtschaftsbeziehungen der Tiere fehlen. Aufgrund technischer Störungen verstarben einige der Tiere. Damit standen zu Beginn der Beobachtung zwölf adulte Tiere zur Verfügung (je sechs Weibchen bzw. Männchen).

Alle Tiere durchliefen die standardmäßigen Gesundheitschecks und wurden vor der Einbringung in der Tropenhalle für rund einen Monat unter Quarantäne gestellt, um mögliche Ansteckungsgefahren mit Krankheitserregern auf die anderen Bewohner der Tropenhalle zu vermeiden. Während der Gesundheitschecks wurden Kot- und bakteriologische Untersuchungen durchgeführt und die Tiere bei positiven Befunden behandelt.

Da die Eingewöhnungsphase der Flughunde in die Tropenhalle nicht in den Untersuchungszeitraum fiel, gibt es keine Aufzeichnungen über den Verlauf der Gruppenzusammensetzungen und der Ruheplatzwahl.

Material und Methoden

Anhand zweier Aspekte wurden die zwölf Tiere zu Beobachtungsbeginn in drei Gruppen aufgeteilt, nämlich des Aufenthaltsortes und der Gruppengröße.

Die erste Gruppe besteht aus zwei Tieren und hat ihren Ruheplatz in den Baumwipfeln der Tropenhalle. Während der Vorbeobachtungen hängen die Tiere stets nebeneinander. Da sowohl ein gemeinsamer Aufenthaltsort als auch ein Zusammenschluss der beiden Tiere gegeben war, erfolgte die Einteilung zu einer gemeinsamen Gruppe, im Folgenden als 2er Gruppe benannt. Dabei handelt es sich um ein männliches und ein weibliches Individuum.

Die zweite Gruppe, welche aus neun Tieren besteht, hat ihren Ruheplatz unter der Decke und war während der Vorbeobachtungen fast ausschließlich im Verband anzutreffen. Daher erfolgte auch hier die Einteilung in eine gemeinsame Gruppe, im Folgenden als 9er Gruppe bezeichnet, welche sich aus vier Männchen und fünf Weibchen zusammensetzt.

Bei der dritten Gruppe handelt es sich vielmehr um ein Einzeltier, welches sich aufgrund einer Verletzung und einer damit mehrwöchigen Quarantäne laut Aussage der Pfleger von der 9er Gruppe abgespalten hat. Dies ist möglicherweise darauf zurückzuführen, dass das Tier nach der Verletzung seine Flugfähigkeit verloren hat und sich seither nur kletternd fortbewegen konnte. Da das Tier seinen Ruheplatz wie die 2er Gruppe auch in den Baumwipfeln hat, jedoch während der Vorbeobachtungen nie mit den beiden Tieren anzutreffen war, wurde es getrennt von den anderen als eigene „Gruppe“ gewertet und im Folgenden als Einzeltier benannt.

Da die einzelnen Tiere der jeweiligen Gruppen nicht individuell voneinander unterschieden werden konnten, wurden sämtliche Beobachtungen und die daraus resultierenden Ergebnisse nicht auf Einzeltiere sondern auf die Gruppen bezogen und ausgewertet.

2.3. Der Beobachtungszeitraum

Die Flughunde wurden zwischen November 2010 und Mai 2011 regelmäßig über mehrere Stunden am Tag beobachtet, wobei der November lediglich zur Vorbeobachtung diente und sich die ausgewerteten Daten somit auf den tatsächlichen Beobachtungszeitraum vom 01. Dezember 2010 bis zum 31. Mai 2011 beschränken. Beobachtet wurde in einem Zeitraum zwischen 8 Uhr morgens und 22 Uhr abends, um sowohl Daten für die Ruhe- als auch für die Aktivitätsphase zu erhalten.

2.4. Beobachtungsmethoden zur Datenerhebung der Aktivitätsanalysen

Zur Erhebung der Daten wurden verschiedene Beobachtungsmethoden genutzt, auf die in den folgenden Abschnitten näher eingegangen wird. Die erhobenen Daten wurden schriftlich auf

vorbereiteten Protokollblättern festgehalten und anschließend am Computer ausgewertet. Als Hilfsmittel zur Aufnahme dienten neben den Protokollbögen ein Fernglas, ein Handstückzähler und während der späten Beobachtungszeiten ein digitales Diktiergerät.

Genutzt wurden unter anderem die *ad libitum* Methode, das *scan sampling* und das *focal animal sampling* (Martin und Bateson, 1993; Naguib, 2006).

Ad libitum

Bei den Vorbeobachtungen wurde die *ad libitum* Methode genutzt, um ein Ethogramm der Flughunde zu erstellen. Da es sich bei dieser Methode um eine nicht quantitative Erhebung handelt, können die daraus gewonnenen Daten nicht für eine spätere Auswertung genutzt werden und dienen daher lediglich der Erstellung eines Verhaltenskatalogs mit den wichtigsten Verhaltensweisen. Nach einer einmonatigen Vorbeobachtung wurden die im folgendem definierten und beschriebenen Verhaltensweisen zusammengetragen:

- **Ruhen:** Bei dieser Verhaltensweise handelt es sich, wie der Name schon andeutet, um ein Verhalten, welches ausschließlich in der Ruhephase gezeigt wird. Dabei hängen die Tiere kopfüber an ihren Ruheplätzen und sind meist in ihren Flughäuten eingehüllt. In dieser Position ragen meist nur die Ohren heraus. An besonders warmen Tagen können die Tiere die Flügel seitlich am Körper oder von diesem abgespreizt hängen haben. Diese Verhaltensweise wurde für die Datenerhebung in zwei Rubriken unterteilt: Ruhen (-) und Ruhen (+). Beim Ruhen (-) zeigten die Flughunde keine Regungen, so dass man davon ausgehen konnte, dass die Tiere schlafen. Beim Ruhen (+) hingegen konnten Regungen wie zum Beispiel Ohrenbewegungen (Peilen) oder Umherschauen ausgemacht werden, was darauf schließen lässt, dass die Tiere trotz der Ruhephase noch aufmerksam sind und Geräusche wahrnehmen.
- **Komfortverhalten:** Zu diesem Verhalten zählt vor allem die Körperpflege, also das sich Putzen, Kratzen und Lecken. Diese Verhaltensweise dauert meist längere Zeit an und wird intensiv betrieben. Neben der Körperpflege werden auch die Defäkation und Miktion dem Komfortverhalten zugeschrieben, da dies oftmals, jedoch nicht notwendiger Weise, während der Körperpflege stattfindet. Dazu nehmen die Tiere eine besondere Haltung ein, indem sie sich mit ihrer Daumenkralle festhalten und die Beine nach unten hängen lassen.

Material und Methoden

- Flügelfächeln: Dieses Verhalten wird ausschließlich in der Ruhephase an heißen Tagen gezeigt, wenn die Temperatur den Toleranzbereich der Tiere überschreitet. Dabei nutzen die Tiere ihre Flügel, um sich aktiv kühle Luft zuzufächeln und ihre Körpertemperatur zu regulieren. Je nach Belastung nutzen die Tiere dazu einen oder beide Flügel.
- Bewegungen: Zu den Bewegungen zählen sämtliche Kopf- und Körperbewegungen wie Strecken, Gähnen, Schütteln, Flügel positionieren, Fußwechsel und ähnliches. Im Gegensatz zu den anderen Verhaltensweisen traten diese im Einzelnen eher selten auf und waren nur von kurzer Dauer, weshalb sie als eine Kategorie zusammengefasst wurden.
- Interaktionen: Wie der Name schon sagt, handelt es sich dabei um alle Interaktionen, wobei sich diese im Wesentlichen auf intraspezifische Interaktionen belaufen. Dazu zählen neben Auseinandersetzungen auch Interaktionen, die dem Paarungsverhalten zugeordnet werden können.
- Fliegen: Diese Verhaltensweise bezieht sich auf das aktive Umherfliegen der Tiere. Dies geschieht meist zu Beginn der Aktivitätsphase, wenn sich die Tiere auf Futtersuche begeben. Es kann allerdings auch während der Ruhephase auftreten, wenn die Tiere zum Beispiel durch laute Geräusche oder unerwartete Ereignisse aufgeschreckt werden.
- Klettern: Beim Klettern hangeln sich die Tiere durch Einsatz ihrer Krallen am Daumen von einer Position zur anderen, unter anderem auch bei der Futterbeschaffung in der Aktivitätsphase.
- Fressen: Hierzu zählen sowohl die Futterbeschaffung, also das Hängen über der Futterschale, als auch die Aufnahme von fester und flüssiger Nahrung (beispielsweise das Kauen und Ausspucken der Nahrungsreste).
- Hängen: Bei dieser Position hängen die Tiere nicht in ihren Flughäuten eingehüllt und zeigen zahlreiche Regungen. Meist tritt dieses Verhalten zwischen den verschiedenen Verhaltensweisen auf (zum Beispiel nach dem Putzen, Interaktionen oder der Futteraufnahme), bevor sich die Tiere wieder in ihre Ruheposition begeben.
- Hängen in Ruheposition: Diese Verhaltensdefinition beschränkt sich ausschließlich auf die Aktivitätsphase, da während dieser aufgrund mangelhafter Lichtverhältnisse keine genauere Unterscheidung zwischen Ruhen (-) und Ruhen (+) getroffen werden

Material und Methoden

kann. Die Tiere nehmen die gleiche Position wie beim Ruhen ein, sind also in ihren Flughäuten eingehüllt. Eine Abgrenzung dieses Verhaltens erscheint sinnvoll, da die Tiere während der Aktivitätsphase ein solches Verhalten eher selten zeigen.

Das durch die *ad libitum* Methode erstellte Ethogramm wurde anschließend für die weiteren Verhaltensbeobachtungen genutzt.

Scan sampling

Beim *scan sampling* wurden zu festgelegten Zeitpunkten (alle 30 Minuten) die Verhaltensweisen aller zwölf Flughunde zur selben Zeit erfasst (*instantaneous sampling*). Die Daten wurden so notiert, dass die Verhaltensweisen den jeweiligen Gruppen zugeordnet werden können. Diese Methode erlaubt es, die erhobenen Daten auf verschiedene Weise für die Auswertung zu nutzen. Zum einen soll mit Hilfe der Registrierung der momentanen Verhaltensweise bezogen auf die einzelnen Gruppen ausgewertet werden, ob es während der Ruhephase zwischen den Gruppen Unterschiede in der Häufigkeit der einzelnen Verhaltensweise gibt. Zum anderen soll mit den Daten erfasst werden, wie viele Tiere zu welcher Zeit aktiv sind, so dass ein Aktogramm über den gesamten Tagesverlauf erstellt werden kann.

Focal animal sampling

Beim *focal animal sampling*, auch Fokustierbeobachtung genannt, wurde über einen vorgeschriebenen Zeitraum (20 Minuten) jeweils ein Tier individuell beobachtet und in regelmäßigen Abständen (alle 30 Sekunden) notiert, welche Verhaltensweise das Tier zu diesem Zeitpunkt zeigt. Durch diese Beobachtungsmethode entsteht ein genaues Bild über die Verteilung der einzelnen Verhaltensweisen während der Ruhe- und Aktivitätsphase. Um nicht nur die Tiere zu beobachten, die gerade aktiv sind, wird vor Beginn der Datenerhebung eine pseudozufällige Reihenfolge festgelegt, in der die Tiere beobachtet werden. Somit wird weitestgehend sichergestellt, dass keine Verfälschung der Ergebnisse auftritt.

Ausflugszeit

Die Abgrenzung der Ruhephase von der Aktivitätsphase wird durch den Ausflug der Tiere bestimmt. Um Ausreißer in der Ausflugszeit zu vermeiden, wird der Beginn der Aktivitätsphase als der Zeitpunkt definiert, ab dem mindestens drei Tiere in einem Abstand von nicht mehr als 20 Minuten ausgeflogen sind. In diesem Zeitrahmen wird letztendlich die

Material und Methoden

Zeit des ersten ausgeflogenen Tieres als Ausflugszeit bestimmt. Um einen möglichen Zusammenhang der Ausflugszeit mit verschiedenen Aspekten erschließen zu können, wurde sowohl die zum Ausflug herrschende Lichtintensität (Lux) mit Hilfe eines Luxmeters erfasst als auch die Zeit des Sonnenuntergangs am Untersuchungsort anhand von GPS-Daten ermittelt.

Interaktionsverhalten

Um mehr über das Interaktionsverhalten der Tiere zu erfahren, wurde ein weiteres Ethogramm erstellt, welche alle Verhaltensweisen aufzeigt, die während einer Interaktion gezeigt werden.

| Verhaltensweise | vorrausgehendes Verhalten (Tier 1 löst Interaktion aus) | folgendes Verhalten (Tier 2 reagiert auf Interaktion) |
|-------------------------|---|---|
| aggressiv | schlägt mit Krallen und/oder beißt; oft mit Lautäußerungen | wehrt sich mit Schlägen, Bissen und Lautäußerungen |
| dominant / abwehrend | klettert schnell auf anderes Tier zu; oft verbunden mit einmaligem Schlagen oder heftigem Flügel- fächeln; selten Lautäußerungen | Abwehrgeste durch einmaliges Schlagen oder heftiges Flügel- fächeln |
| neugierig | beschnuppert anderes Tier oder stupst es an | beschnuppert anderes Tier oder stupst es an |
| ängstlich | | klettert oder fliegt davon |
| erschrocken | | schreckt auf |
| gleichgültig | | zeigt keine Reaktion |

Eine weitere Verhaltensweise umfasst alle Interaktionsmerkmale, die dem Paarungsverhalten zugeordnet werden können.

Mit Hilfe dieses Verhaltenskatalogs kann aufgezeigt werden, in welcher Art und Weise die Tiere untereinander interagieren und wie häufig welche Kombinationen auftreten.

2.5. Datenerhebung der Präferenzanalysen

Ruheplatzpräferenz

Um zu untersuchen, ob die einzelnen Gruppen eine Ruheplatzpräferenz vorweisen, wurde zu Beginn jedes Beobachtungstages der jeweilige Aufenthaltsort der Tiere notiert. Da die Tiere sich nicht individuell voneinander unterscheiden lassen, wurde aufgrund der Aufenthaltsorte

Material und Methoden

und der Größe der Gruppen davon ausgegangen, dass es sich immer um dieselbe Zusammensetzung handelte. Auf der Übersichtskarte (Abb. 2-1) sind die jeweiligen Aufenthaltsorte für einen besseren Überblick gekennzeichnet (siehe dazu auch Anhang, Tab. 9-2). Da die Aufnahme der Ruheplätze nicht immer zur gleichen Zeit stattgefunden hat, sind vorherige Ortswechsel nicht ausgeschlossen.

Futterbaumpräferenz

Im Laufe der Beobachtungszeit wurden verschiedene Futterstellen in der Halle angebracht (siehe Karte, Abb. 2-1 und Anhang, Tab. 9-2), dessen Anzahl und Standorte des Öfteren verändert wurden. Über den gesamten Beobachtungszeitraum gab es insgesamt acht Futterschalen. Die Futterstellen bestehen aus einer Aufhängung, in der eine 32 x 27 x 7 Zentimeter große Futterschale für Obst eingehängt werden kann. Zusätzlich befindet sich an manchen Aufhängungen eine Vorrichtung für eine weitere kleine Schale mit einem Durchmesser von 15 Zentimetern für Sirup oder püriertes Obst. Die Futterstellen befinden sich an gut zugänglichen Bäumen, damit die Tiere eine gute Anflugstelle haben und sich zu den Futterschalen hangeln können. Für den Präferenztest wurden zwei Methoden angewandt: Bei der ersten Methode wurde das in mundgerechte Stücke geschnittene Obst abgewogen und anschließend gleichmäßig auf die Futterschalen verteilt. Es wurde entweder ein Mix aus verschiedenen Früchten angeboten oder die Konstellation zur Futterpräferenz verwendet. Wichtig war lediglich, dass in jeder Schale die gleiche Menge an Obst vorhanden war. Die Schalen wurden vor Beginn der Aktivitätsphase in die Aufhängungen gegeben und am nächsten Tag am Morgen wieder eingesammelt, um die Futterreste auszuwiegen. Anhand der übriggebliebenen Obstmenge konnte anschließend für jeden Futterbaum die Präferenz ermittelt werden, indem man den Mittelwert über den gesamten Beobachtungszeitraum bestimmt. Die zweite Methode bezieht sich auf das reine Beobachten der Futterbaumnutzung durch die Tiere. Dazu wurde während der Aktivitätsphase notiert, welcher Futterbaum wie stark frequentiert war. Da die Tiere jedoch beim Umherlaufen zum Teil aufgeschreckt wurden und somit aus den Bäumen flogen, war es kaum möglich, quantitative Daten zu sammeln. Daher wurden diese Daten zusätzlich zur ersten Methode zur Beschreibung der Futterbaumnutzung hinzugezogen.

Futterpräferenz

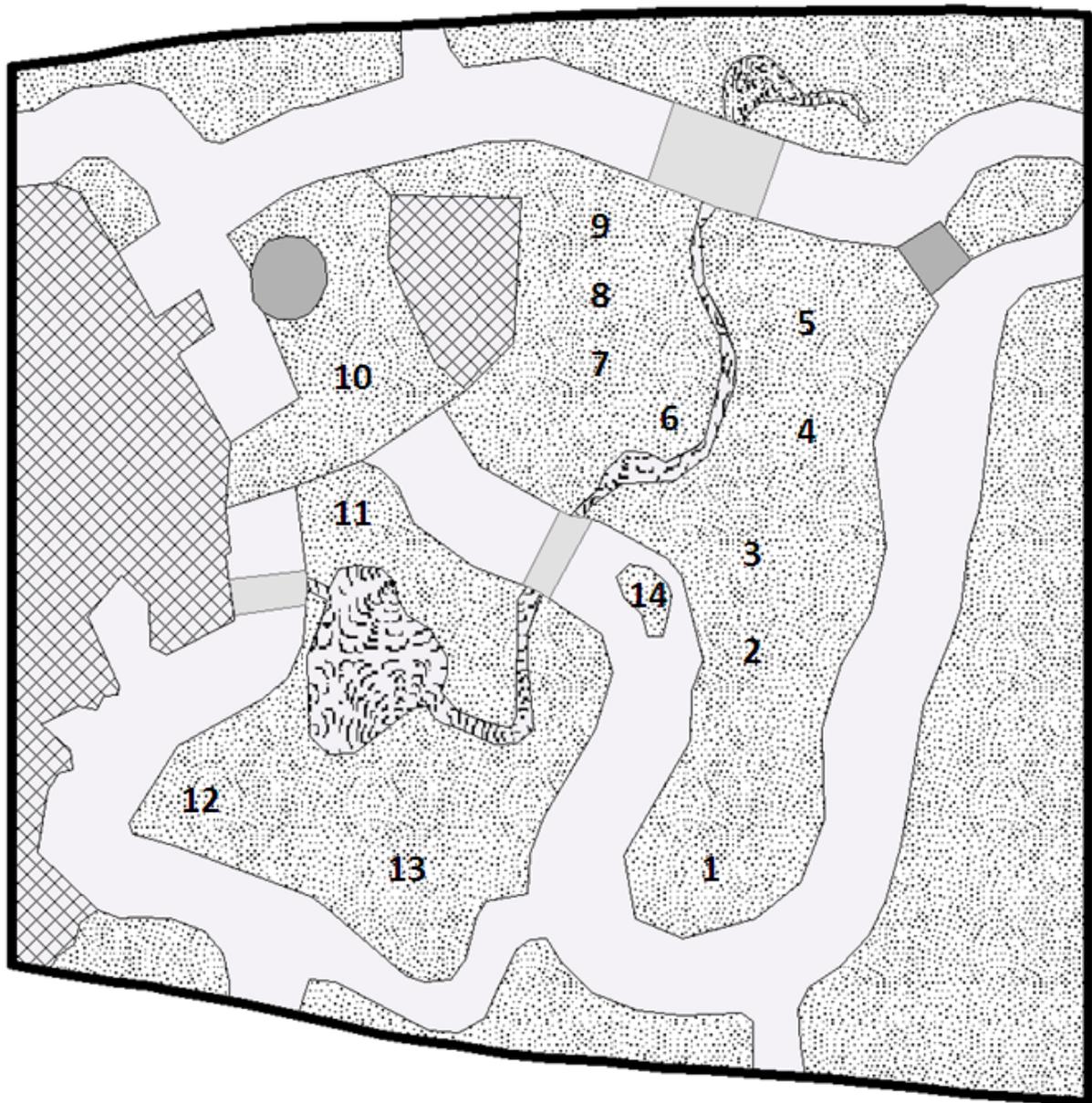
Bei der Futterpräferenz sollte getestet werden, ob die Flughunde bestimmte Obstarten einer anderen vorziehen, wenn man den Tieren die Wahl lässt. Insgesamt wurden für diese

Material und Methoden

Versuche acht Obstarten verwendet und pro Testlauf jeweils drei Futterarten zur Verfügung gestellt. Hierzu wurden die Früchte in drei separate Gefäße geschnitten und jeweils das Gesamtgewicht der einzelnen Arten ermittelt. Anschließend wurde das Futter so in die Schalen verteilt, dass jede Obstart zu gleichen Teilen verfügbar war. Die Schalen wurden vor Beginn der Aktivitätsphase ausgeteilt und am nächsten Morgen früh eingesammelt, um die Reste auszuwiegen. Zur Auswertung wurde das Gewicht der Reste ermittelt und somit der prozentuelle Anteil der gefressenen Obstart errechnet, um eine mögliche Präferenz zu ermitteln.

2.6. Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung der Daten wurden folgende Tests verwendet: Chi²-Test, Korrelationsanalyse, Prüfung des Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman (Sachs und Hedderich, 2006).



Legende

-  Wege
-  Begrünung
-  Gehege
-  Wasser
-  Brücken
-  Treppe

Abb. 2-1 Übersichtskarte des genutzten Bereiches der Asienhalle mit Kennzeichnung des genutzten Baumbestandes (1-14, siehe Anhang Tab. 9-2) (verändert nach Bauplanzeichnung, siehe Anhang Abb. 9-1)

3. Ergebnisse

3.1. Verhaltensanalysen

3.1.1. Unterschiede Ruhe- / Aktivitätsphase

Bis auf die Verhaltenskategorie Bewegungen ($p > 0,05$), die aus vielen verschiedenen kurzen Bewegungsformen besteht, unterscheiden sich alle anderen Kategorien signifikant zwischen der Ruhe- und der Aktivitätsphase ($p < 0,001$).

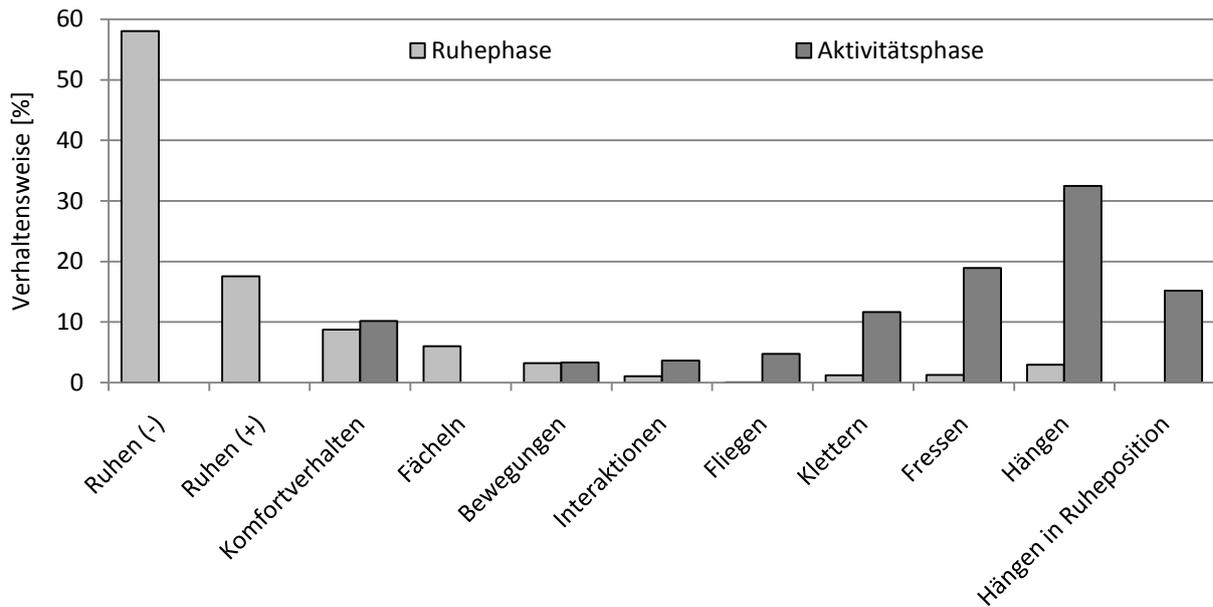


Abb. 3-1 Prozentualer Anteil der verschiedenen Verhaltensweisen während der Ruhe- und der Aktivitätsphase

Die Verhaltensweisen Ruhen (-) und Ruhen (+) in der Ruhephase haben mit durchschnittlich 75 % einen deutlich höheren Anteil als das Äquivalent Hängen in Ruheposition während der Aktivitätsphase mit nur etwa 15 %. Dies zeigt, dass die Tiere während der Ruhephase zwar den Großteil der Zeit beinahe regungslos und schlafend verbringen, jedoch 25 % der Zeit durchaus Verhaltensweisen äußern und auch am Tage agil sind. Zu den häufig gezeigten Verhaltensweisen in der Ruhephase zählen unter anderem das Komfortverhalten (8,8 %), Bewegungen (3,2 %) und Flügelfächeln (6 %). Letztere Kategorie wurde ausschließlich in der Ruhephase bei großer Hitze beobachtet. In den Wintermonaten wurde dieses Verhalten nicht gezeigt. Erste Aufnahmen fanden Mitte März statt, wobei diese nur einen geringfügigen Zeitanteil in Anspruch nahmen. In den beiden darauffolgenden Monaten stieg der prozentuale Anteil an Flügelfächeln stetig an. Bei gezeigtem Komfortverhalten wurde dies meist sehr ausgiebig betrieben. Vor allem den Flügeln wurde beim Putzen viel Aufmerksamkeit gewidmet. Häufig wurde auch das Annagen der Krallen, sowohl der Zehen als auch der Daumenkrallen, beobachtet. In einigen Fällen schienen die Tiere bei ihrem Komfortverhalten Flüssigkeiten abzusondern, da das Fell der Tiere durchnässt war. Alle anderen

Ergebnisse

Verhaltensweisen kamen mit unter 3 % eher selten vor. Vor allem das Fliegen während der Ruhephase ist mit nur 0,05 % eine sehr seltene Ausnahme. Ein anderes Bild zeigt sich bei der Betrachtung der Aktivitätsphase, die gegen Sonnenuntergang einsetzt. Zwar hängen die Tiere mit circa 32 % einen Großteil der Zeit ohne deutlich gezeigte Verhaltensweisen in den Bäumen oder unter der Decke, jedoch wird über 50 % der Zeit durch Aktivitäten geprägt. Dabei macht das Fressen mehr als 1/3 dieser Aktivitäten aus. Auch das Komfortverhalten und das Klettern, welches meist der Futterbeschaffung vorausgeht, haben einen großen Anteil am allgemeinen Zeitbudget. Ebenfalls werden Interaktionen zwischen den einzelnen Tieren in der Aktivitätsphase häufiger gezeigt als in der Ruhephase. Zwar ist das Fliegen mit unter 5 % eher seltener in der Aktivitätsphase zu beobachten, verglichen mit den 0,05 % in der Ruhephase ist dies jedoch ein erheblicher Anstieg.

3.1.2. Gruppenunterschiede während der Ruhephase

Das Hauptaugenmerk dieser Untersuchung liegt auf der Verhaltensweise Ruhen (-) während der Ruhephase. Die 9er Gruppe, die ihren Ruheplatz unter der Decke in einer Höhe von circa 15 Metern hat und somit am weitesten von den Besuchern entfernt ist, zeigt dieses Verhalten signifikant häufiger ($p < 0,001$) als die beiden anderen Gruppen. Zwischen der 2er Gruppe und dem Einzeltier liegt hingegen kein signifikanter Unterschied vor ($p > 0,05$). Beide Gruppen verbringen durchschnittlich 50 bis 55 % der Ruhephase mit dieser Verhaltensweise, während die 9er Gruppe über 70 % der Ruhephase ruht ohne dabei Regungen zu zeigen. Betrachtet man die Verhaltenskategorie Ruhen (+), also den Ruhezustand bei dem die Tiere zusätzlich Aufmerksamkeitsverhalten zeigen, kann festgestellt werden, dass die 2er Gruppe und das Einzeltier mit durchschnittlich 25 bis 30 % dieses Verhalten häufiger an den Tag legen als die 9er Gruppe mit weniger als 10 %. Auch hier gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen der 9er und den anderen beiden Gruppen ($p < 0,001$). Alle übrigen Verhaltensweisen, die dem Ethogramm entnommen werden können, wurden für diese Auswertung zusammengefasst. Dabei besteht sowohl ein signifikanter Unterschied zwischen der 9er und der 2er Gruppe als auch zwischen der 2er Gruppe und dem Einzeltier ($p < 0,001$). Der Anteil der Verhaltensweisen zwischen der 9er Gruppe und dem Einzeltier hingegen unterscheidet sich nicht signifikant voneinander ($p > 0,05$). Inwieweit sich die einzelnen Kategorien der Ethogramms innerhalb der Gruppen unterscheiden, wurde hier nicht getestet, da vor allem individuelle Unterschiede vorliegen, die man nicht auf die Gruppe zurückführen kann.

Ergebnisse

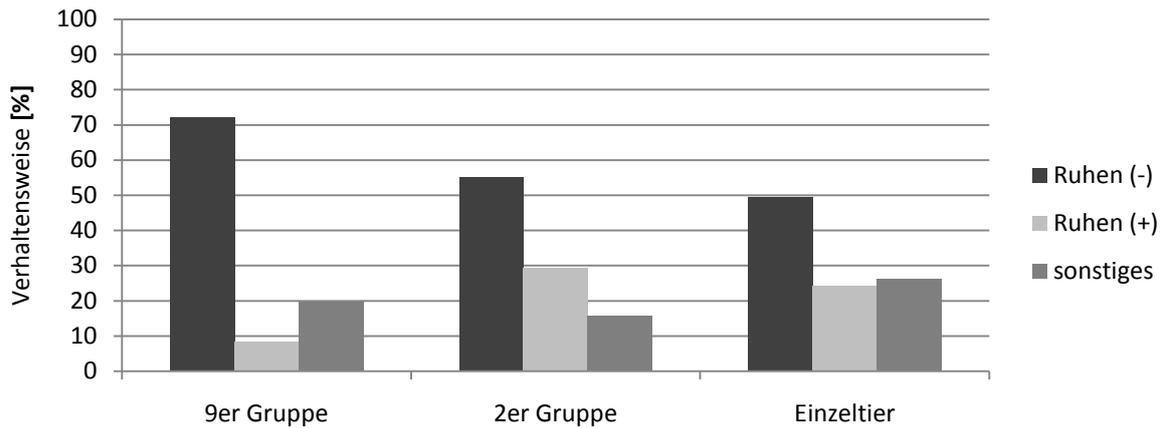


Abb. 3-2 Gruppenunterschiede während der Ruhephase

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen diesen Ergebnissen und der Ruheplatzwahl sowie der damit verbundenen Besuchernähe zu ermitteln, wurde mit Hilfe einer Korrelationsanalyse dies für jede einzelne Gruppe getestet. Da es sowohl zwischen den Monaten als auch den Wochentagen starke Schwankungen hinsichtlich der Besucherzahlen gibt, bezieht sich die Auswertung auf die einzelnen Beobachtungstage, so dass diese Schwankungen berücksichtigt werden können und das Ergebnis nicht verfälscht wird.

Bei der 9er Gruppe, die am weitesten von den Besuchern entfernt ist und deutlich häufiger ohne Aufmerksamkeitsverhalten ruht (Ruhen (-)) als die beiden anderen Gruppen, könnte man darauf schließen, dass die Besucher keinen Einfluss auf das Ruheverhalten der Tiere haben. Die Korrelationsanalyse tendiert mit einem Korrelationskoeffizient von $r = -0,2964$ (Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,0878$) zu dieser Annahme. Es konnte somit kein Zusammenhang zwischen der Besucherzahl und dem Ruheverhalten nachgewiesen werden.

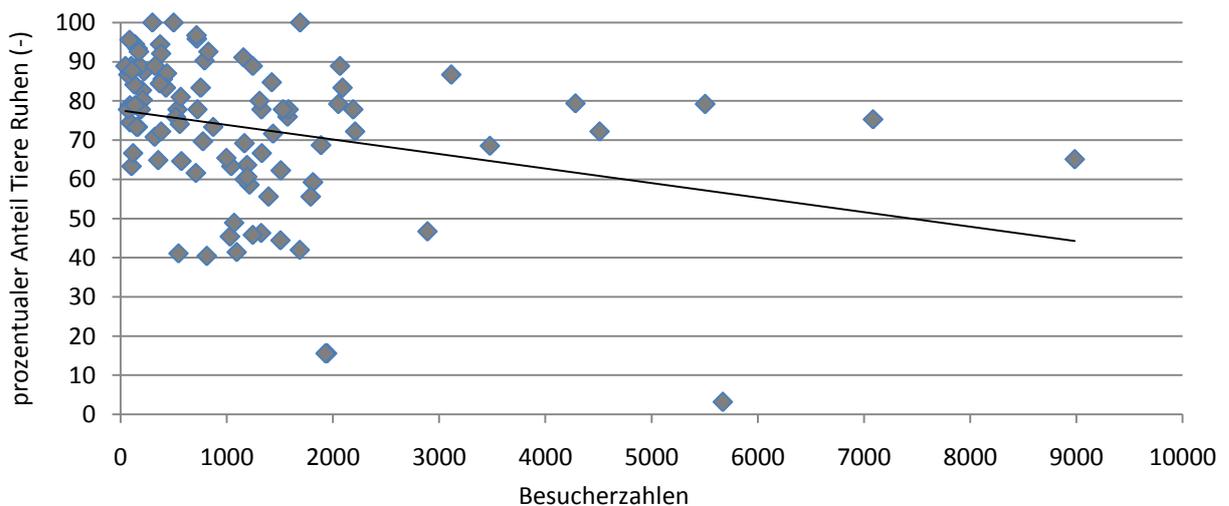


Abb. 3-3 Korrelationsanalyse 9er Gruppe

Ergebnisse

Mit Hilfe der Spearman-Rangkorrelation wurde das Ergebnis nochmals überprüft. Hierbei konnte das Ergebnis aus der Korrelationsanalyse jedoch widerlegt werden. Der Test ergab, dass ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Besucherzahl und dem prozentualen Anteil ruhender Tiere (Ruhens (-)) besteht ($r_s = 0,3898$, $p < 0,001$). Somit haben die Besucher entgegen der Annahme doch einen Einfluss auf die Tiere. Dieser äußert sich dadurch, dass die Tiere zunehmend unruhiger werden und zusätzliches Aufmerksamkeitsverhalten während des Ruhens (Ruhens (+)) zeigen, je mehr Besucher anwesend sind.

Die Tiere aus der 2er Gruppe, die ihre Ruheplätze nahe den Besuchern in den Baumkronen haben, ruhen deutlich häufiger mit zusätzlichem Aufmerksamkeitsverhalten (Ruhens (+)) als die 9er Gruppe. Es kann davon ausgegangen werden, dass diese Beeinflussung des Ruheverhaltens den Besuchern zugeschrieben werden kann, dass also eine höhere Anzahl an Besuchern ein höheres Aufmerksamkeitsverhalten bedingt. Die Korrelationsanalyse der 2er Gruppe hingegen ergibt mit einem Korrelationskoeffizienten von $r = 0,0177$ (Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,0003$) keinen statistisch erkennbaren Zusammenhang zwischen den Variablen.

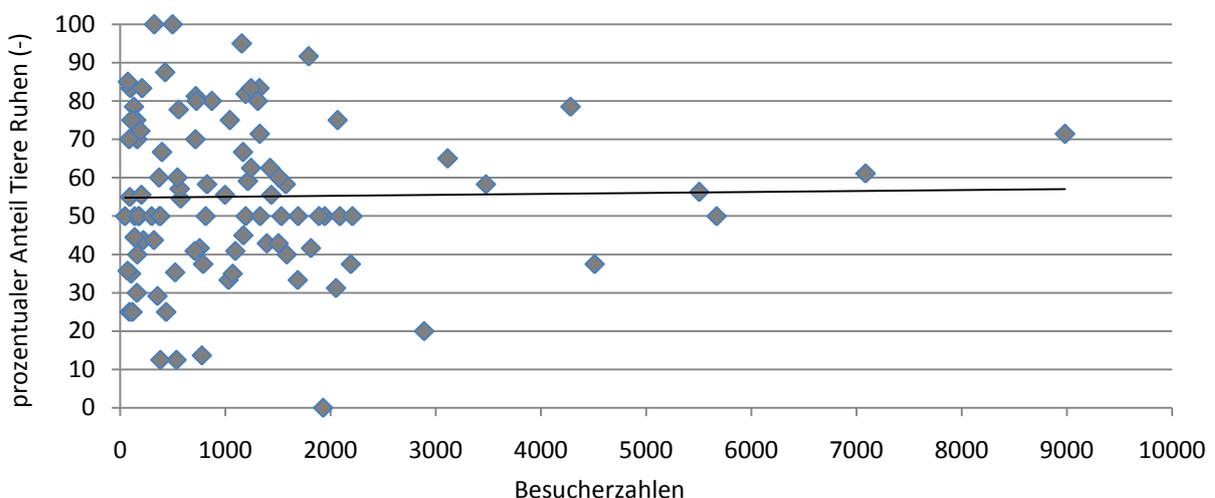


Abb. 3-4 Korrelationsanalyse 2er Gruppe

Auch hier wurde die Spearman-Rangkorrelation zur Überprüfung herangezogen und bestätigte das Ergebnis aus der Korrelationsanalyse. Somit besteht zwischen der Besucherzahl und dem prozentualen Anteil ruhender Tiere (Ruhens (-)) kein statistisch signifikanter Zusammenhang ($r_s = 0,0027$, $p > 0,05$).

Aufgrund der Tatsache, dass das Einzeltier 2 ½ Monate nach Beginn der Beobachtungszeit eingeschlafert werden musste, ist der Datensatz diesbezüglich geringer als bei den anderen beiden Gruppen. Auch hier wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Der Korrelationskoeffizient lag bei $r = - 0,0048$ (Bestimmtheitsmaß $r^2 = 0,00002$). Dieses

Ergebnisse

Ergebnis zeigt, dass ebenfalls kein Zusammenhang zwischen den Variablen besteht. Somit beeinflusst die Besucherzahl das Ruheverhalten des Tieres nicht.

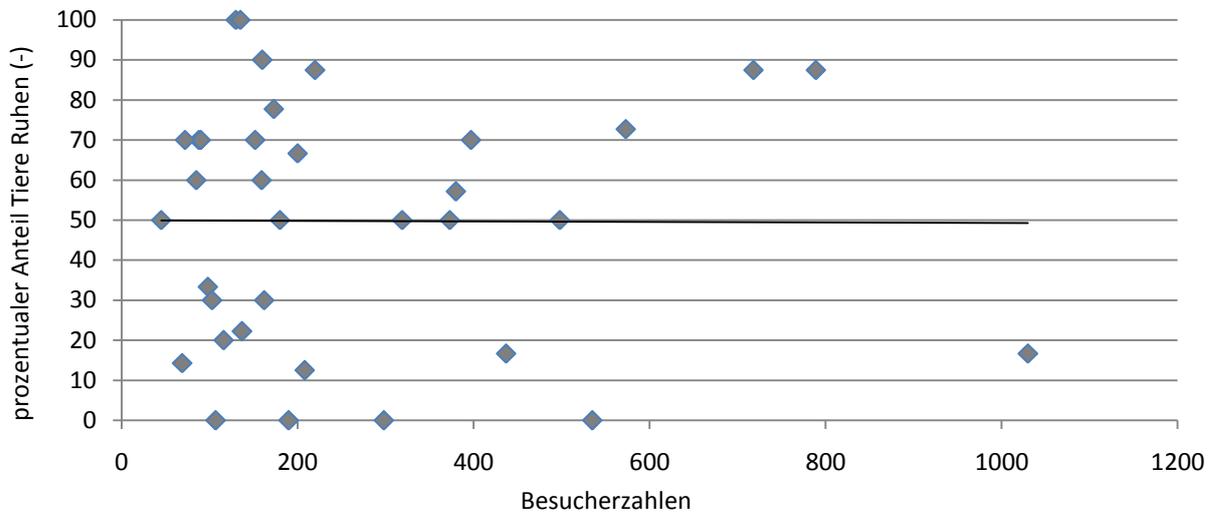


Abb. 3-5 Korrelationsanalyse Einzeltier

Die hier durchgeführte Spearman-Rangkorrelation entspricht der Auswertung des Korrelationskoeffizienten und bestätigt, dass es keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen den Variablen gibt ($r_s = 0,005$, $p > 0,05$).

3.1.3. Aktivität im Tagesverlauf

Da es sich bei den Flughunden um dämmerungs- bzw. nachtaktive Tiere handelt, steigt die Aktivität zum Sonnenuntergang hin an, was an der vorliegenden Grafik verdeutlicht wird. Während in der Ruhephase durchschnittlich etwa 30 % der Tiere aktiv sind, sind es in der Aktivitätsphase mehr als doppelt so viele (67 %). Als Aktivität wurden in den beiden Phasen alle Verhaltensweisen bis auf Ruhen (-) und Ruhen (+) in der Ruhephase bzw. Hängen in Ruheposition in der Aktivitätsphase gewertet.

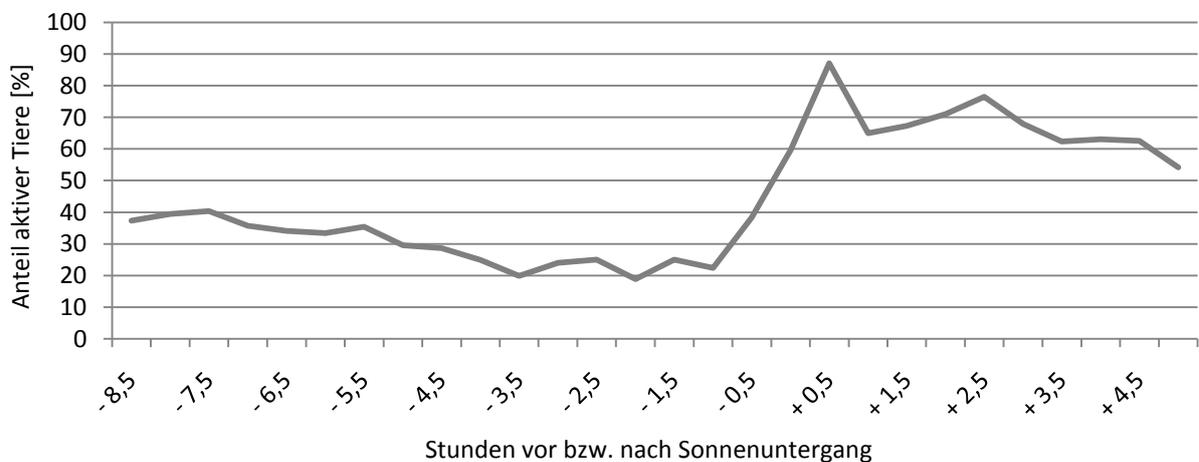


Abb. 3-6 Aktivitätskurve im zeitlichen Tagesverlauf

Ergebnisse

Die Grafik zeigt, dass die Aktivität eine Stunde vor Sonnenuntergang rapide ansteigt und ihren Höhepunkt kurz nach Sonnenuntergang erreicht. Zwar nimmt der Anteil aktiver Tiere nach diesem Zeitpunkt wieder ab, doch liegt er weiterhin deutlich über dem Aktivitätsanteil in der Ruhephase. Die Kurve zeigt jedoch eine abschwächende Tendenz hin zu späteren Stunden.

Eine ähnliche Tendenz zeigt sich bei der Betrachtung der Aktivität zu Sonnenaufgang. Sind zu diesem Zeitpunkt noch 60 % der Tiere aktiv, so nimmt diese Aktivität im weiteren Tagesverlauf stetig ab.

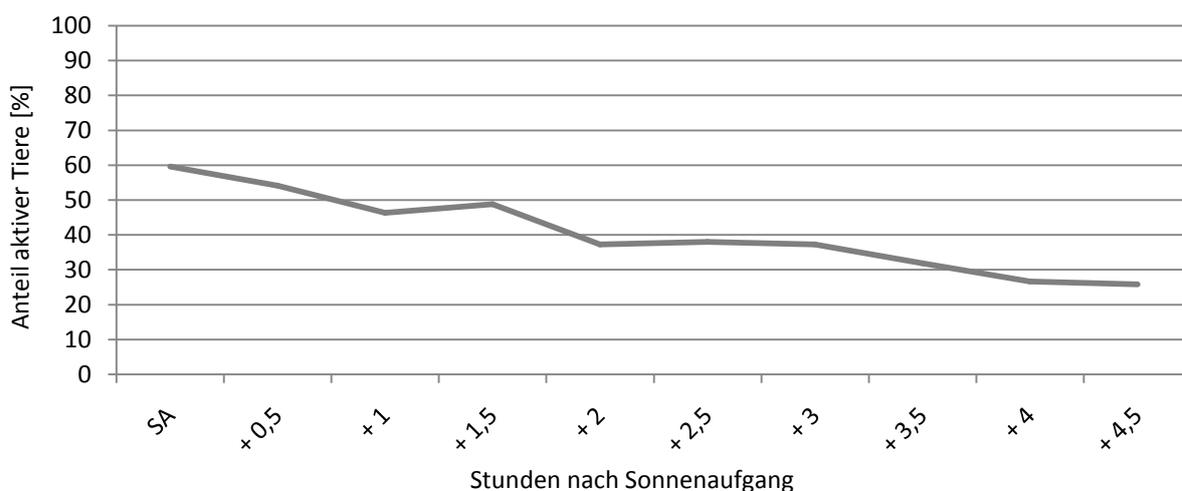


Abb. 3-7 Anteil aktiver Tiere zum und kurz nach Sonnenaufgang

3.1.4. Flugaktivität

Wie in 3.1.2. erwähnt, kommen Flüge während der Ruhephase eher selten vor, was anhand folgender Grafik ersichtlich ist.

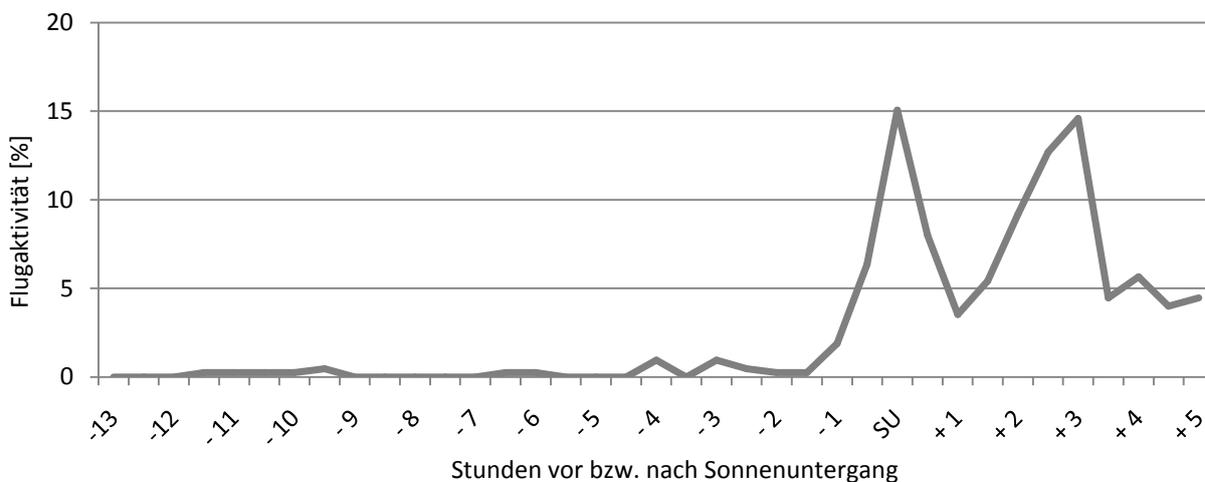


Abb. 3-8 Flugaktivität vor bzw. nach Sonnenuntergang

Ergebnisse

In der Ruhephase fanden nur etwa 5 % aller registrierten Flüge statt. Mittelt man diesen Wert, so lag die Flugaktivität pro halbe Stunde im Durchschnitt bei 0,2 %. Etwa 1,5 Stunden vor Sonnenuntergang ist ein deutlicher Anstieg der Flugaktivität wahrzunehmen. Zum Zeitpunkt des Sonnenuntergangs ist ein erstes Maximum erkennbar. Zu diesem Zeitpunkt beträgt die Flugaktivität 15 %. Diese lässt dann innerhalb einer Stunde wieder rapide nach und fällt auf unter 5 % ab. Etwa drei Stunden nach Sonnenuntergang ist ein zweites Maximum zu erkennen, welches wie das erste bei einem prozentualen Anteil von 15 % liegt. Nach dem Abklingen des zweiten Maximums sinkt die Flugaktivität wieder ab und steigt bis zum Ende des Beobachtungszeitraums nicht wieder deutlich an.

Flüge während der Ruhephase wurden meist registriert, wenn die Tiere durch laute Geräusche oder durch das Bewässern der Pflanzen aufgeschreckt wurden, wobei die 9er Gruppe durch letzteres nicht betroffen war. Vor allem Baulärm und Interaktionen führten in dieser Gruppe zum Ausfliegen. Die Flugdauer war meistens kurz und bestand lediglich darin, sich einen neuen Platz zu suchen und dies möglichst auf direktem Wege. Im Gegensatz dazu dienten Flüge in der Aktivitätsphase vor allem der Futterbeschaffung. Die Tiere flogen dazu für längere Zeit über den Bäumen, bis sie sich schließlich an einem dieser niederließen. Auch Interaktionen in den Futterbäumen führten zu gelegentlichen Ausflügen, wobei die Tiere bei diesen zum Teil mit ihrer gerade beschaffenen Nahrung davonflogen.

Anhand dieser Grafik lässt sich auch die in Abschnitt 2.4. (Ausflugszeit) erläuterte Definition der Abgrenzung der Ruhe- und Aktivitätsphase deutlich machen.

3.1.5. Ausflug

Der Beginn der Aktivitätsphase wurde als der Zeitpunkt definiert, an dem innerhalb von 20 Minuten drei Tiere ausgeflogen sind. Die Uhrzeit des ersten ausgeflogenen Tieres wurde als Ausflugszeit gewertet. Anhand der Grafik ist der enge Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt des Sonnenuntergangs (helle Linie) und dem des Ausflugs (dunkle Linie) zu erkennen.

Ergebnisse

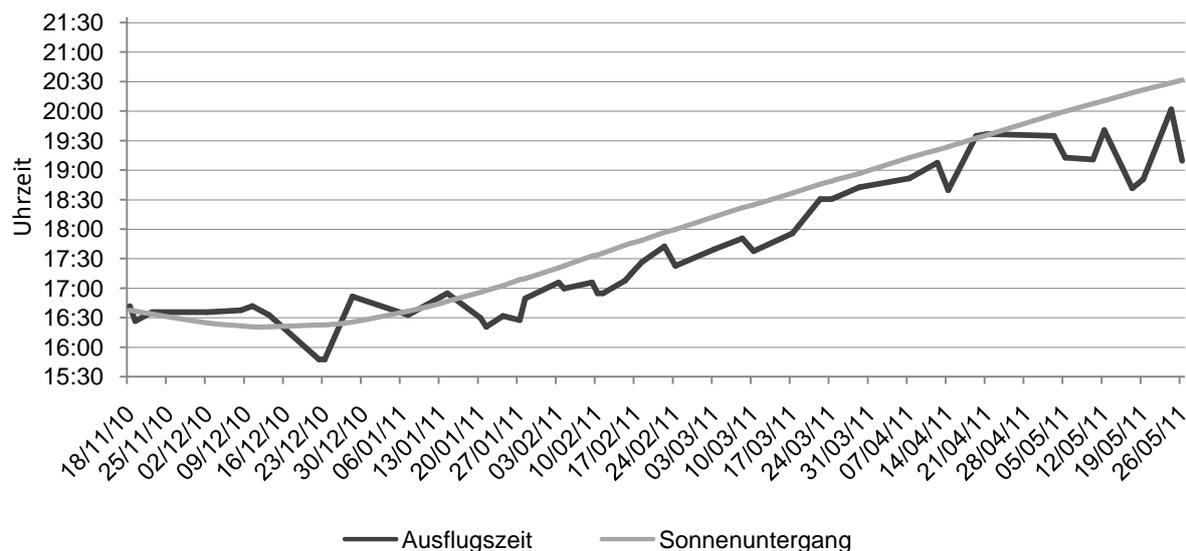


Abb. 3-9 Zusammenhang zwischen Sonnenuntergang und Ausflugszeit

Die Zeit des Sonnenuntergangs verschiebt sich je nach Jahreszeit. Während in den Wintermonaten die Tage am kürzesten sind und die Sonne schon früh untergeht, nimmt die Tageslänge zu den Sommermonaten hin zu. Dies verdeutlicht auch die Grafik anhand der vorliegenden Daten zum Sonnenuntergang (helle Linie), welche auf das Untersuchungsgebiet bezogen sind. Zu Beginn der Beobachtungen im November liegt der Zeitpunkt des Sonnenuntergangs bei ungefähr 16:30 Uhr. Bei Beendigung der Beobachtungen im Mai hatte sich der Sonnenuntergang um circa drei Stunden auf 19:20 Uhr verschoben. Dabei liegt der Zeitpunkt des Ausflugs der Flughunde in einem engen Rahmen um den Zeitpunkt des Sonnenuntergangs. Anhand der Grafik wird deutlich, dass die Tiere in den meisten Fällen kurz vor Sonnenuntergang ausgeflogen sind. Nur in wenigen Ausnahmen lag die Ausflugszeit nach Sonnenuntergang.

Durch eine Korrelationsanalyse konnte ein positiver Zusammenhang zwischen Sonnenuntergang und Ausflugszeit festgestellt werden ($r = 0,95$). Auch die Prüfung dieses Ergebnisses durch die Spearman-Rangkorrelation bestätigt einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen den beiden Variablen ($r_s = 0,929$, $p < 0,001$).

In der nachfolgenden Grafik wird dieser Zusammenhang noch einmal deutlicher dargestellt. Ungefähr 75 % aller Ausflüge fanden vor Sonnenuntergang statt. Es ist zu sehen, dass mit jeweils knapp 25 % die meisten Ausflüge 16-30 bzw. 31-45 Minuten vor Sonnenuntergang stattfanden. Der Anteil an Ausflügen vor diesem Zeitpunkt liegt mit etwa 7 % deutlich darunter. Kurz vor Sonnenuntergang (0-15 Minuten) liegt der Anteil registrierter Ausflüge bei ungefähr 12 %. Die meisten Ausflüge nach Sonnenuntergang fanden 0-15 Minuten nach diesem statt (~22 %). Spätere Ausflüge waren mit knapp 2,5 % eher selten. Ein Ausflug mehr als 30 Minuten nach Sonnenuntergang wurde in keinem Fall beobachtet.

Ergebnisse

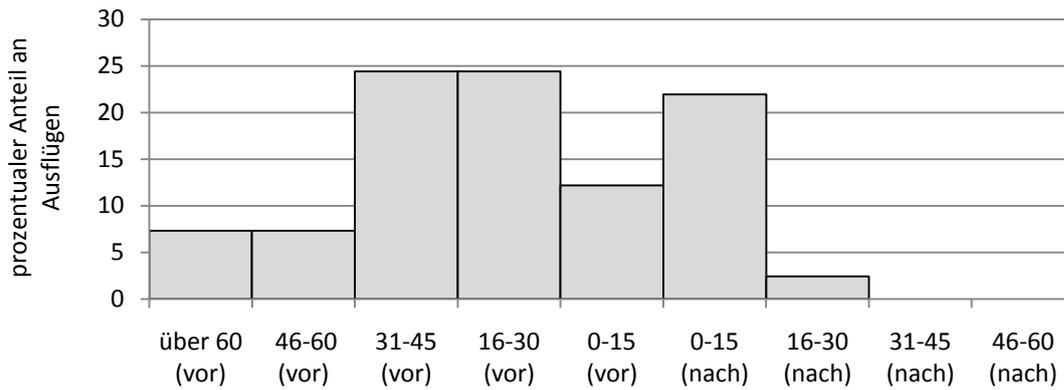


Abb. 3-10 Anteil registrierter Ausflüge vor bzw. nach Sonnenuntergang

Zum Zeitpunkt des Ausflugs wurde zusätzlich die Lichtintensität gemessen, um auch hier einen möglichen Zusammenhang zu erschließen. In der folgenden Grafik ist der prozentuale Anteil der Lichtintensitäten (Lux) angegeben, zu denen die Flughunde ausgeflogen sind.

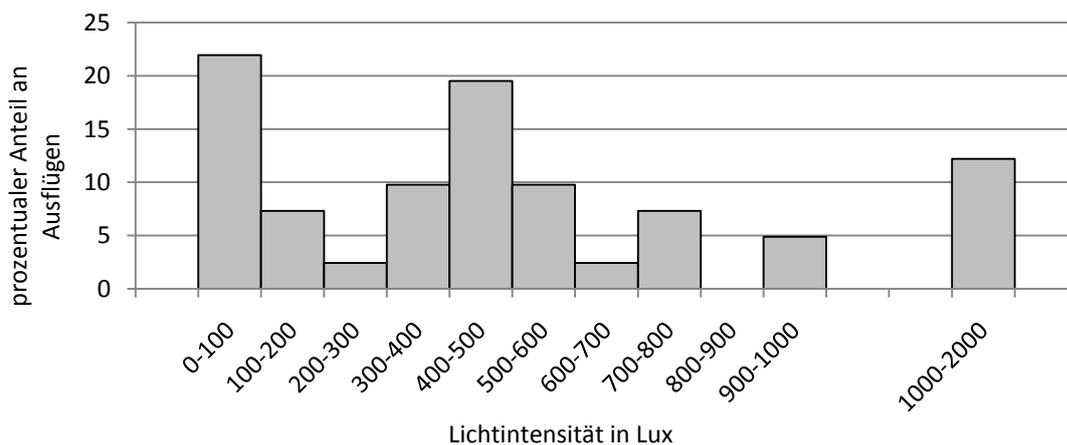


Abb. 3-11 Anteil gemessener Lichtintensitäten zum Zeitpunkt der Ausflüge

Betrachtet man die Grafik rein deskriptiv, so ist keinen Zusammenhang zwischen der Ausflugszeit und der Lichtintensität zu erkennen. Der Bereich, in dem die Tiere ausgeflogen sind, reicht von wenigen bis hin zu 2000 Lux, wobei der höchste Anteil zwischen 0-100 und zwischen 400-500 Lux zu erkennen ist. Mehr als 40 % der Ausflüge fanden bei diesen Lichtintensitäten statt. Ausflüge bei mehr als 1000 Lux waren mit insgesamt circa 12 % eher selten und fanden vor allem im April und Mai statt, also in den Monaten, an denen die Tageslänge deutlich länger als in den Wintermonaten ist. Anhand einer Korrelationsanalyse zwischen der Ausflugszeit und der dabei gemessenen Lichtintensität liegt mit $r = 0,46$ kein deutlicher Zusammenhang zwischen den beiden Variablen vor. Die Spearman-Rangkorrelation hingegen belegt mit $p = 0,001$ ($r_s = 0,479$) einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen Ausflugszeit und Lichtintensität.

3.1.6. Interaktionsverhalten

Intraspezifische Interaktionen

Während des gesamten Beobachtungszeitraumes kam es bei den Flughunden immer wieder zu Interaktionen untereinander. Die Anzahl und Kombination der Interaktionen unterscheiden sich innerhalb der Ruhe- und der Aktivitätsphasen, wobei es in letzterer häufiger zu Interaktionen kam.

In der Ruhephase kam es vor allem zu Interaktionen in den verschiedenen Gruppen. Das Einzeltier ist nicht mit einbezogen, da es während der Ruhephase nie mit den anderen Flughunden in Kontakt gekommen ist. Auch Interaktionen innerhalb der 2er Gruppe sind eher selten vorgekommen, da die Tiere nicht immer zusammen hingen. Die aufschlussreichsten Ergebnisse aus der Ruhephase lieferte daher die 9er Gruppe. Die meisten Interaktionen ereigneten sich aus Neugierde (49 %), zum Beispiel indem das interaktionsauslösende Tier ein anderes beschnupperte oder es anstupste. Die Reaktionen darauf waren meist negativ (Aggressivität oder Abwehrverhalten). Auch wurden Interaktionen oft durch ein aggressives Ausgangsverhalten ausgelöst (29 %). Das angegriffene Tier reagierte meist mit Gegenwehr oder Flucht. Letzteres äußert sich durch schnelles Wegklettern oder Wegfliegen. Ein dominantes Ausgangsverhalten war mit 12 % hingegen eher selten zu beobachten. Die in dem Diagramm nicht einbezogenen 10 % werden dem Paarungsverhalten zugeschrieben.

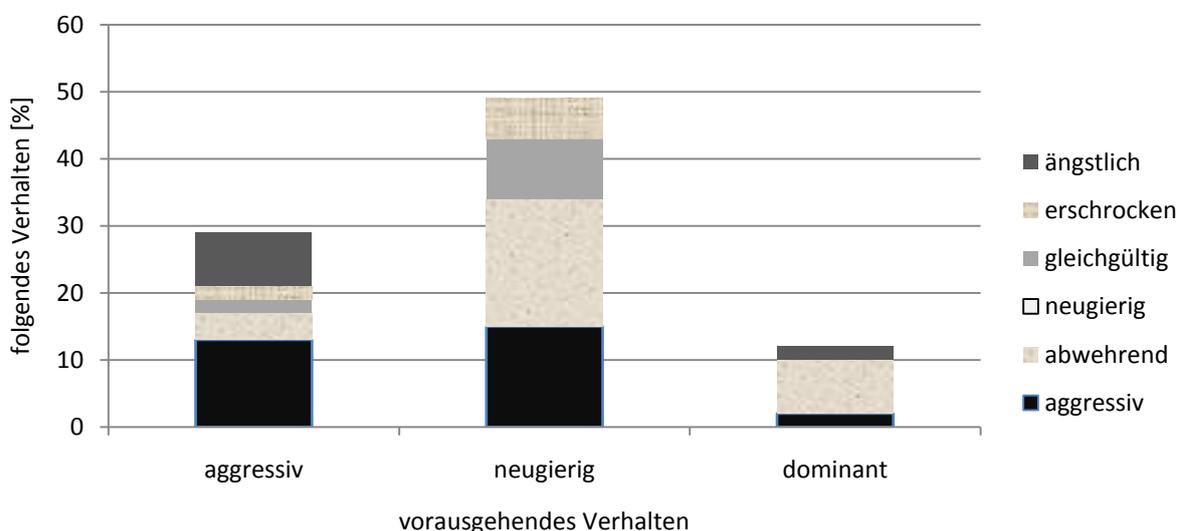


Abb. 3-12 Interaktionsverhalten in der Ruhephase

In die Auswertung der Aktivitätsphase fließen Daten aller Flughunde mit ein, da sich die Tiere während dieser Phase in der Halle verteilten und somit Konstellationen auftraten, die in der Ruhephase nicht vorkamen. Meist ging in dieser Phase einer Interaktion ein aggressives Verhalten des auslösenden Tieres voraus (60 %). Die Reaktionen wiesen ein breites Spektrum auf. Meist flohen die Tiere bei einer solchen Interaktion aus den Futterbäumen (ängstlich, 22

Ergebnisse

%) oder verteidigten ihren Platz dort (aggressiv, 21 %), wobei einige Tiere auch gleichgültiges Verhalten äußerten (13 %). Neugieriges oder dominantes Ausgangsverhalten wurden eher selten gezeigt (15 bzw. 21 %). 4 % der Interaktionen beliefen sich auf das Paarungsverhalten.

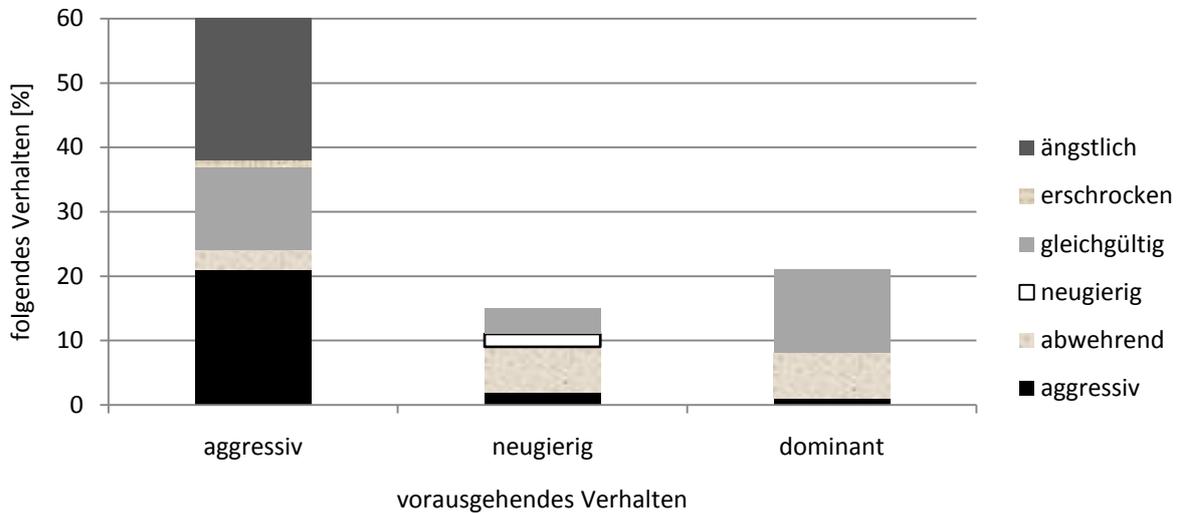


Abb. 3-13 Interaktionsverhalten in der Aktivitätsphase

Interspezifische Interaktionen

Interspezifische Interaktionen waren eher die Ausnahme. Zudem waren solche Interaktionen ausschließlich in der Aktivitätsphase zu beobachten. Während des Beobachtungszeitraums konnten Interaktionen zwischen den Flughunden und den in der Halle freifliegenden Zweifarben-Fruchttauben (*Ducula bicolor*) beobachtet werden. Die Flughunde beobachteten die unter der Decke an Querstreben schlafenden Tauben neugierig, kletterten auf sie zu und stupsten sie vorsichtig an. Die Tauben reagierten mit heftigen Flügelschlägen und verjagten die Flughunde mit den dadurch entstehenden Geräuschen. Dieses Verhalten wurde einige Male wiederholt, woraufhin sich die Tauben meist an einen anderen Platz zurückzogen.

Weitere Interaktionen konnte mit einem aus seinem Gehege entflohenen Schönhörnchen (*Callosciurus prevostii*) beobachtet werden. Während die Flughunde an einer Futterstelle Nahrung zu sich nahmen, kam dieses hinzu und fraß aus derselben Futterschale. Die Flughunde reagierten darauf zurückhaltend, entfernten sich rückwärts kletternd von der Schale und beobachteten das Schönhörnchen. Nachdem dieses wieder verschwunden war dauerte es eine Zeit lang, bis sich die Tiere wieder in die Nähe der Schale wagten. Dies taten sie dann, anders als sonst, mit gespreizten Flügeln und wippenden Körperbewegungen.

Bis auf ein erhöhtes Aufmerksamkeitsverhalten gab es keine Interaktionen mit den Besuchern. Alleine beim Wässern der Pflanzen durch das Zoopersonal am frühen Morgen

Ergebnisse

zeigte sich vor allem in der 2er Gruppe vereinzelt Fluchtverhalten. Meist wechselte das Weibchen durch Umherfliegen seinen Ruheplatz. Bei lauterem und ungewohnten Geräuschen wie zum Beispiel Bauarbeiten, die es für einige Zeit in der Asienhalle gab, reagierten die Tiere aus der 9er Gruppe schreckhafter als die der beiden anderen und flogen erschrocken an einen entfernteren Platz, um dort weiter zu ruhen. Während der Bauarbeiten kamen solche Fluchtreaktionen öfter vor. In der Aktivitätsphase konnte bei Interaktionen mit dem Menschen vor allem Fluchtverhalten beobachtet werden. Diese Beobachtungen beziehen sich fast ausschließlich auf meine Anwesenheit und die des Nachtwächters, da die Halle für Besucher zu dieser Zeit schon geschlossen war. Die meisten Tiere reagierten beim Vorbeilaufen schreckhaft und flogen panisch in einen anderen Baum oder unter die Decke. Dieses Verhalten gilt für den Großteil der Flughunde. Einige, unter anderem das Einzeltier, welches man als einziges von den anderen unterscheiden konnte, blieben hingegen in den jeweiligen Bäumen hängen und ließen sich von unserer Anwesenheit nicht stören. Daher liegt die Vermutung nahe, dass die flüchtenden Tiere der 9er Gruppe und die Tiere, die ungestört ihrem Verhalten nachgingen, den beiden anderen Gruppen angehörten.

Paarungsverhalten und Geburt

Die meisten Paarungen bzw. Paarungsversuche wurden in der Ruhephase in den Monaten Januar und Februar registriert. In den Folgemonaten wurden nur noch vereinzelt solche Interaktionen beobachtet. Während des Beobachtungszeitraums konnten zwei Geburten verfolgt werden. Das erste Jungtier kam am 6. Januar, das zweite am 13. April 2011 zur Welt. Beide Geburten waren bei Muttertieren aus der 9er Gruppe.

Das Paarungsverhalten ist geprägt durch eine Reihe von Verhaltensweisen. Das Männchen beginnt damit, den Genitalbereich des Weibchens zu beschnüffeln und zu belecken. Dies lässt das Weibchen meist ohne Gegenwehr zu. Erst nach länger andauerndem Bedrängen wehrt dieses das Männchen durch Schläge oder Bisse ab. Nach dieser ersten Annäherung versucht das Männchen sich dem Weibchen von hinten zu nähern, mit seinen Daumenkrallen die Flügel des Weibchens zu greifen und dieses mit einem Nackenbiss zu fixieren. Dies gelingt selten auf Anhieb, so dass das Männchen mehrere Versuche starten muss. Nicht immer kommt es dabei zum Paarungsakt, da das Weibchen diese Versuche meist gekonnt abwehrt. Gelingt es dem Männchen schließlich, das Weibchen durch einen Nackenbiss zu fixieren, ist der Paarungsakt von heftigen Lautäußerungen des Weibchens begleitet. Dieses versucht zusätzlich durch Flügelschütteln das Männchen abzuwehren. Der Paarungsakt als solcher dauert nur wenige Minuten. Danach beginnt das Weibchen, sich ausgiebig im Genitalbereich

Ergebnisse

zu putzen, wobei auch das Männchen beteiligt sein kann. Dieser Ablauf erfolgt meist mehrere Male hintereinander, bis das Männchen schließlich vom Weibchen ablässt.

Auffällig war, dass die begatteten Weibchen vorwiegend diese waren, die gerade ein Junges zur Welt gebracht hatten. Die Jungtiere hingen auch beim Paarungsakt an der Mutter. Vor allem das erste Muttertier war bei den meisten Paarungen involviert. Dies konnte man deutlich daran erkennen, dass das Weibchen durch die vielen Bisse eine kahle Stelle im Nacken aufwies.

Der Geburtsvorgang und die Geburt konnten bei dem ersten Jungtier über mehrere Stunden beobachtet werden. Das Muttertier nahm zwischenzeitlich eine spezielle Haltung ein, indem sie sich mit Hilfe der Daumenkrallen so hing, dass der Bauch Richtung Decke zeigte. Diese Haltung wurde von Phasen unterbrochen, in denen sich das Tier mit den Beinen nach unten nur an den Daumenkrallen hängte. Der Körper wurde dabei in einem solchen Winkel gehalten, dass ein Absturz des Neugeborenen verhindert werden würde. Auch die Beine wurden zu diesem Zweck in eine besondere Position gebracht. Zwischenzeitlich wurde die Genitalregion ausgiebig geleckt. Der Geburtsvorgang dauerte mehrere Stunden und begann bereits am Vorabend. Am nächsten Morgen war der Kopf des Neugeborenen zu sehen. Nach der Geburt wurde das Junge ausgiebig von der Mutter gesäubert. Diese nahm anschließend wieder die eigentliche Ruheposition ein und umhüllte das Junge mit ihren Flughäuten. Das Muttertier war an der ausgebeulten Flughaut zu erkennen, unter der sich das Jungtier befand. Die zweite Geburt konnte nicht beobachtet werden. Nur an der Beule unter der Flughaut war zu erkennen, dass eine zweite Geburt stattgefunden hatte.

Die folgenden Beobachtungen beziehen sich auf das erste Jungtier. Nach circa zwei Wochen wurde zum ersten Mal beobachtet, wie sich dieses selbstständig putzt, während es dabei weiterhin an der Mutter hing. Nach weiteren zehn Tagen wurde das Junge zunehmend neugieriger und schaute von Zeit zu Zeit unter den Flügeln der Mutter hervor. Auch wurden erste Versuche unternommen, kräftig mit den Flügeln zu schlagen, wobei der Halt zur Mutter nie unterbrochen wurde. Etwa zwei Monate nach der Geburt trennte sich das Muttertier von der Gruppe und nahm einen neuen Stammplatz in den Bäumen ein, wo sie bis zum Ende des Beobachtungszeitraums anzutreffen war. Während des gesamten Zeitraums war das Junge nie alleine und hing stattdessen immer an der Mutter oder dicht neben ihr, meist unter deren Flughaut. Erst zwei Wochen nachdem sich das Muttertier von ihrer Gruppe abgespalten hatte ließ sie das Jungtier für mehrere Stunden allein im Baum hängen, während sie sich wieder zu ihrer Gruppe gesellte. Dabei rief das Jungtier über mehrere Stunden nach dem Muttertier, worauf dieses jedoch nicht reagierte. Ab diesem Zeitpunkt wurde das Jungtier auch nicht

mehr während der Aktivitätsphase bei der Futtersuche von der Mutter mitgetragen, was bis dahin immer der Fall gewesen war. Eigenständige Flüge des Jungtieres wurden jedoch während des restlichen Beobachtungszeitraums nicht registriert. Auch eine selbstständige Futteraufnahme an den Futterschalen konnte nicht beobachtet werden. Das zweite Jungtier war während des Beobachtungszeitraums nur selten zu sehen, da es die meiste Zeit unter den Flügeln der Mutter verborgen war.

3.2. Präferenzanalysen

3.2.1. Ruheplatzpräferenz

Vor allem die 9er Gruppe zeigte eine starke Ruheplatzpräferenz, die sie beinahe über den gesamten Beobachtungszeitraum beibehalten hat. Bis sich das erste Muttertier nach der Geburt ihres Jungen von der Gruppe abgespalten hatte, verbrachten alle neun Tiere dieser Gruppe ihre Ruhephase ausschließlich an einem bestimmten Fenster unter der Dachkonstruktion. Dieses Fenster hat sowohl Querstreben als auch ein Netz, an dem sich die Tiere gut hinhängen können. Zudem besitzt dieses Fenster die Funktion, sich bei zu großer Hitze automatisch zu öffnen, wodurch die Tiere an heißen Tagen eine direkte Frischluftzufuhr hatten. Aufgrund des gewölbten Daches der Asienhalle ist die Konstruktion zur Mitte hin am höchsten. Da das Fenster, an dem die Tiere ihren Ruheplatz hatten, eines der in der Mitte liegenden ist, hingen die Tiere in einer maximalen Höhe von 15 Metern und somit am höchsten Punkt der Halle. Zwar verbrachten die acht verbliebenen Tiere nach der Abspaltung des Weibchens den Großteil ihrer Zeit an ihrem Stamplatz, jedoch änderte sich die Platzwahl und somit die Konstellation gelegentlich, so dass die Tiere weitgehend verstreut hingen, wobei sich auch hierbei eine Präferenz zeigte. Die Tiere, die nicht am Stamplatz vorzufinden waren, hatten sich in den meisten Fällen an ein Fenster nahe des Gastronomiebereichs niedergelassen. Auch dieses Fenster ist mittig gelegen und hat sowohl Querstreben als auch ein Netz zum Hinhängen. In seltenen Fällen waren einige Tiere der 9er Gruppe in den Baumkronen zu sehen, welche sich dann zum Muttertier gesellten oder in dem Futterbaum mit den Futterschalen F5, F6 und F8 vorzufinden waren (*Hibiscus tiliaceus*).

Da die Ruheplätze immer zu Beginn des Beobachtungstages notiert wurden und somit nicht immer zur gleichen Uhrzeit, ist ein Wechsel der Plätze vor der Registrierung nicht ausgeschlossen. Aufgrund der überwiegenden Registrierungen der Tiere unter der Decke ist eine Präferenz der 9er Gruppe jedoch weitgehend nachgewiesen.

Das abgespaltene Muttertier hatte sich nach dem Verlassen der Gruppe einen neuen Ruheplatz in den Bepflanzungen der Halle gesucht, wobei auch dieses Tier eine deutliche Präferenz zu

Ergebnisse

einem bestimmten Baum zeigte. In allen Fällen befand sich das Tier zu Beginn des Beobachtungstages in den obersten Ästen eines *Ficus altissima*, welcher einer der Stammplätze des Einzeltieres war, das zuvor eingeschlüfert werden musste. Dieser Baum ist gekennzeichnet durch seine Lage im zweiten Stock und ist somit aufgrund seiner Höhe ein guter Anflugplatz, der auch gerne während der Aktivitätsphase von den restlichen Tieren angefliegen wurde. Nach der Geburt des zweiten Jungtieres in der 9er Gruppe veränderte sich die Zusammensetzung nicht weiter.

Das Einzeltier, das nach einem Unfall seine Flugfähigkeit verloren hatte, hielt sich aufgrund dessen ausschließlich in den Bäumen auf. Auch hier zeigte sich eine ausgeprägte Präferenz. Das Tier nutzte vor allem drei nebeneinander stehende Bäume, wobei einer davon mit der Futterschale F4 versehen war (siehe Übersichtskarte der Halle, Abb. 2-1). Die drei Bäume liegen so nahe beieinander, dass das Tier mit wenig Aufwand zwischen diesen hin und her klettern konnte und somit auch ohne zu fliegen einen Futterplatz erreichte. Die meiste Zeit verbrachte das Einzeltier in dem obersten Geäst des *Ficus altissima*, welcher später auch von dem Muttertier aus der 9er Gruppe genutzt wurde. Zu dem Futterbaum (*Ficus religiosa*) gelangte das Tier über einen *Cinnamomum camphora* (Kampferlorbeer). In sehr seltenen Fällen wurde das Tier an anderen Bepflanzungen gesichtet. Bei diesen handelte es sich vor allem um Sträucher unterhalb der Stammplätze.

Einzig bei der 2er Gruppe zeigte sich keine eindeutige Präferenz des Ruheplatzes. Beide Tiere nutzten einen Großteil der in der Halle zur Verfügung stehenden Bäume. Aufgrund dessen, dass man die Tiere schlecht auseinander halten konnte, da sie die meiste Zeit in den Flughäuten eingehüllt waren, ist es nicht möglich gewesen, den jeweiligen Tieren eine etwaige Präferenz nachzuweisen. Insgesamt nutzte die 2er Gruppe während des Beobachtungszeitraums vorwiegend zwölf Bäume von sieben Gattungen als Ruheplätze.

Ergebnisse

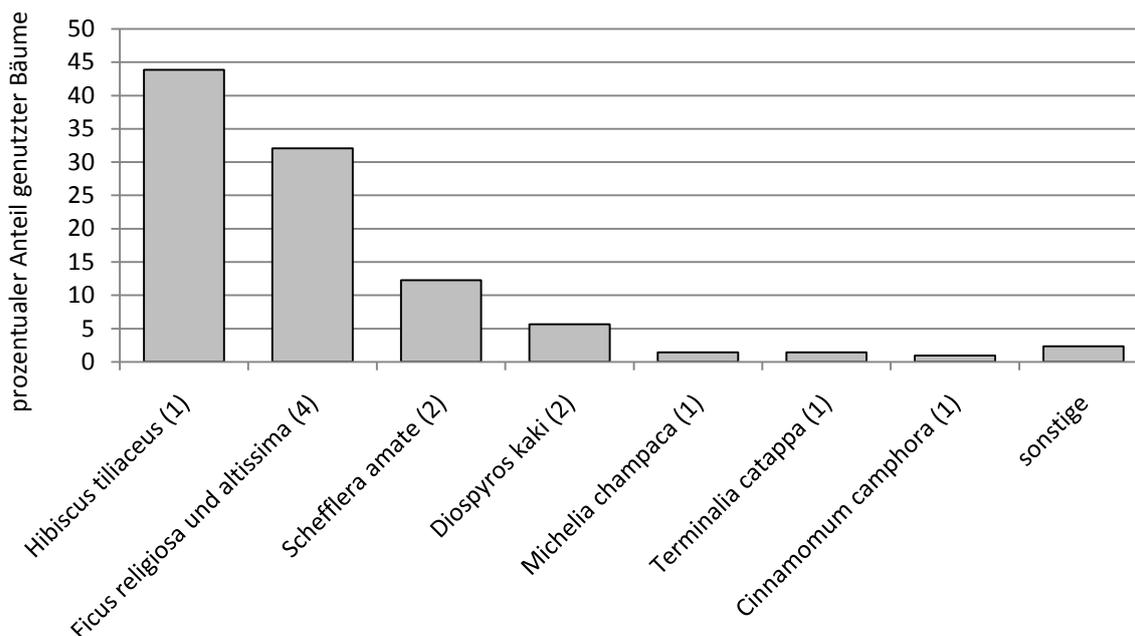


Abb. 3-14 Von der 2er Gruppe genutzte Bäume bzw. Gattungen während der Ruhephase

Zu erwähnen ist, dass die 2er Gruppe nur während 1/3 der Ruheplatzregistrierungen zusammen anzutreffen war. Die überwiegenden 2/3 waren die Tiere getrennt voneinander vorzufinden. Vor allem der *Hibiscus tiliaceus*, welcher einer der Futterbäume ist (Futterschale 5, 6 und 8), war stark frequentiert und wurde überwiegend genutzt. Da dieser Baum im zweiten Stock und weitgehend alleine steht, ist dieser ein gut erreichbarer Anflugplatz. Auch die beiden Ficusarten *Ficus religiosa* und *Ficus altissima* wurden oft als Ruheplatz verwendet. Zwei der genutzten Bäume waren Futterbäume (F1 und F2) und ein Baum der Stammbaum sowohl des Einzeltieres als auch später des ersten Muttertieres der 9er Gruppe. Mit rund 76 % wurden vorwiegend diese Bäume genutzt, wodurch sich zumindest eine Präferenz zu den Futterbäumen oder zu in der Nähe befindlichen Bäumen ableiten lässt.

Alle anderen als Ruheplatz genutzten Bäume wurden eher selten angefliegen. Genau wie die beiden Bäume *Michelia champaca* und *Terminalia catappa* steht auch einer der genutzten *Schefflera amate* relativ weit abseits von den anderen Bäumen und befindet sich im Bereich des Teiches. Der zweite genutzte *Schefflera amate* befindet sich hingegen neben dem Futterbaum F3. Diese Bäume stehen weitgehend solitär und sind durch ihre Größe gut erreichbar. Zudem sind alle üppig belaubt und bieten durch ihre vielen Äste gute Hängemöglichkeiten. Die beiden von der 2er Gruppe als Ruheplatz genutzten *Diospyros kaki* waren zum einen der Futterbaum F3 und zum andern einer in unmittelbarer Nähe zu diesem. Der genutzte *Cinnamomum camphora* war nicht der zwischen dem Stammplatz des Einzeltieres und Futterbaum F4, sondern befindet sich als solitär gepflanzter Baum auf dem

Besucherweg. Mit einem Anteil von knapp 22 % wurden diese Bäume im Vergleich eher selten genutzt. Die übrigen 2 % gehen auf Bäume zurück, die während des Beobachtungszeitraums nur einmalig genutzt wurden und daher nur Ausnahmen darstellen (siehe Übersichtskarte der Halle, Abb. 2-1).

3.2.2. Futterplatzpräferenz

In der Halle wurden den Tieren über den gesamten Beobachtungszeitraum insgesamt acht Futterschalen zur Verfügung gestellt. Die Anzahl und der Ort dieser variierten zum Teil. Insgesamt wurden dazu fünf Bäume genutzt (siehe Karte, Abb. 2-1 und Anhang, Tab. 9-2). Zu Beginn der Beobachtungen standen den Tieren die Futterschalen F1 bis F5 zur Verfügung. Da die Futterschale F1 von den Flughunden am wenigsten genutzt wurde, wurde diese schließlich entfernt und zwischen die Futterschalen F2 und F3 gehängt (F7), welche deutlich häufiger genutzt wurden. Zusätzlich wurde eine weitere Futterschale (F6) in den Futterbaum gehangen, an dem die Futterschale F5 angebracht war, da diese Schale am stärksten frequentiert war. Zum Ende des Beobachtungszeitraums wurde auch die Futterschale F7 aufgrund geringer Nutzung etwas abseits an diesen Baum angebracht (F8), so dass dieser letztendlich mit drei Futterschalen versehen war. Einzig die Futterschale F4 wurde in keinerlei Weise verändert, weder durch einen Ortswechsel noch durch zusätzlich angebrachte Futterschalen.

In der folgenden Abbildung sind die Nutzungen der einzelnen Futterschalen über den Gesamtzeitraum zusammengefasst.

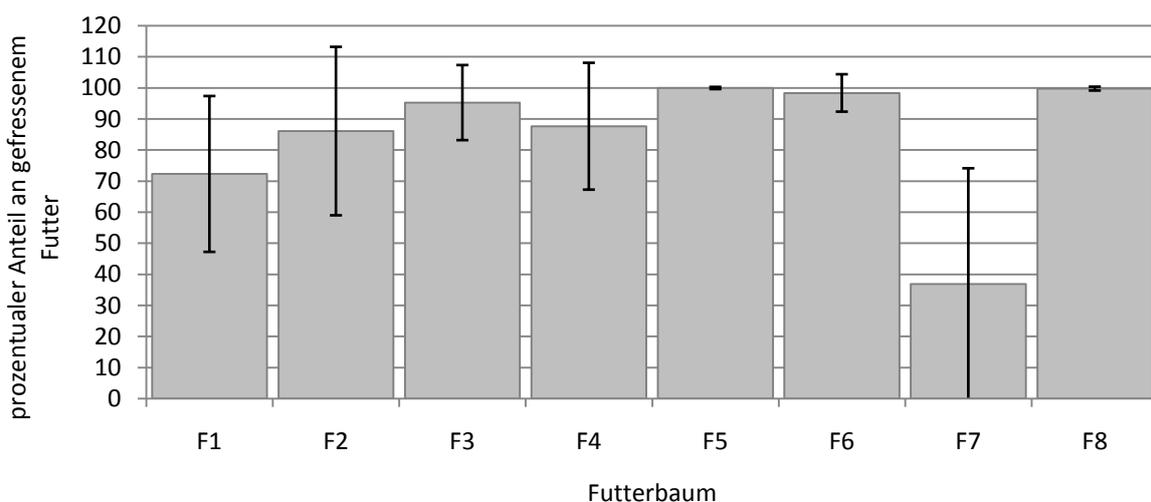


Abb. 3-15 Futterplatzpräferenz anhand des prozentualen Anteils an gefressenem Futter (Stichprobenumfang n = 46, jeder Futterbaum wurde 5-46 Mal getestet)

Wie die Abbildung 3-15 erkennen lässt, wurden die einzelnen Futterschalen unterschiedlich frequentiert. Zur Auswertung wurde der Mittelwert an gefressenem Futter für jede Schale

genutzt (siehe Kapitel 2.5., Futterbaumpräferenz). Je weniger Futter in der Schale übrig blieb, desto höher die Präferenz.

Betrachtet man das Diagramm, so wird deutlich, dass die Futterschalen F5, F6 und F8 mit durchschnittlich 99,3 % (SD \pm 0,4-6 %) den höchsten Prozentsatz aufweisen. Das bedeutet, dass aus diesen Futterschalen fast immer das gesamte zur Verfügung stehende Obst aufgefressen wurde. Wie bereits erwähnt, waren all diese Futterschalen an einem einzigen Baum angebracht (*Hibiscus tiliaceus*). Auch aus den reinen Beobachtungen geht hervor, dass dieser Futterbaum immer als erstes angefliegen wurde und somit die erste Wahl war. Der Futterbaum befindet sich auf der zweiten Ebene und ist daher trotz seiner mittleren Größe einer der am höchsten gelegenen Bäume. Zudem steht er im Vergleich zu den anderen Bäumen weitgehend solitär, so dass ein direkter Anflug möglich ist, ohne auf umliegende Bäume achten zu müssen. Die Baumkrone ist üppig und bietet gute Klettermöglichkeiten. Selbst wenn die Futterschalen dieses Baumes nicht in den Aufhängungen angebracht wurden, wurde dieser Baum immer als erstes angefliegen. Die Tiere kletterten dann zu den Stellen, an denen das Futter sonst vorzufinden war, und warteten dort zum Teil mehrere Stunden, bevor sie einen andern Futterbaum anfliegen. Zwischenzeitlich kehrten die Tiere immer wieder in diesen Baum zurück und hielten nach den Futterschalen Ausschau.

Aus den Futterbäumen mit den Schalen F2 bis F4 wurden durchschnittlich zwischen 85-95 % (SD \pm 12,1-27,1 %) des vorhandenen Futters gefressen. Die beiden Futterbäume mit den Schalen F2 und F3 lagen in unmittelbarer Nähe zueinander, jedoch wurde die Schale F3 mehr genutzt, obwohl der Futterbaum nicht durch einen direkten Anflug erreichbar war, sondern über einen benachbarten Baum angefliegen werden musste. Der Futterbaum (*Diospyros kaki*) hatte viele Äste, an denen sich die Tiere zu der Futterschale hangeln konnten. Zudem konnten, wie beim zuvor erwähnten *Hibiscus tiliaceus* (F5, 6 und 8), mehrere Tiere gleichzeitig diesen Baum als Futterplatz nutzen, wenn auch nicht im selben Maße.

Die Schalen F2 und F4 waren ungefähr gleich stark frequentiert, wobei die Futterschale F4 (*Ficus religiosa*) vorwiegend von dem Einzeltier genutzt wurde, da dieser Futterplatz für dieses als einziger erreichbar war, ohne fliegen zu müssen. Da die Futterschale recht weit unter der Baumkrone angebracht und somit von den Ästen entfernt war, konnte immer nur ein Tier aus dieser Futterschale fressen. Waren mehrere Flughunde in dem Baum anzutreffen, musste das Tier, welches sich aus der Schale ein Stück Obst herausnahm, erst wieder in die Baumkrone klettern, bevor ein anderes Tier an die Schale konnte. Da der Baum jedoch im zweiten Stock gelegen war, konnte dieser recht gut angefliegen werden.

Ergebnisse

Bei dem Futterbaum mit der Schale F2 handelte es sich auch um einen *Ficus religiosa*, dieser war jedoch weitestgehend kahl und wies nur wenige Äste auf, an denen sich die Tiere zu der Futterschale hätten hangeln können. Aufgrund seiner Größe konnte er aber ohne Probleme angefliegen werden.

Die Futterschale F1 wurde mit durchschnittlich 72,3 % (SD \pm 25,1 %) am wenigsten genutzt, obwohl der Futterbaum als solcher (*Ficus altissima*) eine gute Anflugfläche bietet, da er weitgehend solitär steht. Auch bieten die Äste viele Klettermöglichkeiten. Aufgrund der vergleichsweise geringen Nutzung wurde die Futterschale F1 entfernt und als F7 in den Futterbaum mit der Schale F2 zwischen F2 und F3 gehangen. Diese Futterstelle wurde von den Flughunden nicht gut angenommen, wodurch die Nutzung bei unter 40 % (SD \pm 37,2 %) lag. Somit wurde diese Futterschale als F8 in den *Hibiscus tiliaceus* gehangen, in dem schon die Schalen F5 und F6 hingen. Diese neu angebrachte Schale wurde an dieser Stelle ohne weiteres akzeptiert.

Das Futter wurde meist an Ort und Stelle verzehrt, es sei denn, ein Tier wurde aufgrund einer Interaktion aus dem Futterbaum vertrieben. Bei solchen Auseinandersetzungen suchten sich die Tiere einen anderen Platz, um ihre Nahrung aufzunehmen. Besondere Fressplätze wurden also nicht aufgesucht.

3.2.3. Futterpräferenz

Indem man den Flughunden verschiedene Obstarten zur Auswahl stellt, kann man durch vor- und nachheriges Auswiegen den Anteil einer gefressenen Art und somit die Präferenz ermitteln. Je höher der gefressene Anteil, desto höher die Präferenz.

In der nachfolgenden Abbildung sind die für diesen Test genutzten Obstarten aufgeführt.

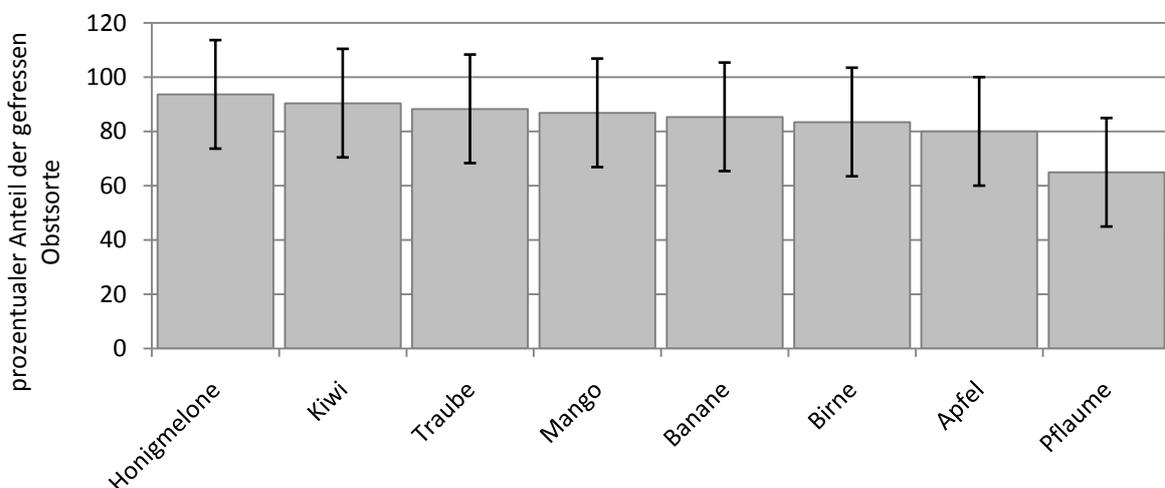


Abb. 3-16 Futterpräferenz anhand des prozentualen Anteils der gefressenen Obstart (Stichprobenumfang n = 28, jede Obstart wurde 5-21 Mal getestet)

Ergebnisse

Wie aus dem Diagramm ersichtlich, unterscheidet sich der Anteil an gefressenem Obst hinsichtlich der Art nicht stark voneinander. Der Anteil unterscheidet sich lediglich um durchschnittlich weniger als 3 %. Bei Pflaume liegt die Differenz hingegen bei etwa 15 %.

Mit durchschnittlich 93,6 % (SD \pm 8,4 %) wurde Honigmelone von den Tieren bevorzugt gefressen, dicht gefolgt von Kiwi mit einem Anteil von rund 90,4 % (SD \pm 14,9 %). Von den restlichen Obstarten wurden durchschnittlich zwischen 80-90 % (SD \pm 14,3-21,4 %) der zur Verfügung stehenden Menge gefressen. Bei der Traube, von der sowohl helle als auch rote Früchte angeboten wurden, wurden die hellen leicht bevorzugt. Am wenigsten wurde durchschnittlich von den Pflaumen gefressen. Deren Anteil liegt bei 65 % (SD \pm 26,2 %) und belegt somit bei der Futterpräferenz den letzten Platz.

Anhand von reinen Beobachtungen wurde ersichtlich, dass sich die Präferenzen zwischen den einzelnen Tieren unterscheiden. Nicht jedes Tier frisst anfänglich von derselben Obstart, so dass neben der allgemeinen Präferenz der verschiedenen Obstarten auch die individuelle Vorliebe eine Rolle spielt.

An manchen Futterschalen war zusätzlich eine kleinere Schale mit Flüssigkeiten angebracht. In dieser wurde den Tieren im Wechsel mit Wasser verdünnter Nektar für Flughunde verfeinert mit Sirup (Himbeere, Waldmeister, Kirsche) oder püriertes Obst angeboten. Mit nur wenigen Ausnahmen waren diese Schalen immer leer.

4. Diskussion

4.1. Verhaltensanalyse

In freier Wildbahn bilden Flughunde, unter anderem auch die der Gattung *Pteropus vampyrus*, riesige Kolonien, die mehrere Tausend Individuen umfassen können und mit ausgiebigem Sozialverhalten einhergehen (Kunz und Jones, 2000; Kulzer, 2005). Bei der Haltung von Zootieren kann eine solche Gruppengröße jedoch nicht annähernd bewerkstelligt werden. Die Zahl der Individuen fällt in Gefangenschaft um ein vielfaches kleiner aus. Auch bei den in dieser Arbeit beobachteten Flughunden konnte eine Gruppenbildung beobachtet werden, wobei sich die Tiere, wie bereits in Abschnitt 2.2. beschrieben, nicht zu einer zusammenhängenden Kolonie sondern zu einzelnen Gruppen zusammengeschlossen haben. Wie diese Gruppenzusammensetzung im Einzelnen zustande gekommen ist, ist unklar, da die Eingewöhnungsphase der Tiere in die Tropenhalle vor dem Beobachtungszeitraum stattgefunden hat. Dadurch, dass sich neun der zwölf Tiere zu einer Gruppe zusammengeschlossen haben, wird jedoch deutlich, dass sie das Leben in der Gemeinschaft bevorzugen. Die drei Tiere, die sich dieser Gemeinschaft nicht angeschlossen haben, hingen während der Studie weitgehend alleine. Zwei der Tiere nutzten zu Beginn der Studie gemeinsame Ruheplätze. Das Einzeltier wurde hingegen nie zusammen mit der 2er Gruppe gesichtet. Seine Ruheplätze beliefen sich ausschließlich auf drei benachbarte Bäume. Dies lässt sich vor allem auf die Flugunfähigkeit des Einzeltieres, hervorgerufen durch einen Flügelbruch, zurückführen. Laut Aussagen der Tierpfleger gehörte dieses Tier zunächst der 9er Gruppe an, welche ihren Ruheplatz unter der Decke hatte und somit für dieses Tier nicht mehr zu erreichen war. Eine Aufnahme in die 2er Gruppe fand trotz der gemeinsamen Ruheplatzwahl in den Bäumen nicht statt. Ein Ausschluss des Einzeltieres aufgrund seiner Verletzung wird allerdings ausgeschlossen, da auch die 2er Gruppe nicht immer gemeinsam zusammenhing und somit eine feste Paarbildung nicht gegeben war.

Die außergewöhnliche Lebensweise, vor allem ihre nächtliche Aktivität, erschwert eine durchgängige Beobachtung der Chiroptera im Tagesverlauf, weshalb Verhaltensaufzeichnungen, sowohl über freilebende als auch in Gefangenschaft gehaltene Tiere, eher rar sind. Bei der Betrachtung der erhobenen Daten lässt sich die Dämmerungs- bzw. Nachtaktivität der Tiere jedoch deutlich erkennen, auch wenn während der Ruhephase eine gewisse Agilität herrschte, wie sie schon in der Literatur häufig erwähnt wird (Nelson, 1965; Erkert et. al., 2002). So zeigen sich auch in der Ruhephase Aktivitäten wie Komfortverhalten, Interaktionen und anderen Tätigkeiten, die jedoch bei weitem nicht das Maß erreichen wie in der Aktivitätsphase, die kurz vor Sonnenuntergang einsetzt. In der Ruhephase wird knapp ein

Diskussion

Viertel der Zeit mit solchen Aktivitäten verbracht, während es in der Aktivitätsphase etwa 85 % sind. Vernachlässigt man in beiden Phasen die Verhaltensweise Hängen, welche keine besondere Regsamkeit beinhaltet, so liegt das Zeitbudget an Aktivitäten in der Aktivitätsphase mit etwa 52 % noch weit über dem in der Ruhephase (22 %). Die erhobenen Daten können jedoch nur grob als Richtlinie betrachtet werden, da die Beobachtungsspanne der Flughunde nach Sonnenuntergang nur wenige Stunden betrug. Für die Ruhephase hingegen konnten Daten über den gesamten Zeitraum gesammelt werden. Die Aktivitätskurve weist im zeitlichen Verlauf der Aktivitätsphase eine Minderung der Aktivitäten auf, so dass durchaus die Möglichkeit besteht, dass diese im weiteren Verlauf noch weiter abgeschwächt ist. Bei einem anhaltend niedrigen Aktivitätsniveau in der Aktivitätsphase würden sich die Daten nach unten hin verlagern und somit eine eventuelle Annäherung an das Aktivitätsmuster der Ruhephase stattfinden. Da zum Zeitpunkt des Sonnenaufgangs der prozentuale Anteil aktiver Tiere bei knapp 60 % liegt, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass über den gesamten Zeitraum der Aktivitätsphase ein gewisses Aktivitätsniveau beibehalten wurde, welches nicht unter das der Ruhephase fällt. Studien an phytophilien Flughunden zeigen unter anderem eine erhöhte Tendenz zu Ruhen und Schlafen vor allem in der zweiten Hälfte der Aktivitätsphase, so dass eine allmähliche Aktivitätsabnahme zum Sonnenaufgang hin festgestellt werden kann (Erkert, 1970; Funakoshi et. al., 1991). Vergleicht man die Art und den Anteil von Aktivitäten, vor allem in Bezug auf die Ruhephase mit Freilandstudien, so findet man diesbezüglich erkennbare Übereinstimmungen, auch wenn sich diese nicht auf die selbe Art beziehen (Nelson, 1965; Funakoshi et. al., 1991; Erkert et. al., 2002). In allen Fällen wird ein gewisses Aktivitätsspektrum am Tage nachgewiesen. Somit ziehen in einer zoologischen Einrichtung gehaltene Flughunde nicht nur während der Abendstunden die Aufmerksamkeit der Besucher auf sich, sondern sind auch während des Tages gut zu beobachten, vor allem aufgrund der Ruheplatzwahl an lichtexponierten Stellen. Für Besucher stehen insbesondere die Tiere, die ihren Ruheplatz in den Bäumen haben, im Vordergrund, da diese Tiere weitaus besser zu sehen sind als jene unter der Decke. Zudem zeigen sie im Vergleich zu der 9er Gruppe ein vermehrtes Aufmerksamkeitsverhalten. Die Annahme, dass dies aufgrund der Besuchernähe der Fall ist, konnte durch statistische Tests jedoch widerlegt werden. Zwar sind die Tiere aus der 2er Gruppe und das Einzeltier deutlich unruhiger, jedoch wird dies anderen Umständen zugeschrieben. Aufgrund dessen, dass die Tiere meist solitär hängen, fallen die Vorteile des Gruppenlebens weg. Im Allgemeinen müssen einzelne Tiere mehr Zeit in eine erhöhte Wachsamkeit investieren als Individuen, die einer Gruppe angehören, da in solchen die Gesamtwachsamkeit geteilt werden kann und somit die individuelle Wachsamkeit

Diskussion

reduziert wird (Kappeler, 2009). Dies scheint der plausibelste Grund für die erhöhte Aufmerksamkeit zu sein, auch wenn durch die Haltung in einer geschlossenen Halle der Wegfall von möglichen Prädatoren gewährleistet wird. Laute und ungewohnte Geräusche, die in der Halle durch Besucher oder Bauarbeiten entstehen, können von den Tieren jedoch als Bedrohung aufgefasst werden und lösen solche Verhaltensweisen aus. Bei der 9er Gruppe hingegen, von der angenommen wurde, dass aufgrund der Platzwahl mit weiter Distanz zu den Besuchern keine Beeinflussung durch diese stattfinden dürfte, wurde ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen erhöhtem Besuchervorkommen und reduziertem Ruhen ohne Aufmerksamkeitsverhalten (Ruhen (-)) nachgewiesen. Das kann wohlmöglich darauf zurückgeführt werden, dass die Tiere aufgrund der Platzwahl und der somit seltenen Interaktion mit den Besuchern nicht so sehr an diese gewöhnt sind. Bei den Tieren in den Bäumen konnte es hingegen infolge derer Nähe zu den Besuchern zu einer Adaptation kommen, weshalb die Tiere unabhängig von der Besucherzahl keine Beeinflussung zeigen. Somit reagieren die Tiere aus der 9er Gruppe trotz geteilter Wachsamkeit bei erhöhtem Besuchervorkommen unruhiger als bei niedrigerem. Da die Tropenhalle den Tieren nur in gewissem Maße Rückzugsmöglichkeiten, vor allem in Form von ausreichend Platz, bietet, bleibt eine Beeinflussung durch den Menschen nicht aus. Diese Beeinflussung und die Haltung in einem geschlossenen, künstlichen Habitat scheinen jedoch eher geringen Einfluss auf die Tiere zu haben und deren natürlichen Aktivitätsrhythmus nicht weiter zu beeinträchtigen. Bei der Betrachtung der Ausflugszeiten und der damit beginnenden Aktivitätsphase wird dieser Sachverhalt nochmals deutlich. Aufgrund der Tatsache, dass sowohl Flughunde als auch Fledermäuse dämmerungs- bzw. nachtaktive Tiere sind, beginnt deren Aktivitätsphase erst mit Einbruch der Dunkelheit und ist durch einen Anstieg der Flugaktivität gekennzeichnet (Erkert et. al., 2002). Flüge während der Ruhephase sind eher selten zu beobachten, da sie zum einen mit einem hohen Energieaufwand einhergehen (Erkert et. al, 2002) und zum anderen bei großen Flughunden das Risiko einer Hyperthermie bei Flügen bei zu hohen Temperaturen besteht (Thomson et. al., 1998). Beides konnte anhand intensiver Beobachtungen in dieser Arbeit belegt werden. Während der Ruhephase fanden Flugaktivitäten meist aufgrund externer Störungen oder Interaktionen innerhalb der Gruppe statt, wohingegen Flüge, die der Futterbeschaffung dienten, nicht registriert wurden. Dementsprechend fanden nur etwa 5 % aller registrierten Flüge in die Ruhephase statt, 95 % hingegen fielen in die Aktivitätsphase. Erst kurz vor Sonnenuntergang wurden die Tiere aktiver, was mit einem Anstieg der Flugaktivität ersichtlich wurde. Das dabei entstandene Flugmuster könnte aufgrund der beiden Maxima als bimodal charakterisiert werden. Auch

Diskussion

hier muss beachtet werden, dass sich die Beobachtungsspanne in der Aktivitätsphase nur auf wenige Stunden nach Sonnenuntergang belief. Die Registrierung der Flüge wies ein erstes Maximum zum Sonnenuntergang hin auf, das Zweite lag etwa drei Stunden nach Sonnenuntergang. Dies lässt sich dadurch erklären, dass sich die Tiere zu Beginn der Aktivitätsphase auf Futtersuche begaben und es somit zu einem Anstieg der Flugaktivität kam. Dass zwischen Aktivitätsbeginn und dem Zeitpunkt des Sonnenuntergangs ein so steiler Anstieg zu beobachten ist, hat verschiedene Gründe: Zum einen flogen nicht alle Tiere gleichzeitig aus, sondern in einem Zeitrahmen von knapp einer Stunde. Die ersten Flüge dienten als Erkundungsflüge, wobei die Tiere öfters zwischen Futter- und Ruheplatz oder Futterplatz und benachbarten Bäumen wechselten. Zum anderen kam es durch anfängliche Streitereien in den Futterbäumen um die besten Plätze zu zusätzlichen Flügen. Der rapide Abfall der Flugaktivität kam dadurch zustande, dass die Tiere, nachdem sie einen geeigneten Futterplatz aufgesucht hatten, sich für längere Zeit an diesem aufhielten. Der Anstieg der Flugaktivität drei Stunden nach Sonnenuntergang lässt sich mit dem geringer werdenden Futterangebot erklären. Da die Tiere einen bestimmten Baum als Futterbaum bevorzugten und sich somit der Großteil der Tiere in diesem aufhielt, gingen die Futterreserven dort irgendwann zur Neige, wodurch die Tiere gezwungen waren, einen anderen Futterplatz aufzusuchen. Wie zuvor kam es erst zu Erkundungsflügen und zu Streitereien, bis die Tiere sich an den übrigen Futterplätzen verteilt hatten. Nachdem die Tiere genügend Nahrung zu sich genommen hatten, begaben sie sich meist in die Bäume, die in unmittelbarer Nähe zu den Futterplätzen lagen, um dort zu ruhen oder ausgiebigem Komfortverhalten nachzugehen. Auch hier waren kleinere Gruppenbildungen auszumachen. Die Ausflugszeit der Tiere richtete sich allem Anschein nach an den Zeitpunkt des Sonnenuntergangs, da beides in allen beobachteten Fällen recht nahe beieinander lag. Wie die Grafiken zeigen, fanden vor allem vor Sonnenuntergang die ersten Ausflüge statt. Dies ist insoweit interessant, als dass die im Zoo gehaltenen Flughunde ursprünglich aus der Indo-Malayischen Subregion stammen. Im Allgemeinen ist die Länge der Zeit zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang eines Ortes von dessen geographischer Breite abhängig. In unseren Breitengraden ändert sich der Zeitpunkt des Sonnenuntergangs im Jahresverlauf recht stark. So sind die Tage in den Sommermonaten länger und die Sonne geht später unter als in den Wintermonaten, in denen die Tage kürzer sind und die Sonne früher untergeht. Nahe dem Äquator, also auch in der Region, aus der die in dieser Arbeit beobachteten Flughunde stammen, gibt es hingegen kaum Differenzen bezüglich der Tageslänge im Jahresverlauf (Häckel, 2005; Schönwiese, 2008). So haben am Äquator über das ganze Jahr gesehen Tag und Nacht nahezu die gleiche Dauer von

etwa zwölf Stunden (Vorlauffer, 2009), wobei pro Breitengrad die Tageslänge um etwa sieben Minuten zunimmt (Uhlig, 1988). In unseren Breiten schwankt die Tages- bzw. Nachtlänge in etwa zwischen acht und 16 Stunden, wodurch sich auch der Zeitpunkt des Sonnenuntergangs im Jahresverlauf verschiebt. Trotz dieser starken Schwankungen liegen die Ausflugszeiten der beobachteten Flughunde wie erwähnt kurz vor Sonnenuntergang. Auch in der freien Natur richten sich Chiroptera nach diesem Muster, so dass Ausflugsphase und Sonnenuntergang in etwa parallel verlaufen. Die ersten Ausflüge finden meist nach Sonnenuntergang statt, auch wenn die Tiere schon vor diesem Zeitpunkt aktiv werden (Funakoshi et. al., 1991; Erkert et. al., 2002; Welbergen, 2006). Dass die in dieser Arbeit beobachteten Tiere direkt nach dem Aktivwerden kurz vor Beginn der Aktivitätsphase ausfliegen und die Futterplätze aufsuchen, könnte auf den Wegfall von Prädatoren zurückgeführt werden. Neben dem Zeitpunkt des Sonnenuntergangs spielt auch die Lichtintensität eine entscheidende Rolle im Ausflugsverhalten. Dass der Zeitpunkt des Ausfluges enger mit den Beleuchtungsstärken zusammenhängt als mit dem Zeitpunkt des Sonnenuntergangs (Erkert et. al., 2002), konnte in dieser Arbeit teilweise bestätigt werden. Für beide Konstellationen konnten statistisch signifikante Zusammenhänge nachgewiesen werden, wobei der Zusammenhang zwischen Ausflugszeit und Sonnenuntergang geringfügig signifikanter ausfiel. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Lichtintensität innerhalb der Asienhalle je nach Standort starken Schwankungen unterlag. Eine Abweichung zwischen der Lichtintensität am gemessenen Standort und dem Ruheplatz der 9er Gruppe, die vor allem für die Definition des Ausfluges bedeutend waren, ist daher nicht auszuschließen. Dadurch könnten die geringen Unterschiede in den Korrelationsanalysen zustande gekommen sein. Zudem können bestimmte Witterungsverhältnisse, wie zum Beispiel Bewölkung, einen Einfluss auf die Beleuchtungsstärke haben und somit frühere Ausflüge bedingen (Erkert et. al., 2002). Für die meist höhlenbewohnenden Fledermäuse spielt die Lichtintensität eine besonders wichtige Rolle. Vor dem Ausflug zeigt sich bei diesen eine sogenannte Lichttestphase, in der die Tiere die Lichtverhältnisse am Höhleneingang prüfen und erst dann ausfliegen, wenn ein bestimmter Schwellenwert unterschritten ist. Dieser kann je nach Art stark variieren. Flughunde sind auf ein solches Lichttest-Verhalten nicht angewiesen, da sie aufgrund ihrer lichtexponierten Ruheplätze den Verlauf der Lichtintensität direkt verfolgen können (Erkert et. al., 2002). Die in dieser Arbeit untersuchten Flughunde verhalten sich bezüglich ihres Ausflugsverhaltens weitgehend wie in freier Natur untersuchte Flughundarten. Die künstliche Umgebung scheint daher keinen Einfluss auf die Tiere zu haben, wohl deswegen, da es sich um eine Tageslichthalle handelt, in der die außen herrschenden Lichtverhältnisse nicht allzu

Diskussion

sehr verfälscht werden und es nur wenig künstliche Lichtquellen gibt, die die Aktivität beeinflussen könnten. Zwar wird der Aktivitätsrhythmus der Chiroptera vorwiegend endogen über die Circadianperiodik gesteuert, doch wird diese vor allem durch das Licht als exogener Zeitgeber synchronisiert (Aschoff, 1954; Erkert S., 1970; Erkert et. al., 2002).

Bezüglich der bisherigen Verhaltensanalysen weisen die in der ZOOM Erlebniswelt in Gefangenschaft gehaltenen Flughunde der Gattung *Pteropus vampyrus* ein weitgehend natürliches Verhalten auf. Dieses stimmt mit Aufzeichnungen über freilebende Flughunde größtenteils überein. Im Folgenden soll noch einmal auf wesentliche, dem Ethogramm zu entnehmende Verhaltensweisen eingegangen werden. Vor allem das Komfortverhalten spielt bei den Flughunden eine bedeutende Rolle. Diesem wird sowohl in der Ruhe- als auch der Aktivitätsphase sehr viel Aufmerksamkeit gewidmet. Die Pflege der Flughäute steht dabei besonders im Vordergrund. Die beobachteten Tiere säuberten diese durch Ablecken, wobei sowohl die Hinterbeine als auch die Daumenkrallen zur Hilfe genommen wurden. Dabei wird aus Drüsen, die sich an der Schnauze befinden, Talg abgesondert, welches die Flughaut geschmeidig und wasserabweisend hält (Hall und Richards, 2000). Es fiel auf, dass die Tiere während des Putzens regelrecht durchnässt waren. Aufgrund der Menge und der Viskosität der Flüssigkeit kann davon ausgegangen werden, dass es sich nicht um Drüsensekret sondern um Urin handelte, welches ebenso der Geschmeidigkeit der Flughäute dient. Diese Annahme wurde von Dr. Martin Straube, Tierarzt und Fledermausexperte des Krefelder Zoos, bestätigt (mündl. Mitt.). Das von den Flughunden an warmen Tagen gezeigte Flügelfächeln ist eine Verhaltensweise, die der Temperaturregulation dient. Bei Flughunden handelt es sich um homoiotherme, also gleichwarme Tiere, die ihre Körpertemperatur selbst über die Stoffwechselaktivität regulieren. Niedrige Temperaturen werden von ihnen im Allgemeinen besser toleriert als hohe (Kulzer, 2005). Wird ein bestimmter Temperaturwert überschritten, so zeigen die Tiere eine Reihe von Verhaltensweisen, die der Überhitzung entgegenwirken sollen. Studien zeigten, dass sich die Tiere zunächst mit den Flügeln aktiv Luft zuzufächeln. Da die meisten Flughunde ihre Ruheplätze an Ästen in Baumkronen haben, sind sie zum Teil der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt. Hilft das Flügelfächeln nicht, so suchen die Tiere schattigere Plätze auf. Auch Hecheln und Einspeicheln dienen als Maßnahme gegen Überhitzung. Können die Tiere der Hitze nicht entgegenwirken, kommt es in den meisten Fällen zu einer Hyperthermie, wodurch die Tiere innerhalb von 10-20 Minuten sterben. Dies geschieht meist bei Temperaturen über 42°C, wobei der Toleranzbereich von Art zu Art differieren kann (Kulzer, 2005; Welbergen et. al., 2008; Barnard, 2009). Auch bei den Flughunden der ZOOM Erlebniswelt kam es vor Beobachtungsbeginn zu einer solchen

Diskussion

Problematik aufgrund eines technischen Defektes, der dazu führte, dass sich die Fenster der Halle bei zu großer Hitze nicht mehr automatisch öffneten, was zum Hitzestau und zum Tod von fünf Tieren führte (Gürtler, mündl. Mitt.). Durch eine Sektion der verendeten Tiere konnte eine Hyperthermie als Todesursache bestätigt werden. Der Defekt wurde umgehend behoben, so dass es im Verlauf dieser Arbeit zu keinen weiteren Verlusten kam.

Zu dem Sozialverhalten der Flughunde zählt auch ein reges Interaktionsverhalten. Interaktionen dienen im Allgemeinen dazu, Informationen auszutauschen und soziale Beziehungen zu etablieren (Kappeler, 2009). Da Flughunde meist in großen Gruppen auftreten, sind Interaktionen zwischen den einzelnen Individuen nicht zu vermeiden. Aus den Beobachtungen kann man schließen, dass es sich bei den meisten Interaktionen der im Zoo gehaltenen Flughunde neben dem Paarungsverhalten besonders um agonistische Auseinandersetzungen handelt. Bei vielen Flughundarten sind die Individuen darauf bedacht, untereinander eine gewisse Distanz zueinander einzuhalten (Kulzer, 2005; Radhakrishna, 2005). Wie in dieser Arbeit beobachtet, reagierten die Tiere beim Unterschreiten dieser Distanz (vor allem in der Ruhephase durch zum Beispiel Beschnuppern und/oder Anstupfen) mit negativen Verhaltensweisen (aggressiv/dominant). Interaktionen, die durch ein solches negatives Verhalten ausgelöst wurden, kamen in der Ruhephase hingegen seltener vor. Zu solchen agonistischen Auseinandersetzungen kommt es in freier Natur vor allem dann, wenn es um den Kampf um die besten Schlafplätze geht, oder um in der Kolonie eine höhere Rangposition zu erreichen. Beides korreliert meist mit im Baum höheren Ruheplätzen, da solche mehr Schutz gegenüber Prädatoren bieten (Erkert et. al., 2002; Radhakrishna, 2005). Da die 9er Gruppe, in der es vorwiegend zu Interaktionen in der Ruhephase kam, unter der Decke ihren Ruheplatz hatten und somit kein Tier über einem anderen hängen konnte, kam es wohl auch selten zu dieser Art von Interaktion. In der Aktivitätsphase hingegen zeichnete sich ein ganz anderes Bild ab. Hier kam es vor allem zu agonistischen Verhaltensweisen aufgrund von direkter Futterkonkurrenz oder um die besten Futterplätze nahe den Futterschalen. Da die Tiere nicht individuell gekennzeichnet waren, kann nur grob auf eine Dominanzhierarchie geschlossen werden. Tiere, die auf ein aggressives Ausgangsverhalten in gleicher Weise reagieren, scheinen den gleichen oder zumindest einen ähnlichen Rang zu haben. Bei Tieren, die ängstlich und mit Flucht reagieren, handelt es sich hingegen um rangniedrigere Individuen. Neben den agonistischen Interaktionen spielt das Paarungsverhalten eine wichtige Rolle im Sozialsystem. In freier Natur richten sich die Chiroptera in den gemäßigten Breiten vorwiegend an die Jahreszeiten bzw. in den Tropen und Subtropen an die Regen- und Trockenzeit, wobei die Fortpflanzung dann in die Zeit fällt, zu der ein optimales

Nahrungsangebot herrscht (Kulzer, 2005; Barnard, 2010). Bei freilebenden Flughunden der Gattung *Pteropus vampyrus* wurden Geburten zwischen März und Mai, abhängig von der geographischen Lage, registriert (Kunz und Jones, 2000). Da im Zoo über das ganze Jahr hinweg ein gleichbleibendes Futterangebot und konstante Bedingungen bezüglich Temperatur und Witterung herrschen, halten sich die Tiere meist nicht an bestimmte Fortpflanzungszeiten bzw. richten sie sich nach anderen Gegebenheiten. Beobachtungen an in Gefangenschaft gehaltenen Tieren der Gattung *Pteropus vampyrus* legen Geburtsperioden im Mai und Juni nahe (Kunz und Jones, 2000), wobei dies in dieser Arbeit nicht bestätigt werden konnte, da die Geburten im Januar und April stattfanden. Der Paarungsakt als solches verläuft in etwa so, wie bei anderen in der Literatur beschriebenen Flughunden (Nelson, 1965; Hall und Richards, 2000; Koilraj et. al., 2001). Die Geburten finden, wie in dieser Arbeit auch beobachtet, meist tagsüber während der Ruhephase statt (Kulzer, 2005; Barnard, 2010). Laut Kunz und Jones (2000) tragen die Muttertiere ihre Jungen nur für wenige Tage mit sich, bevor sie sie während der Futtersuche alleine am Ruheplatz zurücklassen. Anhand der Beobachtungen der in Gefangenschaft gehaltenen Tiere konnte dies nicht bestätigt werden. Das erste Jungtier hing über einen Zeitraum von über zwei Monaten fast ausschließlich am Körper und unter den Flügeln des Muttertieres. Über diesen Zeitraum wurde das Junge auf alle Nahrungsflüge mitgenommen. Auch das zweite Jungtier wurde während der Beobachtungszeit nie alleine gesichtet und hing fast ausschließlich am Muttertier. In freier Natur lässt sich dies sehr wahrscheinlich nicht bewerkstelligen, da die Tiere bei der Futtersuche mehrere Kilometer zurücklegen müssen (Marshall, 1983) und das Muttertier bei der Mitnahme des Jungtieres zusätzliche Energie verbrauchen würde (Barnard, 2010). Da die Futterschalen in der Tropenhalle der ZOOM Erlebniswelt in unmittelbarer Nähe angebracht sind, ist der zusätzliche Energieverbrauch bei Mitnahme des Jungtieres weitaus geringer und somit zu bewerkstelligen. Die Laktation variiert je nach Art zwischen 37 und 165 Tagen (Barnard, 2010), bei *Pteropus vampyrus* dauert sie ungefähr zwei bis drei Monate an (Kunz und Jones, 2000). Aufgrund dessen wurde bei den beobachteten Jungtieren keine selbstständige Nahrungsaufnahme an den Futterbäumen registriert. Das Abwandern des ersten Muttertieres etwa zwei Monate nach Geburt des Jungtieres diente wahrscheinlich sowohl dem eigenen als auch dem Schutz des Jungtieres. Erfolgreiche Nachzuchtungen in Zoos sind kein Indiz für eine artgerechte Haltung. Sie sind jedoch ein Kriterium, an dem man die adäquate Haltung von Tieren messen kann, da Geburten sich meist dann ereignen, wenn die Bedürfnisse der Tiere ausreichend befriedigt sind (Militzer, 1986). Interspezifische Interaktionen mit anderen in der Asienhalle lebenden Tierarten kamen selten vor, da die Tiere zum einen

Diskussion

unterschiedliche Aktivitätsmuster aufwiesen und zum andern in separaten Gehegen gehalten wurden. Bis auf die Flughunde, die nachtaktiv sind, handelt es sich bei dem restlichen Tierbestand ausnahmslos um tagaktive Tierarten. Die beiden beobachteten Interaktionen waren daher rein zufällig. Die Interaktion mit dem entflohenen Schönhörnchen (*Callosciurinae prevostii*) stellt insoweit eine Ausnahme dar, da diese unter normalen Umständen in einem abgetrennten Gehege untergebracht sind und eine Begegnung eigentlich nicht möglich ist. Die Reaktion der Flughunde, die eher zurückhaltend und schreckhaft war, erklärt sich dadurch, dass das Schönhörnchen an der von den Flughunden bevorzugten Futterschale gefressen hat und somit als Konkurrent oder Gefahr betrachtet wurde. Die Interaktion mit den Zweifarben-Fruchttauben (*Ducula bicolor*) kam aufgrund derer Nachtruheplätze, die sich zum Teil unter der Decke befanden, zustande, jedoch waren diese meist nicht in unmittelbarer Nähe zu den Flughunden. Da die Tauben zu Beginn der Interaktion schliefen, wurden sie nicht als Bedrohung angesehen und daher neugierig beschnuppert, wobei die Flughunde von diesen abließen, sobald sie Abwehrverhalten äußerten. Da die Flughunde weitgehend natürliches Verhalten zeigten, scheint die Anwesenheit von Menschen für sie keine Bedrohung darzustellen. Auf laute und unbekannte Geräusche reagieren sie jedoch nervös oder ängstlich.

Mittels der erhobenen Daten kann eine Beurteilung über die Haltungsbedingungen der Flughunde in der Asienhalle der ZOOM Erlebniswelt erfolgen. Dies kann man zwar nicht generell daran festlegen, dass Tiere in einem zu ihrem natürlichen Lebensraum optisch ähnlichem Habitat untergebracht sind oder sie sich kongruent zu ihren in freier Wildbahn lebenden Artgenossen verhalten, jedoch sind dies erste Ansätze für eine angemessene Haltung. Anhand von fünf Kriterien kann die Anpassung einer Tierart an seine neue Umgebung bewerten und somit auf eine artgerechte, adäquate Haltung geschlossen werden (Militzer, 1986; Meier, 2009). Das erste Kriterium befasst sich mit der Kondition der gehaltenen Tiere, wobei hier vor allem auf das äußere Erscheinungsbild eingegangen wird. Bei den gehaltenen Flughunden könnte man dies als weitgehend optimal bezeichnen. So konnten keine Veränderungen in der Fellbeschaffenheit oder Bewegung festgestellt werden. Auch scheinen alle Tiere in einer guten körperlichen Verfassung zu sein, da keines der Tiere annähernd über- oder untergewichtig ist. Die Reaktionsbereitschaft kann positiv bewertet werden, da die Tiere ihre Umgebung bewusst wahrnehmen und darauf dementsprechend reagieren. Als nächstes soll auf die Lebenserwartung von Zootieren eingegangen werden. Diese sollte deutlich höher sein als in freier Wildbahn. Gewährleistet wird dies vor allem durch den Wegfall möglicher Prädatoren, durch die medizinische Versorgung der Tiere im

Krankheitsfall und durch ein gesichertes Nahrungsangebot. Ob dieses Kriterium zutrifft, wird sich erst in den kommenden Jahren zeigen. Während des Beobachtungszeitraums konnten jedoch keine Todesfälle aufgrund unzulänglicher Versorgung beobachtet werden. Ereignete Todesfälle waren auf technische Defekte zurückzuführen. Wie die Lebenserwartung spielt auch die Reproduktion eine wichtige Rolle bei der adäquaten Haltung von Wildtieren. Nicht allein die Fortpflanzung ist dafür ausschlaggebend, sondern vor allem die selbstständige und störungsfreie Aufzucht der Nachkommen, die nur dann erfolgen kann, wenn essentielle Bedürfnisse der Tiere befriedigt sind. Da die beobachteten Flughunde ihre Jungtiere ohne Hilfe der Tierpfleger aufzogen und sich diese in einem guten Zustand befanden, ist dieses Kriterium vollends erfüllt und spricht somit für eine gute Haltung. Wie bereits erwähnt, kam es während des Beobachtungszeitraums und auch in der Zeit davor zu keinem Todesfall, der sich auf einen unzureichenden Immunstatus zurückführen lässt. Die Schwächung dieses Status kann aufgrund von mangelhafter Ernährung, sozialem oder besucherbedingtem Stress oder auch ungünstiger Gehegestruktur bedingt sein. Anhaltspunkte auf infektiöse Erkrankungen, welche auf eine inadäquate Haltung deuten, gab es bei den Tieren nicht. Letztes Kriterium zur Beurteilung einer artgerechten Haltung ist der Ausschluss von Ethopathien (Verhaltensstörungen). Auslöser für solche Verhaltensanomalien sind vor allem andauernde Stressoren und ungünstige Haltungsbedingungen und können im schlimmsten Fall zu Neurosen wie Trichophagie (Haarefressen) oder Automutilationen (Selbstverstümmelung) führen. Da die Tiere sich jedoch in vielerlei Hinsicht wie ihre freilebenden Artgenossen verhalten und keine abweichenden oder besonders auffälligen Verhaltensweisen aufzeigen, ist auch dieses Kriterium erfüllt. Betrachtet man all dies in seiner Gesamtheit, so kann man zu Recht von einem Adaptationserfolg und somit von einer adäquaten Haltung der Flughunde in der ZOOM Erlebniswelt sprechen.

4.2. Präferenzanalyse

Flughunde, oder auch Chiroptera am Allgemeinen, zeigen oft Präferenzen gegenüber verschiedensten Komponenten, die sowohl den Lebensraum als auch die Lebensgewohnheiten betreffen. So gibt es Präferenzen bezüglich der Ruhequartiere, der Ernährungsweisen, der Sozialsysteme und vielem mehr, wobei viele Komponenten durch die geographischen Verbreitungen der einzelnen Chiropteraarten bedingt werden (Kulzer, 2005). In Gefangenschaft sind die Tiere in einem Habitat untergebracht, das ihnen nur bedingt Möglichkeiten bietet, Präferenzen zu entfalten. So haben sie nur einen begrenzten Interaktionsraum mit vorgegebenen Pflanzen als Ruhequartiere und Obstarten als

Diskussion

Nahrungsangebot. In diesem Teil der Arbeit geht es vor allem um die Adaptation der Flughunde an dieses vorgefertigte Haltungssystem.

Die meisten Flughundarten verbringen in freier Wildbahn ihre Ruhephasen in Bäumen an lichtexponierten Plätzen und können somit als phytophil bezeichnet werden. Meist werden hohe Baumkronen bevorzugt (Kunz und Jones, 2000; Kulzer, 2005). Anhand von Studien konnte bei Flughunden eine gewisse Ortstreue festgestellt werden, da sie über Jahre hinweg dieselben Schlafplätze aufsuchen (Nelson, 1965; Brooke et. al., 2000). Bei Untersuchungen an verschiedenen Flughundarten konnte gezeigt werden, dass die Tiere sowohl niedrige als auch hohe Bäume als Ruhequartiere nutzten. Die Größen dieser schwankten dabei enorm zwischen knapp vier bis über 30 Metern. *Pteropus vampyrus* ruht sogar in einer Höhe zwischen 30 und 46 Metern. Dabei wurden verschiedenste Baumarten genutzt (Brooke et. al., 2000; Kunz und Jones, 2000), was darauf schließen lässt, dass die Tiere keine bestimmten Baumarten bevorzugen. Es konnte in Freilandstudien jedoch nachgewiesen werden, dass ein Teil der als Ruheplatz genutzten Baumarten solche waren, die den Flughunden als Nahrungsbäume dienten (Brooke et. al., 2000). Bei den in dieser Arbeit beobachteten Flughunden gab es in den einzelnen Gruppen Präferenzen bezüglich der Ruheplatzwahl. Während die 9er Gruppe ihre Ruhephase unter der Decke in einer Höhe von ungefähr 15 Metern und somit an der höchsten Stelle der Asienhalle verbrachte, bevorzugten die restlichen Tiere den vorhandenen Baumbestand als Ruheplätze. Von den vorhandenen, durch die untere Dachkonstruktion eingeteilten Fenstern konnten die Tiere nur etwa 35 % nutzen, da nicht alle Fenster mit Querstreben oder Netzen versehen waren. Zudem waren die Fenster über den Affengehegen von den Flughunden schlecht zu erreichen und wurden somit nicht genutzt. Auch die Bepflanzung machte nur etwa 31 % der gesamten Asienhalle aus, wobei sich auch hier ein Teil dieser in dem von den Flughunden nicht genutzten Bereich, den Affengehegen angrenzend, befand. Vor allem die 9er Gruppe blieb über den gesamten Zeitraum ortstreu. Die Wahl des Ruheortes geht wohlmöglich auf die große Distanz zu den Besuchern zurück. Diese Distanz bietet den Tieren einen gewissen Schutz, im Gegensatz zu den weitaus leichter zu erreichenden Bäumen. Da das Zoopersonal bei der Futtergabe oder dem Bewässern der Pflanzen nahe an die als Ruheplatz geeigneten Bäume herankommt, werden die Tiere, die diese nutzen, oftmals aufgeschreckt, was die 9er Gruppe mit ihrer unzugänglichen Platzwahl umgeht. Auch das Einzeltier war seinem Ruheplatz treu, was jedoch durch die Flugunfähigkeit bedingt war. Dabei präferierte das Tier einen *Ficus altissima* als Ruheplatz und hing dort bevorzugt an einem der äußeren, entlaubten Zweige. Das Tier wurde nach der Behandlung des gebrochenen Flügels gezielt in diesem Baum ausgesetzt, wodurch es zu

dieser eher notgedrungenen Präferenz gekommen ist. Einzig die 2er Gruppe weicht von einer Ruheplatzpräferenz ab. Im Gegensatz zu den anderen Gruppen präferierte keines der beiden Tiere einen bestimmten Baum bzw. Ort, so dass es zu einem ständigen Wechsel kam. Auch in der Literatur werden verschiedene Baumarten als bevorzugte Ruheplätze beschrieben (Brooke, 2000; Kunz und Jones, 2000). Einige der in Studien ermittelten Baumarten sind auch in der Asienhalle der ZOOM Erlebniswelt zu finden. So wurde die Nutzung von Arten der Gattungen *Ficus*, *Hibiscus*, *Diospyros* und *Terminalia* nachgewiesen, welche auch in dieser Arbeit als Ruheplatz genutzt wurden. Von diesen Gattungen nutzen Flughunde in freier Wildbahn bis auf *Hibiscus* zusätzlich die Früchte als Nahrungsquelle. Die Gattung *Barringtonia*, welche auch in der Asienhalle vorzufinden ist und laut Literatur am häufigsten als Ruheplatz bevorzugt wird (Brooke, 2000), wurde von den Flughunden jedoch nicht benutzt. Man sieht also, dass zum Teil Bäume genutzt werden, die als Nahrungsquelle dienen können, jedoch richten sich die Tiere nicht einzig danach, da viele weitere der angepflanzten Baumgattungen in der Asienhalle auch in freier Natur als Nahrungsquelle genutzt werden, zum Beispiel *Musa* und *Pandanus* (Banack, 1998; Kunz und Jones, 2000). An welche Kriterien sich die Tiere genau bei ihrer Ruheplatzwahl richten, ist nicht bekannt, jedoch bietet die Bepflanzung den Tieren viele geeignete Ruheplätze.

In der Natur liegen die Futterplätze der Flughunde meist in weiter Entfernung zu den Ruheplätzen, so dass die Tiere mehrere Kilometer pro Nacht zurück legen müssen (Marshall, 1983). In Gefangenschaft hingegen befinden sich die Futterplätze aufgrund der räumlichen Eingrenzung in unmittelbarer Nähe. Somit werden die Tiere diese sehr wahrscheinlich nicht anhand der Entfernung zu ihren Ruheplätzen wählen, sondern anhand anderer Kriterien. Dass überwiegend der *Hibiscus tiliaceus* (F5, F6 und F8) den andern Futterbäumen vorgezogen wurde, liegt möglicherweise an zwei Charakteristika des Baumes. Erstens befindet er sich auf der zweiten Ebene der Halle und nimmt somit eine der höchsten Positionen ein, auch wenn der Baum an sich nicht sehr groß ist. Durch die solitäre Stellung ergibt sich eine besonders gute Anflugmöglichkeit, auch aufgrund der üppigen Baumkrone. Zweitens finden aufgrund dieser viele Tiere Platz in dem Baum, so dass mehrere Tiere diesen gleichzeitig als Gruppe nutzen können. Eine gemeinsame Nutzung von Futterbäumen wurde auch an freilebenden Flughunden beobachtet. Dabei spalten sich die riesigen Ruhekolonien beim nächtlichen Ausflug auf und bilden an den Futterplätzen kleinere Verbände (Kulzer, 2005). Da die anderen Futterbäume meist nur wenigen Tieren zur selben Zeit ausreichend Platz zum Fressen bieten, scheinen diese nicht so attraktiv auf die Tiere zu wirken. Aufgrund dessen wurde wohl bei der Futterplatzwahl immer der *Hibiscus tiliaceus* als erstes angefliegen. Erst nachdem das

Diskussion

zur Verfügung stehende Futter in diesem Baum zu Neige ging, verteilten sich die Tiere in den anderen Futterbäumen. Wie es zu den anderen Präferenzen gekommen ist, ist nicht eindeutig. Zwar bieten die restlichen Bäume aufgrund ihrer Lage auch gute Anflug- und Klettermöglichkeiten, doch haben in diesen bei weitem nicht alle Tiere Platz, um gemeinsam zu fressen. Um an die Futterschalen zu gelangen, geraten die Tiere oftmals aneinander, wodurch es zu Streitereien kommt. Dies wird im *Hibiscus tiliaceus* aufgrund der Größe des Baumes weitgehend vermieden. Da es sich bei *Pteropus vampyrus*, wie bei vielen anderen Flughunden auch, um Gruppentiere handelt (Kunz und Jones, 2000), scheint das Fressen im gemeinsamen Verband ein wichtiger Teil des sozialen Zusammenlebens zu sein, wodurch sich die Wahl dieses Baumes erklären ließe. Diese Gruppenzugehörigkeit betrifft vor allem die 9er Gruppe. Die 2er Gruppe nutzte den *Hibiscus tiliaceus* nur, wenn sie diesen zuvor als Ruheplatz nutzten. Da die Ruheplätze dieser Gruppe vorwiegend in einem Teil der Futterbäume gelegen waren, nutzten sie meist den Baum als Futterplatz, in dem sie sich zu Beginn der Aktivitätsphase aufhielten und flogen daher nicht aus. Besonders das Einzeltier hatte bezüglich der Futterplatzwahl keine Entscheidungsfreiheit, so dass man in diesem Fall nicht von einem Präferenzverhalten reden kann. Einige Flughundarten verschleppen ihre Nahrung zu bestimmten Fressplätzen, um diese in Ruhe und vor Feinden geschützt zu sich zu nehmen (Kulzer, 2005). Die in Gefangenschaft gehaltenen Flughunde zeigen dieses Verhalten nicht. Da die Nahrung in mundgerechten Stücken gegeben wird und somit schnell verarbeitet werden kann, würde sich das Aufsuchen eines Fressplatzes nicht lohnen, da die Tiere nach wenigen Minuten den Futterplatz wieder aufsuchen müssten. Jedoch kletterten die Tiere bei hohem Andrang, nachdem sie sich ein Stück Obst aus der Futterschale genommen hatten, etwas weiter von dieser weg und fingen erst dann an zu fressen. Da die Nahrung nur an einem Platz, und zwar in der Futterschale, konzentriert angeboten wird, entgehen die Tiere somit Streitereien. Bezüglich des Nahrungsangebotes zeigen sich keine eindeutigen Präferenzen. Da in allen Versuchen der Großteil des offerierten Obstes gefressen wurde, zeigen sich nur marginal Unterschiede zwischen den einzelnen Obstarten. Dies ist zum einen auf die individuellen Futterpräferenzen der Tiere zurückzuführen. Bei direkter Beobachtung wählten die einzelnen Individuen unterschiedliche Obstarten als erstes oder wechselten diese bei jeder erneuten Futteraufnahme. Zum anderen wurde der Anteil der verschiedenen Obstarten nur vor und nach dem Versuch gewogen. Da den Tieren jedoch nur eine bestimmte Menge an Futter geboten wurde, wurde solange gefressen, bis die Tiere satt waren, auch wenn die präferierte Obstart nicht mehr vorhanden war. Um eine genauere Aussage über die Präferenz machen zu können, müssten die einzelnen Obstarten in einem bestimmten Zeitabstand immer wieder

Diskussion

ausgewogen werden, was jedoch nicht möglich ist, ohne den Tieren unnötig Stress zu bereiten. Freilebende Flughunde richten sich bei ihrer Futterwahl an das regionale und zeitliche Angebot der verschiedenen Nahrungsquellen (Marshall, 1983). Die Tiere ernähren sich in ihrem natürlichen Lebensraum vorwiegend von den vorhandenen, wildwachsenden Früchten und Blüten, jedoch werden auch Plantagen auf den nächtlichen Nahrungsausflügen aufgesucht. Von Flughunden der Art *Pteropus vampyrus* ist bekannt, dass sie Früchte wie unter anderem Rambutan (*Nephelium lappaceum*), Feigen (*Ficus spp.*), Langsat (*Lansium domesticum*), Mangos (*Mangifer indica*) und Bananen (*Musa spp.*) als Nahrungsquelle nutzen (Mickleburgh et. al., 1992; Mohd-Azlan, 2001). Neuere Studien haben für manche Unterarten weitere Nahrungsquellen ermittelt. So ernährt sich *Pteropus vampyrus lanensis* neben einer Anzahl von Feigen- und Mangosorten auch von Guaven (*Psidium guajava*) und Sternäpfeln (*Chrysophyllum cainito*) (Stier und Mildenstein, 2005). Auch an Blütennahrung, die von *Pteropus vampyrus* bevorzugt wird, gibt es ein weites Spektrum. So werden Blüten, Pollen und Nektar vor allem von Kokosnüssen (*Cocos nucifera*) und Durianbäumen (*Durio zibethinus*) zu sich genommen, aber auch vom roten Seidenwollbaum (*Bombax ceiba*) oder vom Scharlach-Korallenbaum (*Erythrina fusca*) (Kunz und Jones, 2000; Stier und Mildenstein, 2005). In verschiedenen Studien wurden bis zu 198 Pflanzengattungen ermittelt, von denen sich Flughunde im Allgemeinen ernähren (Marshall, 1983, Kulzer, 2005). Vor allem *Ficus spp.* scheint eine der wichtigsten Nahrungskomponenten im natürlichen Lebensraum zu sein (Shanahan et. al., 2001; Stier und Mildenstein, 2005; Mahmood-Ul-Hassan et. al., 2010). Für die Ernährung von Flughunden spielen viele verschiedene Nährstoffe eine wichtige Rolle. Feigen zum Beispiel haben einen hohen Calciumgehalt (Mahmood-Ul-Hassan et. al., 2010). Vergleicht man den Calciumgehalt von Feigen mit denen in dieser Arbeit getesteten Obstarten, so liegt dieser um einiges höher (pro 100 g: Feige (getrocknet) 145 mg, get. Obst zwischen 5-26 mg) (Gebhardt und Thomas, 2002). Andere Studien zeigen jedoch, dass sich die Tiere nicht nach dem Calcium- sondern dem Zuckergehalt richten und vor allem zuckerreiche, calciumarme Früchte bevorzugt werden (Nelson et. al., 2005). In dieser Arbeit scheint der Calciumgehalt zumindest nicht ausschlaggebend für die Futterwahl zu sein. Auch lässt sich anhand der restlichen ermittelten Nährwerte keine besondere Präferenz zu einer bestimmten Obstart ersehen (siehe Anhang, Tab. 9-3). Die gehaltenen Flughunde richten sich bei ihrer Nahrungswahl demnach an keine besonderen Kriterien, sondern nutzen die angebotene Nahrungsquelle in vollen Zügen aus. Studien belegen, dass eine einseitige Ernährung mit Früchten nicht gesund ist, da viele essentielle Nährstoffe in diesen nicht ausreichen vorhanden sind (Courts, 1998). Vor allem

Diskussion

Proteine sind nur in geringen Mengen enthalten, so dass der Bedarf meist nur schwer erfüllt werden kann (Courts, 1998; Mahmood-Ul-Hassan et. al., 2010). Neben den verschiedenen Fruchtarten wurde den Tieren zusätzlich spezieller Nektar für Flughunde geboten. Dieser wurde in den meisten Fällen vollständig verzehrt, was wohlmöglich an dessen Zusammensetzung liegt. So werden mit dem Verzehr des Nektars zusätzliche Proteine, Calcium, Phosphor und Vitamine aufgenommen, die für eine gesunde Ernährung wichtig sind (Courts, 1998).

Die Beobachtungen lassen darauf schließen, dass es zu einer adäquaten Anpassung der Tiere an ihr künstliches Habitat gekommen ist. So nutzen die Tiere den ihnen zur Verfügung stehenden Platz und die Bepflanzungen weitgehend aus. Dass ein Großteil der Tiere ihren Ruheplatz unter der Decke gewählt hat, war dabei jedoch nicht geplant. Stattdessen sollten die Bepflanzungen als Ruheplatz dienen, wie es bei den anderen Gruppen der Fall ist. Da die Asienhalle ein recht neues Projekt ist und sich somit vor allem junge Pflanzen in dieser befinden, kann sich dieses Bild in den nächsten Jahren, wenn die Pflanzen ihre maximale Höhe erreicht haben, noch deutlich ändern. Man kann daher davon ausgehen, dass sich der genutzte Baumbestand noch erweitern wird und sich somit neue Präferenzen bezüglich der Ruheplätze entwickeln werden. Die vorgegebenen Bedingungen werden auch hinsichtlich der Futterplatz- und Nahrungswahl akzeptiert. Die Tiere nutzten alle ihnen zur Verfügung stehenden Futterbäume und Obstarten, wobei sich diesbezüglich mehr oder weniger Präferenzen entwickelt haben. Prinzipiell kann man sagen, dass die Flughunde der ZOOM Erlebniswelt die vorgegebenen Bedingungen akzeptieren und sich ihrem Haltungssystem bestmöglich angepasst haben.

5. Zusammenfassung

Das Verhalten von Tieren in Gefangenschaft kann nie im Ganzen mit dem in freier Natur übereinstimmen, auch wenn die Voraussetzungen, zum Beispiel die Haltung in einer weitgehend naturgetreuen Umgebung, größtenteils optimal sind und dem entsprechen, was dem Menschen für die Tierhaltung möglich ist. Zoologische Einrichtungen sind unter anderem durch das gegebene Platzangebot in soweit beschränkt, als dass den Tieren nicht der in freier Wildbahn zur Verfügung stehende Raum geboten werden kann. Dies schränkt die Tiere in ihren natürlichen Bedürfnissen und im Verhaltensrepertoire ein. Auch die Tatsache, dass manche natürlichen Gegebenheiten, wie zum Beispiel das Vorhandensein von Prädatoren, das selbstständige Aufsuchen von Nahrung und Änderungen in den Witterungsverhältnissen wegfallen, führt ebenso zu Verhaltensänderungen, wie auch der tägliche Kontakt mit den Zoobesuchern.

In dieser Arbeit konnte nachgewiesen werden, dass bei den Flughunden ein Adaptationserfolg an das künstliche Habitat stattgefunden hat. Es werden viele Verhaltensweisen gezeigt, die auch bei freilebenden Flughunden zum natürlichen Verhaltensrepertoire zählen. Auch haben die Besucher keinen negativen Einfluss auf das Verhalten der Tiere. Zwar reagieren diese bei ungewohnten Geräuschen, doch der Störfaktor kann als relativ gering bewertet werden. Die Ausflugszeit der Tiere richtet sich, wie in freier Wildbahn auch, nach dem Zeitpunkt des Sonnenuntergangs und der Lichtintensität, so dass die Haltung in einer Halle und die Dachkonstruktion scheinbar keinen Einfluss auf dieses Verhalten haben. Anhand der fünf Kriterien zur Beurteilung der Zootierhaltung konnten die Haltungsbedingungen, in denen die Flughunde der ZOOM Erlebniswelt gehalten werden, als adäquat bzw. artgerecht beurteilt werden. Auch eine Anpassung an das gegebene Baum- und Nahrungsangebot hat stattgefunden. Die Tiere nutzen in vielerlei Hinsicht die ihnen zur Verfügung stehenden Ressourcen. Ausnahmen stellen die schwer zugänglichen Bereiche über und neben den Affengehegen dar. Alle anderen Bereiche sind für die Tiere leicht erreichbar und werden in Anspruch genommen. Wie in freier Natur haben sich bezüglich der Ruheplatz- und Nahrungswahl Präferenzen gebildet. So präferieren die Tiere beispielsweise Bäume als Ruheplätze, die parallel als Nahrungsquelle dienen. Auch konnte eine Tendenz zu Ruheplätzen mit großer Distanz zu den Besuchern beobachtet werden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die gehaltenen Flughunde in vielerlei Hinsicht die Möglichkeit haben, ihren natürlichen Trieben nachzugehen und sich somit an die gewählten Bedingungen anpassen können.

6. Abstract

Behavioral patterns of animals in captivity may never occur for those in wildlife. Even in ideal conditions like lifelike environments, human keeping of animals does not comply with life in nature. Among other things zoological facilities are limited in capacity, so that they cannot afford the same space as in wildlife. This circumstance restrains animals to follow up their natural requirements and their behavior repertoire. Because of missing real natural conditions like the existence of predators, the autonomous search for nutrition and change of atmospheric conditions, animals modify their natural behaviors. These circumstances also occur by daily contact with the visitors of the zoo.

The present master thesis shows a proof of adaption to an artificial tropical habitat by the flying foxes. The observed animals showed plenty of behavioral patterns as their conspecifics in wildlife. The thesis also shows that visitors do not have any influence to the animals' behavior. Though the animals responded to unfamiliar sounds, the disturbance can be estimated as an insignificant factor. The flight time of the animals acts in accordance, as in the wild, to the point of time in which the sunset occurs and to the light intensity, so the state of being kept in captivity and the construction of the roof appear to have no influence on the behavior. With the help of five criteria to estimate the keeping in the zoo, the conditions in which the flying foxes of the ZOOM Erlebniswelt are kept could be estimated to be adequate and appropriate to the species. An adaption to the given tree and food supply has also taken place. As far as it is possible, the animals use the available resources in many aspects. Only the difficult accessible areas above the monkey compounds and next to it are an exception. All other parts of the hall are easy accessible and extensively used by the animals. Comparable to wildlife behavior, the flying foxes formed preferences for resting places and certain kinds of food. For instance they preferred certain trees as a resting place. These trees also serve as a feeding ground. The observation also showed a trend of use resting places with large distance to the visitors.

Summing up you can say the flying foxes have the opportunity to pursue their natural instincts and thus can adapt to the given conditions in many ways.

7. Literaturverzeichnis

- Ammerman**, L.K. und Hillis, D.M. (1992): A molecular test of bat relationships: Monophyly or diphyle? *Syst. Biol.*, 41: 222-232
- Aschoff**, J. (1954): Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. *Naturwissenschaften*, 41: 49-56
- Banack**, S.A. (1998): Diet selection and resource use by flying foxes (Genus *Pteropus*). *Ecology*, 79 (6): 1949-1967
- Barnard**, S.M. (2009): Bats in Captivity. Volume 1: Biological and Medical Aspects. *Washington DC: Logos Press*
- Barnard**; S.M. (2010): Bats in Captivity. Volume 2: Aspects of Rehabilitation. *Washington DC: Logos Press*
- Bennett**, S., Alexander, L.J., Crozier, R.H. und Mackinlay, A.G. (1988): Are Megabats flying primates? Contrary evidence from a mitochondrial DNA sequence. *Aust. J. Biol. Sci.*, 41: 327-332
- Brooke**, A.P., Solek, C. und Tualaulelei, A. (2000): Roosting Behavior of Colonial and Solitary Flying Foxes in American Samoa (Chiroptera: Pteropodidae). *Biotropica*, 32 (2): 338-350
- Canals**, M., Atala, C., Grossi, B. und Iriarte-Diaz, J. (2005): Relative size of hearts and lungs of small bats. *Acta Chiropterologica*, 7 (1): 65-72
- Courts**, S.E. (1998): Dietary strategies of Old World Fruit Bats (Megachiroptera, Pteropodidae): how do they obtain sufficient protein? *Mammal Rev.*, Volume 28, No. 4, 185-194
- Curio**, E., Luft, S. und Reiter, J. (2002): Vegetarische „Vampire“ –Flughunde als Gärtner im Regenwald. *Rubin 1/02: 56-61*
- Eibl-Eibesfeldt**, I. (1999): Grundriß der vergleichenden Verhaltensforschung. Ethologie. 8. Auflage. *München: Piper Verlag GmbH*

Literaturverzeichnis

- Epstein, J.H., Olival, K.J., Pulliam, J.R.C., Smith, C., Westrum, J., Hughes, T., Dobson, A.P., Zubaid, A., Rahman, S.A., Basir, M.M., Field, H.E. und Daszak, P. (2009):** *Pteropus vampyrus*, a hunted migratory species with a multinational home-range and a need for regional management. *Journal of Applied Ecology*, 46: 991-1002
- Erkert, S. (1970):** Der Einfluß des Lichtes auf die Aktivität von Flughunden (Megachiroptera). *Z. vergl. Physiologie*, 67: 243-272
- Erkert, G.E., Lindhe Norberg, U.M. und Schmidt, U. (2002):** Chiroptera. Volume 2: Biology of Flight, Sinnesorgane, Chronobiologie. In: Handbuch der Zoologie, Bd. VIII, Mammalia, Teil 61. *Berlin, New York: de Gruyter*
- Faßnacht, G. (1995):** Systematische Verhaltensbeobachtung. Eine Einführung in die Methodologie und Praxis. 2.Auflage. *München, Basel: Reinhardt*
- Findley, J.S. (1993):** Bats. A community perspective. *Cambridge: Cambridge University Press*
- Funakoshi, K., Kunisaki, T. und Watanabe, H. (1991):** Seasonal Changes in Activity of the Northern Ryukyu Fruit Bat *Pteropus dasymallus dasymallus*. *J. Mamm. Soc. Japan*, 16 (1): 13-25
- Gebhardt, S.E. und Thomas, R.G. (2002):** Nutritive Value of Foods. *U. S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Home and Garden Bulletin Number 72*
- Gürtler, W.-D. (2007):** Vom Ruhr Zoo zur ZOOM Erlebniswelt I: der Bauabschnitt Alaska. *Zool. Garten N.F.*, 76: 307-330
- Gürtler, W.-D. (2008):** Vom Ruhr Zoo zur ZOOM Erlebniswelt II: der Bauabschnitt Afrika. *Zool. Garten N.F.*, 77: 261-286
- Häckel, H. (2005):** Meteorologie. 5., völlig überarbeitete Auflage. *Stuttgart: Eugen Ulmer*
- Hall, L. und Richards, G. (2000):** Flying Foxes: Fruit and blossom bats of Australia. *Malabar, Florida: Krieger Publishing Company*
- Hutcheon, J.M. und Garland, T. (2004):** Are Megabats Big? *Journal of Mammalian Evolution*, Vol. 11 Nos. 3/4

Literaturverzeichnis

- Jones, K.E., Purvis, A., MacLarnon, A., Bininda-Emonds, O.R.P. und Simmons, N.B. (2002):** A phylogenetic supertree of the bats (Mammalia: Chiroptera). *Biological Review*, 77: 223- 259
- Jones, G. und Teeling, E.C. (2006):** The evolution of echolocation in bats. *TRENDS in Ecology and Evolution*, Vol. 21, No. 3, 149-156
- Kappeler, P. (2009):** Verhaltensbiologie. 2., überarbeitete und korrigierte Auflage. *Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag*
- Keißner, L. (2009):** Marketing für Tier- und Wildparks. Analyse – Strategien – Zukunftschancen. *Hamburg: Diplomica Verlag GmbH*
- Keller, R., Schmidt, C. und Hediger, H. (1978):** Das Buch vom Zoo. *Luzern, Frankfurt am Main: C.J. Bucher*
- Koilraj, B.J., Agoramoorthy, G. und Marimuthu, G. (2001):** Copulatory behavior of Indian flying fox *Pteropus giganteus*. *Current Science*, Vol. 80, No. 1, 15-16
- Koopman, K.F. (1994):** Chiroptera: Systematics. In: Handbuch der Zoologie, Bd. VIII, Mammalia, Teil 60. *Berlin, New York: de Gruyter*
- Kulzer, E. (1960):** Physiologische und morphologische Untersuchungen über die Erzeugung der Orientierungslaute von Flughunden der Gattung Rousettus. *Zeitschrift für vergleichende Physiologie*, Bd. 43, S. 231-268
- Kulzer, E. (2005):** Chiroptera. Volume 3: Biologie. In: Handbuch der Zoologie, Bd. VIII, Mammalia, Teil 62. *Berlin, New York: de Gruyter*
- Kunz, T.H. und Jones, D.P. (2000):** Pteropus vampyrus. *Mammalian Species*, No. 642, pp. 1-6
- Mahmood-Ul-Hassan, M., Gulraiz, T.L., Rana, S.A. und Javid, A. (2010):** The Diet of Indian Flying-Foxes (*Pteropus giganteus*) in Urban Habitats of Pakistan. *Acta Chiropterological*, 12 (2): 341-347
- Marshall, A.G. (1983):** Bats, flowers and fruit: evolutionary relationships in the Old World. *Biological Journal of the Linnean Society*, 20: 115-135
- Martin, P. und Bateson, P. (1993):** Measuring behaviour. An introduction guide. Second Edition. *Cambridge: Cambridge University Press*

- Mayr, E.** (1944): Wallace`s Line in the light of recent zoogeographic studies. *The Quarterly Review of Biologie, Vol. 19, No. 1*
- Meier, J.** (2009): Handbuch Zoo. Moderne Tiergartenbiologie. 1. Auflage. *Bern, Stuttgart, Wien: Haupt*
- Mickleburgh, S., Hutson, A.M. und Racey, P.A.** (1992): Old world fruit bats: An action plan for their conservation. *IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group*
- Militzer, K.** (1986): Wege zur Beurteilung tiergerechter Haltung bei Labor-, Zoo- und Haustieren. *Berlin, Hamburg: Paul Parey*
- Mindell, D.P., Dick, C.W. und Baker, R.J.** (1991): Phylogenetic relationship among megabats, microbats, and primates. *Proc. Natl. Acad. Sci., Vol. 88, pp. 10322-10326*
- Möhres, F.P. und Kulzer, E.** (1956): Über die Orientierung der Flughunde (Chiroptera – Pteropodidae). *Zeitschrift für vergleichende Physiologie, Bd. 38, S. 1-29*
- Mohd-Azlan, J., Zubaid, A. und Kunz, T.H.** (2001): Distribution, relative abundance, and conservation status of the large flying fox, *Pteropus vampyrus*, in peninsular Malaysia: a preliminary assessment. *Acta Chiropterologica, 3 (2): 149-162*
- Müller, B., Goodman, S.M. und Peichl, L.** (2007): Cone photoreceptor diversity in the retinas of fruit bats (Megachiroptera). *Brain, Behavior and Evolution, 70: 90-104*
- Naguib, M.** (2006): Methoden der Verhaltensbiologie. *Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag*
- Nelson, J.E.** (1965): Behaviour of Australian Pteropodidae (Megachiroptera). *Animal Behaviour, Volume 13, Issue 4, Pages 544-557*
- Nelson, S.L., Masters, D.V., Humphrey, S.R. und Kunz, T.H.** (2005): Fruit choice and calcium block use by Tongan fruit bats in American Samoa. *Journal of Mammalogy, 86 (6): 1205-1209*
- Neuweiler, G.** (1993): Biologie der Fledermäuse. *Stuttgard, New York: Thieme*
- Pettigrew, J.D.** (1986): Flying primates? Megabats have the advanced pathway from eye to midbrain. *Science, Vol. 231: 1304-1306*

- Pettigrew, J.D.** (1991): Wings or brain? Convergent evolution in the origins of bats. *Syst. Zool.*, 40 (2): 199-216
- Plachter, H.** (1991): Naturschutz. *Stuttgart, Jena: Gustav Fischer Verlag*
- Puschmann, W., Zscheile, D. und Zscheile, K.** (2009): Zootierhaltung – Tiere in menschlicher Obhut. Säugetiere. 5. Auflage. *Frankfurt am Main: Harri Deutsch*
- Quinn, T.H. und Baumel, J.J.** (1993): Chiropteran Tendon Locking Mechanism. *Journal of Morphology*, 216: 197-208
- Radhakrishna, S.** (2005): Midnight`s children?: Solitary primates and gregarious chiropterans. *Current Science, Vol. 89, No. 7, 1208-1213*
- Sachs, L. und Hedderich, J.** (2006): Angewandte Statistik. Methodensammlung mit R. 12., vollständig neu bearbeitete Auflage. *Berlin, Heidelberg: Springer*
- Shanahan, M., So, S., Compton, S.G. und Corlett, R.** (2001): Fig-eating by vertebrate frugivores: a global review. *Biol. Rev.*, 76, pp. 529-572
- Schober, W.** (1983): Mit Echolot und Ultraschall. Die phantastische Welt der Fledertiere. *Freiburg: Herder*
- Schönwiese, C.-D.** (2008): Klimatologie. 3., wesentlich verbesserte und aktualisierte Auflage *Stuttgart: Eugen Ulmer*
- Schumacher, S.** (1932): Muskeln und Nerven der Fledermausflughaut. Nach Untersuchungen an *Pteropus*. *Anatomy and Embryologie, Volume 97, Number 5, 610-621*
- Smith, J.D. und Madkour, G.** (1980): Penial morphology and the question of chiropteran phylogeny. In: *Proceedings of the Fifth International Bat Research Conference (Ed. by D.E. Wilson & A.L. Gardner)*, pp. 347-365. *Texas Tech Press, Lubbock, Texas.*
- Stier, S.C. und Mildenstein, T.L.** (2005): Dietary habits of the world`s largest bats: The philippine flying foxes, *Acerodon jubatus* and *Pteropus vampyrus lanensis*. *Journal of Mammalogy*, 86 (4): 719-728
- Struebig, M.J., Harrison, M.E., Cheyne, S.M. und Limin, S.H.** (2007): Intensive hunting of large flying foxes *Pteropus vampyrus natunae* in Central Kalimantan, Indonesian Borneo. *Oryx, Vol. 41, No. 3*

Literaturverzeichnis

- Thomson, S.C., Brooke, A.P. und Speakman J.R.** (1998): Diurnal activity in the Samoan flying fox, *Pteropus samoensis*. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.*, 353, 1595-1606
- Tudge, C.** (1993): Letzte Zuflucht Zoo. Die Erhaltung bedrohter Arten in Zoologischen Gärten. *Berlin, Heidelberg, Oxford: Spektrum*
- Uhlig, H.** (1988): Südostasien. Überarbeitete Neuausgabe. *Frankfurt am Main: Fischer*
- Vorlaufer, K.** (2009): Südostasien. *Darmstadt: WBG*
- Welbergen, J. A.** (2006): Timing of the evening emergence from day roosts of the grey-headed flying fox, *Pteropus poliocephalus*: the effects of predation risk, foraging needs, and social context. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 60: 311-322
- Welbergen, J.A., Klose, S.M., Markus, N. und Eby, P.** (2008): Climate change and the effects of temperature extremes on Australian flying-foxes. *Proc. R. Soc. B.*, 275: 419-425
- Yalden, D.W. und Morris, P.A.** (1975): The Lives of Bats. *Newton, Abbot, London, Vancouver: David & Charles*

Mündliche Quellen

- Wolfgang-Dietrich Gürtler: Dipl. Biologe und Wiss. Koordinator, ZOOM Erlebniswelt
- Dr. Martin Straube: Tierarzt, Kurator und Fledermausexperte, Zoo Krefeld

8. Danksagung

An erster Stelle möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Wolfgang H. Kirchner für die gute Betreuung meiner Masterarbeit bedanken. Herrn Prof. Dr. Eberhard Curio danke ich für die Übernahme des Korreferendariats.

Herrn Frank Ahrens danke ich für die Möglichkeit, meine Arbeit in der ZOOM Erlebniswelt durchführen zu dürfen. Mein ganz besonderer Danke gilt Herrn Wolf-Dietrich Gürtler für die umfangreiche Betreuung, die Bereitstellung eines unverzichtbaren Fernglases und die Bereitschaft, mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite zu stehen. Weiterhin danke ich dem gesamten Team des Asienreviers unter der Leitung von Rico Pirl.

Dr. Martin Straube danke ich für ein sehr interessantes und aufschlussreiches Gespräch, das mir Flughunde noch etwas näher gebracht hat.

Zuletzt danke ich meiner Familie und meinen Freunden für die herzliche Unterstützung und die vielen aufmunternden Gespräche, vorrangig meinen Eltern, die mir das Studium ermöglicht haben. Besonderer Dank gilt meiner Schwester Jessica (es ist immer gut, eine Germanistin an seiner Seite zu haben) und meinem Freund Patrick, der in der ganzen Zeit immer für mich da war und mir bei der Lösung von Problemen tatkräftig zur Seite stand.

Diese Arbeit widme ich den Flughunden der ZOOM Erlebniswelt, die immer einen besonderen Platz in meinem Herzen haben werden.

9. Anhang

Tab. 9-1 Tierbestand der Asienhalle

| Deutscher Name | Wissenschaftlicher Name | Ordnung |
|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Sumatra-Orang-Utan | <i>Pongo abelii</i> | Primates (Primaten) |
| Hulman | <i>Presbytis entellus</i> | Primates (Primaten) |
| Zwergotter | <i>Amblonyx cinereus</i> | Carnivora (Raubtiere) |
| Prevost-Schönhörnchen | <i>Callosciurus prevostii</i> | Rodentia (Nagetiere) |
| Deutscher Name | Wissenschaftlicher Name | Ordnung |
| Malayischer Flughund | <i>Pteropus vampyrus</i> | Chiroptera (Fledertiere) |
| Mandarinente | <i>Aix galericulata</i> | Anseriformes (Gänsevögel) |
| Chukarsteinhuhn | <i>Alectoris chukar</i> | Galliformes (Hühnervögel) |
| Straußwachtel | <i>Rollulus roulroul</i> | Galliformes (Hühnervögel) |
| Zweifarbe-Fruchttaube | <i>Ducula bicolor</i> | Columbiformes (Taubenvögel) |
| Pagodenstar | <i>Temenuchus pagodarum</i> | Passeriformes (Sperlingsvögel) |
| Rotohrbülbül | <i>Pycnonotus jocosus</i> | Passeriformes (Sperlingsvögel) |
| Chinesische Nachtigal | <i>Leiothrix lutea</i> | Passeriformes (Sperlingsvögel) |
| Reisamadine | <i>Padda oryzivora</i> | Passeriformes (Sperlingsvögel) |
| Chinesische Dreikielschildkröte | <i>Chinemys reevesii</i> | Testudinata (Schildkröten) |
| Amboina-Schanierschildkröte | <i>Cuora amboinensis</i> | Testudinata (Schildkröten) |
| Malayische Dornschildkröte | <i>Cyclemys dentata</i> | Testudinata (Schildkröten) |
| diverse Schmuckschildkröten | <i>Trachemys spp.</i> | Testudinata (Schildkröten) |
| Grüne Wasseragame | <i>Physignathus cocincinus</i> | Squamata (Schuppenkriechtiere) |

Anhang

Tab. 9-2 Übersicht des genutzten Baumbestandes

| Nr. | Baumart | Deutscher Name | Familie | Nutzung |
|-----|----------------------------|-----------------------------|--------------|----------------------------|
| 1 | <i>Ficus altissima</i> | Hohe Feige | Moraceae | FP (F1) RP (2er) |
| 2 | <i>Ficus religiosa</i> | Pappel-Feige | Moraceae | FP (F2 + F7) RP (2er) |
| 3 | <i>Diospyros kaki</i> | Kakibaum | Ebenaceae | FP (F3) RP (2er) |
| 4 | <i>Schefflera amate</i> | Strahlenaralie | Araliaceae | RP (2er) |
| 5 | <i>Diospyros kaki</i> | Kakibaum | Ebenaceae | RP (2er) |
| 6 | <i>Ficus religiosa</i> | Pappel-Feige | Moraceae | RP (2er) |
| 7 | <i>Ficus altissima</i> | Hohe Feige | Moraceae | RP (1er + Muttertier 9er) |
| 8 | <i>Cinnamomum camphora</i> | Kampferbaum | Lauraceae | RP (1er) |
| 9 | <i>Ficus religiosa</i> | Pappel-Feige | Moraceae | FP (F4) RP (1er) |
| 10 | <i>Hibiscus tiliaceus</i> | Lindenblättriger Eibisch | Malvaceae | FP (F5, F6,F8) RP (2er) |
| 11 | <i>Michelia champaca</i> | Parfümbaum | Magnoliaceae | RP (2er) |
| 12 | <i>Terminalia catappa</i> | Strandmandel | Combretaceae | RP (2er) |
| 13 | <i>Schefflera amate</i> | Strahlenaralie | Araliaceae | RP (2er) |
| 14 | <i>Cinnamomum camphora</i> | Kampferbaum | Lauraceae | RP (2er) |

Anhang

Tab. 9-3 Nährwerttabelle pro 100 g (verändert nach Gebhardt und Thomas, Nutritive Value of Foods)

| Obstart | Wissenschaftlicher Name | Familie | Wasser % | Kalorien | in g |
|-------------|----------------------------|---------------|----------|----------|---------------|
| | | | | | Kohlenhydrate |
| Honigmelone | <i>Cucumis melo</i> | Cucurbitaceae | 90 | 35 | 9 |
| Kiwi | <i>Actinidia deliciosa</i> | Actinidiaceae | 83 | 59 | 15 |
| Traube | <i>Vitis vinifera sp.</i> | Vitaceae | 81 | 70 | 18 |
| Mango | <i>Mangifera indica</i> | Anacardiaceae | 82 | 65 | 17 |
| Banane | <i>Musa sp.</i> | Musaceae | 74 | 92 | 24 |
| Birne | <i>Pyrus sp.</i> | Rosaceae | 84 | 60 | 15 |
| Apfel | <i>Malus sp.</i> | Rosaceae | 84 | 58 | 15 |
| Pflaume | <i>Prunus domestica</i> | Rosaceae | 85 | 53 | 14 |

| Obstart | in mg | | | | |
|-------------|---------|----------|-------|--------|---------|
| | Calcium | Phosphor | Eisen | Kalium | Natrium |
| Honigmelone | 6 | 10 | 0.1 | 271 | 10 |
| Kiwi | 26 | 40 | 0.4 | 332 | 5 |
| Traube | 12 | 14 | 0.2 | 186 | 2 |
| Mango | 10 | 11 | 0.1 | 156 | 2 |
| Banane | 6 | 20 | 0.4 | 396 | 1 |
| Birne | 11 | 11 | 0.2 | 125 | (+) |
| Apfel | 7 | 7 | 0.1 | 115 | (+) |
| Pflaume | 5 | 11 | 0.1 | 173 | (+) |

| Obstart | Vitamine in mg | | | | |
|-------------|----------------|------|------|-----|----|
| | A | B1 | B2 | B3 | C |
| Honigmelone | 39 | 0.1 | 0.02 | 0.6 | 25 |
| Kiwi | 171 | 0.03 | 0.05 | 0.5 | 97 |
| Traube | 80 | 0.1 | 0.06 | 0.4 | 10 |
| Mango | 3894 | 0.06 | 0.06 | 0.6 | 28 |
| Banane | 79 | 0.04 | 0.09 | 0.5 | 9 |
| Birne | 18 | 0.02 | 0.04 | 0.1 | 4 |
| Apfel | 51 | 0.01 | 0.01 | 0.1 | 6 |
| Pflaume | 318 | 0.05 | 0.09 | 0.5 | 9 |

Anhang

Anhang