

Raumnutzung und Aktivitätsmuster bei
Pantherchamäleons
(*Furcifer pardalis* [CUVIER, 1829]) –
Auswertung radiotelemetrischer Daten

Schriftliche Hausarbeit vorgelegt im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das
Lehramt der Sekundarstufe I und II

Eingereicht von Philip – Sebastian Gehring
Oktober 2005

Betreuer:
Prof. Dr. R. Sossinka

1. Allgemeiner Teil

1.1. Madagaskar – Hotspot der Biodiversität

Madagaskar, die viert größte Insel der Welt, liegt etwa 400 km östlich des afrikanischen Festlandes im Indischen Ozean, von dem sie durch den Kanal von Moçambique getrennt ist. Madagaskar hat eine maximale Längsausdehnung von 1579 km und ist bis 575 km breit. Die Gesamtfläche beträgt etwa 587040 m² (GRUBENMANN & BOLLIGER 2003). Dies entspricht etwa der Fläche, welche Frankreich und die Schweiz zusammen bedecken. Die Nord – Süd – Ausdehnung reicht vom 12. bis zum 25. Grad südlicher Breite, Madagaskar liegt damit fast ganz in den Tropen, mit Ausnahme der Nordspitze, die bereits zu den Subtropen gerechnet wird.

Madagaskar ist einer der Biodiversitäts -„Hotspots“ der Welt (MITTERMEIER et al. 2004; MYERS et al. 2000), nur an wenigen Orten der Erde lässt sich eine vergleichbar vielgestaltige Fülle an tierischen und pflanzlichen Lebensformen finden. Dazu kommt, dass neben der atemberaubenden Diversität auch ein hoher Grad an Endemismus unter den verschiedenen Lebewesen zu finden ist. Derzeit sind der Wissenschaft 340 Reptilienarten von Madagaskar bekannt, wovon 314 Reptilienarten endemisch für Madagaskar sind (RAXWORTHY 2003). Dies ist eines der höchsten Vorkommen an endemischen Reptilien weltweit. Aber auch andere Tiergruppen weisen einen sehr hohen Grad an Endemismus auf. So sind 99% aller Amphibien und 100% aller 101 bekannten Arten, an nicht fliegenden Säugetieren (exklusive der durch Menschen eingeschleppten Arten) endemisch für Madagaskar (GOODMAN & BEANSTEAD 2005).

Ausschlaggebend für diese Vielfalt und Einzigartigkeit scheinen insbesondere zwei geographische Besonderheiten Madagaskars zu sein. Zum Einen, die frühe und lang anhaltende Isolation von anderen Kontinenten (Afrika und Asien) und zum Anderen, der Reichtum an unterschiedlichen regionalen Klima- und Vegetationszonen, der eine Vielfalt an vielgestaltigen Habitaten mit unterschiedlichen ökologischen Ansprüchen an die Lebewesen bietet.

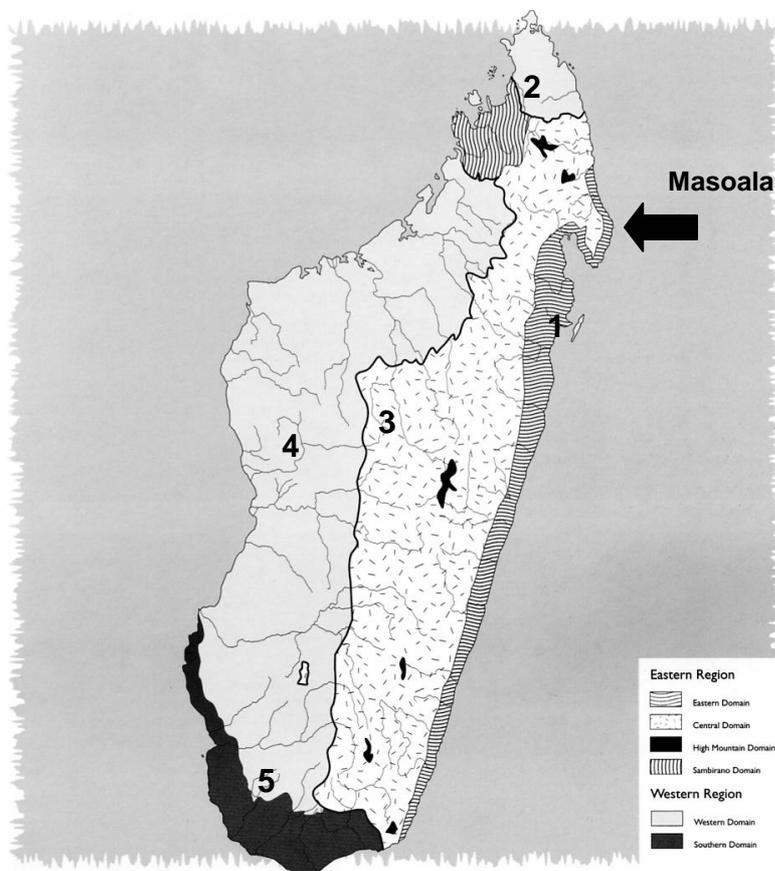
Stark vereinfacht lässt sich Madagaskar in fünf unterschiedliche Großklimazonen einteilen:

1.1.1. Der tropische Osten

Diese Region umfasst beinahe die gesamte Ostküste, Taolanaro im Süden bis etwa Sambava im Norden der Insel. Das Klima ist geprägt durch den ständig wehenden Südostpassat. Dieser sorgt ganzjährig, im Winter leicht abgeschwächt, für ausgiebige Niederschläge. Spitzenwerte von über 3.600 mm im Jahresdurchschnitt, werden in der Bucht von Antongil erreicht (LIEBEL & SCHMIDT 2000). Der asymmetrische Querschnitt Madagaskars lässt eine immerfeuchte Ostseite (Luvseite) und eine trockene bis wechselfeuchte Westseite und Hochland entstehen (Leeseite). Die Vegetation besteht daher hauptsächlich, wo sie noch nicht gerodet wurde, aus immergrünen Regenwäldern. Die Temperatur liegt im Jahresdurchschnitt in Tamatave, eine Hafenstadt an der Ostküste, bei 23,5°C (MÜHR 2000).

1.1.2. Der Norden

Im Norden ist das Klima das ganze Jahr über relativ ausgeglichen mit Jahrestemperaturmittelwerten von 25,3°C und einer Niederschlagsmenge von 1199 mm für Antsiranana (MÜHR 2000). Neben einigen Restbeständen an Regenwäldern,



besteht die Vegetation hauptsächlich aus ausgedehnten Grasländern und geht Richtung Westen langsam in den laubabwerfenden Trockenwald über.

1.1.3. Das zentrale Hochland

Das Hochland Madagaskars zeichnet sich durch deutlich niedrigere Temperaturen aus. Der Temperaturmittelwert liegt für die Hauptstadt Antananarivo bei 18,5°C.

Abb. 1: Biogeographische Regionen Madagaskars. Abbildung aus GARBUTT (1999).

Die jährliche Regenmenge variiert zwischen 800mm im Süden und bis zu 2.000mm im Norden (LIEBEL & SCHMIDT 2000). Die Vegetation besteht hauptsächlich aus Grasland, welches als Weidefläche für die zahllosen Zebu – Rinderherden dient. Ursprüngliche Vegetation, welche wahrscheinlich aus einem Mosaik aus Grasland und Waldgebieten bestand (LOWRY II et al.1997), ist nur noch in schwer zugänglichen Lagen der Gebirge zu finden.

1.1.4. Der Westen

Südlich von Mahajanga bis über Tuléar hinaus erstreckt sich ein Gebiet, das vom zentralen Hochland zur Strasse von Moçambique hin, in mehreren Stufen flach abfällt. Die Region liegt im Windschatten des Hochlandes, weshalb die jährlichen Niederschlagsmengen nur 50 bis 150mm / m² erreichen (GRUBENMANN & BOLLIGER 2003). Der Jahrestemperaturmittelwert liegt für Morombe bei 24,6°C (LIEBEL & SCHMIDT 2000). Die Vegetation besteht ursprünglich aus Trockenwäldern, die sich an die langen Trockenperioden angepasst haben, in dem viele Bäume ihr Laub in der niederschlagsarmen Zeit verlieren. Auch viele Tiere legen während der Trockenzeit eine Ruhephase ein.

Leider wurde ein großer Teil dieser Wälder bereits vernichtet (DUFILS 2003).

1.1.5. Der aride Süden

Diese sehr trockene Region im Süden und Südwesten der Insel muss mit sehr wenig Niederschlag auskommen. Die jährlichen Niederschlagsmengen liegen oft nur zwischen 50mm und 100mm / m² (GRUBENMANN & BOLLIGER 2003). Die Tagestemperaturen können im Südsommer sehr hoch sein, der Jahresmittelwert liegt bei etwa 23°C (LIEBEL & SCHMIDT 2000). Die Vegetation hat sich an die extremen Bedingungen angepasst, so dass hier vor allem sukkulente Pflanzen und dorniger Trockenbusch zu finden sind. Zur Gewinnung von Holzkohle und Ackerfläche für Sisalplantagen oder zur Gewinnung von Weideflächen für Zebuherden, wurde auch hier ein Grossteil der ursprünglichen Vegetation zerstört.

1.2. Masoala – Zentrum der Artenvielfalt

Auf der Masoala Halbinsel, im Nordosten Madagaskars, ist eines der letzten großen zusammenhängenden Regenwaldgebiete zu finden. Die Halbinsel umfasst eine Fläche

von etwa 4200km² (KREMEN 2003). Das Gebiet wird im Westen durch die Flüsse Andranofotsy und Mahalevona, die in die Bucht von Antongil münden, begrenzt. Im Osten durch den Fluss Onive, der in den Indischen Ozean mündet. Der Großteil des Gebietes ist mit immergrünem Regenwald bedeckt, darunter auch die weltweit bedrohten Tieflandregenwälder. Auf Masoala findet man sogar noch einige der seltenen Stellen, an denen der Regenwald direkt bis an den Strand reicht. Vom Ozean aus erheben sich Granitgebirge, die im Norden der Halbinsel Höhen von mehr als 1400 Metern erreichen. Korallenriffe, Lagunen und Mangrovegebiete umgeben die Halbinsel im Osten bis zur Südspitze. In der Bucht von Antongil, westlich der Halbinsel, ist die Insel Nosy Mangabe gelegen. Eine kleine Insel, die berühmt für die Auswilderung mehrerer Fingertiere (*Daubentonia madagascariensis*) in den späten sechziger Jahren wurde. Aufgrund der vielgestaltigen Lebensräume, beheimatet die Masoala Halbinsel eine unglaubliche Artenvielfalt. 50% (höchstwahrscheinlich sogar mehr) aller terrestrischen Lebensformen Madagaskars, kommen auf Masoala vor (RÜBEL et al. 2003). So wachsen

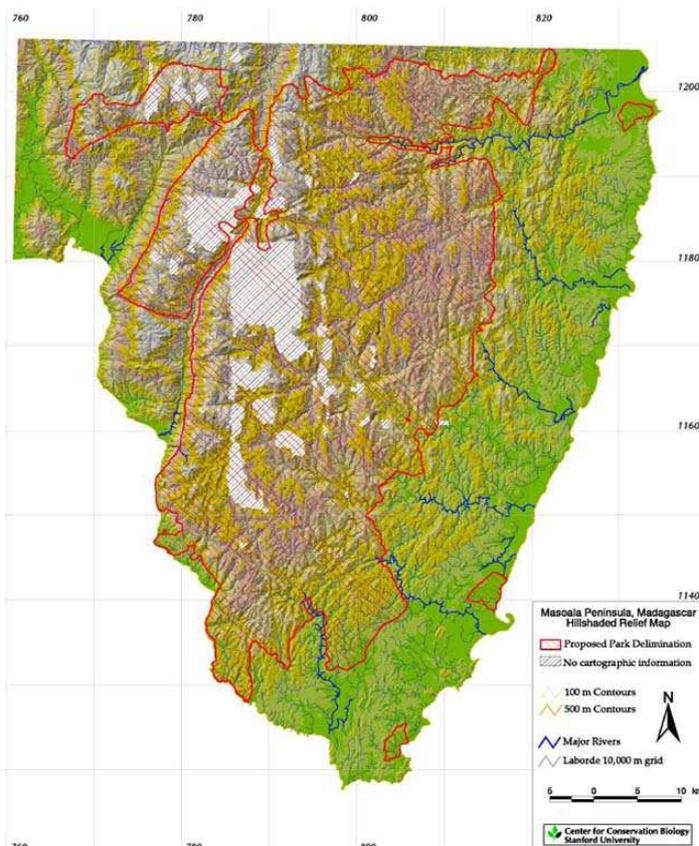


Abb.2: Topographische Karte des Nationalpark Masoala im Nordosten Madagaskars. Rot umrandet die Parkgrenzen. Nicht enthalten sind die drei angeschlossenen Meeresschutzgebiete und das Schutzgebiet Nosy Mangabe in der Bucht von Antongil.

z.B. 50 verschiedene Palmenarten auf Masoala, das macht etwa ein achtel aller Palmenarten weltweit aus (LUTZMANN 2004). Zehn verschiedene Lemurenarten kommen in dem Gebiet vor, wovon eine (*Varecia variegata rubra*) endemisch für die Halbinsel ist und 25% der wissenschaftlich bekannten madagassischen Reptilien lassen sich auf Masoala finden (KREMEN 2003). Man könnte die Liste beliebig lang fortsetzen... 1927 stellte die Regierung Madagaskars ein Gebiet von 2.780 km² im Nordosten der Halbinsel unter Schutz. Nach der Unabhängigkeit Madagaskars von Frankreich wurde 1964 der Schutzstatus des Gebietes

aufgehoben, damit ausländische Firmen den Holzreichtum des Gebietes kommerziell nutzen konnten. Stück für Stück verschwand eines der biologisch bedeutsamsten Gebiete der Welt (RÜBEL et al. 2003).

Erst 1992 konnte durch den Zusammenschluss mehrerer Organisationen und Ministerien, wie der Wildlife Conservation Society (WCS), CARE International und dem Ministerium für Wald und Wasser (MEF) ein Plan zum Schutz der Region entwickelt werden. Zu diesem Zeitpunkt waren bereits 28% der ursprünglichen Wälder verloren. Bis 1995 wurden Studien zur ökologischen und sozioökonomischen Lage der Region unternommen und der Vorschlag eines 2.100 km² großen Nationalparks der Regierung vorgestellt. Im Februar 1997 erklärte die Regierung Madagaskars ein Gebiet von 2.300 km² zum National Park. Somit wurde die Masoala Halbinsel zum derzeit größten National Park Madagaskars (Kremen 2003).

50% der geschützten Tieflandregenwaldgebiete Madagaskars sind auf Masoala zu finden (KREMEN 2003). Allein aus diesem Grunde ist der National Park Masoala eines der wichtigsten geschützten Gebiete Madagaskars.

1.3. „Masoala kely“ – Ein Stück Regenwald in Zürich

Der Zoo Zürich entschied sich 1991 im Rahmen eines modernen Zoo-Naturschutzkonzeptes, das 1992 von der World Association of Zoo and Aquarium (WAZA) und der Conservation Breeding Specialist Group (CBSG) als Welt – Zoo – Naturschutzstrategie formuliert wurde, eine Anlage zu bauen, die als Botschafter der Region Masoala den Besucher einerseits für die Fauna und Flora begeistern soll, andererseits aber auch auf die Gefährdung dieses wertvollen Gebietes aufmerksam machen soll.

Um dies zu erreichen, entwickelte der Zoo Zürich zusammen mit anderen Organisationen ein sehr umfassendes Konzept. Zum einen für den Bau der Regenwaldhalle und zum anderen für die Unterstützung des National Parks Masoala auf Madagaskar.

Von Anfang an bemühte man sich um die enge Zusammenarbeit mit anderen, in der Region tätigen Organisationen, wie CARE International, der Wildlife Conservation Society, The Perigrine Fund, Missouri Botanical Garden, ANGAP und dem Ministerium für Wald und Wasser Madagaskars, so dass ein wirklich umfassender Plan zum Schutz des Gebietes entstand.

Eine besonders wichtige Rolle spielt dabei die Bevölkerung, die rund um den Nationalpark wohnt. Der Zoo Zürich unterstützt Programme zur Verbesserung der Lebenssituation der Menschen, um eine weitere Ausbeutung der Wälder zu stoppen.

Dazu gehören Projekte zur nachhaltigen Nutzung der natürlichen Ressourcen, der Aufbau eines sanften Ökotourismus, Verbesserung der Infrastruktur ebenso wie eine gezielte Information der Bevölkerung über die Artenvielfalt und die ökologische Bewirtschaftung des Bodens.

„Masoala kely“ (das kleine Masoala), wie die Regenwaldhalle auf Madagaskar genannt wird, ist bezogen auf ihre Größe und die Authentizität des abgebildeten Lebensraumes einzigartig. Auf einer Fläche von 11.000m² wurde versucht, so originalgetreu wie möglich, den Regenwald Masoalas nachzubilden. Am 30.06.2003, etwa zwei Jahre nach Baubeginn, wurde die Masoala Regenwaldhalle im Zoo Zürich eröffnet.

Die Stahlkonstruktion, die als Grundgerüst dient, besteht aus zehn vertikal angelegten Stahlträgern, über die ein Dach aus einer speziellen, extrem lichtdurchlässigen Folie gespannt ist. Die Folie ist dreischichtig und enthält zwei Luftkammern, die einen hohen



Abb. 4: Blick in die Masoala Halle.

Isolationswert erreichen. Die Halle ist 120 Meter lang, 90 Meter breit und 30 Meter hoch und erreicht somit ein Volumen von 2.000.000 m³.

Um ein tropisches Klima, wie auf Madagaskar mit 20 bis 30°C Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeitswerten von über 80% und einer Niederschlagsmenge von sechs Millimetern pro Tag zu erzeugen, bedarf es eines besonderen Klimakonzeptes.

Die Halle wird durch eine Umluftanlage beheizt, die bei Bedarf Wärme von einer zentralen, CO₂ – neutralen Holzschnitzelanlage bezieht. Da sich die Halle bei Sonnenschein sehr schnell erwärmt, wird ein Wärmerück-

gewinnungssystem angewendet, um Energie zu sparen. Steigt die Lufttemperatur über einen Grenzwert, wird durch einen 25 Meter hohen Ansaugkamin die Warmluft unter

der Kuppel abgesogen. In der Lüftungszentrale wird die Luft abgekühlt und im Seitenbereich durch 52 Zuluftdüsen wieder in die Halle geführt. Überschüssige Wärme wird in einem Speicher eingelagert. Besteht, z.B. am Abend ein Wärmebedarf in der Halle, wird die Wärme dem Speicher entzogen und die Luft in der Halle erwärmt. Im Winter können so 20 bis 30% des Wärmebedarfs gedeckt werden. Im Sommer ist die Speisung aus der Überschusswärme vollkommen ausreichend.

Das Wasser für die Beregnungsanlagen, wird als Regenwasser vom Dach der Halle in einer 1.000m³ großen Zisterne gesammelt. Das Wasser wird aufbereitet, in mehreren Tagestanks zwischengelagert und auf 20°C erwärmt. Wird die Halle beregnet, was im Sommer täglich geschieht, so gehen 80.000 Liter Wasser auf die Pflanzen hinab. Damit bei den täglichen Wassermengen, die Regenwaldhalle nicht versumpft, wurde insgesamt 5.000 m³ mineralisches Substrat in die Halle eingebracht.

Die Bepflanzung der Halle wurde dreistöckig gestaltet. Eine oberste Baumschicht, mit Bäumen, die sieben bis 30 Meter erreichen, eine mittlere Schicht mit zwei bis sechs Meter hohen Gewächsen und eine Bodenschicht. 1700 Großpflanzen wurden zu Beginn an ihren Standort platziert, weitere 15.000 kleinere Pflanzen, darunter 4.000 Orchideen und 2.300 Bäume wurden in die Halle eingebracht. Ein Teil der Pflanzen stammt aus der Pflanzschule in Masoala, eines der vom Zoo Zürich realisierten Projekte zur nachhaltigen Nutzung der natürlichen Ressourcen und Wiederaufforstung des Regenwaldes. Insgesamt wurden etwa 17.000 Pflanzen und Bäume, in einigen hundert Arten in die Halle gepflanzt. Die Pflanzen wurden dabei alle individuell durch kleine Schilder markiert, so dass der Standort und die Art (soweit sie bekannt ist), auf einem Plan der Halle festgehalten ist. Dieser Pflanzplan muss jedoch ständig aktualisiert werden, da sich durch das Absterben und neu Anpflanzungen, immer wieder Verschiebungen ergeben.

Der Tierbestand der Masoala Regenwaldhalle befindet sich noch im Aufbau. Folgende Tierarten haben die Halle bereits bezogen:

Säugetiere:	Vögel:
Roter Vari (<i>Varecia variegata rubra</i>)	Madagaskar – Ente (<i>Anas melleri</i>)
Alaotra – Halbmake (<i>Haplemur griseus alaotrensis</i>)	Rotschnabel – Ente (<i>Anas erythrorhyncha</i>)
Weisskopfmaki (<i>Eulemur fulvus albifrons</i>)	Bernier – Ente (<i>Anas bernieri</i>)
Goodman's Mausmake (<i>Microcebus lehilahytsara</i>)	Hottentotten – Ente (<i>Anas hottentota</i>)
Rodrigues Flughund (<i>Pteropus rodricensis</i>)	Witwenpfeifgans (<i>Denrocynga viduata</i>)
Igeltanrek (<i>Setifer setosus</i>)	Afrikanische Zwergglanzente (<i>Nettapus auritus</i>)
Reptilien:	Hammerkopf (<i>Scopus umbretta</i>)
Aldabra – Riesenschildkröten (<i>Geochelone gigantea</i>)	Mähnenibis (<i>Lophotibis cristata</i>)
Glattrandgelenkschildkröte (<i>Kinixys belliana</i>)	Kuhreiher (<i>Ardeola ibis</i>)
	Afrikanisches Blatthuhn (<i>Actophilornis africana</i>)

<p>Pelomedusenschildkröte (<i>Pelusios subniger</i>) Plattschwanzgecko (<i>Uroplatus fimbriatus</i>) Großer Madagaskar Taggecko (<i>Phelsuma madagascariensis grandis</i>) Schildchse (<i>Zonosaurus madagascariensis</i>) Pantherchamäleon (<i>Furcifer pardalis</i>) Teppichchamäleon (<i>Furcifer lateralis</i>)</p> <p>Amphibien: <i>Mantella laevigata</i> Goldfröschen (<i>Mantella aurantiaca</i>) Tomatenfrosch (<i>Dyscophus antongili</i>) <i>Heterixalus madagascariensis</i> <i>Heterixalus alboguttatus</i> <i>Scaphiophryne marmorata</i></p> <p>Wirbellose: Tausendfüßer (<i>Rhaphidostrebus virgator</i>) Saftkugler (<i>Sphaeroterium</i> sp.) Madagassische Fauchschabe (<i>Gomphadorhina portentosa</i>) Seidenspinne (<i>Nephila madagascariensis</i>) Krabbenspinne (<i>Gasteracantha versicolor</i>) Spinnen diverse Mantiden diverse Süßwasserkrabben</p>	<p>Madagassische Perlwachtel (<i>Margaropeterix madagascariensis</i>) Grauköpfchen (<i>Agapornis cana</i>) Blaukopf – Erdracke (<i>Atelornis pittoides</i>) Madagaskar – Brillenvogel (<i>Zosterops maderaspatana</i>) Madagaskar – Elsterdrossel (<i>Cosychus albospecularis inexpectatus</i>) Weisskopf – Bülbül (<i>Hypsipetes madagascariensis</i>) Drongo (<i>Dicrurus forficatus</i>) Madagaskarweber (<i>Foudia madagascariensis</i>) Hauben – Seidenkuckuck (<i>Coua cristata</i>) Rotstirn – Seidenkuckuck (<i>Coua reynaudii</i>) Madagaskar Turteltaube (<i>Streptopelia picturata</i>) Afrikanische Grüntaube (<i>Treron waalia</i>) Vasa – Papagei (<i>Coracopsis vasa</i>)</p> <p>Fische: Moskitofische (<i>Gambusia affinis holbrooki</i>)</p>
---	---

Dabei sind aber nicht alle Tierarten auch auf Madagaskar zu finden. Einige madagassische Arten, werden durch ähnliche Arten aus Afrika repräsentiert (z.B. Afrikanisches statt Madagassisches Blatthühnchen). Wenig gefährdete madagassische Arten wurden durch solche ersetzt, die den Schutz nötiger haben (z.B. Rodrigues satt Madagaskar Flughund). Andere Arten, wie z.B. die Aldabra - Riesenschildkröten stehen stellvertretend für bereits ausgerottete Arten. Beinahe alle Tiere, außer den Riesenschildkröten, können sich in der Halle frei bewegen. Es gibt keine Gitter oder Glasscheiben, die den Besucher von den Tieren trennt. Die Besucherwege sind in der Halle so konzeptioniert, dass etwa die Hälfte der Halle den Tieren als Rückzugsmöglichkeit dient. Durch diese Bereiche führen keine Wege. So können die Tiere selbst entscheiden, ob sie sich den Besuchern zeigen möchten oder nicht. Allerdings wird durch einsichtbare Futterstellen versucht, die Chancen der Besucher zu erhöhen, Tiere in der Halle zu Gesicht zu bekommen. Es kann aber auch passieren, dass

man als Besucher in der Halle, an ungünstigen Tagen, nur sehr wenige Tiere beobachten kann. Dies unterstreicht jedoch nur die Authentizität, die die Masoala Regenwaldhalle ausmacht. Diese Tatsache stellt den Zoo jedoch vor eine schwierige Aufgabe. Die tägliche Kontrolle aller Tiere durch die Tierpfleger ist bei einem großen Teil nicht möglich. Besonders die kleineren Tiere wie Taggeckos, viele Vögel und natürlich auch die Chamäleons sind in der Regenwaldhalle mehr oder weniger auf sich alleine gestellt. Ziel des Zoos ist es, so wenig wie möglich in das „Ökosystem“ der Halle eingreifen zu müssen. Daher ist es für den Zoo von Interesse zu erfahren, ob die notwendigen Haltungsbedingungen für Chamäleons in der Halle erfüllt werden können und ob eine langfristige Haltung und Nachzucht der Tiere in der Halle zu realisieren ist. Dies bedarf jedoch einer intensiven Begleitung und Beobachtung der Tiere, welche durch die Tierpfleger, allein aus zeitlichen Gründen, nicht zu bewältigen ist.

Dies ist einer der Gründe, weshalb die Möglichkeit für diese Staatsexamensarbeit geschaffen wurde.



Abb.5: Großer Madagaskar Taggecko (*Phelsuma madagascariensis grandis*).

2. Fragestellung

Da bisher nur wenige systematische Ökologische Studien und Verhaltensstudien über Chamäleons, im Speziellen über madagassischen Arten, vorliegen (e. g. BOURGART 1968, 1970; PARCHER 1974; KAUFFMANN et al. 1997; FOLEY 2003; FERGUSON et al. 2004; LUTZMANN in Vorb.), ist in Zürich die einmalige Gelegenheit gegeben das Wissen über dieses bemerkenswerte Faunenelement Madagaskars zu erweitern.

Generell wurde die Fragestellung für diese Arbeit sehr weit gefasst, um einerseits möglichst viel über das Verhalten von *Furcifer pardalis* zu erfahren, andererseits war es nicht genau abzuschätzen, ob sich die Tiere in der Masoala Regenwaldhalle akklimatisieren und etablieren können.

Ziel der Arbeit ist es, grundlegende Informationen über die Verhaltensökologie der Tiere sowie über Habitatswahl und Habitatsnutzung von Pantherchamäleons, während der Eingewöhnungsphase in der Masoala Regenwaldhalle, zu erhalten. Im Zentrum der Arbeit stand die Frage, welche Habitate von den ausgesetzten Tieren genutzt werden und welche Aktivitätsmuster gezeigt werden.

2.1. Methodik

In der Arbeit soll untersucht werden, ob die Methode der Radiotelemetrie eine geeignete Methode zur Beobachtung arboricoler Reptilien ist. Dazu wird ermittelt, welche Klebepunkte sich für die Sender als günstig erweisen, wie lange der Kleber die Sender hält und ob eine kontinuierliche Beobachtung der Tiere durch die Sender ermöglicht wird.

2.2. Habitatwahl

Es wird untersucht, ob sich die Tiere in der Vegetation der Masoala Regenwaldhalle zufällig oder uniform verteilen und welche Bereiche der Vegetation dabei genutzt werden. Die ermittelten Daten sollen Aufschluss darüber geben, welche Mikrohabitate von den Tieren vorzugsweise genutzt werden.

Dabei werden verschiedene Faktoren, wie z.B. Temperatur, Besucher oder auch interspezifische Interaktionen, daraufhin untersucht, wie sie die Habitatwahl der Tiere beeinflussen.

2.3. Aktivität und Verhalten

Es wird untersucht, welche Distanzen die Tiere zurücklegen und ob und welche Bewegungsmuster gefunden werden. Dabei soll festgestellt werden, ob Reviere ausgebildet werden oder nicht.

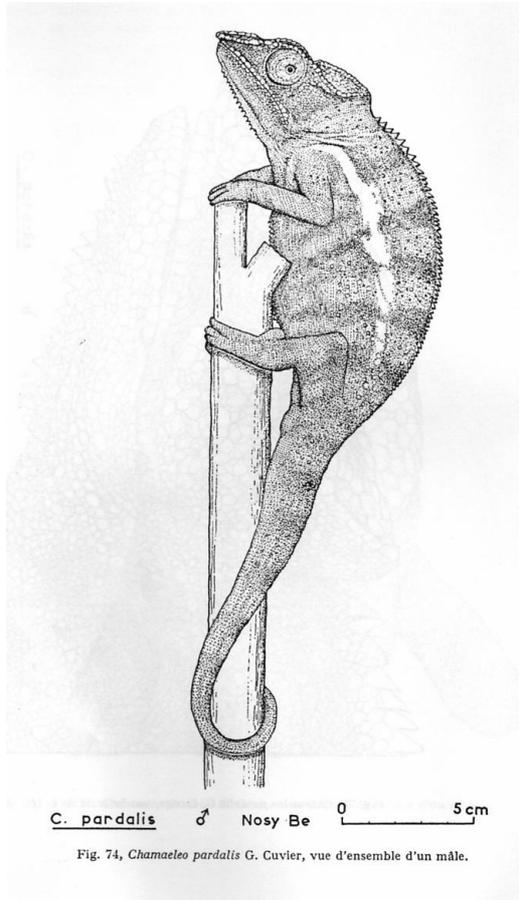
Die Aktivität der Tiere soll über den gesamten Beobachtungszeitraum und im Tagesverlauf analysiert werden. Besonders der Einfluss der Temperatur soll in diesem Zusammenhang untersucht werden.

Das Verhalten der Chamäleons wird auf inter- und intraspezifischer Ebene beobachtet, um grundlegende ethologische Basiskenntnisse über die Tiere, unter relativ natürlichen Bedingungen zu gewinnen. Aus Sicht des Zoos besteht an dieser Thematik ein besonderes Interesse um zu bewerten, ob eine Etablierung einer Pantherchamäleonpopulation in der Masoala Regenwaldhalle möglich ist.

3. Grundlagen

3.1. Das Pantherchamäleon (*Furcifer pardalis* [CUVIER, 1829])

3.1.1. Systematische Stellung



**Abb. 6: Pantherchamäleon (*Furcifer pardalis*)
Abbildung aus BRYGOO (1971)**

Die Familie der Chamaeleonidae umfasst derzeit etwa 160 wissenschaftlich beschriebene Spezies mit fast 190 Unterarten (NEČAS 2004). Nach der neusten allgemein akzeptierten Klassifikation gehört die Familie Chamaeleonidae in die Klasse der Kriechtiere (Reptilia), Ordnung Eigentliche Schuppenkriechtiere (Squamanta), Unterordnung Echsen (Sauria) und dort in die Zwischenordnung der Leguanartigen Echsen (Iguania). Die Schwestergruppe der Chamäleons sind die Agamen (Familie Agamidae). Innerhalb der Familie der Chamäleons unterscheidet man nach KLAVER & BÖHME (1986) sechs verschiedene Gattungen. Die drei hauptsächlich madagassischen Gattungen *Brookesia*, *Calumma* und *Furcifer* sowie die Gattungen *Chamaeleo*, *Bradypodion* und *Ramphoeleon*. Das Zentrum ihrer Verbreitung liegt im äquatorialen Afrika und auf Madagaskar, wo ungefähr 85% aller bekannten Arten vorkommen (NEČAS & MODRY

2000). Über die Herkunft der Chamäleons wird derzeit noch kontrovers diskutiert. Eine These besagt, dass die Chamäleons vor etwa 60 Millionen Jahren auf Madagaskar entstanden sind (RAXWORTHY et al. 2002) und von dort aus unter anderem Afrika, die Seychellen und die Komoren besiedelt haben. Dieses Szenario jedoch u.a. aus methodischen Bedenken bezweifelt (HEADS 2005), so dass der Ursprung der Chamaelonidae weiterhin als unklar zu bezeichnen ist.

1829 beschrieb CUVIER das Pantherchamäleon anhand eines Exemplars von der Insel Mauritius (Ile de France) als *Chamaeleo pardalis*. 1986 stellten KLAVER & BÖHME aufgrund von morphologischen Untersuchungen der Hemipenis- und Lungenstruktur *Chamaeleo pardalis* in die Gattung *Furcifer*.

Seit dem gilt folgender taxonomischer Status:

Klasse:	Reptilia
Ordnung:	Squamanta
Unterordnung:	Sauria
Zwischenordnung:	Iguania
Familie:	Chamaeleonidae
Unterfamilie:	Chamaeleoninae
Gattung:	<i>Furcifer</i>
Art:	<i>pardalis</i>

3.1.2. Beschreibung

Das Pantherchamäleon (*Furcifer pardalis*) zählt zu den größten Chamäleons Madagaskars. ♂♂ erreichen eine Gesamtlänge von etwa 52 cm (MÜLLER et al. 2004; NEČAS 2004; FERGUSON 2004). ♀♀ erreichen ausgewachsen eine Gesamtlänge von maximal 30 cm (MÜLLER et al. 2004; FERGUSON et al. 2004). Der Rumpf ist lateral abgeflacht, der im Ruhezustand einen spitz – ovalen Querschnitt besitzt. Durch Füllen oder Leeren der Lungenfortsätze und Muskelkontraktionen kann dieser verändert werden. Der Körper kann so u.a. eine hohe lateral oder dorsoventral abgeflachte Gestalt annehmen, die es dem Tier erlaubt eine enorme Verkleinerung oder durch aufblähen eine Vergrößerung der sichtbaren Körperfläche zu erreichen. Der ganze Körper ist mit verschiedenen großen, ovalen verhornten Schuppen bewachsen. Diese überlagern sich nicht, die Zwischenräume werden durch die Zwischenschuppenhaut (Interstitia:haut) ausgefüllt.

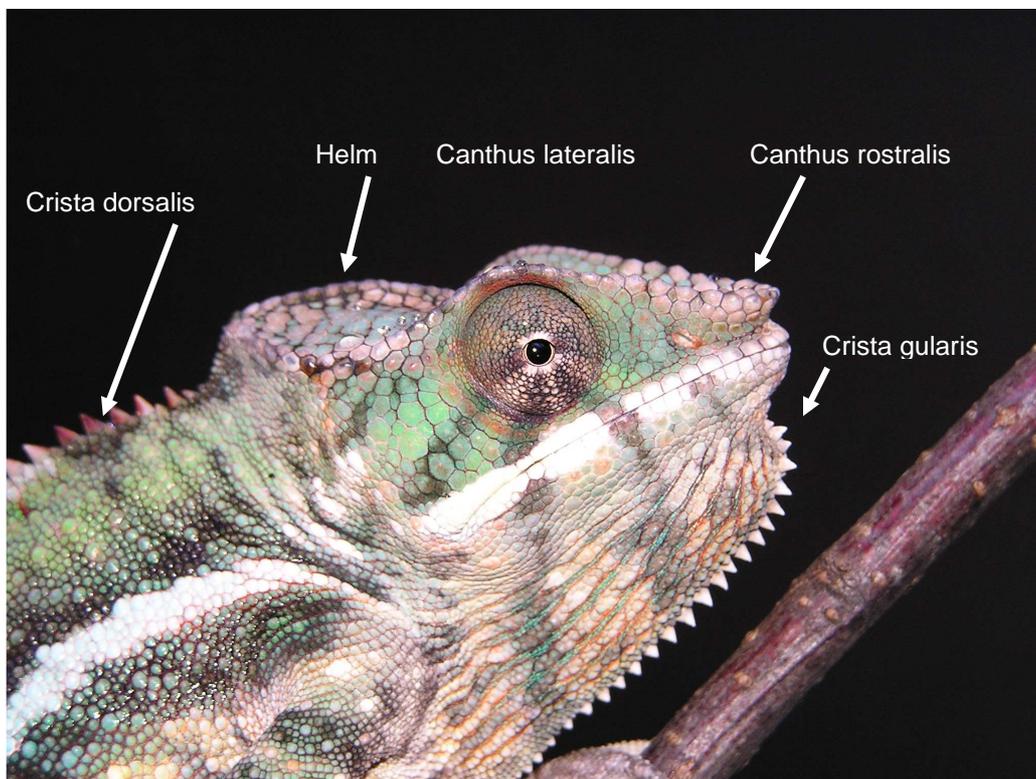


Abb. 7: Kopfansicht eines männlichen Pantherchamäleons.

In der Medianebene gehen die Schuppen in eine konische Form über, die den Rückenkamm (*Crista dorsalis*) und Kehlkamm (*Crista gularis*) bilden. Der Kopf ist mit ungleichmäßig vergrößerten Plattenschuppen besetzt und besitzt eine pyramidenartige Form. Der Teil des Kopfes, der sich caudal über den Augenhöhlen befindet, bezeichnet man üblicherweise als Helm. Von der Helmspitze verlaufen in Richtung der Augenhöhlen auf beiden Seiten zwei Knochenleisten (Lateralkanten), die mit deutlich vergrößerten Schuppen besetzt sind. Sie ziehen sich weiter bis zur Schnauzenspitze, wo sie miteinander verwachsen. Der rostrale Teil (*Canthus rostralis*) ist bei Pantherchamäleonmännchen zu zwei knöchernen Nasenfortsätzen verwachsen. Diese Strukturen fehlen den Weibchen und Jungtieren völlig, oder sind nur sehr schwach ausgeprägt. Neben den Nasenfortsätzen und den Unterschieden in Größe und Gewicht, äußert sich der Geschlechtsdimorphismus bei dieser Art auch in einer verdickten Schwanzwurzel der ♂♂ (s. Abb.8). In dieser Verdickung befindet sich der Hemipenis der ♂♂. Ab dem fünften Lebensmonat (MÜLLER et al. 2004) zeigen die ♂♂ mehr und mehr die für ihre Population typischen bunten Farbelemente, während die ♀♀ eher gedeckte Farben zeigen.



Abb. 8: Schwanzwurzelbereich eines männlichen (links) und weiblichen (rechts) Pantherchamäleons. Bei dem ♂ sind gut die ausgebildeten Hemipenistaschen zu erkennen.

Die Füße des Pantherchamäleons sind zu Greifzangen umgebildet, die ihm einen festen Griff um Äste und Zweige erlaubt. Sie weisen je fünf Zehen auf, die zu zweit oder zu dritt zusammengewachsen sind. Diese Anordnung der Zehen wird zygodactyl genannt. An den Vorderfüßen zeigen drei Zehen nach innen und zwei nach außen, an den Hinterfüßen ist es genau umgekehrt. Außerdem geben spezielle Hautstrukturen der Fußsohlen und der Ventralseite des Schwanzes, die den Haftlamellen der Geckos ähneln (SCHLEICH & KÄSTLE 1979), den Tieren einen sicheren Halt. Der Schwanz dient den Chamäleons als fünfte Hand. Er erreicht meist etwas mehr als die Länge des übrigen Körpers und ist besonders beweglich. Er kann nicht, wie bei einigen anderen Squamanten abgeworfen oder ersetzt werden.

Das Gebiss der Chamäleons weist wie bei den Agamen, eine akrodonten Zahntyp auf. Die Zähne stehen auf den Kiefernranden und können nicht nachwachsen oder ausgetauscht werden. Die Zunge der Chamäleons ist zu einem, in der Tierwelt einmaligen, Schussapparat umgebildet, der dem Chamäleon zum Beutefang dient. Sie kann mehr als körperlang werden und mit einer Geschwindigkeit von über 20 km/h (STEGEMANN 2000a) aus dem Maul geschleudert werden. Dies wird durch ein komplexes Zusammenspiel von Muskulatur, Zungenbein und von Adhäsionskräften, die ein Festhalten der Beute bewirken, ermöglicht.

3.1.3. Die Sinne des Chamäleons

„Mache es wie das Chamäleon beim Gehen: schaue nach vorne und beachte zugleich was hinter dir liegt.“

Weisheit aus Madagaskar

Eine weitere Besonderheit stellen die Augen des Pantherchamäleons dar. Die Augen stehen kuppelartig hervor und sind mit einer verwachsenen Lidhaut bedeckt. Sie sind in der Horizontalen um 180°, in der Vertikalen um 90° unabhängig voneinander beweglich (NEČAS 2004). Dies ermöglicht den Tieren so einen beinahe vollständigen Rundumblick. Eine Kombination aus Sammel- und Streulinse ermöglicht eine größere effektive Gesamtbrennweite und präzise Variation der Brechkraft des Sehapparates (MÜLLER et al. 2004). Die Augen stellen sicherlich das wichtigste Sinnesorgan der Chamäleons dar. Die Netzhaut von Chamäleon besteht nur aus Zapfen (MÜLLER et al. 2004), d.h. die Tiere können sehr gut Farben erkennen, benötigen dazu jedoch eine hohe Helligkeit.

Die Epidermis besteht bei den Chamäleons aus Keratin und bedeckt die aus Kollagen aufgebauten Schuppen der Cutis. Die Schuppen lassen sich in verschiedene Typen einteilen. Da die obere Schicht der Epidermis nur aus toten Keratinzellen besteht, wächst sie nicht weiter und muss von Zeit zu Zeit ersetzt werden. Kurz vor der Häutung (*Ecdysis*) bildet sich zwischen der alten und der neu vorbereiteten Oberhaut eine Trennschicht, welche aus Flüssigkeit bzw. Luft besteht, so dass die alte, obere Schicht abgelöst werden kann (NEČAS 2004). Diese wird dann meist in vielen Fetzen aktiv vom Chamäleon abgestreift. Dies kann einige Stunden bis mehrere Tage dauern. Eine extrem lange Häutungszeit oder der Verbleib von Häutungsresten am Tier, können auf eine Unterversorgung oder Krankheit hinweisen.

Wenig erforscht ist die Bedeutung des Jacobson'schen Organ (Vomeronasal Organ) im Oberkiefer der Chamäleons.

3.1.4. Die Farben des Chamäleons

Die wohl berühmteste Fähigkeit der Chamäleons, die Farbe zu wechseln, wird durch drei spezialisierte Typen von Chromatophoren ermöglicht. Diese drei Zelltypen (Melanophoren, Xantophoren bzw. Erythrophoren und Guanophoren) liegen in Schichten über einander (STEGEMANN 2000b). Die Xantophoren und Erythrophoren bilden die oberste Schicht und sind für die gelben und roten Farbtöne verantwortlich.

Darunter befinden sich die Guanin enthaltenden Guanophoren. Guanin ist ein farbloser Kristall, der durch Reflexion des Lichtes für blaue Farbtöne sorgt (KÄSTLE 1982). Die anderen Farben werden durch Mischen der blauen, gelben und roten Farben erzeugt. Unter diesen Zellen befinden sich die größeren Melanophoren, von denen dünne, fingerförmige Ausläufer zwischen den anderen Zellen nach oben ausstrahlen. In ihrem Cytoplasma befindet sich Melanin, welches innerhalb der Zelle umgelagert werden kann. Wird es homogen in der Zelle, inklusive der Ausläufer verteilt, wird die Haut dunkler. Konzentriert sich das Melanin an einer Stelle, wird die Haut heller. Verteilt die Zelle das Pigment nur in einer gewissen Höhe in den Ausläufern, kommt es zu einer kompletten Überdeckung der anderen Chromatophoren. Die Farbe der unbedeckten Zellen wird dadurch deutlicher. Letztendlich ist die endgültige Färbung der einzelnen Hautteile von der Kombination der Farben der einzelnen Chromatophoren und der Ausbreitungsweise des Melanins in den Melanophoren abhängig. Der Farbwechsel wird durch komplizierte neuronale und hormonale Mechanismen, als Reaktion durch Reize auf die Hautrezeptoren und andere Sinnesorgane, gesteuert. Untersuchungen an Südafrikanischen Chamäleons der Gattung *Bradypodion* haben gezeigt, dass vor allem die rapiden Farbwechsel auf eine nervöse Steuerung zurückzuführen sind (FERGUSON et al. 2004).

Dabei können Pantherchamäleons nicht jede beliebige Farbe annehmen. Die Färbung ist vielmehr Art- und sogar Individuenspezifisch.

„Das Chamäleon ist im Grunde schwarz. Da es aber sehr der Gelbsucht unterliegt, wird es häufig grün oder gelb, besonders wenn es in Zorn gerät.“

F. Hasselquist, 18. Jahrhundert.

Die Färbung der Chamäleons wird durch die verschiedensten inneren und äußeren Faktoren beeinflusst.

Generell besitzt jedes Chamäleon eine bestimmte Farbpalette, in dessen Bereich es sich verfärben kann. Folgende Faktoren kann man dabei unterscheiden (nach NEČAS 2004):

1. Äußere (objektive) Faktoren:

Temperatur: Chamäleons sind wechselwarme (ektotherme) Lebewesen, d.h. ihre Körpertemperatur ist primär von äußeren Wärmequellen abhängig. Je niedriger die Umgebungstemperatur im Verhältnis zur optimalen Temperatur ist, um so dunkler ist in

der Regel die Färbung (und umgekehrt). Eine dunkle Färbung hilft den Tieren mehr Wärme aufzunehmen, eine helle reflektiert dagegen Wärmestrahlen.

Beleuchtungsintensität und –spektrum: Intensiv beleuchtete Teile der Haut sind meist etwas dunkler gefärbt als die beschatteten. Oft kann man beobachten, dass die der Sonne exponierte Körperhälfte andere Farben zeigt als die abgewandte Seite.

Tageszeit: Nachts hellt sich die Färbung meistens stark auf; morgens ist sie dunkler und während des Tages sehr variabel, den anderen Faktoren entsprechend.

Jahreszeit: Die Färbung der Chamäleons unterliegt auch saisonalen Änderungen z.B. in Abhängigkeit von Klimaschwankungen oder Reproduktionszyklen.

2. Innere (subjektive) Faktoren:

a) passive:

Gesundheitszustand: Da der Farbwechsel der Chamäleons mit Energiekosten für das Tier verbunden ist, zeigen sich kranke Tiere, aufgrund von Energiemangel oder Stoffwechselstörungen, meist blaß. Verfärbungen sind dann auch nicht immer induzierbar.

Gravidität: Die Trächtigkeit der ♀♀ löst eine spezielle Farbreaktion aus. Die Tiere tragen zu dieser Zeit ein charakteristisches Farbmuster.

Ernährungszustand: Tiere in gutem Ernährungszustand zeigen in der Regel kräftige, bunte Farben. Unterernährte Tiere zeigen eher blasse Farben.

Alter: Pantherchamäleons zeigen in den ersten Lebensmonaten eine typische Jugendfärbung. Erst nach etwa 5 Monaten beginnen die Jungtiere sich in die typischen Färbungen der adulten Tiere umzufärben. Über eine bestimmte Funktion dieser Färbung kann nur spekuliert werden. Durch diese Färbung, die meist aus braunen und grauen Farbtönen besteht, könnte ein besserer Tarneffekt gewährleistet sein. Eine Schutzfunktion vor Kannibalismus durch adulte Tiere, wie sie bei anderen Reptilienarten vorkommt, wie z.B. bei *Phelsuma standingi* (HALLMANN et al. 1997), scheint es nicht zu

geben. LUTZMANN konnte durch ein Mißgeschick einen solchen Fall von Kannibalismus dokumentieren (MÜLLER et al. 2004).

b) aktive

Kryptische Funktion: Obwohl es nicht zutreffend ist, dass Chamäleons ihre Färbung unbedingt der Umgebung anpassen, dient die Färbung doch auch als Tarnung. Oft werden auch Querbänder oder Streifen erzeugt, die die Körperkonturen verschwimmen lassen (Somatolyse).

Jagdstrategie: Sie nutzen die Färbung als Tarnung, um Beute zu machen.

„Launen“ und „Vorzugsfarben“: Die Farbpalette der jeweiligen Chamäleonart unterliegt einer gewissen individuellen Variabilität und der Einsatz der unterschiedlichen Farben ist durchaus abhängig von Gemütszustand des einzelnen Tieres.

Innerartliche Kommunikation: Aufgrund der Tatsache, dass Pantherchamäleons sich in erster Linie mit ihrem Sehsinn orientieren, ist es nicht verwunderlich, dass die Tiere zur Kommunikation ihre Fähigkeit zum Farbwechsel nutzen. Es handelt sich um eine „visuelle Sprache“, bei der einzelnen Färbungen in Kombination mit speziellen Verhaltensweisen (auf die später noch genauer eingegangen werden soll) eine bestimmte Bedeutung zu kommt. Dabei vermitteln verschiedene Färbungstypen eine ganz präzise Information an den jeweiligen Artgenossen. So gibt es Färbungen, die zur Paarung anregen sollen, oder um Konkurrenten einzuschüchtern.

Zwischenartliche Differenzierung: Die Farben und Muster, die der innerartlichen Kommunikation dienen, sind artspezifisch. Zwei verschiedene Spezies können daher einander nicht „verstehen“.



Abb. 9: Links ♂ Pantherchamäleon von Nosy Tanikely (Nordwest Madagaskar). Rechts ♀ der Untersuchungsgruppe. Zu erkennen sind die geschlechtsspezifischen Unterschiede in Färbung und Gestalt.



Abb.10:Männliches Pantherchamäleon aus der Region Ambilobe. Die Färbung der Tiere aus dieser Region Madagaskars ist besonders bunt.

Innerhalb des riesigen Verbreitungsgebiet der Pantherchamäleons auf Madagaskar haben sich regional typische Farbvarianten entwickelt. Vor allem die ♂♂ verschiedener Populationen unterscheiden sich während der Paarungszeit deutlich voneinander. In der Literatur werden unterschiedliche Thesen zum Thema „Farbvarianten“ diskutiert (z.B. MÜLLER et al. 2004; RIMMELE 1999). FERGUSON et al. (2004) untersuchten fünf unterschiedliche Populationen von Pantherchamäleons mittels einer standardisierten, quantitativen Analyse der Farbgebung der Tiere und stellten signifikante Unterschiede in den verschiedenen Populationen fest. Cluster Analysen ergaben, dass die

Populationen von der Ostküste Madagaskars (Maroantsetra und Tamatave), die meisten Gemeinsamkeiten in der Färbung aufwiesen, ebenso wie zwei Populationen von der Westküste (Nosy Be und Ambanja). Die Population aus dem Norden der Insel (Antsiranana) wird als Zwischenform beschrieben, die Anteile sowohl von der „Ostküstenfärbung“ als auch von der „Westküstenfärbung“ in sich vereint. Ausserdem wurden einige morphologische Unterschiede in den unterschiedlichen Populationen festgestellt. FERGUSON et al (2004) konnten besonders bei Tieren von der vorgelagerten

Insel Nosy Boraha so große Unterschiede zu den anderen Populationen des Festlandes feststellen, dass er den taxonomischen Status der Population anzweifelt.

3.1.5. Verbreitungsgebiet und Lebensraum

Das Pantherchamäleon bewohnt die Küstennahen Gebiete entlang der Nordhälfte Madagaskars (Abb. 11). Von Tamatave (BRYGOO 1971) an der Ostküste über Antsiranana (BRYGOO 1971) im Norden der Insel bis etwa Ankaramy (FERGUSON et al. 2004) an der Nordwestküste. Außerdem kommt es auch auf den vorgelagerten Inseln, wie z.B. Nosy Be (BRYGOO 1971) und Nosy Boraha (BRYGOO 1971) vor. Neben Madagaskar sind die Tiere auch auf Mauritius und Réunion (BRYGOO 1971; GRIMM & RUCKSTUHL 1999; MÜLLER et al. 2004) zu finden.

In den Gebirgen an der Nordostküste, wie Marojejy und Anjanaharibe – Sud, dringt das Pantherchamäleon in Höhen von 950 Metern vor (ANDREONE et al. 2000; RAXWORTHY et al. 1998).

Innerhalb dieses großen Verbreitungsgebietes bewohnt das Pantherchamäleon hauptsächlich das Küstentiefland mit seinem warmen, feuchten Klima. Die durchschnittlichen Tagestemperaturen schwanken während des Jahres zwischen 22°C und 28°C, mit einer Tagesamplitude von 6°C (NEČAS 2004) bis zu 8 – 10°C (LUTZMANN, pers. Mittlg.). Die relative Luftfeuchtigkeit beträgt 70 – 100%. Die Größe des Verbreitungsgebietes und die verschiedenen Klimazonen, die sich in ihm finden lassen zeigen, dass das Pantherchamäleon eine ökologisch sehr adaptable Spezies ist. Pantherchamäleons besiedeln die unterschiedlichsten Vegetations- und Landschaftstypen innerhalb ihres Verbreitungsgebietes.



**Abb. 11 : Verbreitungsgebiet des Pantherchamäleons auf Madagaskar. Die Lücken an der Nordostküste konnten durch eigene Nachweise geschlossen werden (GEHRING & KUBIK, 2005).
Abbildung aus FERGUSON et al. (2004).**

3.1.6. Lebenszyklus

Pantherchamäleons sind im Freiland relativ kurzlebige Tiere, deren Lebensweise stark von einer jahreszeitgebundenen Periodizität bestimmt ist. Mit Beginn der Regenzeit auf Madagaskar, etwa im November, startet die Paarungszeit. Bei den Populationen im Westen der Insel etwas später, nicht vor Dezember (FERGUSON et al. 2004). Die Paarungszeit erreicht ein Aktivitätsmaximum von Dezember bis April (MÜLLER et al. 2004). Gut 18 bis 45 Tage nach der Paarung legen die ♀♀ durchschnittlich 12 bis 30 Eier in ein selbstgegrabenes, zehn bis 30 cm tiefes Loch (MÜLLER et al. 2004). Während der Paarungszeit setzen die ♀♀ durchschnittlich zwei Gelege (FERGUSON et al. 2004) ab. Im Freiland wurde eine hohe Mortalitätsrate von weiblichen *F. pardalis* während und kurz nach der Eiablage dokumentiert (BOURGAT 1968). Auch für männliche Tiere ist die Paarungszeit mit hohen energetischen Kosten verbunden, so dass der Großteil von ihnen die darauf folgende Trockenzeit nicht überlebt. ANDREONE et al. (unveröff.) führte eine osteochronologische Untersuchungen an einer Population auf Nosy Be durch, die zeigte, dass beinahe keines der Tiere älter als ein Jahr war. Diese Tatsachen stehen im Einklang mit Evolutionstheorien, die besagen, dass in Populationen mit geringen Überlebensraten der adulten Tiere, die Jungtiere schnell heranwachsen, geschlechtsreif werden und eine hohe Fertilität besitzen (ADOLPH & PORTER 1993).

Die Inkubation der Eier benötigt bei Pantherchamäleons zwischen 159 und 362 Tagen (NEČAS 2004). Scheinbar ist diese ungewöhnlich lange Inkubationszeit eine Anpassung an die Trockenperiode in der Natur. Die Jungtiere aus den Gelegen schlüpfen mit Beginn der nächsten Regenzeit (MÜLLER et al. 2004; RIMMELE 1999), zu diesem Zeitpunkt finden sie optimale Bedingungen zum Heranwachsen vor. Futter und Wasser ist während dieser Jahreszeit ausreichend vorhanden. Die Tiere reifen sehr rasch heran und erreichen bereits mit fünf bis sechs Monaten das fortpflanzungsfähige Alter (FERGUSON et al. 2004). Nur etwa 10- 40 % der geschlüpften Jungtiere erreichen dieses Alter (FERGUSON et al. 2004). Überleben die Tiere die Trockenzeit, beginnt mit Einsetzen der Regenzeit die Paarungsaison. Nur sehr wenige der Tiere aus dem Vorjahr erleben eine zweite Paarungsaison. Besonders für die Gebiete an der Westküste, mit den ausgeprägten Trockenzeiten, ist dieses Szenario sehr wahrscheinlich. An der Ostküste, wo die klimatischen Schwankungen und jahreszeitlichen Unterschiede nicht so stark sind, könnte sich der Lebenszyklus etwas verschieben. In Marojejy, an der Nordostküste Madagaskars, wurden im September Jungtiere gefunden die nicht älter als vier Monate waren (GEHRING & KUBIK 2005). Die Tiere müssen also gegen Ende der Regenzeit

(Mai/Juni) geschlüpft sein. Da in diesem Gebiet ganzjährig hohe Regenfälle zu erwarten sind, ist das Heranwachsen der Jungtiere möglicherweise nicht so stark an die Regenzeit gebunden (GEHRING & KUBIK 2005).

3.1.7. Ernährung

Pantherchamäleons ernähren sich in erster Linie von Wirbellosen wie Spinnen und Insekten. Gelegentlich werden aber auch kleinere Wirbeltiere wie Geckos oder Frösche gefressen (SCHMIDT et al. 2000). Auch Kannibalismus wurde bereits beobachtet (MÜLLER et al. 2004). Neben dieser carnivoren Ernährungsweise fressen Pantherchamäleons auch gerne pflanzliche Kost in Form von Blättern, Beeren oder Rinde (LUTZMANN 2000; MÜLLER et al. 2004; NEČAS 2004; eigene Beobachtungen).

4. Material und Methoden

4.1. Haltung und Aufzucht

Die zwölf Pantherchamäleons, die im Rahmen der Untersuchung in die Masoala Regenwaldhalle ausgesetzt wurden, stammten alle aus einer deutschen Nachzucht und befanden sich seit dem 07.09.2004 im Zoo. Es handelte sich dabei ausschließlich um



Abb. 13: Blick in die Chamäleon-zuchtanlage.

juvenile Tiere in verschiedenen Altersstufen. Bevor die Tiere in die Halle gesetzt werden sollten, wurden sie in dem Chamäleonzuchtraum des Zoos gehalten und aufgezogen (Abb. 13). Der Zuchtraum befindet sich „hinter den Kulissen“ der Masoala Regenwaldhalle und ist für Besucher nicht zugänglich. In dem Zuchtraum befanden sich unterschiedlich große Terrarien, die jeweils mit einem Pantherchamäleon besetzt waren. Die Terrarien wurden mit einer Philips TLD 38W Blue und einer Osram Lumilux 36W Leuchtstoffröhre beleuchtet. Als Spotstrahler dienten je Terrarium drei Osram 60 Watt Glühbirnen. Unter dem Spotstrahler wurden Temperaturen von etwa 30°C erreicht. Der Zuchtraum wurde durch eine Klimaanlage auf eine Temperatur von 19°C klimatisiert. So ergaben sich in den Terrarien unterschiedliche Temperaturzonen. Die Seitenwände, der Boden und Teile der Front der Terrarien bestanden aus schwarz beschichteten Holzplatten. Die Rückseite und die Oberseite waren mit Drahtgaze bespannt, um eine ausreichende Belüftung zu ermöglichen. Die Front bestand aus zwei Glasscheiben, so dass sich das Terrarium von vorne öffnen lies. Die Terrarien waren nummeriert, nicht alle waren besetzt.

Die folgenden fünf unterschiedlichen Maßen waren vorhanden:

Terrarium A2	B1 – B4	D1 – D5	D6 – D10	F 14
95 x 90 x 180	80 x 50 x 105	60 x 50 x 80	60 x 50 x 70	20 x 30 x 30
Länge x Tiefe x Höhe				
Angaben in cm				

Im Zuchtraum befand sich außerdem ein Boneco Raumluftheuchter (Typ 7131), der für eine bessere Luftfeuchtigkeit sorgen sollte, da die Luftfeuchtigkeit durch die Klimaanlage sehr niedrig war. Laut Hygrometer wurde somit eine Luftfeuchtigkeit von etwa 68 % in dem Raum erreicht. Bis zu meiner Ankunft am 28.12.2004 wurden die Tiere dreimal in der Woche mit jeweils drei bis fünf Futtertieren unterschiedlicher Größe und Art (Heimchen, Steppengrillen, Wachsmotten, Schwarzkäferlarven oder Mehlwürmern) gefüttert. Die größeren Exemplare bekamen größere Futtertiere als die kleineren. Zwei mal täglich wurden die Terrarien eingesprüht. So konnten die Tiere ihren Bedarf an Trinkwasser decken und die Luftfeuchtigkeit stieg in den Terrarien auf 80 – 90% an. Bei den größeren Tieren, insgesamt fünf, befand sich bis zum 05.01.2005 jeweils ein adulter Plattschwanzgecko (*Uroplatus fimbriatus*) mit im Terrarium. Die Geckos wurden am 05.01.2005 in die Halle entlassen.

Ab dem 09.01.2005 wurden die Tiere, bis zu ihrer Aussetzung, wöchentlich gewogen und vermessen. Messungen wurden mit einem Maßband und einer digitalen Küchenwaage (Tefal Delicia Küchenwaage; Messgenauigkeit 1g) durchgeführt. Das Längenwachstum wurde durch Messung der Gesamtlänge (GL), sowie durch messen der Kopf – Rumpf – Länge (KRL) ermittelt.

Da ein Grossteil der Tiere noch unter dem erforderlichen Mindestgewicht von 40g lag, um mit Sendern versehen zu werden, wurde die Futtermenge und die Häufigkeit deutlich angehoben. Ab dem 13.01. 2005 wurden jeden Werktag (Montag bis Freitag) vier mittlere oder drei große Futtertiere verfüttert, um das Wachstum der Tiere zu beschleunigen.

Aufgrund der unterschiedlichen Größenverhältnisse, wurden die Tiere in zwei Staffeln eingeteilt. Eine erste Staffel von fünf Tieren, die bereits das Mindestgewicht erreicht hatten, wurde am 24.01.2005 in die Halle gesetzt. Die zweite Staffel mit sieben Tieren, die noch an Gewicht zunehmen mussten (bzw. bei denen es zu medizinischen Komplikationen kam, s. Kapitel 3.2.3), wurde am 28.02.2005 in die Halle entlassen.

4.2. Individualerkennung und Markierung

Für die Studie ist die individuelle Unterscheidbarkeit der untersuchten Tiere eine Grundvoraussetzung. Auch von Seiten des Zoo Zürich wurde eine dauerhafte Kennzeichnung der ausgesetzten Tiere gefordert. Dabei sollen nach HENLE et al. (1997) die Identifikations- und Markierungsmethoden mehrere Anforderungen erfüllen:

- Sie dürfen die Tiere nicht schädigen, insbesondere weder ihre Überlebenswahrscheinlichkeit erniedrigen noch ihre Reproduktionsrate verringern.
- Sie dürfen keine Verhaltensänderungen hervorrufen.
- Die Markierungen müssen möglichst schmerzfrei angebracht werden.
- Sie müssen fehlerfrei abgelesen werden können.
- Sie sollten mit geringem Aufwand angebracht bzw. abgelesen werden können, wobei für manche Untersuchungen eine Erkennung auf Distanz erforderlich ist.

Außerdem sind bei jeder Form der Kennzeichnung die arten- als auch tierschutzrechtlichen Grundlagen zu beachten.

Keine der bisher verfügbaren Methoden wird all diesen Anforderungen gleichermaßen gerecht, so dass ich mich für mehrere Methoden entschieden habe. Zur Individualerkennung wurden individuelle Merkmale, invasive Methoden und nicht - invasive Methoden genutzt.

4.2.1. Fotografische Individualerkennung

Die schonendste Methode der Wiedererkennung ist die Nutzung beständiger und individuenspezifischer äußerlicher Merkmale, über die die Tiere (meist im Adultstadium) verfügen (HENLE et al. 1997). Dafür eignen sich Zeichnungsmerkmale, Schuppenmuster oder auch Merkmalskombinationen beider Elemente. Der Große Vorteil dieser Methode ist, dass sie mit einem Minimum an Manipulation der Tiere auskommt. Bei den untersuchten Pantherchamäleons wurden individuenspezifische Färbungen im Ruhezustand genutzt. Einerseits besteht zwischen den Geschlechtern ein deutlicher Färbungsunterschied, aber auch die untersuchten Männchen wiesen teilweise sehr unterschiedliche Grundfärbungen auf, die sich wahrscheinlich auf unterschiedliche Lokalformen der Elterntiere (in diesem Falle Antsiranana und Nosy Boraha, s. 3.1.4.) zurückführen lassen.

Nachteil dieser Methode ist (besonders bei Chamäleons) die oft wechselnde Färbung, so dass eine schnelle Erkennung erschwert wird. Die Identifikation anhand von erstellten Steckbriefen ist sehr zeitaufwendig und erfordert eine sehr detaillierte Kenntnis der individuellen Färbungstypen. Daher diente die fotografische Individualerkennung bloß einer groben Zuordnung.

4.2.2. Nicht – invasive Methoden

Die aufgeklebten Sender wurden gut lesbar, auf der Vorderseite mit Filzstift nummeriert. So war es möglich, die Sendernummer auch mittels Fernglas zweifelsfrei zu bestimmen. Dies war besonders hilfreich, wenn zwei Tiere sehr nah beieinander saßen und die Peilsignale nicht genau einem Tier zugeordnet werden konnten. Außerdem konnte so die Individualerkennung auch aus größerem Abstand erfolgen, ohne das Tier stören zu müssen. Vorteil dieser Methode ist, dass das Tier nicht durch weitere Eingriffe belastet werden muss, da das Anbringen der Sender notwendig für die Verfolgung der Tiere ist. Nachteil ist, dass wenn der Sender verloren geht, auch die Markierung entfällt.

4.2.3. Invasive Methoden

Um eine dauerhafte Markierung zu gewährleisten wurden zwei Methoden angewandt. Zum einen wurde den Tieren ein Schuppen aus dem Dorsalkamm (*Crista dorsalis*) entfernt (Abb. 14). Die Zacken wurden dabei ausgehend vom Kopf des Tieres in Richtung Schwanz einzeln durchnummeriert. Diese Methode ist völlig schmerzfrei für die Tiere und beeinträchtigt sie nicht in ihrem Verhalten.



Abb. 14: Pantherchamäleon ♂ mit entferntem 6. Zacken aus dem Dorsalkamm.

Ein weiterer Vorteil ist die eindeutige Erkennung und die Dauerhaftigkeit der Markierung. Die Schuppen des Dorsalkammes wachsen zwar mit dem Tier mit, regenerieren sich jedoch nicht vollständig, so dass eine gekappte Spitze gut sichtbar bleibt. Nachteil ist, dass diese Methode nur bei adulten Tieren mit einem ausgeprägten, fehlerfreien Dorsalkamm einwandfrei funktioniert. Das Problem, welches sich bei meiner Studie stellte war, dass ein Grossteil der Tiere noch nicht ausgewachsen war und nur über einen sehr schwach ausgeprägten Dorsalkamm verfügte, der sich noch im Wachstum befand. Außerdem hatten viele Tiere aufgrund der Haltungsbedingungen,

einen Teil ihres Dorsalkammes bereits „eingebüßt“. Da die Oberseite der Terrarien aus Drahtgaze bestand und die Tiere ihren Körper meist möglichst nah an die Wärmequellen (Lampen) bringen wollten, rieben sie mit dem Rücken über die Drahtgaze und kappten sich so auf Dauer die Zacken ihres Dorsalkammes.

Die zweite Methode war die Implantation eines elektronischen Transponders. Diese Methode wurde vom Zoo Zürich zur Individualmarkierung der Zootiere gefordert. Passiv

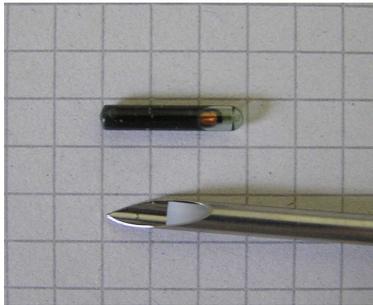


Abb. 15: Passiv integrierter Transponder ID – 100 der Marke TROVAN und Injektionskanüle. Der Mikrochip ist in ein gewebeverträgliches Glas eingekapselt.

integrierte Transponder (PIT) stellen ein elektronisches Identifikationssystem dar, bei dem in Glas eingekapselte Transponder durch elektromagnetische Felder (Radiowellen) zur Abstrahlung eines bis zu 15-stelligen alphanumerischen Codes angeregt werden. Ein transportables Lesegerät erzeugt die notwendigen Felder, empfängt den Code und zeigt ihn an (HENLE et al. 1997). Der Transponder ID – 100 der Marke TROVAN besitzt ein Gewicht von 100mg und ist 10mm lang, bei einem Durchmesser von 2,2 mm. Dieses System wurde bereits erfolgreich an Bergmolchen getestet (FABER 1997) und

sollte für deutlich größere Tiere wie Pantherchamäleons ebenfalls gut verträglich sein. Die Transponder wurden mittels einer Injektionskanüle unter die Haut der Tiere, unterhalb der Rippenbögen, vom Tierarzt des Zoos appliziert. Dazu wurden die Tiere zunächst mit ISOFLUAN (5%) betäubt, um den Vorgang möglichst stressfrei für die Tiere zu halten. Die Einstichwunde wurde anschließend mit einem Wundkleber der Marke VENTBOND verschlossen. Die Implantation der Transponder fand jeweils vier Tage vor dem Aussetzen in die Halle statt, um den Wundverschluss zu kontrollieren und um den Tieren Zeit zu geben, sich in gewohnter Umgebung von dem zusätzlichen Stress zu erholen.

Nachteile dieser Methode sind die geringe Ablesedistanz (etwa 15 cm), so dass die Tiere zur Identifikation gefangen werden müssten oder das Lesegerät sehr nah an die Tiere gebracht werden müsste. Beides würde die Tiere in ihrem Verhalten beeinflussen und sich negativ auf meine Studie auswirken. HENLE et al. (1997) führen außerdem die Gefahr eines Glasbruches der Kapsel bei starken Stressbelastungen, wie z. B. bei Revierkämpfen an. Des Weiteren besteht die Gefahr von Verletzungen bei der Applikation der Transponder. Auch zu Beginn meiner Studie kam es zu einer Verletzung eines der Versuchstiere. Der Tierarzt verletzte beim applizieren eine Vene des

Chamäleons, so dass ein starker Blutverlust die Folge war. Die Wunde konnte erst ein paar Tage später endgültig verschlossen werden, so dass das Tier aufgrund des starken Blutverlustes nicht in der vorgesehenen 1. Staffel in die Halle gesetzt werden konnte. Es wurde noch vier Wochen in der Zuchtanlage belassen und erst mit der 2. Staffel, nach völliger Genesung, ausgesetzt.

Außerdem sind die Kosten und der Aufwand dieser Methode relativ hoch.

Die dauerhafte und nicht einfach reversibel Markierung, sowie die gute Verträglichkeit bei richtiger Implantation, sind jedoch die entschiedenen Vorteile der integrierten Transponder.

4.3. Erhebung von Temperatur- und Klimadaten

Temperaturdaten wurden auf vier unterschiedliche Weisen erhoben. Die Körpertemperatur wurde als Oberflächentemperatur mit einem Infrarotmessgerät (ST ProPlus) der Firma RAYTEK, auf 0,1°C genau ermittelt. Mit Hilfe eines Lasers konnte die Position des Messpunktes bestimmt werden, so dass die Messung auch über größere Distanzen möglich war, ohne die Tiere erheblich stören zu müssen. Dabei wurde aber eine Distanz von fünf Metern nicht überschritten, da mit wachsender Entfernung zum Objekt der Messbereich vergrößert wird und letztendlich über das Objekt hinausgeht.

Das Mikroklima, gemessen als Luftfeuchtigkeit und direkte Umgebungstemperatur der Tiere, wurde mit Hilfe eines handelsüblichen digitalen Max. / Min. Thermometers / Hygrometers erfasst. Das Gerät wurde auf einem zwei Meter langen Bambusrohr befestigt, um auch in größerer Höhe positioniert zu werden. Zu Ermittlung der Umgebungstemperatur wurde das Gerät mindestens für fünf Minuten in der Nähe des Tieres positioniert. Der Messplatz wurde so ausgewählt, dass das Tier nicht gestört wurde.

Die Temperatur in der gesamten Halle wird permanent vom Zoo mit Hilfe von Data Loggern (Tinytag Ultra) und der Klimaanlage der Halle erfasst und wurden mir zur Verfügung gestellt.

4.4. Radiotelemetrie

4.4.1. Sender und Empfänger

Bei der Auswahl der Sender mussten mehrere Kriterien berücksichtigt werden. Einerseits durften sie nicht mehr als 5% der Körpermasse der Tiere an Gewicht haben,

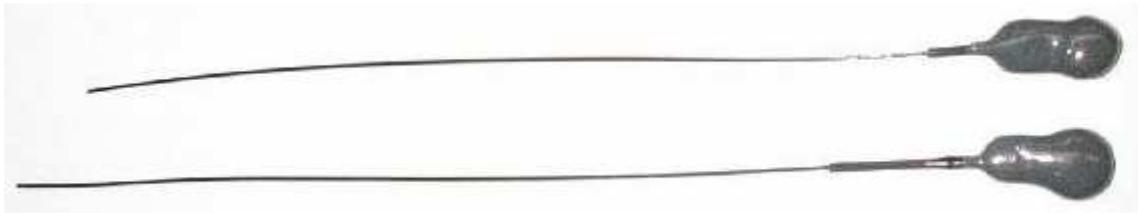


Abb. 16: Die Sender BD – 2 Typ 1 und 2. Das Gehäuse besteht aus einem wasserdichten Epoxydharz. Foto: Holohil Systems Ltd.

andererseits mussten sie auch über eine ausreichende Lebensdauer und Reichweite verfügen. Die bereits an Taggeckos und Chamäleons erfolgreich getesteten Sender vom Typ BD – 2 der Firma Holohil Systems Ltd. (VON STOCKAR & JAAG 2004; CUADRADO 2000; CUADRADO 2001), wurden eingesetzt (Abb. 16). In meiner Untersuchung wurden zwei unterschiedliche Typen benutzt, die sich in der Batterieleistung und dadurch auch im



**Abb. 17 :
Das Empfangsgerät.**

Gewicht unterschieden. Typ 1 wog 1,22g mit einer Batterielebensdauer von acht Wochen. Typ 2 wog 1,8g die Batterielebensdauer betrug 14 Wochen. Außerdem unterschieden sich die beiden

Typen leicht in den äußeren Abmessungen. Typ 1 maß 16 x 8 x 3,5mm (LxBxH) und Typ 2 maß 17 x 8,5 x 5,5mm (LxBxH). Die Sender verfügten über eine Reichweite von ca. 200m, was für die Größe der Regenwaldhalle völlig ausreichte. Die Frequenz betrug 148 kHz.

Als Empfänger stand ein tragbarer R – 1000 Telemetry Receiver der Firma COMMUNICATIONS SPECIALISTS, INC. zur Verfügung (Abb. 17). Gepeilt wurde sowohl mit einer H – Antenne als auch mit einer Stabantenne.

Der Empfänger gab die Signale der Sender optisch und akustisch wieder.

4.4.2. Senderfixierung

Die Senderfixierung erfolgte mit dem medizinischen Wundklebstoff SKIN BOND CEMENT der Firma BRUCE MEDICAL SUPPLY. Dieser Klebstoff wurde bereits erfolgreich an Taggeckos getestet (VON STOCKAR & JAAG 2004). Auch nach KENWARD (2001) stellt ein Ankleben der Sender, die nur für ein paar Wochen im Einsatz sind, die optimale Methode dar. Der Kleber ist sehr hautverträglich und Reste werden mit der nächsten Häutung entfernt.

Als Anklebestelle wurde für alle Tiere der ersten Staffel die laterale Seite des Dorsalkammes, oberhalb der Hinterextremitäten gewählt (Abb. 18). Die Antenne wurde parallel zum Schwanz ausgerichtet, so dass diese nicht die Hinterbeine oder den Schwanz der Tiere behinderte (KTyp 1). An dieser Stelle vermutete ich die geringste Störung der Tiere durch die Sender.

In der zweiten Staffel wurde drei zufällig ausgewählten Tieren, der Sender an die laterale Seite des Dorsalkammes oberhalb der Vorderextremitäten geklebt (Abb. 18). Da in der ersten Staffel die Sender relativ früh verloren gingen, sollte erprobt werden, ob diese Stelle geeigneter als Anklebestelle ist (KTyp 2).

Zur Befestigung wurde die Unterseite des Senders zunächst angeraut, um eine bessere Haftung zu erzielen. Anschließend wurde die angeraute Stelle und die Anklebestelle am Körper des Tieres mit etwas Kleber bestrichen. Gemäß den Anweisungen des Herstellers, wurde ca. fünf Minuten gewartet, so dass die beiden Klebestellen etwas antrocknen konnten. Nachdem beide Klebestellen zusammen gebracht wurden, wurde der Sender noch einige Zeit mit leichtem Druck am Rücken fixiert. Zum Schluss wurde die Antenne soweit gekürzt, dass sie nicht den Extremitäten im Wege war. Maximal wurde jedoch ein Viertel der Antenne gekappt, um nicht die Reichweite des Senders zu sehr einzuschränken.

Die Senderfixierung fand jeweils drei Tage vor dem Aussetztermin statt. Die Tiere wurden weiterhin in den Terrarien des Zuchtraumes gehalten, damit die Klebestellen gut antrocknen konnten, da die Luftfeuchtigkeit im Zuchtraum geringer war als in der Regenwaldhalle. Außerdem konnte dadurch kontrolliert werden, ob die Sender optimal positioniert wurden und die Tiere nicht zu stark in ihren Bewegungen behinderten. Abgefallene Sender konnten somit leicht und schnell wieder gefunden und neu fixiert werden.



Abb. 18: Die Abbildung zeigt die beiden unterschiedlichen Anklebestellen der Sender an den Chamäleons. Rechts ein Tier aus der ersten Staffel (KTyp 1) und links ein Tier aus der zweiten Staffel (KTyp 2). Beide Tiere tragen eine graue Grundfärbung. Typisch für ♂♂ von der Insel Nosy Boraha. Diese Tiere konnten leicht von anderen Tieren der Versuchsgruppe unterschieden werden.

4.4.3. Aussetzung

Wie bereits erwähnt, wurden die Chamäleons in zwei Staffeln in die Halle entlassen. Eine erste Staffel mit fünf Tieren wurde am 24.01.2005 ausgesetzt, die zweite Staffel mit sieben Tieren am 28.02.2005. Um geeignete Aussetzungsorte zu finden, galt es die Interessen sowohl des Zoos als auch der Datenaufnahme zu berücksichtigen. Für den Zoo standen dabei zwei Aspekte im Vordergrund. Zum einen sollte ein Teil der Tiere möglichst an einem Ort ausgesetzt werden, wo sie für Besucher potentiell sichtbar sind. Außerdem sollte ein Gebiet gewählt werden, dass nicht stark anfällig für Störungen, infolge der täglichen Peilungen ist. Gebiete in denen Jungpflanzen stehen oder abschüssiges Gelände mit lockerem Substrat sollten gemieden werden.

Für meine Datenaufnahme sollten die folgenden Kriterien erfüllt sein: ersten sollten die Tiere an einer Seitenwand ausgesetzt werden, so dass sie sich von der Wand aus in die Halle bewegen können. Zweitens sollten Aussetzorte mit unterschiedlichen Mikrohabitatstrukturen gewählt werden. Das heißt unter anderem unterschiedliche

klimatische Bedingungen oder unterschiedliche „Nachbarschaft“. So ergab sich folgende Verteilung:

	Staffel 1	Staffel 2 Gruppe A	Staffel 2 Gruppe B
Datum / Uhrzeit	24. 01. 05 09.30h	28.02.05 09.30h	28.02.05 10.00h
Anzahl / Geschlechter- verhältnis	4,1	4,0	3,0
Planquadrat	E1 / F1 (s. Abb. 19)	H4 / H5 (s. Abb. 19)	A7 / A8 (s. Abb. 19)
Vegetation der näheren Umgebung	Größere Bäume und Sträucher; wenig Unterwuchs	Kleine bis mittelgroße Sträucher, vereinzelte größere Bäume; teilweise dichter Unterwuchs	Große Bäume und kleine bis mittelgroße Sträucher; wenig Unterwuchs
„Nachbarschaft“ / Besonderheiten	Als Aussatzort wurden drei „Vegetationsinseln“ an der Westseite der Halle gewählt, die von einem See zur einen Seite und von Besucherwege zur anderen Seite umgeben waren (s. Abb. 19); keine direkte Sonnen- einstrahlung bis zum Boden	Aussatzort an der Südseite der Halle, infolgedessen direkter Sonneneinfall bis zum Boden; keine Besucherwege oder Standpunkte anderer Tiere	Aussatzort an der Nordseite der Halle; infolgedessen kein direkter Sonneneinfall; Aussatzort in der Nähe der Vari – Voliere
Klima / Wetter	20°C / 77% rel. LF / bedeckt	19°C / 76% rel. LF / bedeckt	23°C / 75% / bedeckt
Sender- klebestellen	alle hinten (KTyp 1)	2 hinten (KTyp 1) 2 vorne (KTyp 2)	2 hinten (KTyp 1) 1 vorne (KTyp 2)

Die Tiere wurden jeweils Montagmorgens, vor der Öffnung der Halle für Besucher, einzeln in kleinen Plastikterrarien (Faunaboxen), vom Chamäleonzuchttraum in die Halle gebracht. Die Boxen wurden an die Seitenwände, in einem Abstand von ein paar Metern zu einander, positioniert. Die Tiere hatten keinen direkten Sichtkontakt zu einander. Die Deckel wurden geöffnet, so dass die Tiere selber entscheiden konnten, wann sie die Terrarien verlassen wollten. Die Tiere wurden dabei aus einer Entfernung von etwa fünf Metern beobachtet, bis sie die Terrarien verlassen hatten. Dadurch wurde

sichergestellt, dass die Tiere in dieser exponierten und irritierten Situation nicht durch ein anderes Tier (z.B. Hammerköpfe oder rote Varis) attackiert wurden.

4.5. Das Untersuchungsgebiet

Die Masoala Regenwaldhalle des Zoos Zürich ist 120m lang, 90m breit und bis zu 30m hoch. Auf einer Fläche von 11.000m² stehen ca. 17.000 Pflanzen. Fast jede der Pflanzen ist mit einem Etikett versehen (einige haben das Etikett verloren, oder sind nicht registrierte Jungpflanzen), worauf der genaue Standort (Planquadrat), die Art (mindestens die Gattung) und eine mehrstellige Identifikationsnummer (IDN) angegeben ist. Diese Nummer wurde zur Bestimmung des Standortes der Chamäleons genutzt. Sämtliche IDN sind in einem Hallenplan verzeichnet, der es so ermöglicht, die Bewegungen der Tiere nach zu vollziehen.

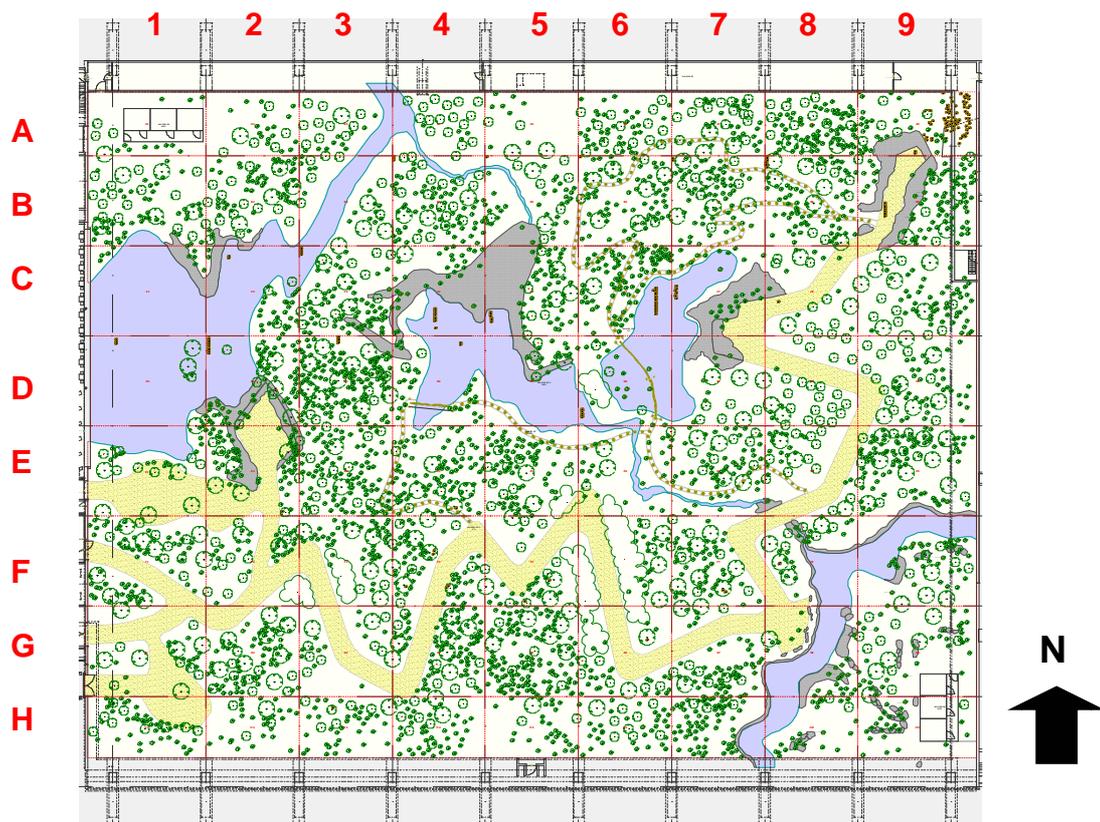


Abb. 19: Plan der Masoala Regenwaldhalle des Zoo Zürich. Hell blaue Fläche sind Wasserflächen, dunkel blaue Flächen zeigen aus Beton modellierte Granitfelsen. Hell orange dargestellt ist der Besucherhauptweg. Grüne Kreise stellen die Großpflanzen dar. In rot ist das Netz der einzelnen Planquadrate hervorgehoben.

Die Halle war für Besucher jeden Tag von 10.00h bis 17.00h und seit dem 01.03.2005 von 10.00h bis 18.00h geöffnet. Unter der Woche sind nur die Hauptwege den Besuchern zugänglich. Am Samstagvormittag von 10.30h bis 11.30h werden zusätzlich Führungen auf so genannten „Abenteuerwegen“ angeboten, die durch die restliche Halle führen. Für Besucher ist es strikt verboten die Wege zu verlassen, Tiere zu berühren oder zu füttern. Besucherzahlen waren besonders an Wochenenden und in den Ferienzeiten ziemlich hoch (bis zu 5.000 an einem Tag), so dass die Hauptwege oft stark gefüllt waren. Unter der Woche und früh am Morgen waren die Besucherzahlen geringer. In der Masoalahalle wird bewusst auf eine intensive „Beschilderung“ verzichtet, um dem Besucher ein möglichst authentisches Bild von „Regenwald“ zu bieten. Stattdessen gibt es ein Team von Freiwilligen, welches vom Zoo eingesetzt wird, um gezielte Informationen über Tiere und Pflanzen im Dialog mit den Besuchern weiter zu geben. Dabei macht das Freiwilligenteam auch immer wieder auf Tiere aufmerksam, die sonst vom Besucher leicht übersehen werden. Besonders die Chamäleons und Lemuren sind eine große Attraktion und ziehen immer wieder große Aufmerksamkeit auf sich. Die Abenteuerwege und andere Versorgungswege werden hauptsächlich von den Tierpflegern genutzt. Einige von ihnen sind dabei stärker frequentiert als andere, weil z.B. tägliche Pflegemaßnahmen oder Futterstellen an ihnen liegen.

Die Tiere meiner Untersuchungsgruppe wurden während der Studie nicht zusätzlich gefüttert, sondern sollten sich selber Nahrung suchen. Dies sollte im Hinblick darauf geschehen, um beurteilen zu können, ob die Tiere genügend Futter in der Halle finden. Eine zusätzliche Fütterung würde außerdem die Tiere in ihren Bewegungen und der Habitatswahl beeinflussen, so dass darauf, in Absprache mit dem Tierarzt und den Kuratoren, verzichtet wurde. Da die Tiere unter ständiger Beobachtung standen, hätte bei einer absehbaren Unterernährung oder Mangelversorgung auch sofort eingegriffen werden können.

Da es sich hier um einen künstlichen Lebensraum handelt, bestimmen nicht nur Fütterungen den Tagesablauf der Tiere, auch das Klima in der Halle muss reguliert werden. So wird bei zu niedrigen Temperaturen mit Warmluft geheizt und bei zu hohen Temperaturen gelüftet. Im Winter ergibt sich jedoch ein nicht zu unterschätzendes Problem. Es kann vorkommen, dass die Temperaturwerte außerhalb der Halle so niedrig sind, dass sich eine Lüftung schädlich auf Pflanzen und Tiere auswirken würde. Diese Grenze lag bei -3°C Außentemperatur. An kalten, sonnigen Wintertagen heizt sich die

Halle durch die Sonneneinstrahlung extrem auf, ohne dass eine Lüftung stattfinden kann.

Die Beregnung der Halle findet in den Wintermonaten nur ein bis zweimal die Woche statt, da die Pflanzen aufgrund der verkürzten Tageslänge ihr Wachstum eingestellt haben. Dadurch wird aber auch eine Simulation der Trockenzeit erreicht, die für einige Tiere und Pflanzen der Halle durchaus wichtig ist. Die Niederschlagsmenge, während einer Beregnung, beträgt 6mm/m^2 . Mit der Verlängerung der Tageslänge und einer intensiveren Sonneneinstrahlung gegen Anfang März, wurden die Intervalle zwischen den Beregnungen verkürzt, so dass sie im Sommer schließlich täglich stattfinden. Beregnet wurde immer kurz vor der Öffnung der Halle von 08.30h bis 09.00h.

Bei niedrigen Luftfeuchtigkeitswerten, infolge starker Sonneneinstrahlung oder starker Lüftung, wird zusätzlich von 12.00 – 12.15h ein Sprühnebel in einigen Teilen der Halle aktiviert, der für eine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit sorgt.

4.6. Datenaufnahme

4.6.1. Dauer der Datenaufnahme und zeitliche Verteilung

Die maximale Dauer der Datenaufnahme ist begrenzt durch die Lebensdauer der Batterie in den Peilsendern. Laut Hersteller lag diese bei den verwendeten Sendern bei 56 (Typ 1) bzw. 98 Tagen (Typ 2). Bei der Dauer der Datenaufnahme spielen jedoch auch andere Faktoren eine wichtige Rolle. So können z.B. Häutungen oder eine sehr hohe Luftfeuchtigkeit dazu führen, dass die Tiere ihren Sender vorzeitig verlieren. Mit der Datenaufnahme wurde daher kurz nach dem Aussetzen begonnen. Verlor ein Tier innerhalb der ersten zehn Tage seinen Sender, so wurde es eingefangen und neu besendert. Eine erneute Besenderung wurde jedoch nur einmal pro Individuum vorgenommen, um die Beeinflussung eines solchen Ereignisses auf die Daten so gering wie möglich zu halten. Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die einzelnen Beobachtungszeiträume sowie über Senderverluste und Neubesenderungen.

Nummer	Geschlecht	beobachtet bis	Sender verloren	Sender neu
1. Staffel A2	1,0	23.02.05	26.02.05 Sender gefunden	
B1	1,0	29.01.05	29.01.05	29.01.05
B2	1,0	28.02.05	09.02.05 Sender in See verloren	
B4	1,0	23.02.05	ab 03.03.05 kein Signal mehr	
D10	0,1	03.03.05	05.02.05 in <i>Pandanus</i>	
2. Staffel A2,2	1,0	14.03.05	13.03.05 Tier ohne Sender gefunden	
B1,2	1,0	14.03.05	02.03.05 10.03.05	02.03.05
B2,2	1,0	11.03.05	05.03.05	05.03.05
B3,2	1,0	13.03.05	02.03.05	02.03.05
D4,2	1,0	14.03.05	13.03.05	
D5,2	1,0	07.03.05	07.03.05	
D8,2	1,0	13.03.05	02.03.05 09.03.05	02.03.05

Tab. 1: Angegeben sind die Beobachtungszeiträume für die einzelnen Tiere, sowie die von Senderverlust oder Neubesenderung.

Die Tiere wurden während der Beobachtungszeit viermal am Tag angepeilt. Die Peilungen wurden in ein- bis zweistündigen Intervallen über den Tag verteilt. Dabei wurden die Zeiten so variiert, dass mindestens innerhalb von fünf Tagen, für jedes Tier eine Peilung zu jeder Stunde des Tages vorlag. Daten wurden immer zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang gesammelt. Da Chamäleons rein diurnale Tiere sind (NEČAS 2004; FERGUSON et al. 2004; SCHMIDT et al. 2000; eigene Beobachtungen) ist keinerlei Bewegung während der Dunkelheit zu erwarten. Zu Beginn der Untersuchung (Mitte Januar) stimmte diese Zeit in etwa mit den Öffnungszeiten des Zoos überein. Die Arbeit der Tierpfleger begann um 07.00h, vor ihnen in der Halle zu sein, bedurfte einer besonderen Absprache und war aus den oben genannten Gründen auch nicht

notwendig. Wenn die Halle für die Besucher geschlossen wurde, musste auch die Datenaufnahme für den Tag beendet werden, da die Halle am Abend vielfach für besondere Anlässe genutzt wurde, bei denen es nicht erwünscht war, dass noch in der Halle gearbeitet wurde. Beobachtungen die nach der Schließzeit gemacht werden sollten, mussten mit den zuständigen Kuratoren abgesprochen werden. Aufgrund dieser Tatsachen beschränkte sich die Beobachtungszeit in der Regel auf ein Zeitfenster von 08.00h am Morgen bis 18.00h am Abend.

4.6.2. Telemetrieren

Die Tiere wurden zu unterschiedlichen Uhrzeiten bis zu viermal am Tag angepeilt.

4.6.3. Erfasste Daten

Daten der angepeilten Chamäleons wurden nur erfasst, wenn Sichtkontakt zu dem entsprechenden Individuum hergestellt werden konnte. Konnte kein Sichtkontakt hergestellt werden, wurde nur die vermutete Position festgehalten und versucht bei der nächsten Peilung Sichtkontakt herzustellen.

4.6.3.1. Unterlage

Wurde ein Chamäleon gefunden so wurde neben der Uhrzeit der genaue Standort festgehalten. Von Bäumen und Sträuchern wurden die IDN notiert, sowie der Art- bzw. Gattungsname. Die Sitzposition innerhalb der Pflanze wurde mit Hilfe eines groben Schemas bestimmt (s. Abb. 20). Der Baum wurde in einzelne Bereiche aufgeteilt, um eine Aussage über die Nutzung von Habitatstrukturen treffen zu können. Die Unterlage wurde als Boden, Stamm, Ast oder Blatt bewertet. Der Baum in unteres Drittel, Mitte und Kronenbereich unterteilt, eine Sitzposition in der Peripherie der Pflanze wurde ebenfalls festgehalten. Als Peripherie wurden Äste und die Teile von Ästen, die nicht der Stamm sind, und von wo aus das Tier deutlich sichtbar, nicht durch andere Teile des Baumes verdeckt war, gewertet. Die Sitzhöhe wurde in Metern, aus kurzer Entfernung in Zentimetern geschätzt. Zur Orientierung diente dabei die genau zwei Meter lange Bambusstange, auf der das Thermometer befestigt war.

Somit konnte der Aufenthaltsort innerhalb eines Gewächses relativ präzise bestimmt werden.

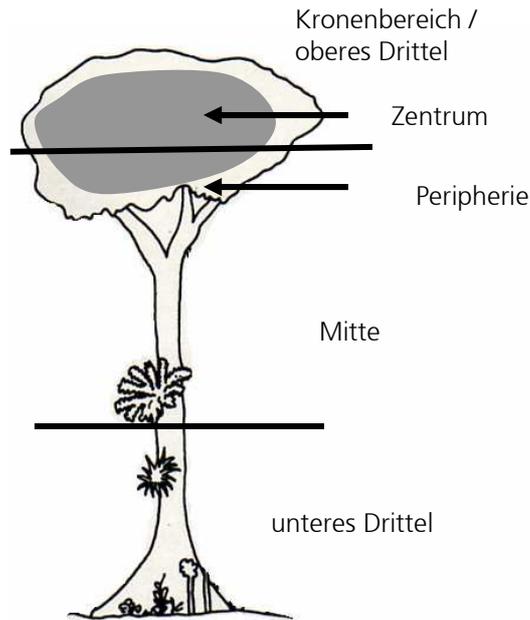


Abb.20: Die Abbildung zeigt die verschiedenen Bereiche, in die ein Baum unterteilt wurde, zur Bestimmung des Aufenthaltsortes. Dunkel ist das Zentrum dargestellt, hell die peripheren Bereiche.

4.6.3.2. Temperatur & Klima

Die Klimadaten (Umgebungstemperatur und Luftfeuchte) und Körpertemperatur wurden festgehalten.

4.6.3.3. Soziale Umgebung

Mit sozialer Umgebung ist die Anwesenheit oder Nichtanwesenheit anderer Pantherchamäleons gemeint. Es wurden die möglichen Kombinationen zwischen den Geschlechtern und zwischen „Resident“ und „Non - Resident“ unterschieden. Als „Resident“ wurden Tiere bezeichnet, die sich bereits in einer voraus gegangenen Sichtung in diesem Gebiet aufhielten. Auch hier wurden die unterschiedlichen Möglichkeiten wieder durch Zahlen codiert, um eine schnelle Aufnahme zu ermöglichen.

4.6.3.4. Färbung

Die Färbung der Chamäleons wurde in unterschiedliche Typen unterteilt, die einen Aufschluss über das Verhalten oder die „Gemütslage“ der Tiere geben. Es wurde von jedem Tier zunächst eine Ruhefärbung bestimmt. Die Ruhefärbung zeichnet sich im Allgemeinen dadurch aus, dass sich das Tier in sozialer Isolation und in einer optimalen klimatischen Umgebung befindet. Der Gesundheitszustand ist gut und die

wahrgenommene Färbung wurde bereits des Öfteren in einer vergleichbaren Situation beobachtet. Je nach Umgebungstemperatur und Sonneneinfall kann man noch zwischen einer hellen und etwas dunklen Variante unterscheiden. Bei der dunklen Variante wird jedoch eine klare Abgrenzung zu einer Thermalfärbung schwierig. Möglicherweise handelt es sich auch nur um einen Übergang zwischen Ruhefärbung und Thermalfärbung.

Als Drohfärbung wurde die Färbung gewertet, die in Kombination mit Droh- oder Abwehrverhalten, wie Kehlsack aufstellen, Vorderbein unter den Kehlsack positionieren und laterales abflachen des Körpers, gezeigt wird. Meist handelt es sich dabei um bunte, sehr kontrastreiche Färbungen. Als Drohfärbung wurden auch jene Farbmuster gewertet, die als Imponierfärbung zwischen zwei ♂♂ gezeigt wird.

Als Paarungsfärbungen / Werbungsfärbung wurden Farbmuster gewertet, die im Zusammenhang einer Paarung gezeigt werden. ♂♂ zeigen sehr bunte, kontrastreiche Farbmuster, ♀♀ zeigen hingegen eher gedecktere Farben und weniger kontrastreiche Muster. Trächtige ♀♀ zeigen jedoch durch eine spezielle Färbung weiteren ♂♂ sehr deutlich, die sie bereits trächtig sind und nicht an einer weiteren Paarung interessiert sind. Meist wird diese Färbung durch Drohgesten, wie Maul aufreißen und aufblähen des Körpers unterstrichen (FERGUSON et al. 2004).

Als Thermalfärbungen werden Farbmuster definiert, die in einem direkten Zusammenhang mit Witterungsbedingungen stehen. Dunkle Farbmuster, mit einer lateralen Abflachung des Körpers und einer direkten Sonneneinstrahlung dienen eindeutig der Thermoregulation. Ebenso eine sehr helle Färbung in Kombination mit Meidung der direkten Sonneneinstrahlung.

Die unterschiedlichen Färbungstypen wurden ebenfalls einem Zahlencode zugeordnet.

4.6.3.5. Verhalten

Wurden die Tiere angepeilt und gesichtet, wurden sie für jeweils drei Minuten aus einem gewissen Abstand beobachtet. Aufgrund dieser kurzen Beobachtung, wurde das Verhalten bewertet. Der Kategorisierung des Verhaltens lagen dabei folgende Definitionen zu Grunde:

Ruhestellung

Körper liegt an mindestens drei Stellen (Kopf, Bauch und Schwanz) auf der Unterlage auf. Extremitäten liegen am Körper an. Tier ist inaktiv.

Suchstellung / Sicherungsstellung / Lauerstellung

Körper von Unterlage aufgerichtet, Augen schauen umher. Tier ist jedoch nicht in Bewegung. Die Suchstellung kann auch als Lauerstellung, um Beute zu fangen, interpretiert werden, da Chamäleons Ansitzjäger sind.

Sonnenstellung

Großteil der Körperfläche ist der Sonneneinstrahlung zu gewandt, Körper ist lateral abgeflacht, Kehlsack ist aufgestellt. Färbung ist dunkel. Tier bewegt sich nicht.

Drohstellung

Tier ist lateral abgeflacht, Kehlsack aufgestellt, eine Vorderextremität unter den Kehlsack gestellt. Tier zeigt intensive Färbung. Maul ist eventuell aufgerissen. Augen sind auf Gegner gerichtet, Erscheinung wird eventuell durch Kopfnicken unterstützt.

Scanning

Sehr intensive Augenbewegungen kombiniert mit Fortbewegung.

Bewegungstypen

Wiegegang

Während der Fortbewegung wird der Körper ruckartig vor und zurück gewogen. Dabei wird zwischen schnell und langsam unterschieden. *Schnell*: weniger als 4 „Wackler“, bevor die, von der Unterlage abgehobenen Extremitäten, wieder die Unterlage berühren und umklammern. *Langsam*: Mehr als 4 „Wackler“, bevor die von der Unterlage abgehobenen Extremitäten, wieder die Unterlage berühren und umklammern.

Normalgang

Tier bewegt sich ohne ruckartige Bewegungen vorwärts.

Exploration

Vorsichtiger Wackelgang kombiniert mit Scanning. In relativ kurzer Zeit wird viel Strecke zurückgelegt.

Sonstiges

„Tounge – test“ / Tasting

Aufnahme von Informationen mit der Zunge, welche zum Jacobson'schen Organ geleitet werden. „Belecken“ von Unterlagen, mit zwei Fortsätzen an der Zungenspitze. Der Kopf wird vorgestreckt und die Zunge aus dem Maul vorgestreckt. Zwei Fortsätze an der Spitze der Zunge werden in Richtung Körper über die Unterlage gezogen.

Den unterschiedlichen Verhaltensweisen wurde ein Zahlencode zugeordnet, um die Datenaufnahme zu erleichtern.

4.6.3.6. Besucher

Um heraus zu finden, wie die Tiere auf Besucher zu reagieren, wurde ermittelt, in welchen Abstand sich wie viele Besucher von einem Chamäleon befinden.

Folgende Möglichkeiten wurden berücksichtigt:

Keine Besucher in einem Umkreis von fünf Metern vom Tier.

Einige Besucher ($n \leq 3$) mit Abstand (≥ 1 Meter).

Einige Besucher ($n \leq 3$) nah (≤ 1 Meter).

Viele Besucher ($n \geq 3$) mit Abstand (≥ 1 Meter)

Viele Besucher ($n \geq 3$) nah (≤ 1 Meter).

Auch diese Angaben wurden durch Zahlencodes chiffriert.

4.6.3.7. Tiere

Da die Anwesenheit anderer Tiere (alles außer Pantherchamäleons) ebenfalls das Verhalten der Chamäleons beeinflussen können, wurde auch dies berücksichtigt. Diese Kategorie ist auch für den Zoo von besonderem Interesse, um mögliche Probleme der Vergesellschaftung der vielen verschiedenen Tierarten in der Halle zu erkennen. Folgende Möglichkeiten wurden berücksichtigt, andere Tiere wurden dabei auf Artniveau bestimmt:

Keine Tiere in einem Umkreis von drei Metern um das Chamäleon.

Ein Tier im direkten Umfeld (≤ 3 Meter).

Ein Tier nah (≤ 1 Meter).

Angriff / Reaktion des Chamäleons auf das Tier.

Zahlencodes zur schnellen Erfassung wurden vergeben.

4.6.3.8. Wetter

Das „Wetter“ in der Halle wurde festgehalten, d.h. die Witterungsbedingungen außerhalb der Halle wurden festgehalten. Es wurde zwischen Nacht, Dämmerung, bedeckt, kein direkter Sonneneinfall auf den Sitzplatz des Tieres, direkten Sonneneinfall auf den Sitzplatz des Tieres und Beregnung unterschieden.

Sämtliche Möglichkeiten wurden auch hier durch Zahlencodes ersetzt.

4.6.3.9. Bewegung vom Ausgangsort

Um unterscheiden zu können, ob sich das Tier von seinem Ausgangsort weg bewegt hat, was durch die anderen aufgenommenen Daten vielleicht nicht deutlich wird, da der Baum oder die Sitzhöhe nicht verändert wurde, hielt ich fest ob sich das Tier, von seinem letzten Antreffpunkt bewegt hat oder nicht.

Chiffrierungscodes

Unterlage	Soziale Umgebung	Färbung	Verhalten	Besucher	Wetter	Tiere	Kontakt
0 = Boden	0 = soziale Isolation; kein Sichtkontakt	0 = Ruhefärbung 0+ = Ruhefärbung hell 0- = Ruhefärbung dunkler (4?)	0 = inaktiv Ruhestellung	0 = keine	0 = Nacht	0 = keine Tiere in direktem Umfeld (3 m um Tier)	0 = kein Sichtkontakt
1 = Stamm	1 = Sichtkontakt, keine Reaktion	1 = Stressfärbung	1 = aktiv Tier in Bewegung	1 = einige (unter 3) mit Abstand (mehr als 1m)	1 = Dämmerung	1 = ein Tier in direktem Umfeld	1 = Sichtkontakt
2 = Ast	2 = ♂ vs ♂ Display	2 = Paarungsfärbung	2 = aktiv Suchstellung / Sicherungstellung	2 = einige nah (unter 1m)	2 = bedeckt, kein Sonneneinfall	2 = ein Tier nah (unter 1m)	2 = Peilsignal
3 = Blatt	3 = ♂ - ♀	3 = Graviditätsfärbung	3 = Drohstellung	3 = viele (mehr als 3) Abstand	3 = kein direkter Sonneneinfall	3 = Angriff / Reaktion des Chamäleons auf Tier	
Bereich	4 = ♀ - ♂	4 = Thermalfärbung	4 = Schlafstellung	4 = viele nah	4 = direkter Sonneneinfall auf Sitzplatz		Bewegung vom Ausgangsort
0 = unten	5 = ♀ - ♀		5 = Flucht		5 = Beregnung		0 = nein
1 = mitte			6 = Paarung				1 = ja
2 = Krone			7 = Fressen				
3 = Peripherie			8 = Sonnen				

Tab. 2: Die Tabelle gibt eine genaue Übersicht über die Chiffrierungscodes, die während der Untersuchung benutzt wurden.

4.7. Datenauswertung

4.7.1. Statistische Auswertung

Die erhobenen Daten wurden mit dem Programm STATISTIKA ausgewertet. Die angewandten Tests, sind im Ergebnisteil jeweils genannt und wurden auf einem Signifikanzniveau von höchstens $\alpha = 0.05$ durchgeführt.

4.7.2. Einteilung in Temperaturklassen

Die Umgebungstemperatur (T_a) wurde in Klassen von jeweils $1,9^\circ\text{C}$ ($18,6^\circ\text{C} - 20,5^\circ\text{C}$; $20,6^\circ\text{C} - 22,5^\circ\text{C}$ usw.) eingeteilt. Durch diese Einteilung wird ebenfalls die Messungenauigkeit des Min/Max – Thermometers, welches für die Mikroklimamessung verwandt wurde, umgangen, da es Temperaturen nur in ganzen Zahlen angab. Ab $0,5^\circ\text{C}$ wurde die $^\circ\text{C}$ – Zahl aufgerundet, darunter abgerundet. Durch diese Einteilung in Klassen, wird der gesamte Bereich an möglichen „Nachkommastellen“ abgedeckt. Sämtliche Körpertemperaturen (T_b) die innerhalb einer solchen Temperaturklasse gemessen werden konnten, wurden aufsummiert und der arithmetische Mittelwert errechnet, so dass für jedes einzelne Tier ein Wert der T_b pro T_a -Temperaturklasse zugeordnet werden konnte.

4.7.3. Plan der Masoala Regenwaldhalle

Der genutzte Plan der Masoala Regenwaldhalle (s. Anhang) lag als elektronische Version in mehreren Maßstäben (u.a. 1: 428; 1: 76) vor. In diesen Plan sind die Pflanzen (grün) der Halle mit Artnamen und Identifikationsnummer an ihrem Standort verzeichnet. Darüber hinaus sind die Pflanzen grob in vier Kategorien eingeteilt, die durch verschieden große Symbole visualisiert sind.

Die Kategorien sind:

- Groß ($> 4\text{m}$)
- Mittel ($>2\text{m} - \text{ca. } 4\text{m}$)
- Klein ($< 2\text{m}$)
- Bambuswald

Außerdem sind in dem Plan sämtliche Wege (beige), Wasserflächen (blau) oder Gesteinsformationen (grau) abgebildet.

Anzumerken ist allerdings, dass dieser Plan einer stetigen Aktualisierung unterliegt, da a) Pflanzen absterben und ersetzt werden; b) Pflanzen umgepflanzt werden; c) neue Pflanzen eingebracht werden; d) sich Pflanzen selber aussähen; f) Wege umgelegt werden. Daher ist der vorliegende Plan nicht als vollständig und exakt zu betrachten.

4.7.4. Zweidimensionale Berechnungen der Aktionsstrecken

Die zweidimensionalen Aktionsstrecken wurde mit Hilfe des GIS - Programms ArcView 3.2. berechnet. Es wurden jeweils die unterschiedlichen Antreffpunkte vom Aussatzort bis zum Ort der letzten Sichtung auf die Grundfläche projiziert und durch Geraden verbunden, die einzelnen Strecken wurden anschließend aufsummiert.

4.7.5. Dreidimensionale Berechnung der Aktionsstrecken

Die Distanz zwischen zwei Antreffpunkten wurde berechnet, in dem die Distanz zwischen diesen Punkten auf einem skaliertem Hallenplan ausgemessen wurde.

Die Sitzhöhen der unterschiedlichen Antreffpunkte (h_1 / h_2) wurden berücksichtigt durch die Benutzung des Satzes von Pythagoras. Die horizontale Distanz zwischen den beiden Sitzpunkten bildete die erste Kathete (d), die Differenz der vertikalen Sitzhöhen ($h_1 - h_2$) bildet die zweite Kathete. Die Hypothenuse bildet somit die errechnete Aktionsdistanz (a) des Tieres.

$$a = \sqrt{d^2 + (h_1 - h_2)^2}$$

Da anzunehmen ist, dass die Tiere besonders in dicht bepflanzten Gebieten von Baum zu Baum via benachbarte Äste wechselten und nicht über den Boden gegangen sind, scheint diese Berechnung am realistischsten.

4.7.6. Berechnung vertikaler Aktionsstrecken

Als vertikale Aktionsstrecke (a_v) wurde die Differenz ($a_v = h_1 - h_2$) zwischen zwei unterschiedlichen Sitzhöhen innerhalb eines Baumes gewertet.

4.8. Fototechnik und Bildbearbeitung

4.8.1. Fototechnik

Sämtliche Fotos, die benutzt wurden, wurden vom Verfasser gemacht. Zum Fotografieren wurde eine OLYMPUS C-740 Digitalkamera benutzt.

4.8.2. Bildbearbeitung

Fotos wurden mit dem Bildbearbeitungsprogramm PHOTOSHOP 7.0. bearbeitet. Mit dem verwandten Tool wurden bestimmte Farben eines Fotos markiert und separat dargestellt.

5. Ergebnisse

5.1. Biologische Daten der beobachteten Tiere

5.1.1. Alter

Das Alter der Tiere wurde vom Zoo mit 7 Monaten und 10 Monaten angegeben. Die Tiere standen kurz vor Eintritt der Geschlechtsreife, bzw. hatten diese gerade erreicht. Ein Großteil der Tiere (besonders die 7 Monate alten Tiere) zeigte noch die typische Juvenilfärbung.

5.1.2. Geschlecht

Die Untersuchungsgruppe von insgesamt zwölf Tieren bestand aus elf ♂♂ und einem ♀♀. Der Grund für diese fast geschlechtshomogene Gruppe ist, dass der Zoo Zürich die Jungtiere zu einem Zeitpunkt erworben hat, wo eine sichere Geschlechtsbestimmung nicht möglich war. So stellte sich nach ein paar Wochen der Haltung heraus, dass ein Großteil der Tiere Männchen waren.

5.1.3. Gewicht und Größe

Das Gewicht der Sender sollte einen Anteil von 5% der Körpermasse nicht übersteigen, um nicht zu starken Einfluss auf das Verhalten der Tiere zu nehmen, oder diese zu behindern. Da die Sender ein Gewicht von 1,2g bzw. 1,8g hatten wurde 40g als minimales Körpergewicht der Tiere festgelegt. Anfang Januar hatten nur fünf Tiere dieses Gewicht bereits erreicht, so dass sie besondert und ausgesetzt werden konnten.

Tiernummer	Geschlecht	Gewicht	GL	KRL
D10	0,1	43g	30cm	14,5cm
B1	1,0	83g	27cm	13cm
B2	1,0	82g	34,5cm	15cm
B4	1,0	72g	35,2cm	15cm
A2	1,0	48,5g	30,5cm	13,5cm

Tab.3: Die Tabelle gibt das Geschlecht, Gewicht (in g) und Größe (in cm) der Tiere der ersten Staffel an. Für ♂ steht 1,0 und für ♀ 0,1. GL steht für die Gesamtlänge der Tiere (Schnauzen – Schwanzspitze); KRL steht für Kopf- Rumpf- Länge.

Die zweite Staffel, bestand aus Tieren die zum Aussetzdatum der ersten Staffeln, noch nicht das nötige Minimalgewicht von 40g erreicht hatten. Ab Anfang Januar wurde die Futtermenge der Tiere in den Terrarien deutlich erhöht, so dass eine schnelle Gewichtszunahme zu verzeichnen war. Ende Februar hatte ein Großteil der Tiere das erforderliche Gewicht erreicht, so dass auch diese Tiere besendert und ausgesetzt werden konnten.

Tiernummer	Geschlecht	Gewicht	GL	KRL
B1,2	1,0	52g	27cm	13cm
B2,2	1,0	48g	27cm	13cm
B3,2	1,0	37g	28cm	13cm
D4	1,0	44,5g	26,5cm	12,5cm
D5	1,0	57g	30cm	14,5cm
A2,2	1,0	62g	35,5cm	15,5cm

Tab.4: Die Tabelle gibt das Geschlecht, Gewicht (in g) und Größe (in cm) der Tiere der zweiten Staffel an. Für ♂ steht 1,0 und für ♀ 0,1. GL steht für die Gesamtlänge der Tiere (Schnauzen – Schwanzspitze); KRL steht für Kopf- Rumpf- Länge.

Alle Tiere befanden sich zu diesem Zeitpunkt noch im Wachstum und standen kurz vor Eintritt in die Geschlechtsreife.

5.1.4. Häutungen (*Ecdysis*)

Aufgrund des rasanten Wachstums, häuteten sich die Tiere etwa alle 4 bis 6 Wochen. Häutungen sind neben der Batterielebensdauer und der Klebeeigenschaften des Hautklebers, ein entscheidender Faktor in der Dauer der Besenderung eines Tieres. Mit einer Häutung werden die Klebestellen und auch der Sender abgestreift. Bei den Chamäleons blieben in der Regel keinerlei Reste der Senderbefestigung zurück.



Abb.21: Die Abbildung zeigt ein Tier, welches kurz vor Ende der Häutung steht. Rot umrandet ist die Stelle, an der der Sender des Tieres befestigt war. Keinerlei Spuren des Klebers oder einer Irritation der Haut sind zu erkennen.

5.2. Individualmarkierung und Telemetrie

5.2.1. Individualmarkierung

Vor dem Aussetzen der Tiere wurde jedes individuell markiert (s. 3.2.), um eine eindeutige Identifikation der einzelnen Tiere zu ermöglichen.

Tiernummer	PIT	Zacken	Sendernummer	Staffel
B4	6445A17	2	97721/ 011	1
B2	64375LE	8	97725/015	1
B1	64388BB	6	97723/013	1
D10	65D6EF8	/	97718/08	1
A2	64420E0	7	97724/014	1
			97722/12	2
D5	65D869F	11	97717/07	2
D4	65E94C4	14	97714/04	2
B3,2	61347A1	13	97720/10	2
B1,2	65E725D	10	97719/09	2
B2,2	65EBB97	12	97716/06	2
A2,2	65E8001	11 / 12	97724/14	2

Tab.5: Die Tabelle zeigt die individuellen Erkennungsmerkmale der einzelnen Tiere beider Gruppen. PIT (Passiv integrierter Transponder) gibt einen alphanumerischen Code an, der mittels eines Ablesegerätes abrufbar ist. Zacken gibt den Zacken des Rückenkamms an, der entfernt wurde. Sendernummer gibt den angeklebten Sender und die entsprechende Empfangsnummer an. Da Tier A2 in der ersten Staffel, aufgrund einer Verletzung relativ früh ausfiel, wurde es in der zweiten Staffel erneut besendert ausgesetzt.

Die Markierung durch entfernen eines Zacken des Rückenkamms, konnte während der gesamten Untersuchungszeit zur eindeutigen Individualerkennung genutzt werden.

5.2.2. Dauer der Besenderung

Wie bereits beschrieben, wurde die Klebedauer der Sender durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst. Für die beiden Staffeln ergaben sich sehr unterschiedliche Klebedauern.

Tiernr.	Beobachtungszeitraum	Sender weg	Sender neu	Klebedauer
A2	25.01.05 – 23.02.05 15 Tage	26.02.05 Sender gefunden		32 Tage
B1 / D8	25.01.05 – 29.01.05 4 Tage 1. Staffel 14 Tage 2. Staffel	29.01.05 02.03.05 09.03.05	Tier bei Neubesenderung ausgefallen 25.02.05 02.03.05	4 Tage 5 Tage 7 Tage
B2	25.01.05 – 28.02.05 vom 04.02. bis 29.02. kein Sichtkontakt 14 Tage	09.02.05 Sender in See verloren		15 Tage
B4	25.01.05 – 23.02.05 29 Tage	03.03.05 kein Peilsignal mehr		29 Tage
D10	25.01.05 – 03.03.05 31 Tage	05.02.05 in Pandanus		11 Tage
A2,2	28.02.05 - 14.03.05 15 Tage	13.03. Tier ohne Sender gefunden		13 Tage
B1,2	28.02.05 – 14.03.05 15 Tage	02.03.05 10.03.05	02.03.05	2 Tage 10 Tage
B2,2	28.02.05 – 11.03.05 12 Tage	05.03.05	05.03.05	5 Tage
B3,2	28.02.05 – 13.03.05 14 Tage	02.03.05	02.03.05	2 Tage
D4	28.02.05 – 14.03.05 15 Tage	13.03.05 Tier in Bambus verloren		14 Tage
D5	28.02.05 – 07.03.05 8 Tage	07.03.05		8 Tage

Tab.6: Die Tabelle zeigt die Beobachtungszeiträume und Klebedauern der Sender für die einzelnen Tiere. „Sender weg“ gibt an, wann ein Tier seinen Sender verloren hat. „Sender neu“ gibt an, ob und wann ein Tier neu besendert wurde.

Die Dauer der Besenderung, insbesondere die Klebedauer, unterschied sich bei den drei Gruppen sehr stark. Die Tiere der ersten Staffel waren durchschnittlich 18 Tage besendert und konnten durchschnittlich über 22 Tage beobachtet werden. Ein Verlust des Senders beendete nicht zwangsläufig die Beobachtungszeit. Das Aufspüren der Tiere wurde ohne Sender jedoch erheblich schwerer.

Die Tiere der zweiten Staffel konnten nur über einen wesentlich kürzeren Zeitraum beobachtet werden, auch die Klebdauer der Sender war geringer. Die Klebdauer der Sender betrug in der zweiten Staffel durchschnittlich 6,5 Tage. Die Beobachtungszeit war mit durchschnittlich 13 Tagen doppelt so lang. Auch hier konnten einige Tiere auch nach Verlust des Senders regelmäßig wieder gefunden werden. Der Maximalwert an Beobachtungszeit konnte bei dem Weibchen D10 erzielt werden. An insgesamt 31 Tagen konnten Daten gesammelt werden. Die maximale Klebdauer der Sender wurde bei Tier A2 mit 32 Tagen erreicht.

Die beiden unterschiedlichen Klebetypen (vorne / hinten) stellten sich als unterschiedlich gut geeignet heraus. Nachdem bei der ersten Staffel der Sender nur hinten angeklebt wurde und festgestellt wurde, dass einige Tiere sich den Sender mit dem Maul von der Haut rissen, wurde überlegt, welche Stelle sich ebenfalls als Klebepunkt eignen könnte. Die Sender wurden daraufhin den Tieren oberhalb der Schulter befestigt, hier konnten sie nicht mit dem Maul den Sender entfernen. Nachteil war allerdings, dass sie an die Sender mit den Hinterbeinen kamen und sich die Antenne, trotz vorherigen zu recht biegen, des Öfteren während der Fortbewegung zwischen Krallen und Unterlage kam, so dass sich die Tiere an der Antenne festhielten und so ein hoher Zug auf den Sender und den Klebepunkt ausgeübt wurde. Alle drei Tiere, denen der Sender oberhalb der Schulter befestigt wurde, verloren ihn deshalb bereits 3 Tage nach dem Aussetzen.

5.3. Temperatur

5.3.1. Klima der Masoala – Regenwaldhalle

Die Masoala Regenwaldhalle stellt den Versuch dar, ein Ökosystem möglichst naturgetreu nachzuempfinden. Die „Umweltbedingungen“, insbesondere abiotische Faktoren wie das Wetter, unterliegen der Steuerung und Regelung durch die Pfleger und Kuratoren. Dabei orientiert man sich zwar an Klimadaten aus Masoala, dennoch muss das „Wetter“ in der Halle an die speziellen Bedürfnisse (hauptsächlich) der Pflanzen ausgerichtet werden. Dabei ist es in der Halle möglich, die saisonalen Wechsel

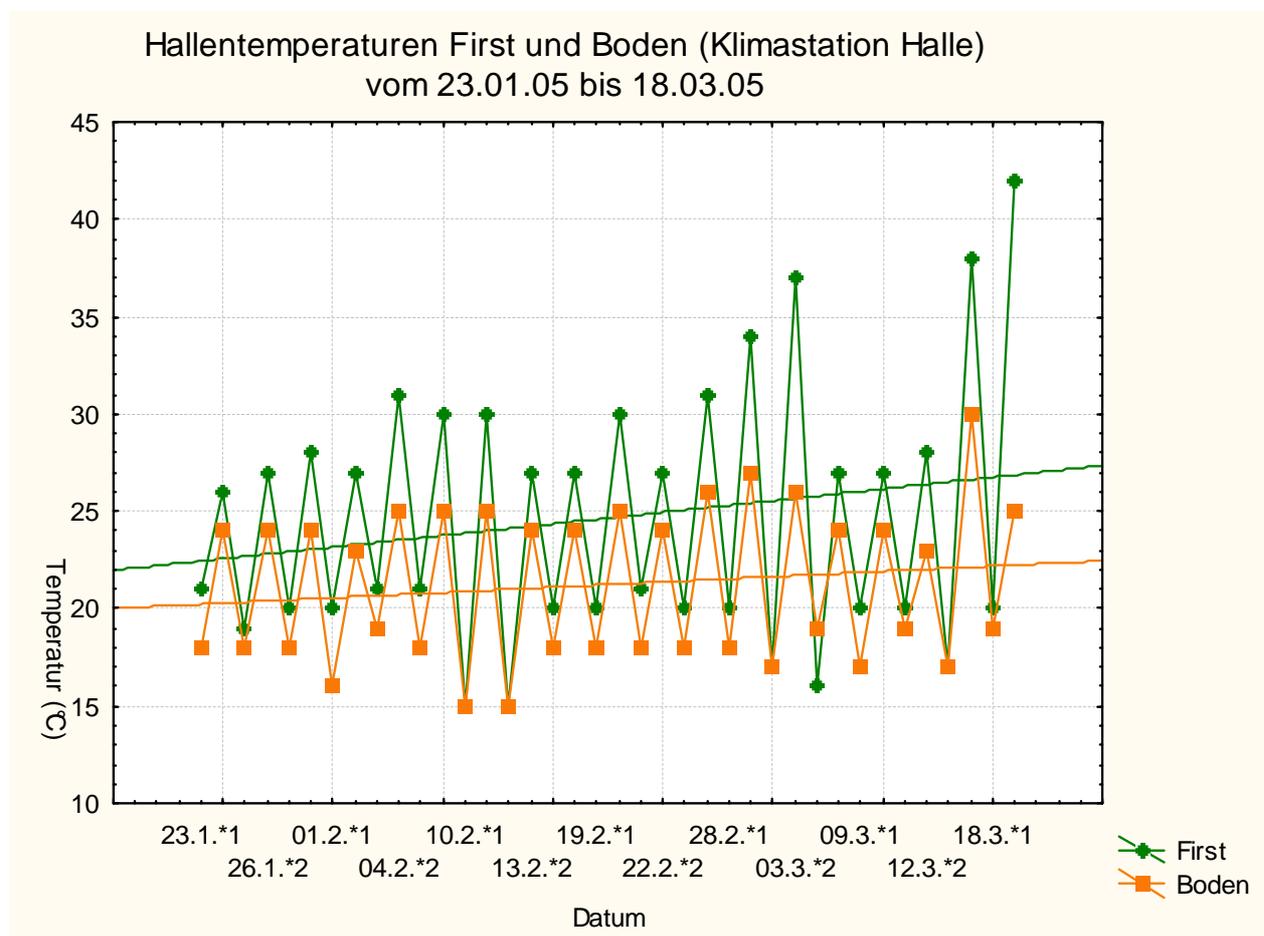


Abb.22: Die Grafik stellt den Verlauf der Hallentemperatur vom 23.01. bis 18.03.05 dar. Aufgetragen wurden die Messdaten, die je im Abstand von drei Tagen gewonnen wurden. Von den Messungen wurden die Minimal- und Maximalwerte (Nacht/Tag) genutzt. *1 gibt den Minimalwert an; *2 den Maximalwert. Die x-Achse stellt den Zeitverlauf dar, auf der y-Achse ist die Temperatur abgezeichnet. Dargestellt sind die Temperaturverläufe von First- und Bodentemperatur.

von Regen- und Trockenzeit zu imitieren. Durch die geringere Sonneneinstrahlung im Herbst und Winter, werden in der Halle durchschnittlich tiefere Temperaturen erreicht.

Zusätzlich werden die Intervalle zwischen den Berechnungen vergrößert, so dass insgesamt weniger „Regen“ fällt. Die Pflanzen und Tiere in der Halle reagierten während der Beobachtungszeit sehr deutlich auf den Wechsel von Winter zu Frühjahr (s.U.). In Abbildung 22 sieht man den Temperaturverlauf in der Halle vom 23.01.05 bis 18.03.05. Die Daten wurden durch Temperatursonden am First der Halle und am Boden gewonnen. Durch die verlängerte Sonnenscheindauer und –intensität, aufgrund des beginnenden Frühjahres, stieg die durchschnittliche Tageshallentemperatur an. Von etwa 22°C am Ende Januar auf 26°C Mitte März. Am First der Halle wurden höhere Temperaturen gemessen, da sich dort zum einen die warme Luft sammelte und eine direkte Sonneneinstrahlung vorhanden war (Treibhauseffekt). Dadurch ergeben sich die

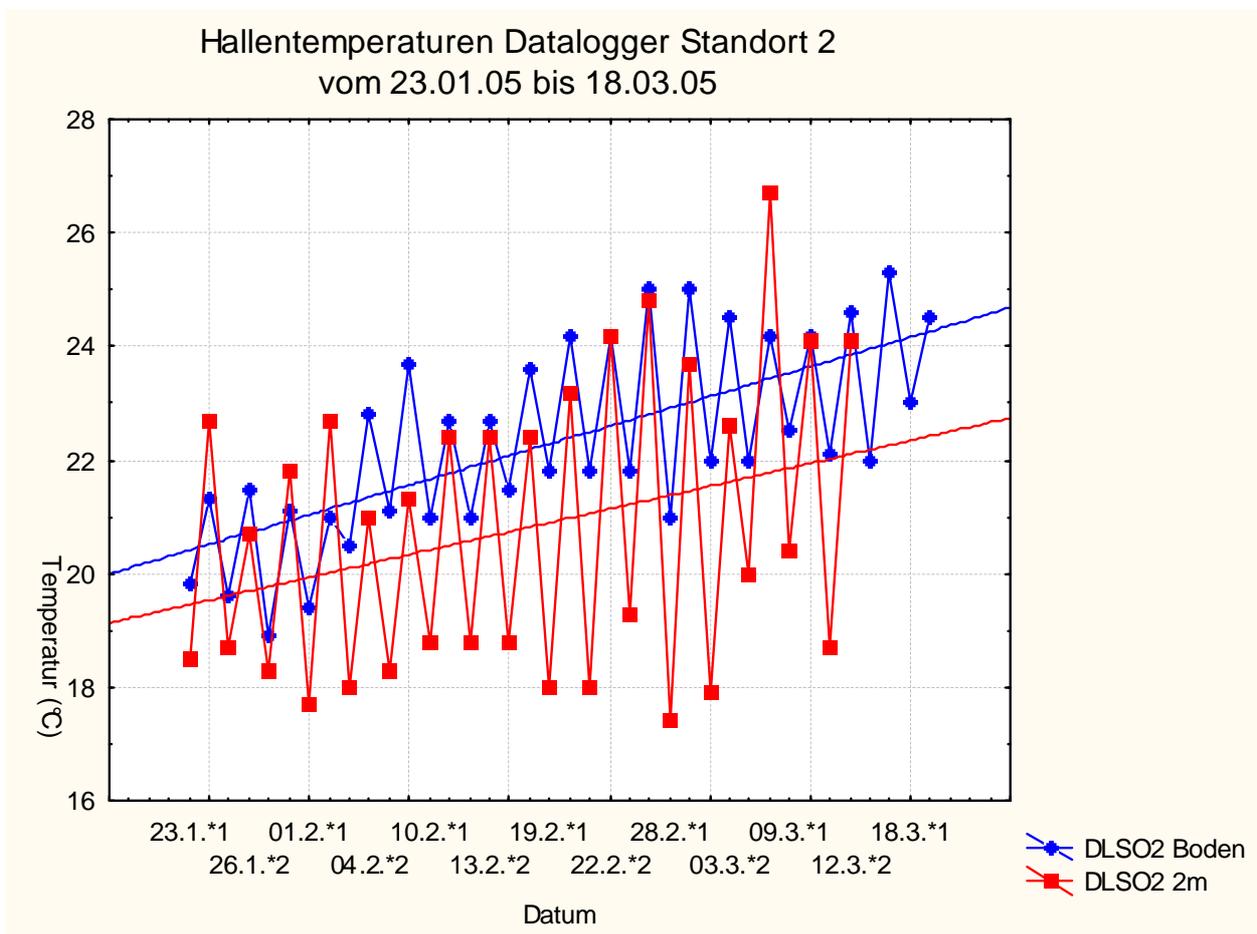


Abb.23: Die Grafik zeigt den Temperaturverlauf in der Masoala – Regenwaldhalle an einem ausgewählten Standort. Sie gibt Aufschluss über die Mikroklimatische Entwicklung während der Untersuchungszeit. DLSO2 (Dataloggerstandort 2) Boden war direkt in Bodenhöhe befestigt während DLSO2 2m in zwei Metern Höhe befestigt wurde. Auf der x- Achse ist der zeitliche Verlauf abgetragen, auf der y – Achse die Temperatur. *1 steht für den Minimal Messwert des Tages; *2 für den Maximal Messwert des Tages.

hohen Schwankungen zwischen Tag- und Nachttemperatur. An sonnigen Tagen erreichten Temperaturen an der Hallendecke Werte von über 35°C. In diesen Fällen wurden die Lüftungsklappen geöffnet, so dass die kalte Luft von außen eine Abkühlung bewirkte.

Die Abbildung 23 zeigt den Temperaturverlauf in der Halle an einem ausgewählten Standort. An diesem Standort, an der Südseite der Halle, wurde mit Hilfe von Dataloggern die Temperatur am Boden und in zwei Metern Höhe gemessen. Der Standort wurde nicht direkt von der Sonne beschienen. Die Grafik soll eine Übersicht über eine mikroklimatische Entwicklung während der Untersuchungszeit geben.

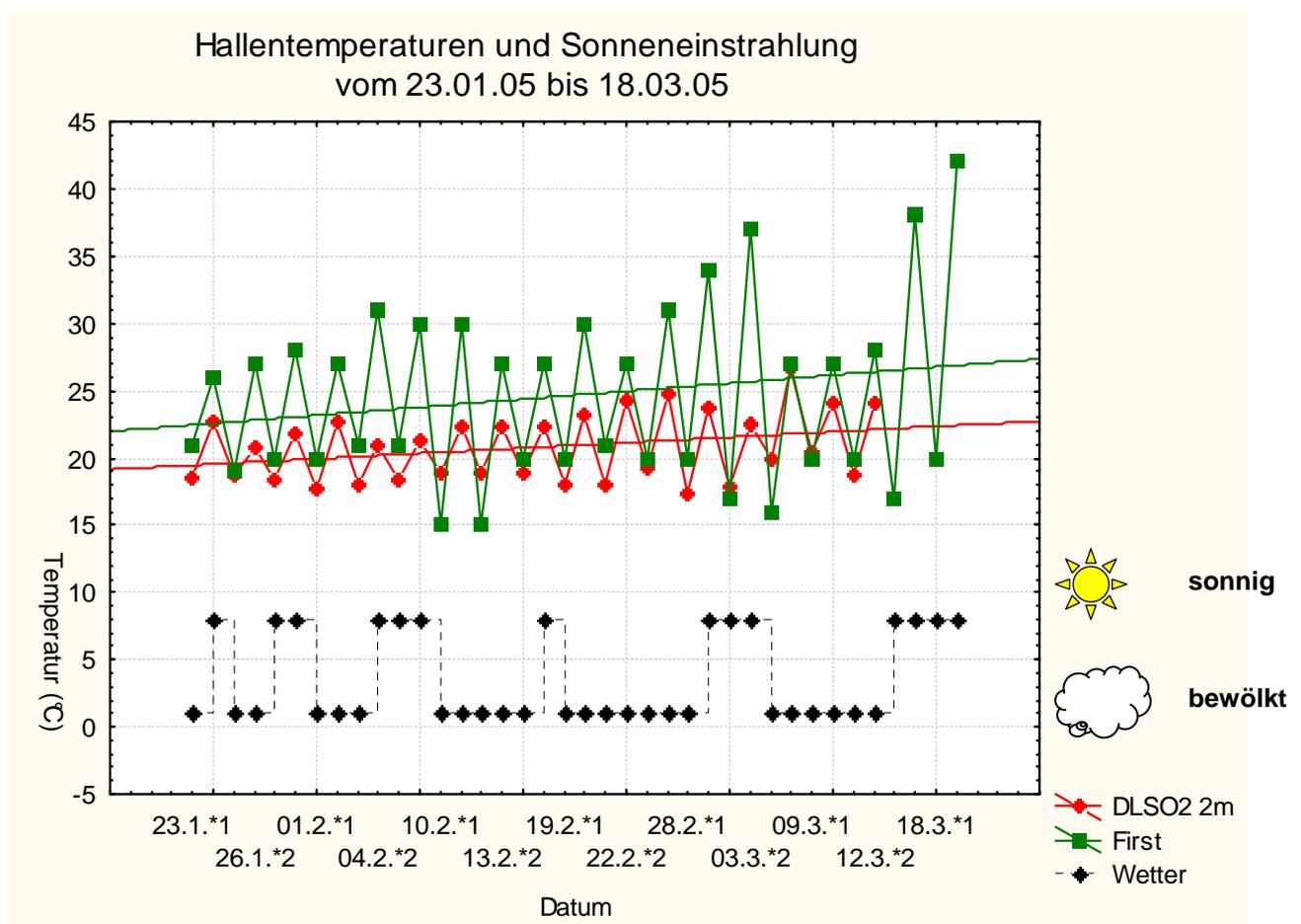


Abb.24: Die Grafik zeigt den Temperaturverlauf in der Masoala Halle vom 23.01. bis 18.03.05. Die x – Achse gibt das Datum an, auf der y – Achse ist die Temperatur in °C abgetragen. Zusätzlich ist auf der y – Achse das Wetter dargestellt. Es wurde in „sonnig“ und „Nicht- sonnig“ unterteilt. Das Sonnensymbol steht für sonnige Tage, das Wolkensymbol für bedeckte Tage. *1 steht für den Minimal Messwert des Tages; *2 für den Maximal Messwert des Tages.

Dieser Standort wurde in der zweiten Staffel auch als Aussetzort genutzt.

Die Schwankungen in diesem mikroklimatischen Bereich sind sehr viel geringer ausgeprägt als es an den vorigen Messpunkten der Fall war. Dennoch lässt sich auch

hier der Anstieg der durchschnittlichen Tagestemperatur gut erkennen. Von 19°C bzw. 20°C auf 23°C bzw. 25°C.

Die Minimal- und Maximaltemperaturen sind hier nicht so stark ausgeprägt wie z.B. am First der Halle. Der maximale Messwert lag in zwei Metern Höhe bei 26,9°C, der minimale Messwert bei 16,8°C. Am Boden betragen diese Werte 17,7°C und 26,1°C.

In der Abbildung 24 ist der Zusammenhang zwischen Sonneneinstrahlung und Temperaturverlauf zu sehen. Besonders an sonnigen Tagen steigt die Temperatur in der Halle rapide an. An einigen Tagen ist eine hohe Temperatur gemessen worden, obwohl keine direkte Sonneneinstrahlung vorhanden war. Dies war oft die Folge des Treibhauseffektes. Die Tage vom 10.02. bis 19.02. waren sehr kalte Wintertage, mit Außentemperaturen von -5°C bis -10°C. Aufgrund dessen konnten die Belüftungsklappen nicht geöffnet werden, da durch den großen Temperaturunterschied zu befürchten war, dass die Pflanzen zu Schaden kommen. So reichte bereits eine leichte Sonneneinstrahlung, um dieses geschlossene System stark zu erwärmen. Nachts fielen die Temperaturen rapide ab, so dass sich die starken Schwankungen in der Tag- und Nachttemperatur ergaben.

Die Luftfeuchtigkeit in der Masoala Regenwaldhalle schwankte im Tagesverlauf zwischen 70 und 85% rel. Luftfeuchtigkeit. Morgens waren die Werte eher niedriger, während sie im Verlaufe des Tages anstiegen. Am frühen Nachmittag (etwa 14.00h) wurden die höchsten Werte gemessen, zum Abend hin sank die Luftfeuchtigkeit wieder ab. Die höchsten Werte wurden an Tagen gemessen, an denen am Morgen die Halle geregnet wurde oder an Tagen, an denen die Lüftungsklappen geschlossen blieben.

5.3.2. Körpertemperatur

Während der Untersuchung konnten Körpertemperaturen (T_b) der Tiere zwischen 16,6°C und 36,8°C gemessen werden. Die gemessenen Lufttemperaturen (T_a) in direkter Umgebung der Tiere, lagen dabei zwischen 19°C und 35°C.

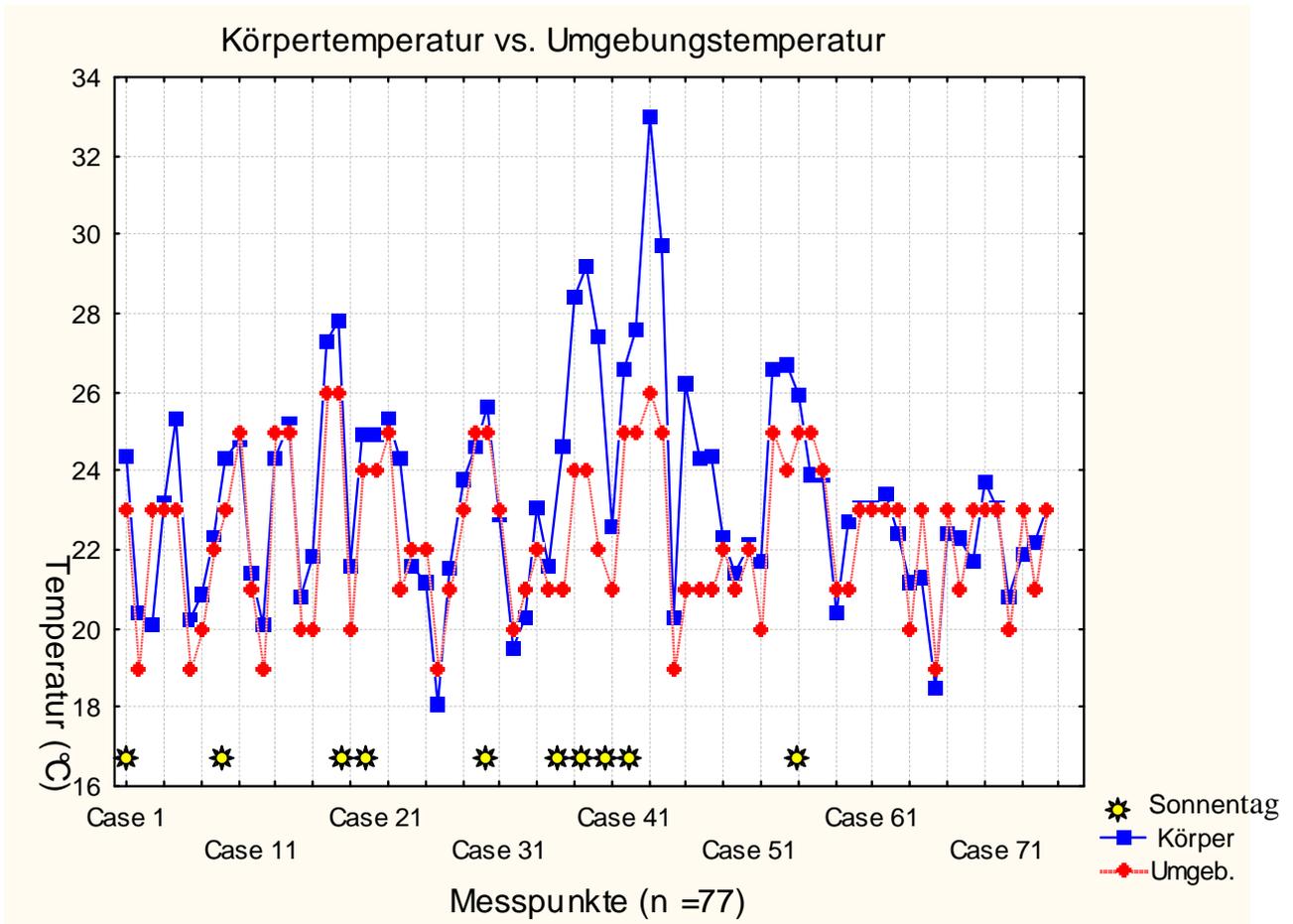


Abb. 25: Die Abbildung zeigt die ermittelte T_b von Tier B4 und die T_a in unmittelbarer Nähe des Tieres. Auf der x-Achse sind die Messpunkte ($n = 77$) aufgetragen, die y-Achse gibt die Temperatur in °C an. Die gelben Symbole stehen für jeweils einen sonnigen Tag ($n = 9$). Der Beobachtungszeitraum betrug 29 Tage.

In Abbildung 25 wird exemplarisch der Verlauf der Körpertemperatur des Tieres B4 während eines Beobachtungszeitraumes von 29 Tagen (25.01.05 bis 23.02.05) gezeigt, da für dieses Tier die ausführlichsten Daten vorlagen. Während dieser Zeit konnten 77 Temperaturmessungen zu unterschiedlichen Tageszeiten durchgeführt werden.

Es fällt auf, dass besonders an sonnigen Tagen, die T_b deutlich über der T_a liegt. Dennoch folgt die T_b hauptsächlich den Schwankungen, die auch im Verlauf der T_a zu beobachten sind. Nur an sechs Messpunkten liegt die T_b des Tieres unter der T_a , der gemessen Unterschied beträgt dabei jedoch meist nicht mehr als 1°C, außer in einem

Fall, wo der gemessene Unterschied 1,9°C beträgt. Die T_a 's liegen größtenteils innerhalb des Temperaturoptimums von 24°C – 36°C (FERGUSON e al. 2004) bei *F. pardalis*, nur in den Morgenstunden werden die Werte regelmäßig unterschritten. Es liegen für dieses Tier jedoch keine Daten vor, in denen die T_a das Temperaturoptimum überschreitet.

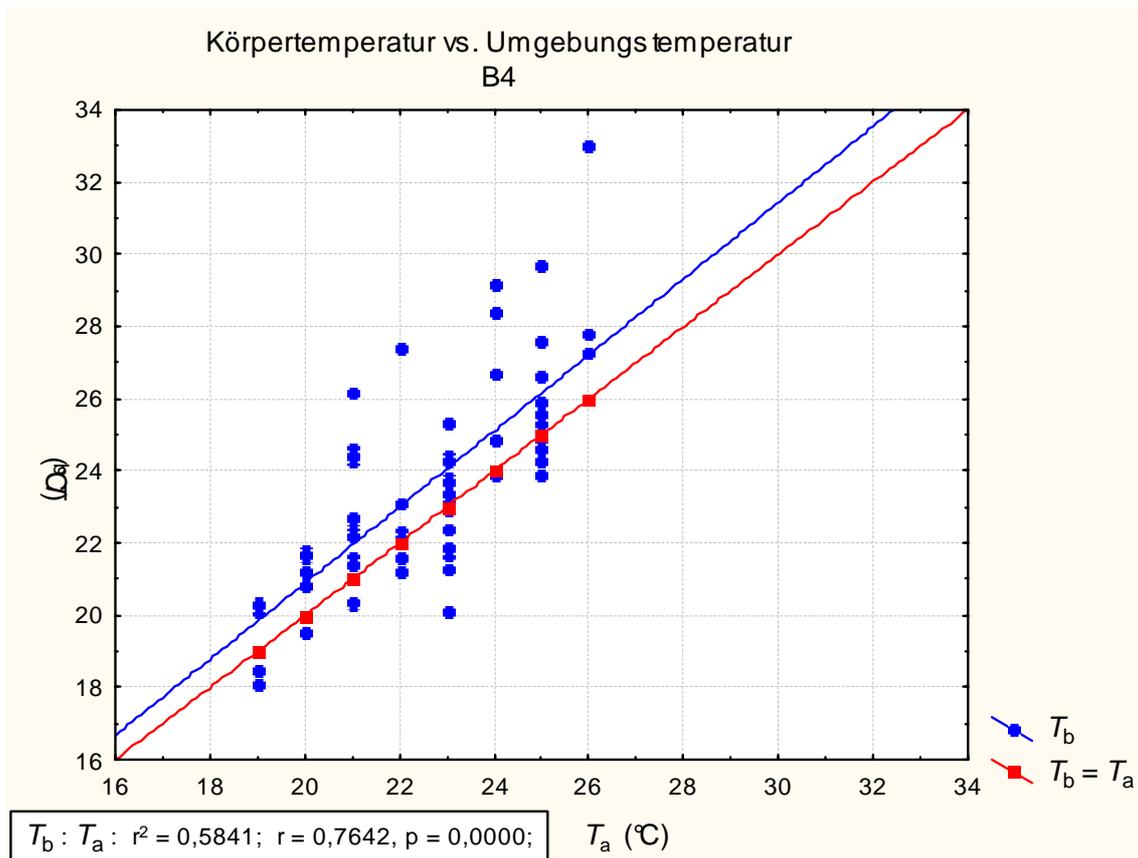


Abb.26: Aufgetragen ist die ermittelte Körpertemperatur (T_b ; y-Achse) des Tieres B4 gegen die Umgebungstemperatur (T_a ; x-Achse). $T_b = T_a$ rote Linie; Regressionsgerade blau. (n = 75; r = 0,7642; $r^2 = 0,5841$; p < 0,000)

In Abbildung 26 ist die T_b des Tieres B4 gegen die direkte Umgebungstemperatur aufgezeichnet. Es zeigt sich, dass eine höchst signifikante, positive Korrelation zwischen T_a und T_b besteht. Steigt die T_a , so steigt ebenfalls die T_b (r = 0,7642; $r^2 = 0,5841$; p < 0,000). Interessant ist dabei auch die Feststellung, dass die T_b in vielen Fällen über der T_a liegt. Bei B4 würde die rot markierte Regressionsgerade einer theoretischen thermischen Konformität entsprechen, d.h. die T_a und T_b wären gleich. Die Regressionsgerade der gemessenen Werte (in der Abb. blau markiert) zeigt jedoch, dass die T_b durchschnittlich um etwa 1°C höher liegt, als die T_a .

Ein besonderes Extrem konnte am 08.02.2005 um 14.00h an Tier B4 gemessen werden. Die T_a lag bei 26°C und die Sonne schien direkt auf den Sitzplatz des Tieres, dass sich sonnte (Körper lateral abgeflacht, Färbung dunkel). Mit Hilfe des Infrarotmessgerätes konnte auf der von der Sonne beschienen Körperhälfte des abgedunkelten Tieres eine Temperatur von 34,6°C gemessen werden. Die zur Sonne abgewandte Seite hatte eine Oberflächentemperatur von nur 31,4°C.

Die Körpertemperaturen des Weibchens D10 wurden über einen Beobachtungszeitraum von 25.01.05 bis 03.03.05 gemessen. Während dieser Zeit konnten 67 Messungen zu unterschiedlichen Tageszeiten vorgenommen werden.

Auch in diesem Fall ergab sich eine signifikante, positive Korrelation zwischen der T_a und der T_b ($r = 0,7541$; $r^2 = 0,5687$; $p < 0,000$) und auch hier lag die T_b oft oberhalb der T_a . D10 und B4 wurden zusammen in der ersten Staffel im Westteil der Halle ausgesetzt und konnten in etwa gleich lang beobachtet werden. In der ersten Staffel, konnten keine T_a 's oberhalb des Temperaturoptimums von *F. pardalis* gemessen werden.

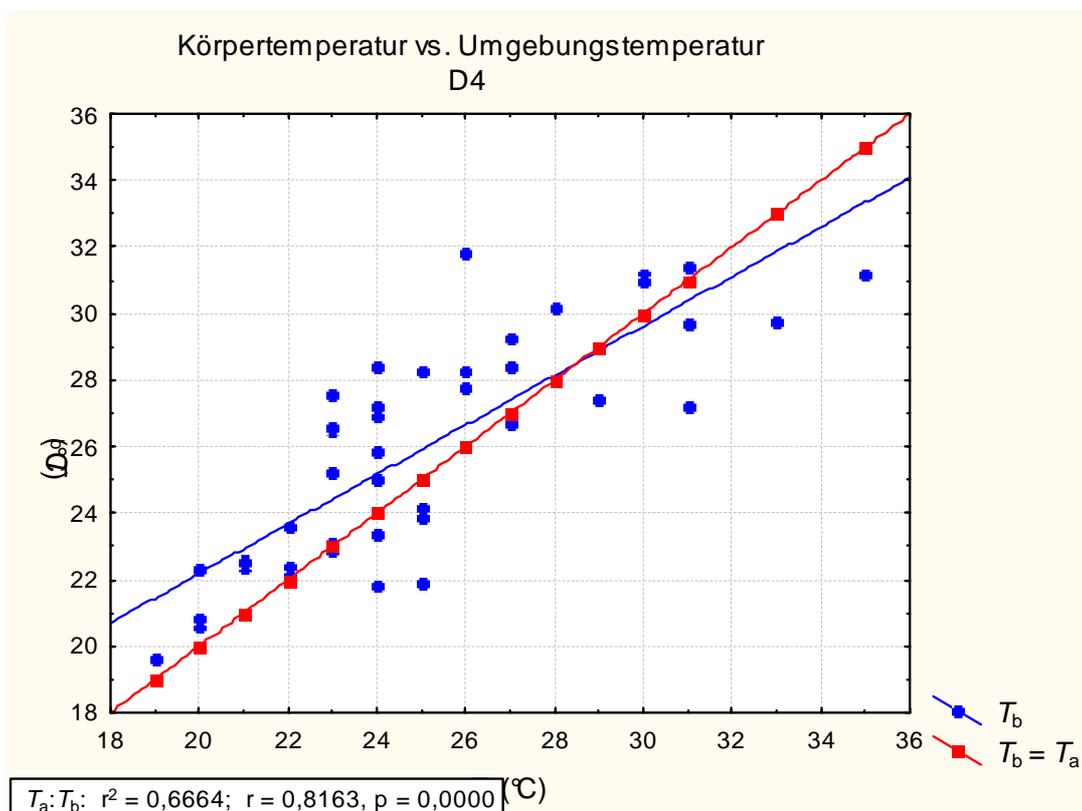


Abb. 27: Aufgetragen ist die ermittelte Körpertemperatur (T_b ; y-Achse) des Tieres D4 gegen die Umgebungstemperatur (T_a ; x-Achse). $T_b = T_a$ rote Gerade; Regressionsgerade T_b blau. ($n = 43$; $r = 0,8163$; $r^2 = 0,6664$; $p < 0,000$)

In der zweiten Staffel konnten an der Südseite der Halle auch T_a 's oberhalb des optimalen Bereiches gemessen werden. Am 01.03.05 konnten in diesem Bereich Temperaturen von über 35°C gemessen werden. Diese Temperaturen entstanden dadurch, dass zum einen die Sonne direkt auf diesen Teil der Halle schien, zum anderen wurden aufgrund der geringen Außentemperaturen nicht Lüftungsklappen nicht geöffnet, so dass sich die Hitze unter der Hallenplane staute.

Abbildung 27 zeigt die T_b des Tieres D4 der zweiten Staffel, in Abhängigkeit zur T_a für einen Beobachtungszeitraum vom 28.02.05 bis 14.03.05. Insgesamt konnten während dieser Zeit 43 Messungen zu unterschiedlichen Tageszeiten vorgenommen werden.

Ebenso wie bei B4 und D10 der ersten Staffel, besteht hier eine höchst signifikante, positive Korrelation zwischen T_b und T_a ($r^2 = 0,6664$; $r = 0,8163$, $p = 0,0000$).

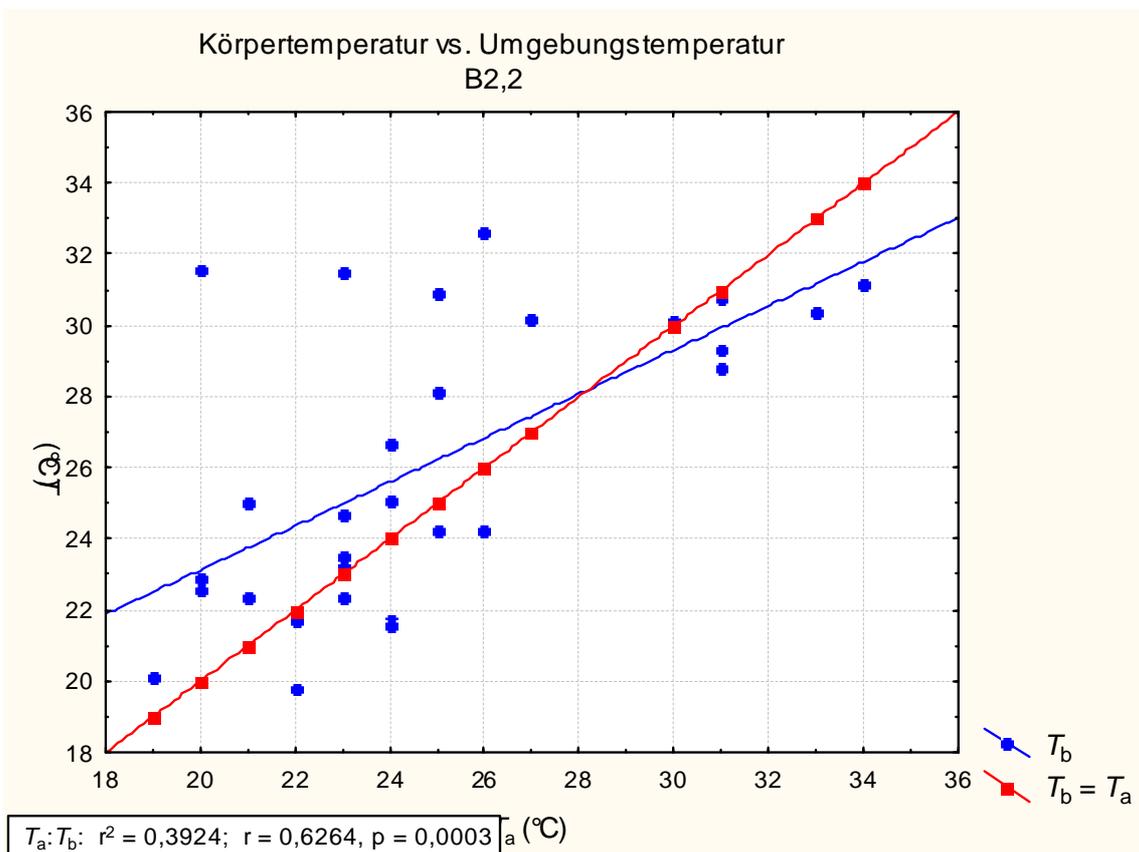


Abb. 28: Aufgetragen ist die ermittelte Körpertemperatur (T_b ; y-Achse) des Tieres B2,2 gegen die Umgebungstemperatur (T_a ; x-Achse). $T_b = T_a$ rote Gerade; Regressionsgerade T_b blau.
($n = 29$; $r = 0,6264$; $r^2 = 0,3924$; $p < 0,0003$)

Man sieht zunächst, dass bei T_a 's unter 28°C die T_b des Tieres höher ist. Ab 28°C verändert sich jedoch das Verhältnis. Eine Zunahme der T_a hat nicht unbedingt eine Zunahme der T_b zur Folge. Bei T_a 's von 33°C oder 35°C betrug die T_b des Tieres 29,8°C

oder 31,2°C. Mehr als 31,8°C T_b wurden in der Untersuchungszeit nicht überschritten. Auch bei Tier B2, 2 der zweiten Staffel, welches im gleichen Gebiet ausgesetzt wurde wie D4, besteht eine signifikante, positive Korrelation zwischen T_b und T_a ($r = 0,6264$; $r^2 = 0,3924$; $p < 0,0003$).

Dieses Tier erreichte eine maximale T_b von 32,6°C in einer sonnenexponierten Position. Bei hohen T_a 's lag die Körpertemperatur deutlich niedriger. Zum Beispiel wurde bei 31°C eine T_b von 28,8°C gemessen oder bei einer maximalen T_a von 34°C eine T_b von 31,2°C.

In einem weiteren Schritt, wurde von allen Tieren die T_b in Temperaturklassen der T_a geordnet (s.3.6.2). Das Ergebnis ist graphisch in Abbildung 29 dargestellt.

Die blau markierte Gerade stellt die Grade einer theoretisch perfekten thermischen Konformität dar ($T_b = T_a$). Rot sind die ermittelten durchschnittlichen T_b 's der Tiere aufgetragen. Es ergab sich eine höchst signifikante, positive Korrelation ($r^2 = 0,8723$; $r = 0,9340$; $p = 0,0000$) von T_b zu T_a .

Bei niedrigen Temperaturen liegen die T_b -Werte meist deutlich über den T_a -Werten, bis 26,5°C. In der Klasse von 26,6°C bis 28,5°C liegt bereits ein Großteil der T_b -Werte unterhalb der T_a . Je stärker die T_a ansteigt, desto mehr gemessene T_b 's liegen unterhalb der T_a . Vier Tiere zeigten in Temperaturklassen oberhalb von 26,6°C auch T_b 's die die T_a überstiegen. Hierbei handelte es sich jedoch meist um Einzelwerte, die gemessen wurden, zu denen in dieser T_a -Temperaturklasse kein weiterer Wert vorlag. Besonders hohe T_b 's wurden auch vor allem bei Tieren gemessen, die sich sonnten.

Körpertemperatur vs. Umgebungstemperatur

$$T_a : T_b: r^2 = 0,8723; r = 0,9340; p = 0,0000$$

$$T_b = -132,9768 + 1,4552 \cdot x$$

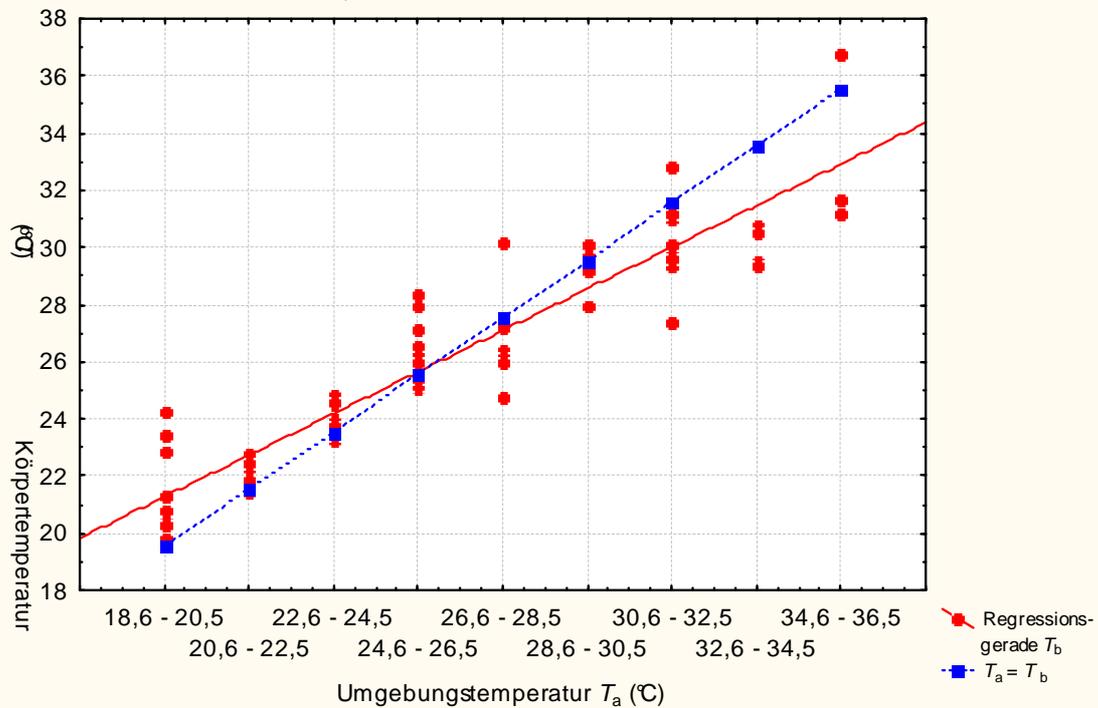


Abb. 29: Die Abbildung zeigt die Körpertemperatur aller Tiere gegen die Umgebungstemperatur aufgezeichnet. Die x-Achse zeigt die T_a - Temperaturklassen; auf der y-Achse ist die T_b aufgetragen. Rot markiert die Regressionsgerade der durchschnittlichen T_b pro T_a -Temperaturklasse. Blau markiert die Regressionsgerade der theoretisch angenommen, perfekten thermischen Konformität.

5.4. Habitatnutzung

5.4.1. Standorte

In der Masoala – Regenwaldhalle wurden etwa 17.000 Pflanzen und Bäume in einigen hundert Arten angepflanzt. Dabei wurde ein typisch dreischichtiger Aufbau des Regenwaldes berücksichtigt. Von Anfang an wurden auch große, hohe Bäume in die Halle integriert, um bereits früh den Besuchern ein authentisches Bild eines madagassischen Regenwaldes zu präsentieren. Somit konnten die Chamäleons aus einer Fülle von unterschiedlichen Mikrohabitaten wählen. Während der Datenaufnahme konnte nicht beobachtet werden, dass die Tiere eine besondere Präferenz für eine bestimmte Pflanzenart / Baumart in der Halle zeigten. Selbst Pflanzen, die aufgrund ihrer Struktur eher als ungeeignet für Chamäleons anzusehen sind, wie *Pandanus baptiste*, *Bismarckia nobilis* oder *Ravenala madagascariensis* wurden von den Tieren als Standort genutzt. Generell konnte bei den meisten Tieren beobachtet werden, dass sämtliche Pflanzen oder sonstige Strukturen in der Halle (Warmluftröhren, Steine, Lüftungsgitter etc.) als Standorte oder als „Wege“ genutzt wurden. Selbst die Wasserflächen wurden mit Hilfe der reichlich vorhandenen Wasserpflanzen (*Pistia stratiotes*) überquert (Abb.30).



Abb.30: Tier B4 nutzt die dichte „Pistia-Decke“ um Wasserflächen zu überqueren.

Auf eine statistische Auswertung von bevorzugten Pflanzenarten als Standort wird an dieser Stelle außerdem auch verzichtet, da a) keine Gleichverteilung der Pflanzenarten in der Halle besteht; b) die Bepflanzung der Halle künstlich angelegt ist, also nicht einer natürlichen Verteilung entspricht; c) die Bepflanzung im Umfeld der drei verschiedenen Aussetzorte nicht identisch ist. Sehr viel interessanter ist jedoch die Verteilung der angetroffenen Standorte der Tiere innerhalb der einzelnen Pflanzen.

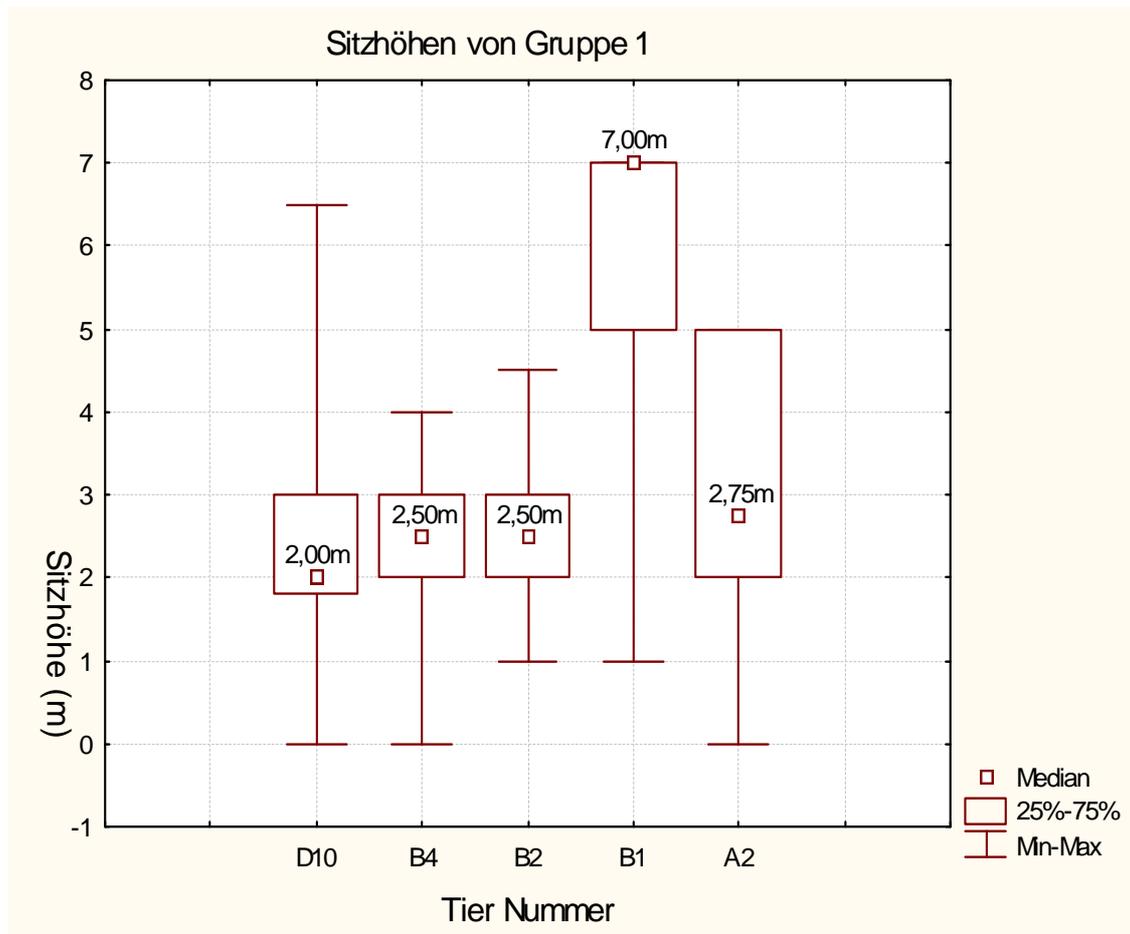


Abb. 31: Sitzhöhen der Tiere der Gruppe 1. Box- und Whisker-Plots: Die Box umfasst die Perzentile von 25% - 75% der Beobachtungen, die offenen Quadrate geben den Median an. Die „Whiskers“ grenzen Minimum und Maximum ein. Die Y – Achse gibt die Sitzhöhe in Metern an, auf der X – Achse sind die einzelnen Individuen aufgetragen. Beobachtungen: D10 n=78; B4 n=120; B2 n=35; B1 n=15; A2 n=63

5.4.2. Sitzhöhen

Die Sitzhöhen der angepeilten Tiere wurden ermittelt. Insgesamt konnten während der Untersuchung 505 Sitzhöhen ermittelt werden. Die Abbildungen zeigen die Sitzhöhen für die einzelnen Tiere der drei verschiedenen Gruppen in Box- Whisker- Plots dargestellt. Die Abbildung 31 zeigt die ermittelten Sitzhöhen für die Tiere der ersten Staffel. Die durchschnittliche Sitzhöhe aller Tiere der Gruppe ergibt eine Höhe von 3,29m (SD \pm 1,34m). Der Mittelwert über die vier Individuen liegt bei 3,35m. Maximal wurden in dieser Gruppe Höhen von 7m gemessen (Tier B1); minimal 0m, wenn die Tiere auf dem Boden angetroffen wurden. In der Hälfte aller Beobachtungen (50%), wurden die Tiere in Höhen von über 2m gesichtet.

Die drei verschiedenen Gruppen unterscheiden sich in der Verteilung der Sitzhöhen deutlich.

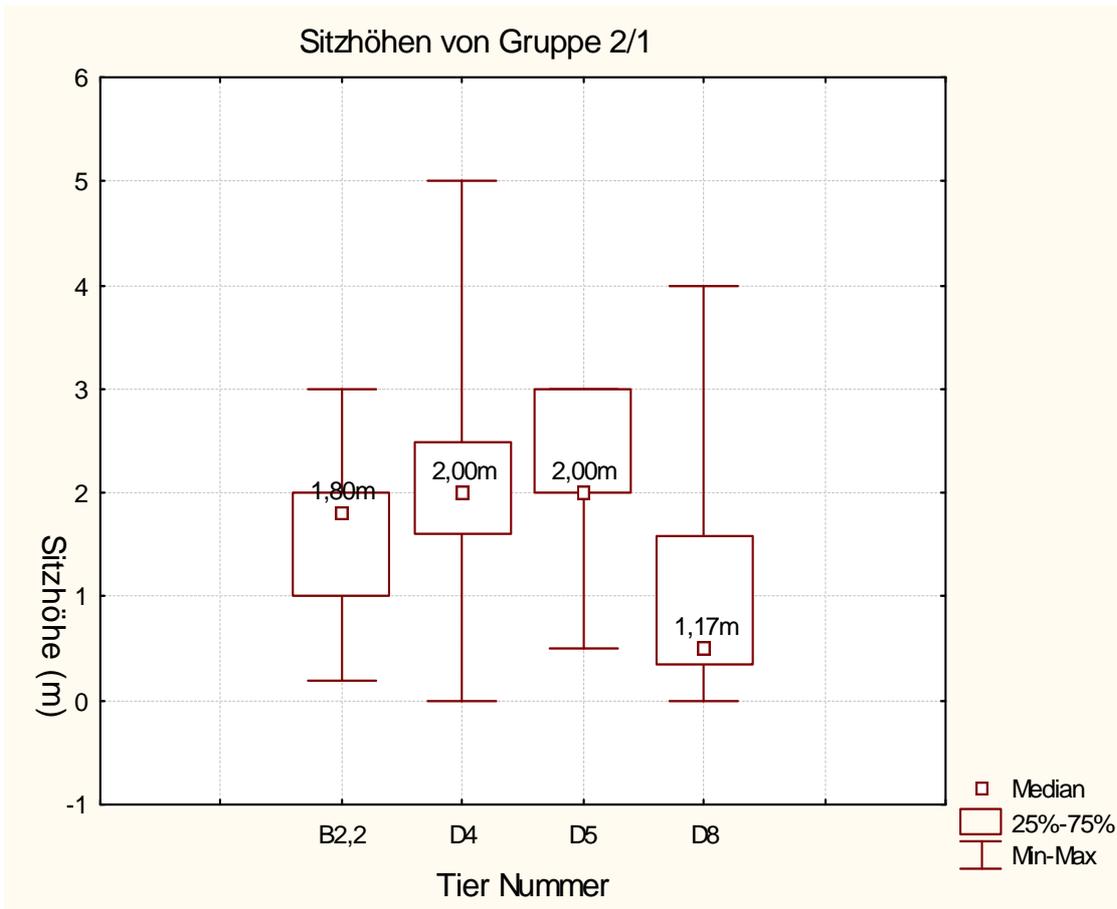


Abb. 32: Sitzhöhen der Tiere der Gruppe 2/1. Box- und Whisker-Plots: Die Box umfasst die Percentile von 25% - 75% der Beobachtungen, die offenen Quadrate geben den Median an. Die „Whiskers“ grenzen Minimum und Maximum ein. Die Y - Achse gibt die Sitzhöhe in Metern an, auf der X - Achse sind die einzelnen Individuen aufgetragen.

Beobachtungen: B2,2 n= 30; D4 n= 46; D5 n= 10; D8 n= 11.

In Abbildung 32 ist die Verteilung der Sitzhöhen von Gruppe 2/1 dargestellt. Die Tiere wurden an der Südseite der Halle ausgesetzt. In dieser Gruppe liegt der Mittelwert der Sitzhöhe bei 1,88m. Maximal wurden Höhen von 5m gemessen; minimal 0m, wenn die Tiere sich auf dem Boden der Halle befanden. In mehr als 50% der Beobachtungen, wurden die Tiere in Höhen zwischen 1m und 3m angetroffen. Die Sitzhöhen der Gruppe 2/2 liegen höher als in dieser Gruppe. Der Mittelwert der Sitzhöhe von Gruppe 2/2 liegt bei 3,54m. Maximal wurden Sitzhöhen von 7m beobachtet; minimal Sitzhöhen von 0,3m. Abbildung 33 zeigt graphisch die Verteilung der Sitzhöhen der einzelnen Tiere der Gruppe 2/2.

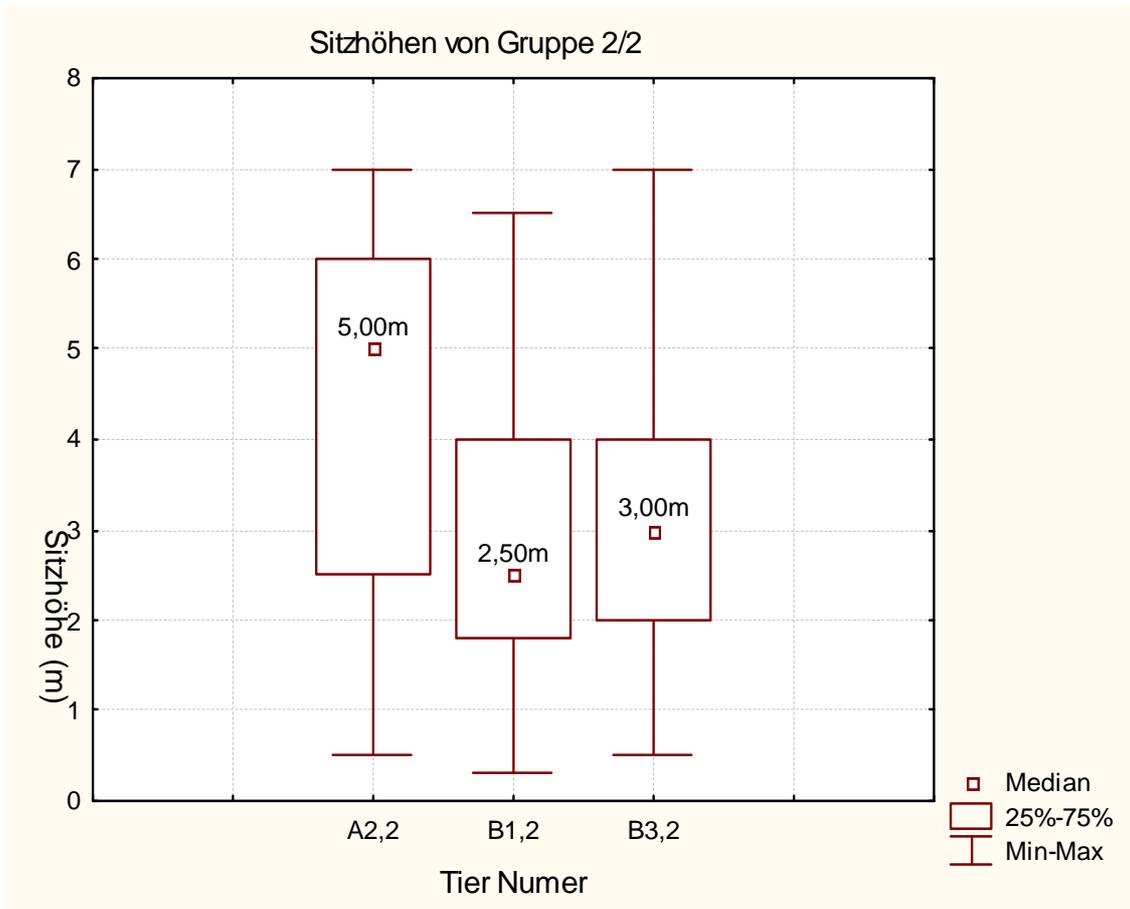


Abb. 33: Sitzhöhen der Tiere der Gruppe 2/2. Box- und Whisker-Plots: Die Box umfasst die Percentile von 25% - 75% der Beobachtungen, die offenen Quadrate geben den Median an. Die „Whiskers“ grenzen Minimum und Maximum ein. Die Y - Achse gibt die Sitzhöhe in Metern an, auf der X - Achse sind die einzelnen Individuen aufgetragen.
 Beobachtungen: A2,2 n = 21; B1,2 n= 41; B3,2 n= 35.

5.4.3. Genutzte Baumbereiche

Neben der Ermittlung der Sitzhöhe in Metern wurde ebenfalls ermittelt, welche Bereiche eines Baumes (einer Pflanze) von den Tieren aufgesucht werden. Aus diesem Grund wurden sämtliche Pflanzen, die von den Tieren aufgesucht wurden, in drei Bereiche eingeteilt (s. 4.6.3.1.). Es zeigte sich, dass die angetroffenen Sitzpunkte in den Bäumen höchst signifikant von einer Gleichverteilung innerhalb des Baumes abweichen (χ^2 – Test; $p < 0,000$). Alle Beobachtungen, aller Tiere zeigten eine signifikante Präferenz für das obere Drittel bzw. den Kronenbereich (H – Test; $p < 0,01$; Median: 3,0) der Pflanzen.

Für die einzelnen Gruppen berechnet, ergab sich ein leicht anderes Bild. Für die Gruppen 1 und 2/1 konnte eine signifikante Präferenz für das obere Drittel bzw. den Kronenbereich berechnet werden (H – Test; $p < 0,01$; Median: 3,0). Für Gruppe 2/2 gab es eine signifikante Präferenz für das mittlere Drittel (H- Test; $p < 0,01$; Median 2,0). In Abbildung 34 ist die prozentuale Verteilung der genutzten Baumbereiche für die einzelnen Gruppen dargestellt. In die Berechnung gingen nur die letzten 20 Beobachtungspunkte eines jeden Tieres ein, da anzunehmen ist, dass sich die Tiere zu diesem Zeitpunkt bereits gut in das Leben in der Halle eingewöhnt haben.

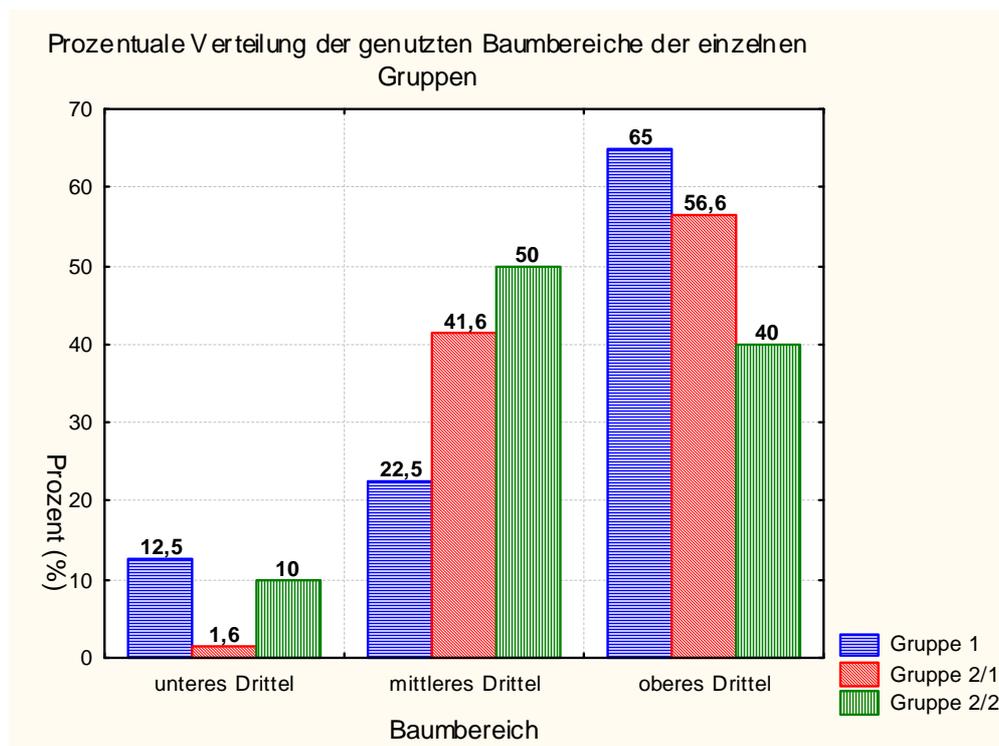


Abb. 34: Die Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der genutzten Baumbereiche der einzelnen Gruppen. Auf der x- Achse sind die einzelnen Baumbereiche angegeben, die y – Achse gibt die Prozentzahl an.

In der Abbildung (Abb. 34) wird ersichtlich, dass die Tiere der Gruppe 1 hauptsächlich im oberen Drittel der Pflanzen beobachtet werden konnten (65%). Auch die Tiere der Gruppe 2/1 wurden in über der Hälfte der Beobachtungen im oberen Drittel der Pflanzen angetroffen (56,6%). Bei dieser Gruppe ist mit 41,6% das mittlere Drittel aber auch häufig genutzt worden. Die Tiere der Gruppe 2/2 wurden meist im mittleren Drittel (50%) und oberen Drittel (40%) der Pflanzen angetroffen.

Neben den Baumbereichen Oben/Mitte/Unten wurde auch untersucht, ob sich die Tiere in der Peripherie der Bäume oder eher in der Mitte der Bäume aufhalten.

In Abbildung 35 lässt sich eindeutig ersehen, dass die Tiere in allen drei Gruppen häufiger in peripheren Bereichen der Bäume angetroffen wurden. Auch hier beziehen sich die Werte nur auf die letzten 20 Beobachtungspunkte der Tiere.

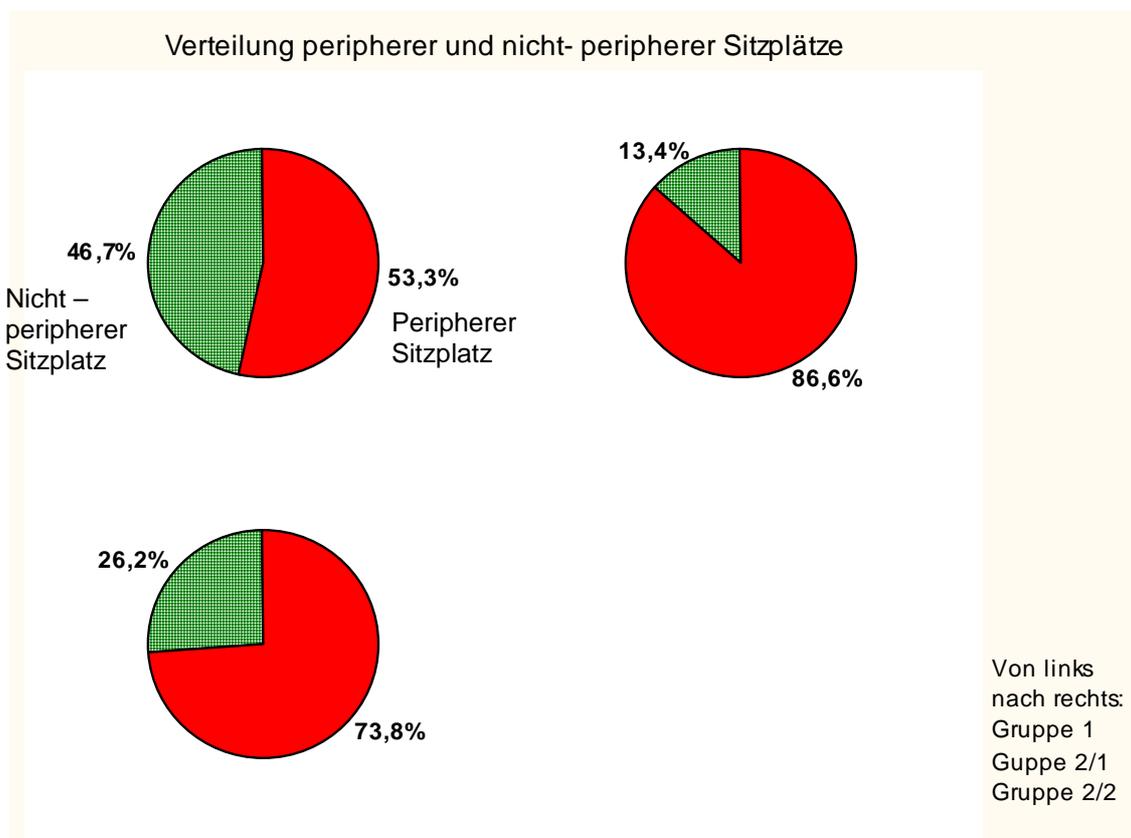


Abb. 35: In der Abbildung ist die Verteilung von peripheren und nicht – peripheren Sitzplätzen in den genutzten Pflanzen, der einzelnen Gruppen dargestellt. Die peripheren Anteile sind flächig rot dargestellt, die nicht – peripheren Anteile gepunktet grün.

5.4.4. Genutzte Baumkategorien

Wie in 4.4.3. bereits beschrieben, unterschieden sich die einzelnen Aussetzorte der Tiere in der Verteilung großer, mittlerer und kleiner Gewächse. Diese unterschiedliche Verteilung spiegelt sich in den genutzten Baumkategorien wieder (Abb. 36). In der Abbildung wird deutlich, dass die Tiere der Gruppe 1 hauptsächlich in großen Bäumen (> 4m) anzutreffen waren. Die Tiere der Gruppe 2/1 hingegen wurden zu 71,4% in kleinen Pflanzen beobachtet. Große und mittlere Bäume machten nur etwa ¼ der Beobachtungen, dieser Gruppe aus. Die Tiere der Gruppe 2/2 wurden meist in mittel großen Pflanzen (2 – 4m) angetroffen (61,5%). Daneben nutzten sie eher große Bäume, in kleinen Pflanzen wurden sie nur selten beobachtet (4,1%). Hier wurden ebenfalls nur die letzten 20 Beobachtungspunkte der einzelnen Tiere für die Berechnungen herangezogen.

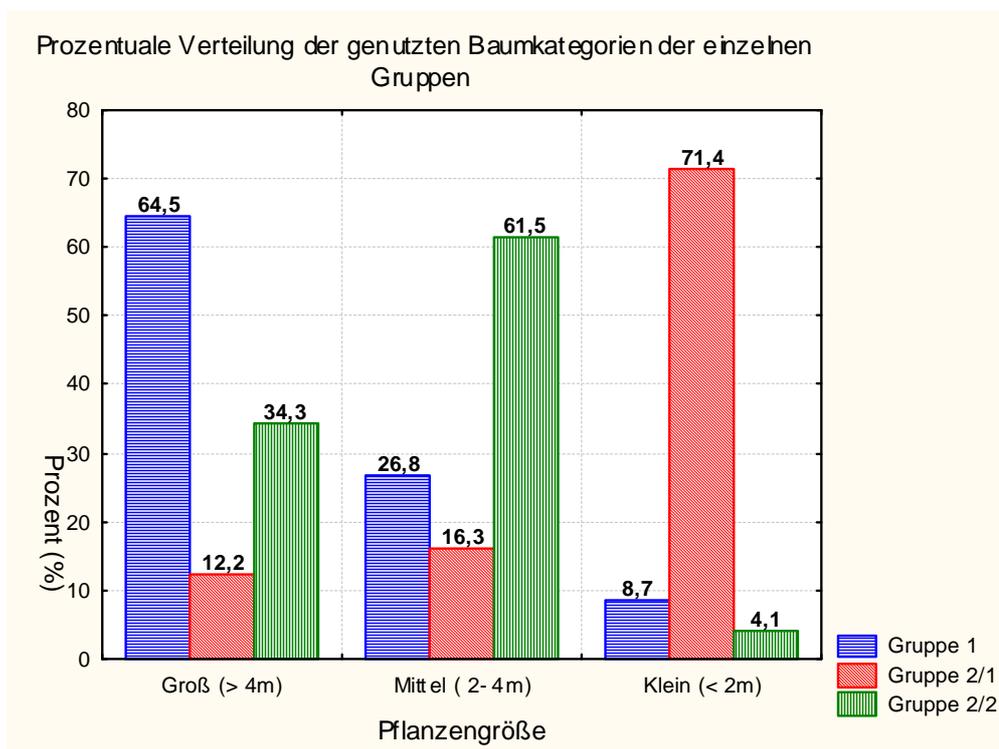


Abb. 36: In der Abbildung ist die prozentuale Verteilung der genutzten Baumkategorien der einzelnen Gruppen dargestellt. Die Baumkategorien sind a) Groß (> 4m) b) Mittel (2 – 4m) und c) Klein (< 2m). Auf der y – Achse sind die Prozentwerte angegeben.

5.5. Aktivitätsmuster und Raumnutzung

5.5.1. Zurückgelegte Distanzen

Während der Beobachtungsphase wurden sehr unterschiedlich weite Distanzen vom Aussetzort von den Tieren zurückgelegt. In Tabelle 7 sind die zurückgelegten Distanzen der einzelnen Tiere aufgeführt. Hier wurde zunächst nur eine angenommene, zweidimensionale Distanz zwischen Aussetzort und letztem Punkt der Sichtung (s. 3.6.4.) berechnet.

	A2 ♂	B4 ♂	B2 ♂	D10 ♀	B2,2 ♂	D4 ♂	D5 ♂	D8 ♂	B1,2 ♂	B3,2 ♂	A2,2 ♂
Gruppe	1	1	1	1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/2	2/2	2/2
Distanz	21,30m	80,30m	61,80m	25,60m	129,50m	94,10m	49,20m	108,90m	55,10m	12,40m	18,50m
Zeitraum in Tagen	15	29	14	31	12	15	8	14	15	14	15

Tab.7: Die Tabelle zeigt die zurückgelegten Distanzen der einzelnen Tiere, der jeweiligen Gruppe, vom Aussetzort bis zum Punkt der letzten Sichtung. Die Distanzen sind in Metern angegeben und beziehen sich nur auf eine angenommene zweidimensionale Bewegung. Der Beobachtungszeitraum in Tagen.

Tier B2,2 legte die größte Strecke während der Untersuchungszeit zurück: 129,50m wurden in 12 Tagen zurückgelegt. Tier B3,2 legte in etwa der gleichen Zeit (14 Tage) eine Strecke von nur 12,40m zurück. Insgesamt fällt auf, dass die Tiere der Gruppe 2/1 deutlich weitere Distanzen in der Beobachtungszeit gelaufen sind. In 14 Tagen wurden von jedem Tier etwa 100m Strecke bewältigt. Bei den anderen beiden Gruppen wurden in 14 Tagen im Schnitt nur etwa 40m (Gruppe 1) bzw. 20m (Gruppe 2/2) erreicht. Abbildung 34 zeigt den Plan der Masoala – Regenwaldhalle, in den die einzelnen Wegstrecken der Chamäleons eingezeichnet sind.

Um eine annähernd dreidimensionale Vorstellung über die zurückgelegten Distanzen der Tiere zu bekommen wurden die Aktionsstrecken (a) unter Berücksichtigung der einzelnen Sitzhöhen (h) berechnet (s. 4.7.5.). Außerdem wurden sämtliche vertikalen Bewegungen (a_v) innerhalb eines Baumes, die nicht in der Aktionsstrecke berücksichtigt wurden, ermittelt (s. 4.7.6.). Die Aktionsstrecken wurden jeweils für die letzten acht Tage des Beobachtungszeitraumes eines Tieres gewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 8 dargestellt.

	A2	B4	B2	D10	B2,2	D4	D5	D8	B1,2	B3,2	A2,2
Gruppe	1	1	1	1	2/1	2/1	2/1	2/1	2/2	2/2	2/2
a (m)	14,00*	33,50	14,40*	15,00	50,60*	51,30	46,50	57,30	33,10	11,20	19,83
a _v (m)	3,50	5,40	14,50	2,10	12,00	6,80	1,00	29,00	15,70	15,00	8,50
Σ _a (m)	17,50	38,90	28,90	17,10	62,60	58,10	47,50	86,30	48,80	26,20	28,33

Tab.8: In der Tabelle sind die einzelnen Aktionsstrecken (a) und vertikalen Bewegungen(a_v) der einzelnen Chamäleons, für die letzten acht Beobachtungstage, dargestellt. * für diese Tiere lagen keine zusammenhängenden Daten für die letzten acht Tage vor (A2 5 Tage; B2 4 Tage; B2,2 6 Tage).

Die Unterschiede in den zurückgelegten Distanzen, lassen sich in der graphischen Darstellung sehr gut erkennen. Die vier Tiere der Gruppe 1 nutzen zusammen insgesamt eine Fläche von rund 650m² in der Halle. Die vier Tiere der Gruppe 2/2 nutzten zusammen eine Fläche von etwa 540m², während die drei Tiere der Gruppe 2/1 eine zusammen eine Fläche von 1152m² nutzten.

5.5.2. Bewegungsmuster

Es werden in der Abbildung 37 zwei Bewegungsmuster deutlich, die in den drei Gruppen verschieden verteilt sind. In Gruppe 1 und 2/2 gibt es sowohl relativ standorttreue Tiere als auch explorative Tiere. In Gruppe 1 stellten sich die Tiere D10 und A2 als eher standorttreu heraus. In Gruppe 2/2 legte besonders Tier B3,2 nur eine kleine Strecke vom Ausgangsort aus zurück.

Sämtliche Tiere der Gruppe 2/1 legten dagegen eher große Strecken vom Aussetzort zurück. Abbildung 37 zeigt besonders bei dieser Gruppe einen starken linearen Bewegungsverlauf. Jedoch auch bei den andren Gruppen, zeigen die Bewegungsmuster einen eher linearen Bewegungsverlauf.

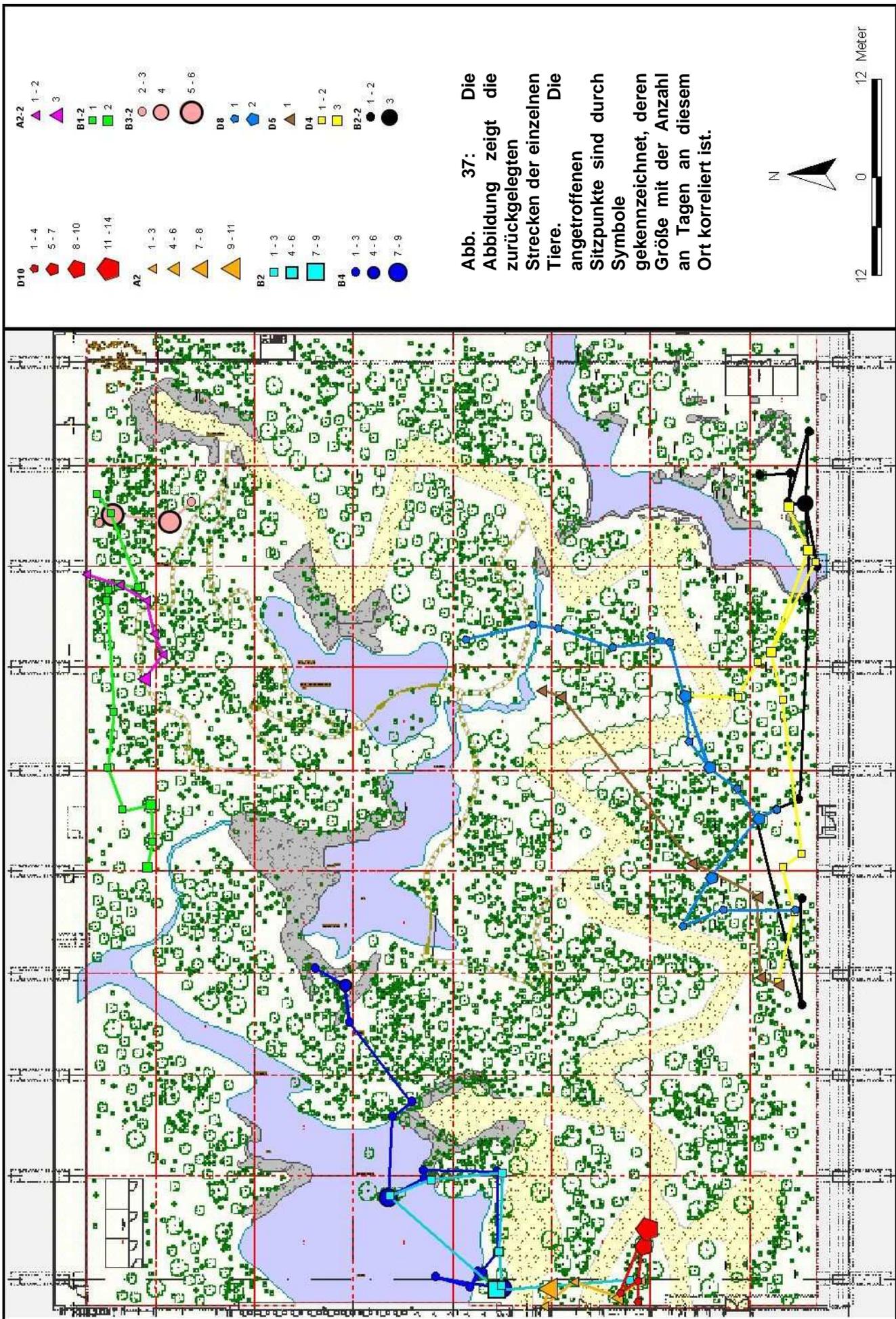


Abb. 37: Die Abbildung zeigt die zurückgelegten Strecken der einzelnen Tiere. Die angetroffenen Sitzpunkte sind durch Symbole gekennzeichnet, deren Größe mit der Anzahl an Tieren an diesem Ort korreliert ist.

5.5.3. Bewegungstypen

Standorttreuer Bewegungstyp

Besonders in Gruppe 1 und Gruppe 2/2 ließen sich eher standorttreue Tiere finden. Exemplarisch sollen an dieser Stelle das Verhalten von zwei standorttreuen Tieren vorgestellt werden.

Tier D10 war das einzige Weibchen der Untersuchungsgruppe und wurde am 24.01.05 an der Westseite der Halle um 09.00h ausgesetzt (Abb. 38).

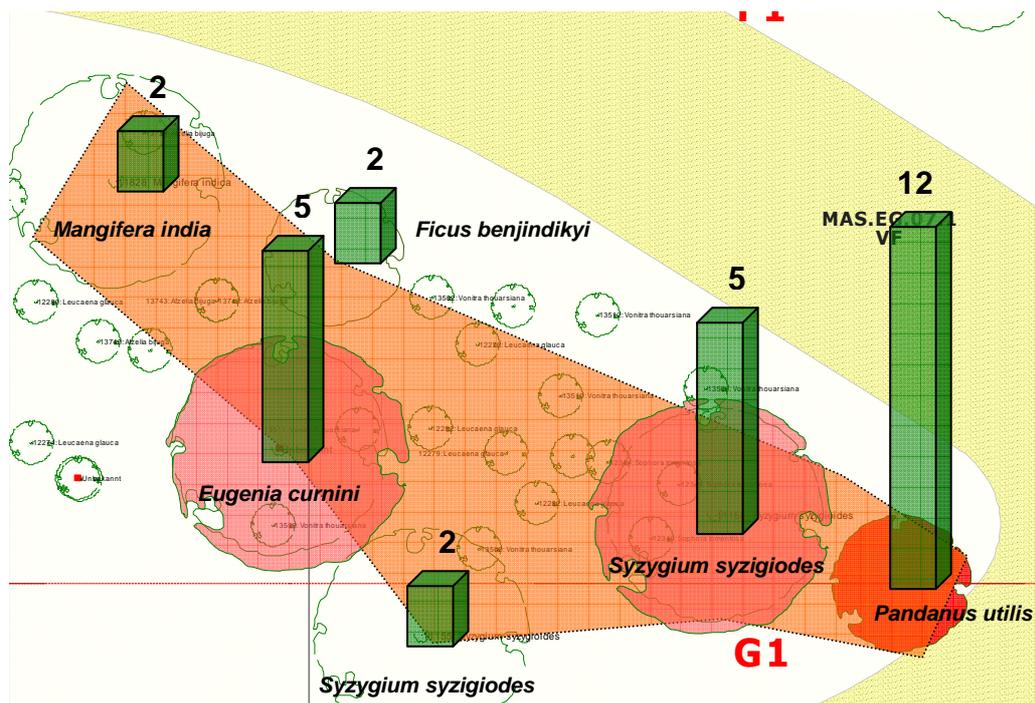


Abb.38: Die Abbildung zeigt das Mikrohabitat, dass von Tier D10 während der Untersuchungszeit genutzt wurde. Die orange Fläche stellt das Maximum-Convex-Polygon (MCP) dar, die Balken zeigen die Häufigkeit an, an wie vielen Tagen die entsprechende Pflanze genutzt wurde. Besonders häufig genutzte Pflanzen sind farblich unterlegt.

Nachdem sie ausgesetzt wurde, kletterte sie ziemlich rasch in den nächst größeren Baum, in diesem Falle eine *Eugenia curnini* (Baumnummer 11148). In diesem Baum, den sie während der Untersuchungszeit an insgesamt 5 beobachteten Tagen nutzte, wurden unterschiedliche Baumhöhen (2 bis 6,50m) und Baumbereiche aufgesucht. Die benachbarten *Syzygium syzigiodes* 11156 und 11155 wurden ebenfalls von dem Tier genutzt, auch hier wurden unterschiedliche Baumhöhen (0 bis 4,50m) und Baumbereiche genutzt. Besonders häufig ließ sich das Tier jedoch in einer *Pandanus utilis* beobachten. Es blieb bis zu neun Tage hintereinander in dieser Pflanze und kehrte immer wieder, nachdem sie sich für eine Zeit wo anders aufhielt, in diese Pflanze zurück.

Dieser Aufenthalt in der *Pandanus* war zunächst überraschend, da die *Pandanus* eher als schlecht für Chamäleons geeignet scheint. Die großen, mit Dornen besetzten Blätter bieten nur wenig Möglichkeiten für die Chamäleonfüße zum festhalten.



Abb.39: Weibchen D10 in *Pandanus utilis*.

In der *Pandanus* nutzte das Tier vor allem die peripheren Bereiche, wo es oft beim sonnen beobachtet werden konnte. Besonders ein Ast, der in die *Pandanus* gefallen war, wurde häufig als Sitzplatz genutzt.

Das Tier wurde über einen Zeitraum von 37 Tagen nur in diesem Gebiet beobachtet, während der letzten acht Beobachtungstage wurde eine dreidimensionale Strecke von mindestens 17m zurückgelegt. Aufgrund dieser Ortstreue, wurde in der Abbildung 38 ein Minimum – Convex – Polygon (MCP) für das Tier gezeichnet, indem die äußersten, beobachteten Sitzpunkte miteinander verbunden wurden.

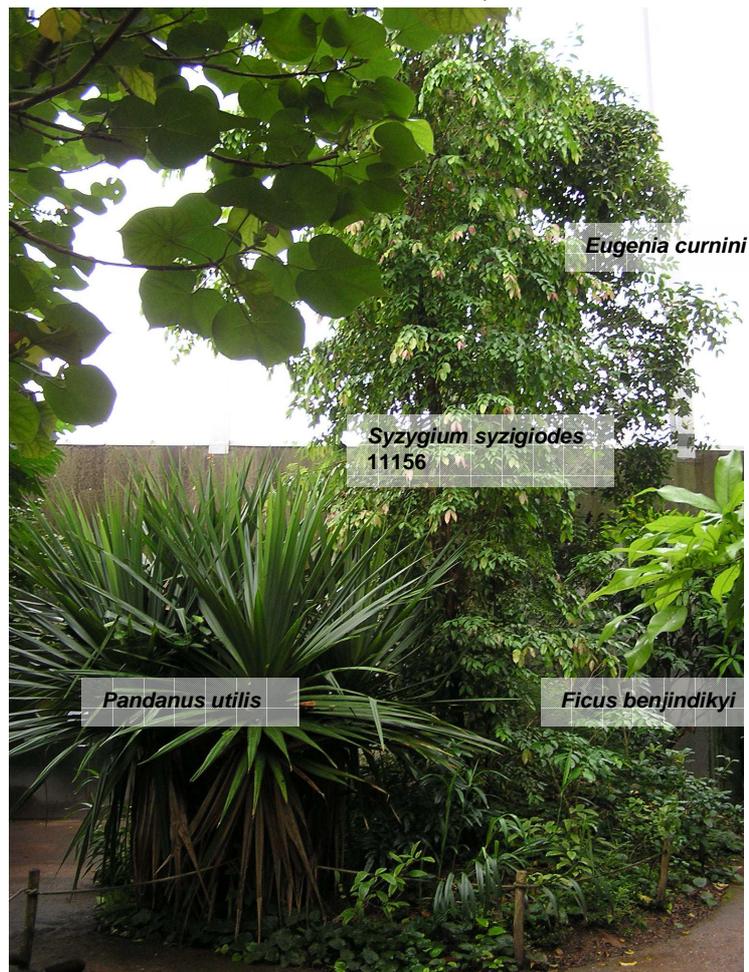


Abb. 40: Die Abbildung zeigt das Mikrohabitat, welches von D10 genutzt wurde. Die *Pandanus utilis* hat eine Höhe von etwa 2,50m. Im Hintergrund ist die Hallenwand zu erkennen.

Das Tier B3,2 aus der Gruppe 2/2 zeigte ein ebenfalls eher standorttreues Bewegungsmuster. In Abbildung 41 ist der Bewegungsverlauf des Tieres für einen Beobachtungszeitraum von 14 Tagen dargestellt. Nach dem Aussetzen hielt sich das Tier für eine längere Zeit in *Mimosups elengi* (10167) auf. Innerhalb des Baumes veränderte das Tier häufig seine Sitzhöhe (1,50m bis 4m) und den Baumbereich. Dann wechselte er ziemlich schnell (innerhalb eines Tages) den Baum und hielt sich längere Zeit in *Barringtonia racemosa* 10667 auf. Auch hier zeigte er wieder ein ähnliches Verhalten. Innerhalb des Baumes wurde häufig der Sitzplatz gewechselt. Zum Schluss wechselte B3,2 in eine benachbarte *Pandanus*, wo er den Sender verlor und kein Sichtkontakt mehr hergestellt werden konnte. In Abb. 41 wurde auf die Erstellung eines MCP's verzichtet, da die Sitzplätze in linearer Reihenfolge aufgesucht wurden. Lediglich die genutzten Bäume wurden farblich hervorgehoben.

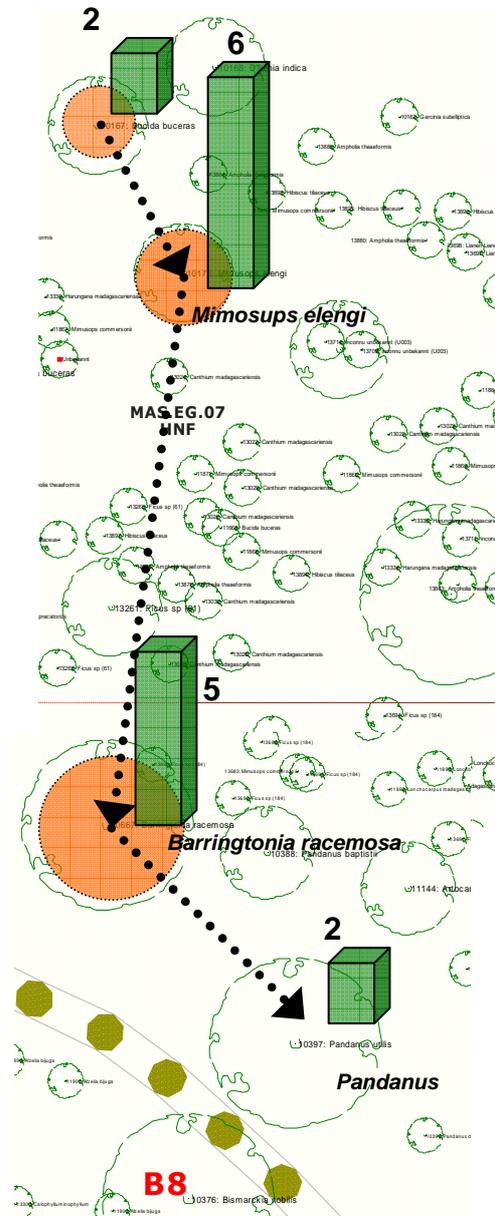


Abb. 41: Bewegungsmuster des Tieres B3,2 über einen Beobachtungszeitraum von 14 Tagen.

Explorativer Bewegungstyp

Die meisten Chamäleons zeigten diesen Bewegungsverlauf. Besonders die Tiere D8, B2,2, B4 und B1,2 legten dabei große Strecken zurück. Dieser Bewegungstyp ist in allen drei Gruppen vertreten. Besonders bei den Tieren der Gruppe 2,1 ist dies sehr deutlich zu erkennen (s. Abb. 37). Dieser Bewegungstyp soll exemplarisch an zwei Individuen vorgestellt werden. Tier B2,2 wurde am 28.02. um 09.00h an der Südseite der Halle ausgesetzt (Bewegungsverlauf s. Abb. 37). Innerhalb der nächsten 5 Tage bewegte er sich entlang der südlichen Hallenseite in Richtung Osten. Er konnte dabei an 13 Beobachtungszeitpunkten an zehn verschiedenen Pflanzen gefunden werden. Die

folgenden sechs Tage verbrachte das Tier auf der „Aldabrainsel“, ein von Wasser abgegrenzter Bereich in der Halle, für die Aldabra - Riesenschildkröten. Die Wasserfläche wurde mit Hilfe von überhängenden *Papyrus* Pflanzen überquert. An 17 Beobachtungszeitpunkten auf der Insel, konnte das Tier an zehn verschiedenen Sitzpunkten gefunden werden. Manche Sitzpunkte wurden während dieser Zeit mehrmals aufgesucht (z.B. *Bucidia bucheras* 11684). Bis zu diesem Zeitpunkt legte das Tier eine Streck von etwa 130m zurück (zweidimensionale Distanz). Während der letzten sechs Beobachtungstage wurde eine dreidimensionale Strecke (a) von mindestens 63m abgelaufen.

Da das Tier am 10.03. seinen Sender verlor, konnte zwischen dem 12.03. und 21.03. kein Sichtkontakt mehr hergestellt werden. Am 22.03. wurde das Tier an *Bucidia bucheras* 11616, in der Nähe des Aussatzortes wieder gefunden.



Abb. 42: Auch von Tier B2,2 wurde die *Pandanus* als Sitzplatz genutzt.

In der ersten Staffel, entsprach vor allem Tier B4 dem explorativen Bewegungstypus. Nach dem B4 am 24.01. an der Westseite der Halle ausgesetzt wurde, hielt er sich bis zum 01.02. in *Ficus benjaminia* (1195), direkt am Aussatzort, auf. Während dieser Zeit, bewegte sich das Tier sehr wenig in dem Baum, änderte selten seinen Sitzplatz. Am 01.02. dann wurde B4 sehr aktiv und begann seinen Sitzbaum zu verlassen. Zunächst versuchte er, die angrenzende Wasserfläche mit Hilfe der reichlichen (fast geschlossenen) „*Pistia*–Decke“ zu überqueren (s. Abb. 30), brach diesen Versuch jedoch nach etwa 2 Stunden ab und kehrte zum Ausgangsort zurück. Für drei Tage hielt er sich in diesem Gebiet auf, wechselte fünfmal in dieser Zeit den Sitzplatz (Pflanze). In den folgenden zwei Tagen wanderte das Tier entlang des Ufers zur Spitze eines Aussichtspunktes („Variausblick“), um drei Tage in einer großen *Pandanus jungle*

(10643) zu verbringen. Von dort aus überquerte es dann am 09.02. die Wasserfläche, um auf eine kleine Insel im See zu gelangen (Abb.43). Für acht Tage hielt es sich in der Bepflanzung der Insel auf und konnte dort in unterschiedlichen Höhen (0 – 3m) und Baumbereichen beobachtet werden.

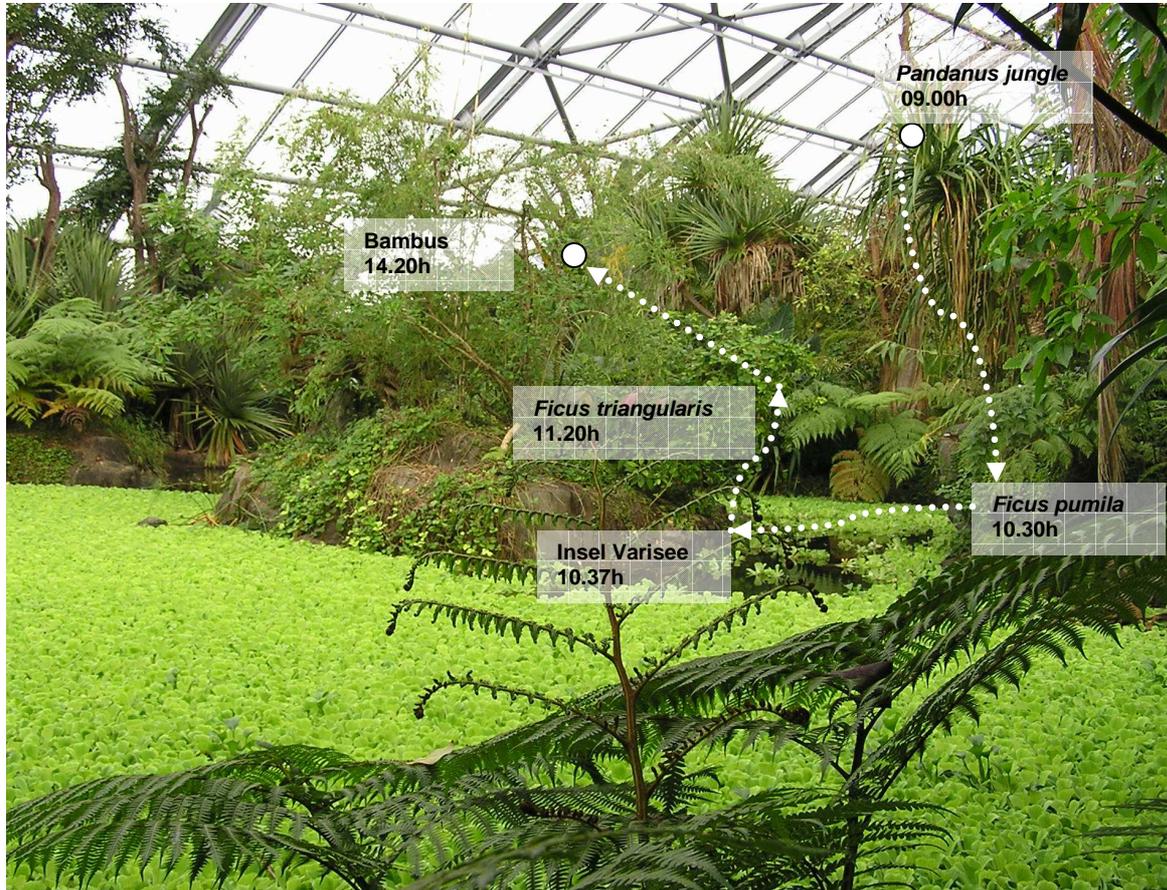


Abb.43: Die Abbildung zeigt die Wegstrecke, die Tier B4 am 09.02. von 09.00h bis 14.20h zurücklegte. Bis 16.00h wurde noch einmal der Sitzplatz im Bambus verändert.

Am 16.02. verlies B4 die Insel und querte erneut die Wasserfläche, um das Ufer rechts vom Ausblick zu erreichen. Das Tier hielt sich für anderthalb Tage in *Calophyllum inophyllum* (10661) in der Nähe des Ufers auf. Von dort bewegte es sich sehr rasch weiter nordöstlich und konnte während der letzten sechs Beobachtungstage mehrmals in einem bestimmten Gebiet gefunden werden. In dieser Zeit wechselte es mehrmals zwischen zwei *Dypsis* (19005.515 / 10450) und zwei *Leucaena* (12034 / 12030) Pflanzen hin und her. Dabei wurden Höhen zwischen 1,50m und 4m genutzt. In diesem Gebiet zeigte das Tier sehr viel weniger Aktivität (z.B. durch Sitzplatzwechsel) als an den vorigen Standorten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Tiere, die in ihren Bewegungsmustern dem explorativen Bewegungstyp entsprechen, sich einerseits durch relativ weite

Wanderstrecken, die in kurzer Zeit zurückgelegt werden auszeichnen, andererseits sind auch immer wieder Phasen zu beobachten, in denen die Tiere über einen gewissen Zeitraum in einem Gebiet verbleiben und dort lediglich zwischen benachbarten Bäumen wechseln oder nur sehr kurze Distanzen zurücklegen.

5.6. Verhalten

In diesem Kapitel sollen Verhaltensbeobachtungen geschildert werden, die während der Datenaufnahme gemacht wurden. Dabei fließen Daten aus Beobachtungen sowohl der Untersuchungsgruppe als auch von Tier „5- Zack“ (einem ♂, welches bereits vorher in die Halle entlassen wurde) in die Ergebnisse ein. Hier sollen vor allem Verhaltensweisen aus unterschiedlichen Focus- Beobachtungen exemplarisch vorgestellt werden.

5.6.1. Aktivität

Allgemein lässt sich sagen, dass die Aktivitätszeit der Chamäleons mit dem anbrechenden Tag begann und mit einsetzen der Dämmerung endete. In der

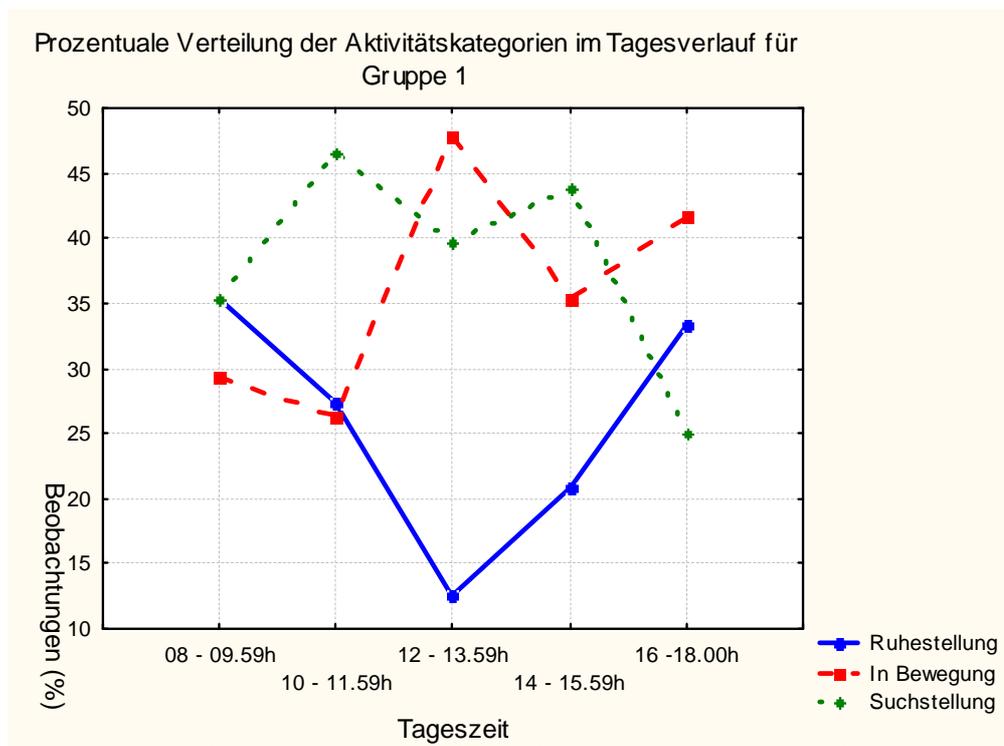


Abb. 44: Die Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der Aktivitätskategorien im Tagesverlauf für Gruppe 1. Auf der x – Achse ist die Tageszeit in Klassen dargestellt; die y – Achse gibt die Prozentwerte an.

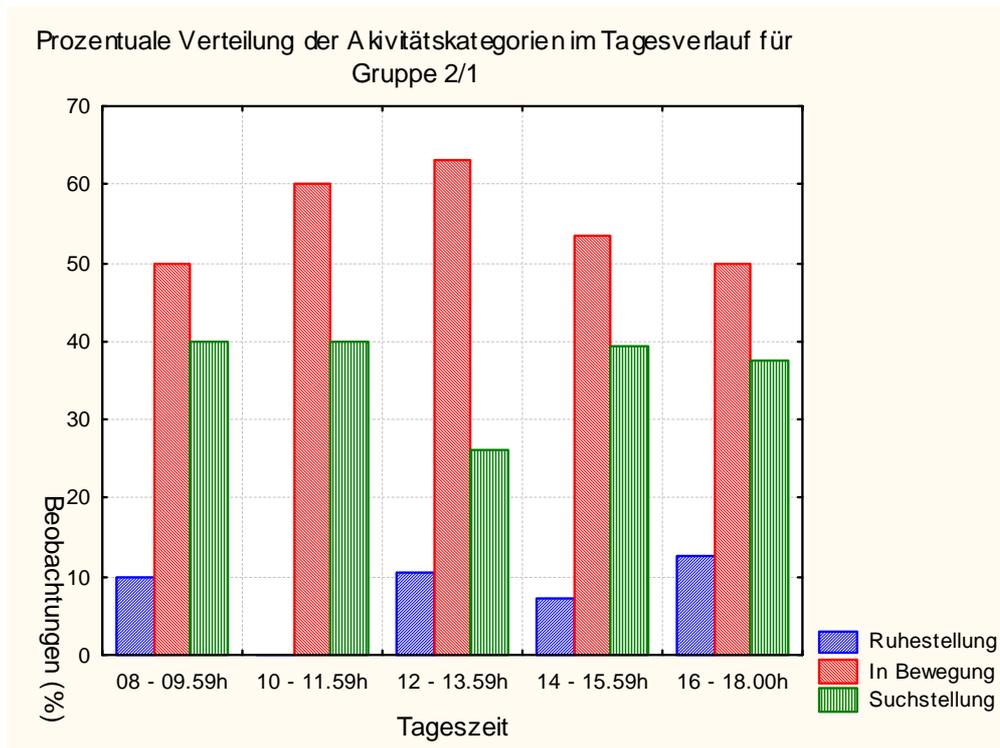


Abb. 45: Die Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der Aktivitätskategorien im Tagesverlauf für Gruppe 2/1. Auf der x – Achse ist die Tageszeit in Klassen dargestellt; die y – Achse gibt die Prozentwerte an.

Dämmerung wurden die Schlafplätze von den Tieren aufgesucht, wo sie schlafend die Nacht verbrachten. Es wird im Folgenden untersucht, ob die Aktivität der Tiere einem bestimmten Tagesverlauf entspricht. Dazu wurde das Verhalten der Tiere grob in drei Kategorien aufgeteilt. Kategorie 1 (Ruhestellung) umfasst alle Beobachtungen, in denen das Tier inaktiv, d.h. in Ruhestellung oder Schlafstellung (s. 4.6.3.5.) angetroffen wurde. Kategorie 2 (In Bewegung) umfasst alle Beobachtungen, in denen das Tier in Bewegung angetroffen wurde, d.h. Wiegegang, Normalgang etc. (s. 4.6.3.5.). Kategorie 3 (Suchstellung) umfasst alle Beobachtungen, in denen das Tier aktiv, jedoch nicht in Bewegung angetroffen wurde, d.h. Suchstellung, Sonnen etc. (s. 4.6.3.5.). Um das Verhältnis der drei Kategorien zueinander deutlich zu machen, wurden die Beobachtungen prozentual dargestellt. 100% entsprechen jeweils allen Beobachtungen innerhalb einer Tageszeitklasse. Die Tageszeit wurde in 5 Klassen, à 1Std 59Min, gefasst. Abbildung 44 zeigt die prozentuale Verteilung der Aktivität aller Tiere der Gruppe 1. Tendenziell wird ersichtlich, dass die Aktivität (in Bewegung & Suchstellung) zwischen 10.00h und 16.00h am höchsten ist. Am aktivsten in Bewegung waren die Tiere dieser Gruppe zwischen 12.00h und 14.00h. Die Kategorie Suchstellung, die das Ansitzen auf Beute beinhaltet, konnte insgesamt am meisten beobachtet werden. Von Morgens bis Mittags steigt der Anteil dieses Verhaltens an und erreicht einen

Höhepunkt zwischen 10.00h und 12.00h. Ab 16.00h konnten sehr viel weniger Beobachtungen dieses Verhaltens gemacht werden. Besonders interessant ist der Verlauf der Ruhestellungen im Tagesverlauf dieser Gruppe. Während am Morgen zwischen 08.00h und 10.00h noch mehr als ein Drittel aller Beobachtungen, Tiere in Ruhestellungen waren, sinkt der Anteil in der Mittagszeit, zwischen 12.00h und 14.00h auf 12% ab. Zum späten Nachmittag (16.00h – 18.00h) steigt er wieder an. Besonders der Verlauf von Kategorie 1 und Kategorie 2 sind stark gegenläufig.

In Gruppe 2/1 lässt sich eine andere Verteilung der verschiedenen Aktivitätskategorien finden (Abb. 45). Zunächst einmal fällt auf, dass in dieser Gruppe prozentual sehr viel weniger Beobachtungen von Tieren in Ruhestellung gemacht werden konnten. Stattdessen konnten die Tiere größtenteils in Bewegung gefunden werden. Besonders aktiv waren sie in der Zeit von 10.00h bis 16.00h. In der Mittagszeit, zwischen 12.00h und 14.00h, waren 63% der Beobachtungen, Tiere in Bewegung. Auch die Kategorie Suchstellung ist zu dieser Tageszeit weniger häufig zu beobachten gewesen. Zum späten Nachmittag (16.00h bis 18.00h) lässt die Aktivität der Tiere etwas nach.

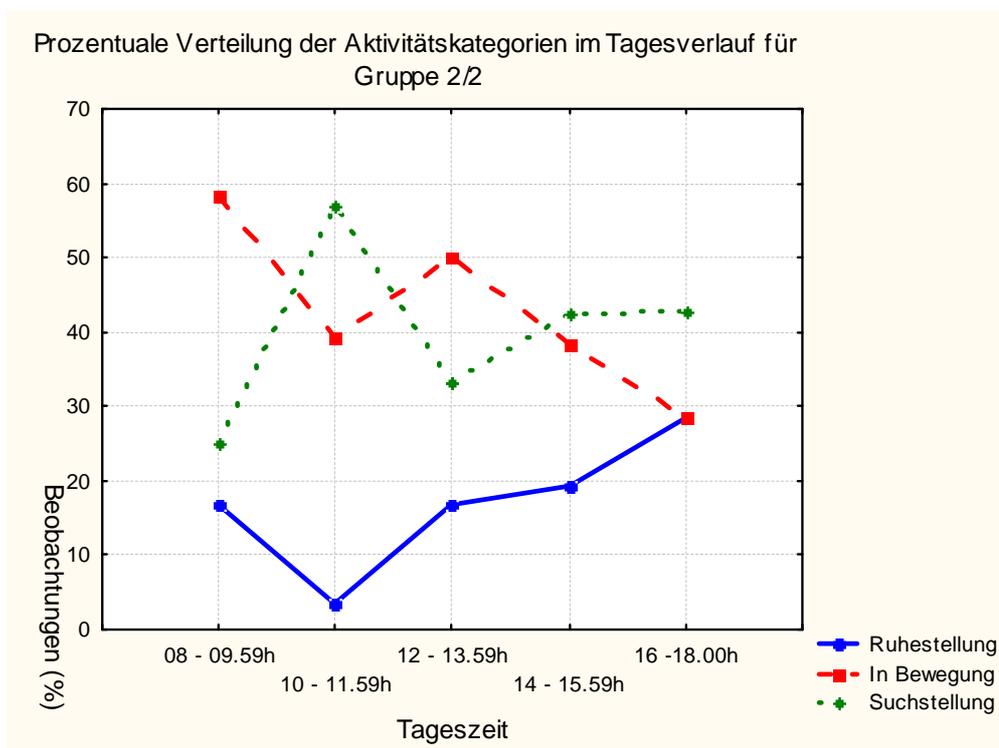


Abb. 46: Die Abbildung zeigt die prozentuale Verteilung der Aktivitätskategorien im Tagesverlauf für Gruppe 2/2. Auf der x – Achse ist die Tageszeit in Klassen dargestellt; die y – Achse gibt die Prozentwerte an.

Die prozentuale Verteilung der Aktivitätskategorien in Gruppe 2/2 zeigt ein etwas anderes Bild als die der vorausgehenden Gruppen (Abb. 46). Eine besonders hohe Aktivität (Kategorie 1) der Tiere war in den Morgenstunden, zwischen 08.00h und 10.00h zu beobachten. In der Mittagszeit zwischen 12.00h und 14.00h stieg die Aktivität noch einmal an, zum späten Nachmittag, ab 16.00h, nahm sie rapide ab. Am Vormittag zwischen 10.00h und 12.00h konnten besonders viele Tiere in Suchstellung beobachtet werden (57%). Der Verlauf der Ruhestellung nahm zum Mittag stark ab, stieg jedoch am Nachmittag, ab etwa 16.00h, wieder stark an.

Insgesamt lässt sich jedoch bei allen Gruppen ein etwa gleiches Muster feststellen. Die Aktivität, besonders der Kategorie 2 steigt im Verlauf des Vormittages an und erreicht in der Mittagszeit, zwischen 12.00h und 14.00h, ihren Höhepunkt. Dem entsprechend sinkt der Anteil an Beobachtungen der Kategorie 1 (Ruhestellung) in der Mittagszeit rapide ab, um zum späten Nachmittag (ab 16.00h) wieder anzusteigen. Der Verlauf der Kategorie 3 (Suchstellung) ist besonders interessant. Im Verlauf des Tages lassen sich zwei Phasen ausmachen, in denen der prozentuale Anteil der Kategorie 2 erhöht ist. Eine erste Phase lässt sich bei allen drei Gruppen von 10.00h bis 12.00h finden. In der Mittagszeit sinkt der Anteil, steigt zwischen 14.00h und 16.00h jedoch noch einmal an.

5.6.2. Fortbewegung

Der Hauptfortbewegungstyp, der bei den Tieren zu beobachten war, war der langsame Wiegegang. Dabei wurde die Umgebung aufmerksam beobachtet, die Augen waren in permanenter Bewegung. Bewegte ein Windstoss Blätter und Zweige, so zeigte das Tier meist schnellere Bewegungen und legte in kurzer Zeit oft größere Strecken zurück.

Offene Flächen (Boden), Wasserflächen und Besucherwege wurden stets sehr rasch und zielstrebig überquert, meist ohne wiegende Bewegungen.

Als Laufflächen wurden sämtliche Strukturen, die sich in der Halle finden lassen, genutzt.

5.6.3. Intraspezifische Interaktionen

Mehrere Interaktionen zwischen den Pantherchamäleons ergaben sich in der Untersuchungszeit. Einige Konstellationen sollen im Folgenden näher geschildert werden.

♂ - ♂ Interaktionen

Am 29.01. gegen 11.30h wurden die Tiere B4 und B2 in *Ficus benjaminia* (11495) in etwa 10cm Entfernung voneinander angetroffen. Das Wetter an diesem Tag war bedeckt, die T_a lag (um 11.30h) bei 22°C und stieg im Verlauf des Tages auf 25°C an. Das ♂ B4 befand sich in Ruhestellung, während B2 aktiv war. Die Tiere zeigten keinerlei sichtbare Reaktion aufeinander, weder durch die Färbung noch durch andere körperliche Signale (Aufstellen des Kehlsackes etc.). Um 11.50h teilten sich beide Tiere denselben Sitzast. Am 30.01. verließ Tier B2 den *Ficus benjaminia* (11495). B4 verblieb noch zwei weitere Tage in dem Baum.

Ein Aufeinandertreffen von 28.01. (15.00h) zwischen A2 und B1 verlief ähnlich. Das



Abb. 47: Die Tiere B2,2 und D4. Beide Tiere zeigten in der Nähe des anderen keinerlei Drohgebärden.

Wetter war sonnig, die Umgebungstemperaturen lagen zwischen 20°C (10.00h) und 25°C (15.00h). Beide Tiere zeigten keinerlei Reaktion aufeinander. B2 sonnte sich im peripheren Kronenbereich von *Mangifera india* (10834), während A2 in Bewegung war. Erst als A2 und B2 sich auf demselben Ast aufeinander zugehend begegnen und B2 sich am Schwanz von A2 festhält, zeigte A2 eine kurze Drohpose, worauf B2 sich sofort zurückzog. In der zweiten Staffel trafen die Tiere B2,2 und D4 an mindestens 3 Tagen aufeinander (07./08./10.03) und blieben meist

den ganzen Tag beieinander sitzen. Die Tiere zeigten keinerlei Reaktion auf die Anwesenheit des anderen (s. Abb. 47). Die T_a betrug zu dieser Zeit zwischen 20°C und 30°C, an zwei Tagen schien die Sonne.

Eine weitere Interaktion zwischen B4 und 5 - Zack , am 04.02. verlief ebenfalls ohne erkennbare Aggressivität zwischen beiden Tieren.

Am 15.03. konnte eine aggressive Auseinandersetzung zwischen 5- Zack und A2 beobachtet werden. Wie genau es zu der Begegnung kam, kann nicht genau gesagt werden, die beiden Tiere wurden bereits einander drohend angetroffen. Die beiden Chamäleonmännchen saßen in etwa 7m Entfernung zu einander in kleineren Büschen in einer Höhe von etwa 1,50m. Die Temperatur betrug 25°C und es war sonnig. Beide Tiere hatten die Kehlsack abgestellt, das Maul geöffnet und zeigten bunte, kontrastreiche Farben. So saßen sich die Tiere etwa 5 Minuten gegenüber, bis A2 sich mit langsamen Bewegungen aus dem Sichtfeld von 5 – Zack bewegte. A2 bewegte sich über den Boden, von 5 – Zack weg. Dieser bewegte sich jedoch sehr zielstrebig in die Richtung wo A2 vorher saß und konnte so sehr rasch wieder Sichtkontakt zu A2 herstellen. Sofort zeigte 5 – Zack wieder Drohgesten und eine sehr bunte, kontrastreiche Färbung und ging zügig auf A2 zu. Dieser querte einen Besucherweg, ebenfalls sehr zügig und zielstrebig, ohne Drohgesten zu zeigen. Auf der anderen Seite des Besucherweges angekommen, kletterte A2 in den nächsten Busch. 5 –



**Abb. 48: A2 und 5 – Zack in Drohstellung.
5 – Zack verfolgte A2 bis zu diesem Punkt.**

Zack folgte ihm über den Besucherweg, positionierte sich jedoch auf dem Absperrseil und zeigte deutliche Drohgebärden in Richtung A2 (s. Abb. 48). A2 hatte inzwischen eine Höhe von etwa 50 cm erreicht und war gut zwei Meter von 5 – Zack entfernt. In dieser Position verblieben beide Tiere für 4 Minuten. Dann entdeckte eine Besuchergruppe 5 – Zack und stellte sich um ihn, um Fotos zu machen und das Tier zu beobachten. Da 5 – Zack durch die Besucher abgelenkt wurde, nutzte A2 zur zügigen Flucht in den nächsten Baum. Als die Besucher weiter gingen, befand sich A2 außer Sichtweite von 5 – Zack, so setzte dieser seinen Weg in entgegengesetzter Richtung von A2 fort.

♀ - ♂ Interaktionen

Am 20.02. konnte das ♂ A2 in der Nähe des ♀ D10 angetroffen werden. Das ♂ hatte den Besucherweg gequert und wurde in *Ficus benjendijiki* (11145) wieder gefunden. Die T_a betrug um 14.00h 20°C und es war bewölkt. ♀ D10 saß ebenfalls in *Ficus benjendijiki* (11145). Ob sich die Tiere bereits vorher erblickt haben kann nicht genau gesagt werden. Beide Tiere befanden sich in Bewegung aufeinander zu. In einer Entfernung von etwa 50cm zu einander hielten beide Tiere inne und schauten sich an. Dabei war nicht zu erkennen, dass eines der Tiere sichtbar seine Färbung veränderte, oder eine andere Körperhaltung einnahm. Das Weibchen war dunkel braun gefärbt mit lateralen orangefarbenen Flecken und Streifen. Nach 10 Minuten entfernte sich das ♀ im langsamen Wiegegang vom ♂, stoppte aber nach kurzer Entfernung und blieb in Suchstellung sitzen. Etwa 20 Minuten später folgte das ♂ mit sehr langsamen Bewegungen. In einer halben Stunde legte es eine Strecke von weniger als 20cm zurück. Bei beiden Tieren waren zu dieser Zeit keine Anzeichen einer Paarungsabsicht oder einer deutlichen Ablehnung (Drohverhalten) des Weibchens, weder in der Färbung noch im Verhalten der Tiere zu erkennen. Den folgenden Tag konnte das ♂ stets in der Nähe des Weibchens gefunden werden. Die Umgebungstemperaturen lagen zwischen 19°C und 23°C. Den ganzen Tag über folgte das ♂ dem ♀ in einem Abstand zwischen 30cm und 1m. Zwischen 08.30h und 16.30h konnte keine Paarung beobachtet werden. Am 22.02. um 12.00h wurden beide Tiere in *Mangifera india* (11828) gefunden. Das Wetter war bedeckt, die T_a 's lagen bei 23°C. Das ♀ zeigte eine deutliche Abwehrhaltung. Es hatte den Kehlsack aufgestellt, war lateral abgeflacht und öffnete das Maul, während sie in Richtung des ♂ schaute. Das ♀ war sehr hell gefärbt und bewegte sich entlang eines abgeknickten Astes in Richtung Boden. Das ♂ war ebenfalls sehr hell und vor allem sehr kontrastreich gefärbt. Das sonst eher unscheinbare Grau war in der Kopfregion in ein Muster aus schwarzen Bändern auf einem weißen Hintergrund, der mit rosa Punkten durchsetzt war, übergegangen. A2 folgte D10 sehr zielstrebig in einer Entfernung von etwa 60 – 70cm. Da sich die Tiere in der Nähe eines Besucherweges befanden, ergab es sich immer wieder, dass Besucher die Tiere entdeckten und näher heran gingen. Immer wenn dies geschah, hielten die Tiere inne. Als das ♀ den Boden erreicht hatte, wechselte der Fortbewegungstyp vom langsamen Wiegegang in einen schnellen Wiegegang. Das ♂ passte seine Geschwindigkeit dem ♀ an und folgte ihm weiter. Am Boden drohte das ♀ mehrmals deutlich in Richtung des ♂. Um 12.15h hatte auch das ♂ den Boden erreicht und verfolgte nun immer schneller das ♀. Während

dieser Verfolgung konnte bei keinem der Tiere ein Tasting beobachtet werden. Um 12.17h erreichte das ♂ das ♀ auf einem kleinen Ast am Hallenboden und stieg auf den Rücken des ♀. Zunächst drehte sich das ♀ noch ein paar Mal umher, so dass es nicht direkt zur Paarung kam (Abb. 49). Um 12.29h konnte das ♂ schließlich seine Kloake unter die des ♀ positionieren. Das ♀ verdunkelte mit Beginn der Kopulation ihre Grundfarbe in ein dunkles Braun. Für 40 Minuten blieben die beiden Tiere in dieser Position unbewegt. Die T_b des ♂ während der Paarung betrug $23,8^{\circ}\text{C}$, des ♀ $24,1^{\circ}\text{C}$. Die T_a lag bei 23°C . Um 13.09h beendete das ♀ die Paarung, indem es sich unter dem ♂ wegzog. Das abgeschüttelte ♂ reagierte darauf mit schnell nickenden



Abb. 49: ♂ A2 und ♀ D10 kurz vor der Paarung am Hallenboden.

Kopfbewegungen. Das ♀ bewegte sich sehr schnell in die *Mangifera indica* (111828), wo es um 15.30h in einer Höhe von 2,50m gefunden werden konnte. A2 verblieb den Rest des Tages in der Nähe des ♀, eine weitere Paarung wurde jedoch nicht mehr beobachtet. Am nächsten Nachmittag verließ A2 die Vegetationsinsel, das ♀ konnte noch längere Zeit in diesem Gebiet beobachtet werden.

Eine weitere ♀ - ♂ Interaktion konnte am 08.03. um 11.00h beobachtet werden. Das Wetter war bedeckt, die T_a betrug 23,9°C. Das ♀ saß in *Pandanus utilis*, das ♂ 5 – Zack in *Syzygium syzigiodes* (11156) (s. Abb. 50).

Die beiden Tiere hatten einen Abstand von etwa 1,5m zueinander, das ♂ bewegte sich sehr zielstrebig im Normalgang auf das ♀ zu. Das ♀ drohte dem ♂ sehr deutlich mit einem weit aufgerissenen Maul. Der Körper war verbogen und lateral abgeflacht (s. Abb. 50). Die Grundfärbung war ein dunkles Braun mit einem orangefarbenen Lateralstreifen.



Abb. 50: ♀ D10 droht ♂ 5 – Zack mit aufgerissenen Maul und Drohfärbung.

Ventral ging die dunkelbraune Grundfärbung in einen helleren Braunton über. 5- Zack zeigte ein sehr buntes, kontrastreiches Farbmuster aus verschiedenen Orange-, Rot- und Gelbtönen. Der Lateralstreifen und die Mundpartie waren hell weiß gefärbt. Die Tiere saßen sich so gut 10 Minuten gegenüber, bis 5 – Zack sich zurückzog. Das ♀ verblieb noch einige Zeit in Drohhaltung an diesem Sitzplatz.

5.6.4. Interspezifische Interaktionen

Während der Beobachtungszeit konnten die Pantherchamäleons in verschiedenen Interaktionen mit anderen Tierarten beobachtet werden. Einige dieser Begegnungen sollen im Folgenden exemplarisch geschildert werden.

Reptilien

Großer Madagaskar Taggecko (*Phelsuma madagascariensis grandis*)

Der Große Madagaskar Taggecko (*Phelsuma madagascariensis grandis*) ist in der Masoala – Regenwaldhalle mit einer inzwischen beachtlichen Populationsstärke vertreten. Aufgrund der Häufigkeit der Tiere, konnten mehrere Interaktionen zwischen Geckos und Chamäleons beobachtet werden. Bei den meisten Aufeinandertreffen, zeigten die beiden beteiligten Tiere kaum eine Reaktion und gingen sich, sobald sie sich zu nah kamen, aus dem Weg (Abb. 51). Nur wenn eines der kleineren Chamäleons der zweiten Staffel auf einen besonders großen Gecko (ausgewachsene Tiere erreichen eine

Länge von bis zu 30cm (HALLMANN et al., 1996) stieß, zeigte das Chamäleon kurzzeitig eine Drohhaltung und –färbung. Dies reichte meist aus, um den Gecko zu vertreiben.



Abb. 51: Pantherchamäleon B2,2 trifft auf ansässigen Taggecko. Der Gecko hat einen Teil seines Schwanzes verloren. Das Abwerfen von Teilen des Schwanzes (Autotomie) stellt eine Abwehrfunktion gegenüber Beutegreifern dar.

Interaktionen mit anderen, in der Halle lebenden Reptilienarten, konnten nicht beobachtet werden.

Vögel

Mehr als 20 verschiedene Vogelarten bewohnen die Masoala – Regenwaldhalle. Neben Kleinvögeln wie Madagaskar – Brillenvogel (*Zosterops maderaspatana*) und Madagaskar – Elsterdrossel (*Cosychus albospecularis inexpectatus*) sind auch größere Vögel wie Hauben – Seidenkukuck (*Coua cristata*) und Hammerkopf (*Scopus umbretta*) in der Halle zu finden. Während die kleineren Arten keinen beobachtbaren Einfluss auf das Verhalten der Chamäleons hatten, löste die größeren Vögel doch deutliche Drohreaktionen aus. Tier B4 z.B., wurde während der Überquerung einer Wasserfläche mehrmals von einem Hammerkopf überflogen. Das Chamäleon hielt in seiner Vorwärtsbewegung inne und zeigte eine deutliche Drohgeste und Drohfärbung (s. Abb. 52). Nach etwa einer Minute setzte es, zügiger als zuvor, seinen Weg fort. Interessanter Weise wurde eine nicht weit entfernte Ente, die am Ufer stand, von dem Chamäleon

nicht beachtet. Ähnliche Reaktionen konnten von anderen Tieren, in Gegenwart von Hauben – Seidenkukucken beobachtet werden.



Abb. 52: Chamäleon B4 in deutlicher Drohstellung, ausgelöst durch einen vorbeifliegenden Hammerkopf (*Scopus umbretta*).

Säugetiere

Rote Varis (*Varecia variegata rubra*)

Die Lemuren der Masoala Halbinsel werden durch eine Gruppe von 5 roten Varis (*Varecia variegata rubra*), 3 Weißkopfmakis (*Eulemur fulvus albifrons*) und durch einen Alaotra Bambuslemur (*Hapalemur griseus alaotrensis*), stellvertretend für den Grauen Bambuslemur (*Hapalemur griseus griseus*), in der Regenwaldhalle vertreten. Im Laufe der Untersuchungszeit kam ein Chamäleon der Gruppe 2/2 (B1,2) in direkten Kontakt mit den roten Varis. Am 08.02. bewegte sich das Chamäleon von einem Baumfarn aus auf eine Rankpflanze, die von einer Voliere wuchs. Diese Voliere wurde von der Gruppe Roter Varis als Futterplatz, Ruheplatz und Hauptaufenthaltort genutzt. Auch an diesem Tag

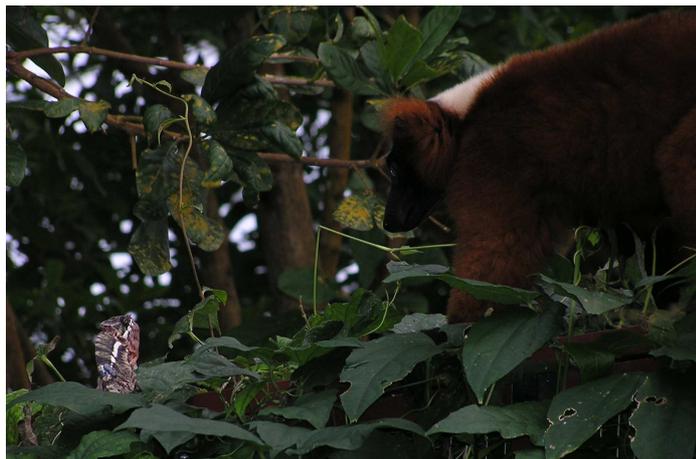


Abb. 53: Pantherchamäleon und Roter Vari (*Varecia variegata rubra*) auf der Voliere.

lagen mehrere Rote Varis dösend auf dem Dach der Voliere. Das Chamäleon bewegte sich langsam von der Ranke aus auf die obere, linke Ecke der Voliere zu, als es von dem ersten Vari entdeckt wurde. Zunächst wurde das Chamäleon nur aus sicherer Distanz

beobachtet. Je höher es jedoch gelangte, umso aufgeregter wurde der Rote Vari. Mittlerweile hatten die anderen beiden Roten Varis ihre Ruhe - Plätze verlassen und sich in den umgebenen Bäumen niedergelassen. Das Chamäleon hatte in der Zwischenzeit bemerkt, dass es beobachtet wurde und nahm, oben auf der Voliere angekommen, eine Drohhaltung und Drohfärbung an (Abb. 53).

Dies schien das Chamäleon noch interessanter für den Roten Vari zu machen. Aufgeregt grunzend näherte er sich dem Chamäleon, welches auf einen kleinen Ast geklettert war und sich so nun in Augenhöhe mit dem Roten Vari befand. Nun wollte der sehr nah gekommene Lemur nach dem bunten und fauchenden Chamäleon greifen. In diesem Moment, bog sich das Chamäleon blitzschnell um und biss dem Vari in die Schnauze. Laut quiekend und bellend sprang der Vari in den nächsten Baum, gefolgt von dem scheinbar ebenfalls erschrockenen Rest der Gruppe. Das Chamäleon nutzte die Verwirrung und wechselte in den nächsten angrenzenden Baum. Die Roten Varis beobachteten es noch eine Zeit lang von dem anderen Baum aus, trauten sich aber scheinbar nicht mehr in die Nähe des Chamäleons.

Neben dieser Begegnung konnte noch mehrmals beobachtet werden, wie Rote Varis in Bäume mit Pantherchamäleons kletterten. Die Roten Varis bemerkten einen Großteil der Chamäleons überhaupt nicht, während die Chamäleons sehr deutlich auf die Anwesenheit der Roten Varis mit Drohhaltungen reagierten. Bemerkten die Varis jedoch die Chamäleons, hielten sie Abstand.

Mit den anderen beiden Lemurenarten sind die Chamäleons während der Beobachtungszeit nicht in Kontakt gekommen.

5.6.5. Besucher

Die Pantherchamäleons scheinen sich durch Besucher der Masoala Regenwaldhalle nicht all zu stark stören zu lassen. Es konnten immer wieder Tiere in der Nähe der Besucherwege gefunden werden. Dabei wurden sämtliche Strukturen genutzt, die sich im unmittelbaren Umfeld der Tiere befanden. Die Tiere wurden sowohl am Boden als

auch auf kleinen Sträuchern oder in hohen Bäumen angetroffen. Es ließ sich beobachten, dass erst wenn eine bestimmte Minimaldistanz unterschritten wurde (ca. 1m), die Tiere sehr deutlich durch Drohgesten reagierten, oder bewegungslos an ihrem Sitzplatz erstarrten. Manche Besucher kamen den Tieren sehr nah, um ein Foto zu machen oder die Tiere zu berühren. In diesen Fällen folgte meist eine unmittelbare Reaktion der Tiere. Standen die Besucher jedoch in gewisser Entfernung zu den Tieren zeigten sich diese nicht gestört und konnten bei den unterschiedlichsten Verhaltensweisen (z.B. Fressen, Paarung, sonnen) beobachtet werden. Besucherwege wurden von den Tieren meist sehr zügig gekreuzt, besonders wenn Besucher in der Nähe waren (Abb. 54), eine Stressreaktion war jedoch nicht zu beobachten.



Abb. 54: Kreuzung der Besucherwege

5.6.6. „Tounge – test“

Beim „Tounge – test“ wird ein zweiteiliger Fortsatz unterhalb der Zungenspitze über eine Oberfläche in Richtung Körper gezogen (s. 2.1.3.). Dieses Verhalten konnte besonders bei den Focus – Beobachtungen regelmäßig observiert werden. Während einer Stunde bis zu 15mal. Der „Tounge – test“ fand meist dann statt, wenn das Tier einen neuen Ast in einer Pflanze oder eine ganz neue Pflanze / Struktur aufsuchte. Es konnte auch beobachtet werden, dass einige Stellen an Ästen mehrfach hintereinander mit dem Fortsatz getestet wurden (bis zu 4mal).

Der „Tounge – test“ trat außerdem nur dann auf, wenn sich das Tier in langsamer Fortbewegung befand. Die Augen suchten dabei sehr deutlich die Umgebung ab. Bei schnelleren Bewegungen oder bei der Querung von Wegen o. ä. konnte der „Tounge – test“ nie beobachtet werden. Auch bei der beobachteten Paarung konnte weder beim ♀ noch beim ♂ ein Tasting beobachtet werden.

Außer zum Tounge – Test und zum Fangen von Beute wurden die Zunge und die Fortsätze nicht genutzt.



Abb. 55: Zwei Pantherchamäleons beim „Toungue – Test“. Man beachte auf dem linken Foto, die deutlich abgesetzten Fortsätze an der Zungenspitze.

5.6.7. Nahrungserwerb

Erstaunlicher Weise konnten die Pantherchamäleons nur relativ selten beim Fangen von Insekten beobachtet werden (12 Beobachtungen). Ein Tier konnte längere Zeit beobachtet werden, wie es an einer Ameisenstrasse für längere Zeit (etwa 15 Minuten) saß und gut 20 Ameisen erbeutete. Interessant war dabei, dass das Tier die Ameisen nicht mit der Zunge geschossen hat, sondern sie direkt mit dem Mund aufnahm (s. Abb. 57)

Auch sonst wurden von den Tieren meist nur kleinere Insekten (*Hymenoptera*, *Diptera* etc.) erbeutet.

Alle Beobachtungen von Beutefängen, ergaben sich, wenn die Tiere in Bewegung waren. Meist liefen sie sehr zielstrebig von einem Punkt aus auf ein Beutetier, welches sie erblickt hatten, zu, um es zu fressen.

Neben Insekten fraßen die Chamäleons auch Pflanzenteile (Blätter und Rinde) und des Öfteren Beeren. Besonders die Beeren von *Medinilla sp.*



Abb. 56: D8 frißt *Medinilla* Beeren.

wurden scheinbar gerne gefressen. Ein ganzer Fruchtstand, mit mehr als 20 Beeren, wurde z.B. von Tier D8 gefressen (s. Abb. 56). Auf eine Zufütterung durch die Tierpfleger wurde während der Untersuchungszeit verzichtet (s. 4.5.).

Das Nahrungssuchverhalten der Tiere zeichnete sich durch Lauerphasen und Phasen mit langsamer Bewegung, in der die Umgebung visuell abgesucht wurde, aus. In den Lauerphasen saßen die Tiere für längere Zeit an einem Sitzpunkt und suchten bewegungslos (mit Ausnahme der Augen) visuell die Umgebung ab. Bei der anderen Form des Nahrungssuchverhalten, bewegten sich die Tiere langsam durch die Vegetation, wobei die Augen sehr aktiv die Umgebung absuchten. Wurden geeignete Futtertiere erspäht, bewegte sich das Chamäleon zielstrebig in dessen Richtung, um es zu erbeuten. Die Futtersuche in Bewegung wurde meist am späten Vormittag / Mittag und Nachmittag gezeigt. Diese beiden Formen schlossen aneinander an, so dass auf eine Phase der Bewegung eine Lauerphase folgte, der sich dann nach einiger Zeit wieder eine Bewegungsphase anschloss. Bei günstiger Witterung (Sonneneinfall und hohe Temperaturen) verringerte sich der zeitliche Abstand zwischen diesen beiden Phasen, während bei schlechter Witterung (bewölkt und kühler) die Lauerphasen überwiegen.



Abb.57: Tier B1,2 beim Fressen von Ameisen. Die Ameisen wurden dabei direkt vom Blatt aufgenommen.

5.6.8. Färbung und Verhalten

Die Färbung eines Chamäleons wird durch unterschiedliche äußere und innere Faktoren bestimmt (s. 2.1.4.). In diesem Abschnitt sollen verschiedene Färbungstypen und Verhaltensmuster im Kontext inter- und intraspezifischer Interaktionen näher beschrieben werden. Dabei lässt sich die „Sprache“ der Chamäleons in zwei unterschiedliche Komponenten aufteilen:

- a) Farbkomponenten: die spezifische Färbung bestimmter Körperteile/regionen
- b) Verhaltenskomponenten: Veränderung der Körpergestalt und Bewegungen des Körpers oder von Körperteilen

♂ und ♀ werden getrennt von einander beschrieben. Außerdem werden bei der Beschreibung der Färbung besonders die in Abb. 58 gekennzeichneten Körperteile/regionen berücksichtigt. Diese Regionen wurden ausgewählt, da besonders diese Regionen sehr kontrastreich gefärbt sind und sich während der Beobachtungszeit als sehr variabel zeigten. Hierbei soll ein besonderer Fokus auf die Färbungen des Lateralstreifens, sowie die Färbung des Maulstreifens bzw. der Maulregion gelegt werden. Für die Beschreibung werden folgende Abkürzungen benutzt: Augenlid = AL; Maulregion / Maulstreifen = MR; Lateralstreifen = LS; Grundfärbung = GF; Querbänder = QB; Kehlsack = KS und Interstitialhaut (des KS) = IH.

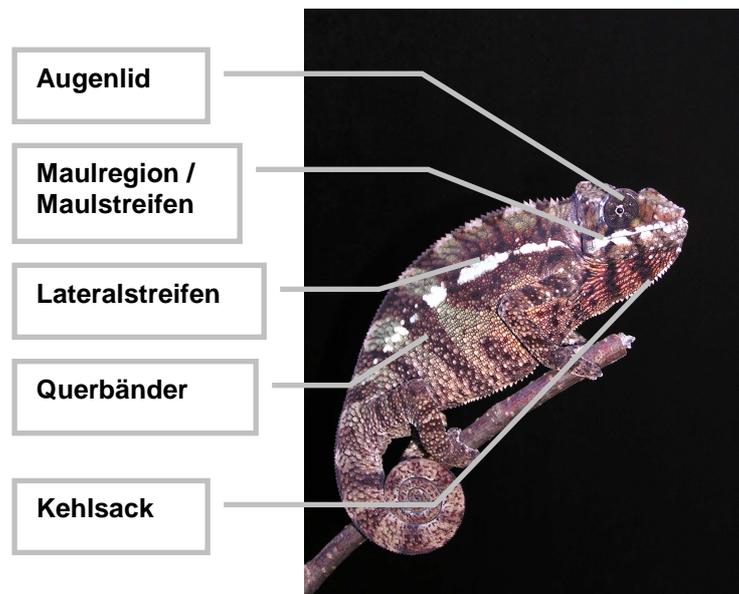


Abb. 58: Die Abbildung zeigt die Regionen, die für die Beschreibung der Färbungen besonders beachtet wurden. Das abgebildete Tier ist ein subadultes ♂.

Geschlecht	Situation / soziales Umfeld	Verhalten	Färbung	Äußere Faktoren
♂	Thermoregulation Sonnen; Soziale Isolation	Körper lateral abgeflacht und der Sonne zugewandt, Kehlsack aufgestellt	GF dunkel; QB etwas dunkler abgesetzt, kaum Kontrast; hell weißer LS; MR hell weiß; AL dunkel; KS und IH dunkel;	direkter Sonnen- einfall auf Sitzplatz;
Geschlecht	Situation / soziales Umfeld	Verhalten	Färbung	Äußere Faktoren
♀	Thermoregulation Sonnen; Soziale Isolation	Körper lateral abgeflacht und der Sonne zugewandt, Kehlsack aufgestellt	GF dorsal rostrote Flecken, ventral dunkel braun; QB beinah schwarz; LS orange Flecken; AL rostrot mit dunkler Bänderung die sich Richtung Auge verjüngt; KS und IH hell braun, dunkle Bänderung vom Maul Richtung ventral	direkter Sonnen- einfall auf Sitzplatz;
♂	Aktiv Bewegung oder Suchstellung; Soziale Isolation	Tier in Bewegung; Augen in Bewegung; LWG oder Normalgang;	GF hell; QB von schwach mit schwachem Kontrast bis deutlich von GF abgesetzt, jedoch dunkel/ matt; AL hell, keine bis leichte Bänderung; LS leicht pastellfarben bis bläulich oder hell weiße, klar abgesetzte, von QB durchbrochene Linie, keine anderen weißen Anteile am Körper; MR entsprechend LS; KS und IH dunkel, bzw. nicht sichtbar Farben generell matt, keine scharfen Kontraste in GF	

♀	Aktiv Bewegung oder Suchstellung; soziale Isolation	Tier in Bewegung; Augen in Bewegung; LWG oder Normalgang;	GF dorsal dunkel nach ventral aufgehell; QB nicht als Bänderung zu erkennen; AL wie umgebende GF; LS orange Flecken; MR und IH dunkel, bzw. nicht sichtbar	
♂	Inaktiv Ruhestellung; soziale Isolation	Tier in Ruhestellung, keine Bewegung	GF dunkel; QB dunkler als GF, schwach von GF abgesetzt; AL dunkel; LS hell, teilweise von dunklen Streifen umrahmt; MR hell weiß, teilweise von dunklen Bändern durchbrochen; KS und IH dunkel, bzw. nicht sichtbar	kein direkter Sonnen- einfall auf Sitzplatz; Wetter bedeckt / bewölkt;
♀	Stresssituation ausgelöst durch andere Tiere oder Menschen Handling	Körper lateral abgeflacht, Körper rechtwinklig gebogen, dem ♂ zugewandt; Kehlsack aufgestellt, Maul geöffnet; Flucht durch schnelles Weglaufen oder durch Springen vom Sitzpunkt	GF dorsal dunkel, nach ventral heller, sämtliche Körperfläche von hellen Punkten, die der ventral Färbung entsprechen durchsetzt; LS helle Flecken, die sich kaum von der restlichen Färbung abheben, über Flecken des LS helle Flecken am Rückenkamm in etwa gleichem Durchmesser; MR wie Rest des Körpers sehr kontrastreich gefärbt; KS und IH wie Körper	Reizquelle

♂	♂ vs ♂ Dominantes ♂	Tier in Drohhaltung; Körper lateral abgeflacht, Kehlsack aufgestellt, Körper zum Kontrahenten gewandt, evtl. Maul aufgerissen oder Vorderfuß unter Kehlsack positioniert, Schwanz teilweise engerollt; schnelle, Zielgerichtete Bewegungen in Richtung des Gegners	GF hell und leuchtend; QB stark kontrastierend von GF abgesetzt; AL stark gebändert und weißer Ring um Lidspitze; LS hell, leuchtend weiß; weiße Punkte auf Vorderfüßen und um den LS herum; MR hell, leuchtend weiß, dunkle kontrastreiche Bänder; KS leuchtende, helle Färbung mit Kontrastreicher Färbung, IH hell gefärbt, helle, weiße Punkte
♂	♂ vs ♂ subdominantes ♂	Tier in Drohhaltung; Körper lateral abgeflacht, Kehlsack aufgestellt, Körper zum Kontrahenten gewandt, evtl. Maul aufgerissen oder Vorderfuß unter Kehlsack positioniert, Schwanz teilweise engerollt; schnelle Bewegungen weg vom Gegner; Flucht durch Sprung oder fallen lassen	GF matt bis dunkel; QB sichtbar, jedoch wenig kontrastreich; AL leicht gebändert; LS hell weiß; keine zusätzlichen weißen Flecken MR hell weiß gefärbt, jedoch auf Lippen beschränkt; KS leicht gebändert, IH leuchtend gefärbt
♂	♂ - ♀ Balz und Paarung	Bewegung auf ♀ zu; rythmisches Kopf nicken, hin- und herwiegen	GF hell, leuchtend; QB deutlich von GF abgesetzt; AL stark gebändert, dunkle Bänder verjüngen sich in Richtung Pupille; LS hell weiß, weiße Punkte zwischen Kopf und Schulter; MR hell und kontrast- reich gefärbt, dunkle Bänder von dorsal nach ventral verlaufend; KS hell gefärbt mit weißen Punkten und dunklen Bändern, IH hell gefärbt

♀	♀ - ♂ Balz und Paarung	langsame Bewegungen, Kehlsack aufgestellt	GF dorsal dunkel nach ventral aufhellend, von dorsal nach ventral zunehmende Durchsetzung der GF mit hellen Punkten, die der ventralen GF entsprechen; QB schwach; AL gebändert; LS deutliche orange Flecken; MR kontrastreich gebändert; KS und IH hell gefärbt, der ventralen GF entsprechend
♀	♀ - ♂ ♀ bereits verpaart trifft auf ♂	Körper lateral abgeflacht, Körper rechtwinklig gebogen, dem ♂ zugewandt; Kehlsack aufgestellt, Maul geöffnet; Hin- und Herwackeln des Körpers	GF dorsal sehr dunkel, nach ventral heller, nur wenig mit Punkten durchsetzt; keine QB; AL gebändert; LS deutliche orange Flecken auf dunkler GF; MR kontrastreich gebändert; KS hell gefärbt mit dunkler Bänderung, IH und GF des KS der ventralen GF entsprechend

In Abbildung 59 ist gezeigt, wie sich die Färbung eines Tieres in verschiedenen Situationen verändert. Am Morgen wurde das Tier ganz dunkel gefärbt, sich sonnend gefunden. Auch die Körperhaltung ist typisch für dieses Verhalten. Am Nachmittag hingegen, wurde das Tier hell gefärbt und sehr aktiv angetroffen.



Abb. 59: Subadultes Männchen aus der Untersuchungsgruppe zu verschiedenen Tageszeiten. Links früh am Morgen; Tier hat die Färbung abgedunkelt und den Körper lateral abgeflacht, um möglichst viel Wärme aufzunehmen. Rechts dasselbe Tier am Nachmittag. Heller gefärbt und sehr aktiv.

5.6.9. Einzelne Farbkomponenten

In diesem Abschnitt sollen einzelne Komponenten der komplexen Farbmuster der Pantherchamäleons genauer untersucht werden. Dazu wurden Fotos der Tiere, die sich in unterschiedlichen Situationen und sozialen Umgebungen befanden, digital nachbearbeitet (s. 3.7.). Bestimmte Farben wurden markiert und vom Bildbearbeitungsprogramm hervorgehoben, um sie separat darstellen zu können. Dabei wurde ein besonderes Augenmerk auf weiße Anteile der Färbung, wie sie besonders im Lateralstreifen und in der Maulregion zu finden sind, gelegt. In Abb. 60 sieht man ein Foto des Tieres B2,2, welches am Morgen sonnend angetroffen wurde. Das Tier befand sich in sozialer Isolation und wurde auch nicht durch andere Tiere gereizt. In Abb. 61 wurden durch das Bildbearbeitungsprogramm alle weißen Anteile in der Färbung des Tieres separiert. Man sieht deutlich, dass nur der Lateralstreifen, die Maulregion, der

Kehlsack und der Kehlkamm, sowie die Innenseite der Füße und einige kleine Punkte auf dem Körper weiß gefärbt sind.



Abb. 60 (l.) und 61 (r.): Tier B2,2 beim sonnen. Links das unbearbeitete Foto, rechts wurden nur die weißen Bildpunkte in der Färbung des Tieres dargestellt.

In den Abbildungen 62 – 64 ist dasselbe Tier in einer Stresssituation fotografiert. Es wurde solange gereizt, bis es diese deutliche Drohhaltung und Drohfärbung annahm. In Abbildung 59 wurden nur die weißen Anteile der Färbung dargestellt. Besonders deutlich sind der Lateralstreifen und die Maulregion des Tieres zu erkennen. Außerdem



Abb. 62 (l.), Abb. 63 (m.) und Abb. 64 (r.): Abb. 62 zeigt alle weißen Farbanteile des Tieres B2,2. Abb. 63 alle gelben und Abb. 64 alle roten Anteile.

zeigen sich eine Menge weißer Flecken auf der ventralen Seite des Tieres, die in Abbildung 58 nicht so deutlich zu finden sind. Das Augenlid und Teile des Helmes enthalten ebenfalls weiße Farbkomponenten. Deutlich ist auch der der Keh-, Bauch- und Rückenkeim zu erkennen. Insgesamt scheint ein größerer Teil der Färbung weiße

Anteile zu enthalten als es in Abb. 61 der Fall ist. Die Konturen des Tieres erscheinen sehr viel deutlicher. In Abb. 63 sind alle gelben Komponenten der Färbung des Tieres dargestellt. Besonders der Kehlsack und große Teile der ventralen Färbung und des Schwanzes enthalten gelbe Anteile. Abb. 64 zeigt alle roten Farbkomponenten der Färbung. Rot erscheint besonders im vorderen Drittel des Tieres. Der Kehlsack und Teile der ventralen Färbung enthalten viele rote Bildpunkte.

In einem anderen Fall, wurden zwei Fotos des ♂ 5 – Zack digital nachbearbeitet. Die Abb. 65 wurde Anfang Februar gemacht und zeigt ein Kopfporträt des Tieres.

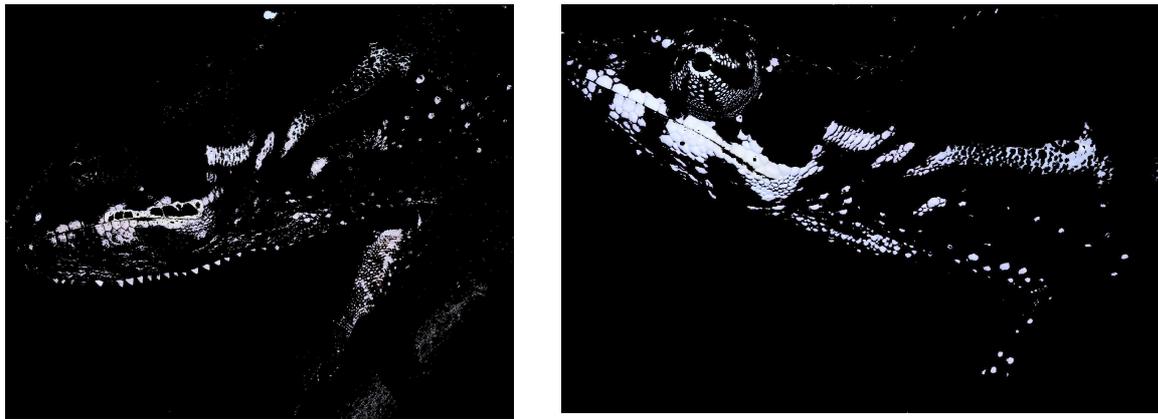


Abb. 65 (l.) & Abb. 66 (r.): Kopfporträt des ♂ 5 – Zack in Ruhefärbung und kurz nach dem Sichten eines ♀.

Dargestellt wurden ebenfalls nur die weißen Anteile der Färbung des Tieres. Deutlich sind die Maulregion, der Kehlkamm und Teile des Lateralstreifens zu erkennen. Außerdem lassen sich im Kehlbereich und am Vorderfuß einige helle Punkte ausmachen. Abb. 65 zeigt dasselbe ♂ etwa vier Wochen später, nachdem es ein ♀ erblickt hat und eine leuchtende Paarungsfärbung zeigte. Wieder sind alle weißen Anteil der Färbung der Kopfregion dargestellt. Hier wird sehr deutlich, dass die Anzahl der weißen Bildpunkte stark zugenommen hat. Die Maulregion und das Augenlid sind sehr stark gefärbt. Durch die dunkle Querbänderung ergeben sich scharfe Konturen und Kontraste. Auch die Anzahl der weißen Flecken im Kehlbereich und an den Vorderfüßen hat zugenommen. Generell zeigt sich eine sehr viel intensivere, kontrastreichere Färbung in Abb. 66 als in Abb. 65.

Auch bei dem ♀ D10 konnte ein starker Unterschied in der Verteilung einzelner Farbkomponenten in unterschiedlichen Situationen beobachtet werden. Meist zeigte das ♀ die typische Färbung, bestehend aus verschiedenen braun und orange Tönen. Auch in aggressiven Stimmungen wie sie z.B. in Abb. 67 dargestellt sind, zeigte das Tier fast

ausschließlich diese Farben. Am Ende der Untersuchungszeit, musste das Tier wieder eingefangen werden, da es unter kontrollierten Bedingungen seine Eier ablegen sollte. Beim Ergreifen des Tieres, zeigte dieses einen extremen Farbwechsel von einer braunen Grundfärbung mit einem orangen Lateralstreifen, zu einer beinahe schwarz – weißen



Abb. 67 (l.) und Abb. 68 (r.): Links das original Bild des gestressten ♀. Rechts das bearbeitete Bild, in dem nur die weißen Farbanteile der Färbung dargestellt sind.

Fleckfärbung (s. Abb. 67 und Abb. 68).

Dabei sind im Augen- und Kopfbereich sowie an den Vorderfüßen gut die Bänderungen zu erkennen. Insgesamt ist die Färbung sehr kontrastreich. Interessanterweise zeigten gestresste Jungtiere, die sich noch in der Juvenilfärbung befanden, ein ähnliches Farbmuster (s. Abb. 69). Auffällig sind die vielen weißen Flecken, die über den gesamten



Abb. 69: Jungtier in Drohfärbung und -haltung. Im Bild sind nur die weißen Anteile der Färbung wiedergegeben.

Körper verteilt sind. Auch bei diesem Jungtier sind der weiße Lateralstreifen und die weiße Maulregion gut zu erkennen.

Insgesamt zeigt sich mit dieser Methode, dass in Stresssituationen oder in Situationen intraspezifischer Interaktionen der Anteil besonders an weißen Farbtönen in der Färbung der untersuchten Tiere drastisch erhöht. Dabei werden besonders der Lateralstreifen, die Maulregion, der Kehlsack, der Rücken-, Kehl- und Bauchkamm sowie bestimmte einzelne Punkte auf dem Körper des Tieres hervorgehoben, sodass sich eine sehr kontrastreiche, konturenbetonende Färbung ergibt.

6. Diskussion

Die Masoala - Regenwaldhalle des Zoo Zürich stellt mit Sicherheit eines der ehrgeizigsten und beeindruckendsten Projekte der europäischen Zoogeschichte dar. Auf einer 11.000m² großen Fläche wird Tieren und Pflanzen ein relativ natürliches Ökosystem geboten. Moderne Zoos verstehen sich als Naturschutzzentren, dessen Programme und Aktivitäten einerseits die Haltung und Nachzucht von bestimmten Tierarten *ex situ* fördert und verbessert, andererseits aber auch *in situ* konkrete Vorhaben zum Schutz von Tierarten oder ganzen Ökosystemen (wie der Masoala Nationalpark) unterstützt und als Botschafter für diese fungiert. Auf diese Weise können Zoos einen wichtigen Teil zum Erhalt bedrohter Tierarten oder Ökosysteme beitragen. Eine weitere Möglichkeit, Naturschutzprojekte oder Erhaltungszuchtprogramme zu unterstützen, besteht darin biologische Grundlagenforschung zu ermöglichen. WIELEBNOWSKI (1998) weist daraufhin, dass grundlegende Verhaltensstudien an Tieren aus Zoopopulationen einerseits zur Optimierung der Haltungsparameter führen und andererseits helfen, das Management von Wildpopulationen zu verbessern oder überhaupt erst zu ermöglichen. Mit der Masoala – Regenwaldhalle, bietet der Zoo Zürich die Möglichkeit, Verhaltensforschung unter relativ natürlichen Bedingungen zu betreiben. Da bisher nur wenige systematische ökologische Studien und Verhaltensstudien über Chamäleons, im Speziellen über madagassischen Arten, vorliegen (e. g. BOURGART 1968, 1970; PARCHER 1974; KAUFFMANN et al. 1997; FOLEY 2003; FERGUSON et al. 2004; LUTZMANN in Vorb.), ist in Zürich die Gelegenheit gegeben, das Wissen über dieses bemerkenswerte Faunenelement Madagaskars zu erweitern. JENKINS et al. (1999) weisen auf die enorme Bedeutung und Notwendigkeit eines besseren Verständnisses von Chamäleons hin, um sinnvolle Schutzmaßnahmen *in situ* zu realisieren.

6.1. Radiotelemetrie – eine geeignete Methode zur Beobachtung arboricoler Reptilien?

6.1.1. Das Material - Kleber und Sender

Die Methode der Radiotelemetrie bietet nach KENWARD (2001) eine gute Möglichkeit, systematisch Daten zum Verhalten und zur Raumnutzung von Tieren zu sammeln.

In der Herpetologie wurden bisher hauptsächlich radiotelemetrische Untersuchungen an terrestrischen Reptilien und Amphibien durchgeführt (z.B. AUTUMN et al. 1994; WEBB & SHINE 1998; KYEK et al. 1997; SPIELER 1997), nur wenige radiotelemetrische Untersuchungen wurden bisher an arboricolen Reptilien unternommen (z.B. CUADRADO 2000; CUADRADO 2001; REANEY & WHITING 2003; VON STOCKAR & JAAG 2003). Möglicherweise liegt dies an der komplexen, dreidimensionalen Struktur arborealer Habitate oder an der damit verbundenen Unzugänglichkeit und begrenzten Einsichtbarkeit.

Die von mir benutzten Sender, Typ BD – 2 der Firma Holohil, erwiesen sich als sehr gut geeignet für den Einsatz in der Untersuchung. Die Reichweite und die Sendedauer (Batterieleistung) genügten den Anforderungen vollkommen. Die Bedienung und Handhabung des Empfängergerätes stellte sich als unkompliziert heraus und das Anpeilen der Tiere sowie die Herstellung von Sichtkontakt zu dem Tier, gelang in den meisten Fällen.

Das genaue Anpeilen der Tiere gestaltete sich in einigen Fällen jedoch ziemlich schwierig. Besonders in großen Gewächsen, war es oft nicht leicht die Tiere genau zu lokalisieren, da durch die Bäume und den Boden die Signale des Senders reflektiert wurden. Dadurch konnte die Position des Tieres im Baum nicht eindeutig bestimmt werden und es konnte kein Sichtkontakt, trotz intensiver Suche, hergestellt werden. Meist gelang es dann aber zu einem späteren Zeitpunkt, wenn das Tier seinen Sitzplatz gewechselt hatte, es wieder zu finden und so Sichtkontakt herzustellen. Manchmal konnte dies aber auch einige Tage dauern, wenn die Tiere sich z.B. aufgrund von schlechtem Wetter nicht bewegten. Ich denke, dass besonders bei der Beobachtung von ektothermen, arboricolen Reptilien, Situationen wie diese (z. B. ungünstige klimatische Bedingungen) und eine geringe Körpergröße, eine kontinuierliche Beobachtung erschweren können.

Ein sehr viel größeres Problem stellte die Klebedauer der Sender dar. Besonders in der zweiten Staffel verloren die Tiere bereits nach durchschnittlich 6,5 Tagen ihre Sender. Ein Grund für diese kurze Klebedauer ist sicherlich darin zu finden, dass in der zweiten Staffel, die Temperaturen und die Luftfeuchtigkeit sehr viel höher lagen als in der ersten Staffel. Es wurde beobachtet, dass die Klebestellen nicht richtig trockneten. Daher blieb der Kleber sehr weich und der Sender hielt nicht fest genug. Ein weiterer Grund für den frühen Verlust der Sender könnte auch die erhöhte Aktivität der Tiere in der zweiten Staffel sein, so dass durch die Bewegung und durch die Belastung durch „Hängenbleiben“ in der Vegetation etc., die Sender schneller abfielen.

Was auch des Öfteren zu beobachten war, dass sich die Chamäleons aktiv von den Sendern befreiten. Dabei wurden Sender mit dem Maul abgebissen oder mit den Füßen abgekratzt. Es zeigte sich, dass die hintere Klebestelle als am besten geeignet anzusehen ist. Die Sender, die über der Schulter der Tiere befestigt wurden bereits nach maximal 3 Tagen verloren.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die Sender sämtliche technischen Anforderungen erfüllten und sehr einfach in der Handhabung und Befestigung waren. Die Art und das Mittel der Befestigung scheinen jedoch noch zu verbessern zu sein. Obgleich mit dem Kleber gute Erfahrungen in anderen Studien, z.B. bei Taggeckos gemacht wurden (VON STOCKAR & JAAG, 2003; eigene Beobachtungen bei *U. fimbriatus*). CUADRADO (2001) beobachtete mit Sendern versehene *Chamaeleon chamaeleon* über einen Zeitraum von ebenfalls 14 Tagen, berichtete jedoch nicht von Schwierigkeiten oder Problemen. Die Unterschiede in der Klebedauer können in der unterschiedlichen Hautstruktur der Tierarten zu finden sein oder in der Tatsache, dass sich die Geckos ihre Sender nicht aktiv entfernen konnten, da die Klebestellen nicht zu erreichen waren oder aufgrund der Haftlamellen an den Füßen nicht abgekratzt werden konnten.

Auch für die Dauer der Untersuchung erwiesen sich die benutzten Sender als optimal.

Für zukünftige Untersuchungen wird es jedoch abzuwägen sein, ob diese Art der Senderbefestigung ausreichend ist. In anderen radiotelemetrischen Untersuchungen an Reptilien, werden implantierte Sender benutzt (z. B. AUTUMN et al. 1994; WEBB & SHINE 1998). Der Vorteil dieser Methode liegt in der geringen Verlustrate der Sender. Für Studien, die eine Datenaufnahme von mehr als 30 Tagen beinhalten, stellt die Implantation der Sender sicherlich einen Vorteil dar. Nachteil ist jedoch der enorm hohe Aufwand zur Implantation der Sender (KENWARD 2001) und die gesundheitliche Belastung für die Tiere.

5.1.2. Beeinflussung der Chamäleons durch die angeklebten Sender

Effekte auf das Verhalten der Tiere, hervorgerufen durch das Anbringen von Sendern, lassen sich sicher niemals komplett vermeiden (KENWARD 2001). Das Handling der Tiere, welches Stress und damit energetische Kosten für das Tier verursacht, das zusätzliche zu tragende Gewicht oder sonstige Behinderungen können Auswirkungen auf das Verhalten der Tiere und letztendlich auf die Ergebnisse der Studie haben (KENWARD 2001; HENLE et al. 1997; MILINSKI 1997). Während der Untersuchungszeit konnten verschiedene Beobachtungen zur Reaktion der Chamäleons auf die Sender gemacht werden. U. a. wurde beobachtet, dass die Tiere versuchten die Sender zu entfernen. Dies dürfte ein deutliches Signal dafür sein, dass die Tiere sich von den Sendern gestört fühlten. Dieses Verhalten wurde jedoch nicht bei allen Tieren beobachtet. Andere Tiere versuchten nicht die Sender zu entfernen und wurden bei allen „Chamäleontypischen“ Verhaltensweisen (Beutefang, Paarung etc.) mit Sender beobachtet. Da die Anzahl an Tieren, die mir in Zürich zur Verfügung standen, nicht sehr groß war, war es mir nicht möglich eine Vergleichsgruppe ohne Sender zu beobachten, um beeinflussende Effekte quantifizieren zu können. Eine kontinuierliche Beobachtung ohne Sender, würde sich außerdem auch als eher schwierig erweisen.

Insgesamt komme ich zu dem Schluss, dass die Radiotelemetrie auch für arboricole Reptilien eine geeignete Methode zu Erfassung von Lebensräumen, Aktivitätsmustern und Habitatsnutzung darstellt. Auch für den Einsatz im Freiland, mit höherer Vegetation, scheint die Methode geeignet. Sicherlich wären dann jedoch Abstriche in der Häufigkeit der Sichtungen zu erwarten. KAUFFMANN et al. (1997) führten Focus - Beobachtung an *Calumma oshaughnessyi oshaughnessyi* im Ranomafana National Park, einem Regenwaldgebiet im Osten Madagaskars, durch und kommen zu dem Schluss:

„... the use of radio – tracking is recommended for future studies, both for gaining informations about chameleon spatial organization and to assist in finding and observing chameleons. (...) ...with improved means of locating individuals in the field it will be possible to find out much more about the behaviour of these elusive animals.“

6.2. Temperatur und Verhalten

Viele Reptilienarten regulieren effektiv ihre Körpertemperatur, durch Verhaltensanpassungen, wie z.B. das gezielte Aufsuchen von Sonnen- oder Schattenplätzen (ZUG et al. 2001; ADOLPH et al. 1993, BARTHOLOMEW 1982). Neben Verhaltensänderungen beeinflussen auch eine Reihe morphologischer und physiologischer Faktoren (wie z.B. Färbung, Körperhaltung oder Respiration) die Thermoregulation bei Reptilien (ZUG et al. 2001; BARTHOLOMEW 1982).

HUEY (1982) definiert Thermoregulation bei Reptilien wie folgt:

„ Temperature regulation is a dynamic process involving behavioral and physiological adjustments that attempt to achieve body temperatures within a zone in response to actual or anticipated changes in external and internal heat loads. The zone may depend on the ecological and physiological context. “

Unterschiedlichste Verhaltensweisen sind bei *F. pardalis* temperaturbedingt. Besonders die Änderung der Färbung (Aufhellen oder Abdunkeln), wie in Abbildung 56 ersichtlich, sowie eine Änderung der Körpergestalt zur Maximierung oder Minimierung der sonnenexponierten Körperfläche sind eindeutige Zeichen der aktiven Kontrolle der Körpertemperatur des Tieres. Dunkle Körperfärbungen sind dabei meist mit T_b 's unterhalb der optimalen Temperatur verbunden (BARTHOLOMEW 1982), so dass die Absorption der Strahlungsenergie einen lokalen Temperaturanstieg erzeugt, der sich durch die subdermale Blutzirkulation im gesamten Körper verteilt und so einen Anstieg der gesamten T_b zur Folge hat.

In Abbildung 25 wird deutlich, dass die Chamäleons besonders an sonnigen Tagen die höchsten T_b – Werte erreichen. Oberhalb optimaler T_b , dient ein Aufhellen der Haut der Reflexion von Strahlungsenergie, welches die Absorption an Infrarotstrahlung verringert (BARTHOLOMEW 1982). Die Blutzirkulation, die aufgrund der hohen T_b schnell verläuft, transportiert die absorbierte Energie schnell in andere Teile des Körpers (BARTHOLOMEW 1982). Hier wäre es sehr interessant gewesen, wenn neben der Oberflächentemperatur der Tiere ebenfalls die Kloakentemperatur bestimmt werden könnte, um solche Effekte auch statistisch erhärten zu können. Allerdings sind die Möglichkeiten auf diese Art und Weise die T_b zu kontrollieren begrenzt. BARTHOLOMEW (1982) weist daraufhin, dass die verhaltensgesteuerte Kontrolle der T_b durch Dislokation, Mikrohabitatswahl und Positionsänderung quantitativ von größerer Bedeutung ist, als es durch die Änderung von Färbungen der Fall ist.

In der Untersuchung konnte festgestellt werden, dass die T_b der Chamäleons und die T_a signifikant positiv korrelieren (s. 5.3.2.).

FERGUSON et al. (2004) untersuchte die Kloakentemperatur von *Furcifer pardalis* im Freiland, diese korrelierte ebenfalls sehr stark mit der Umgebungstemperatur. Er gibt für die Körpertemperatur (body temperatur = T_b) einen Temperaturbereich von 24°C bis 36°C als „Activity Temperature Range“ für *F. pardalis* an. In der Masoala - Regenwaldhalle konnten die Chamäleons bei Temperaturen von 19°C bis 36°C beobachtet werden. Innerhalb eines Temperaturbereiches zwischen 22°C und 36°C, ließen sich alle normalen Aktivitäten der Tiere, wie Fressen, Paarung oder Bewegungen beobachten. Aus diesem Grunde würde ich die Activity Temperature Range für *F. pardalis* etwas weiter fassen als FERGUSON (2004) es tat und mit 22°C bis 36°C angeben. Die von FERGUSON (2004) angenommene, weite thermale Nische dieser Spezies mit einer deutlichen thermischen Konformität (in dieser Untersuchung T_b vs T_b $r = 0,934$), können hiermit eindeutig bestätigt werden. Ähnliche Ergebnisse ergaben sich in Studien an *Chamaeleo chamaeleon* und *Chamaeleo africanus* (DIMAKI et al. 2000), sowie bei *Chamaeleo pumilus pumilus* und *Chamaeleo namaquensis* (BURRAGE 1973).

Allerdings weisen HERTZ et al. (1993) darauf hin, dass eine Regressionsgerade von T_b auf T_a nicht geeignet ist, um eine Aussage über Thermoregulatorisches oder Thermokonformes Verhalten bei Reptilien zu treffen. Die T_a ist nur einer von vielen biopsiologischen Faktoren (z.B. die direkte Sonnenstrahlung), der Einfluss auf die T_b eines Tieres hat (HERTZ et al., 1993). Darüber hinaus kann die T_a in dem Mikrohabitat, welches durch das entsprechende Tier gewählt wurde, eine potentiell beeinflusste Größe sein, da das Tier dieses Mikrohabitat eben wegen dieser T_a wählte (HERTZ et al., 1993).

Interessant war für mich die Tatsache, dass obwohl nur die Oberflächentemperatur der Tiere mittels eines Infrarotlasers gemessen wurde, doch sehr ähnliche Werte wie bei FERGUSON (2004) festgestellt wurden. Dennoch sollte bei zukünftigen Untersuchungen, zum einen die Kloakentemperatur der Tiere gemessen werden und es sollte zum anderen, um thermoregulatorisches Verhalten und die daraus resultierenden Effekte auf Mikrohabitatwahl und Habitatsqualität bei *F. pardalis* besser zu verstehen, die von HERTZ et al. (1993) vorgeschlagene Methode zur Erfassung und Quantifizierung von Thermoregulation und thermoregulatorischen Verhalten verwendet werden.

6.3. Lebensraum und Habitatwahl

Pantherchamäleons besiedeln die unterschiedlichsten Vegetations- und Landschaftstypen innerhalb ihres Verbreitungsgebietes. Die Angaben von Biotopbeschreibungen in der Literatur scheinen zum Teil in großem Gegensatz zu einander zu stehen. Einstimmig werden Bäume, Büsche und Sträucher in offenen Landschaften und Kulturflächen mit niedriger Sekundärvegetation als Lebensraum angegeben (u.a. ANDREONE, unveröff.; FERGUSON, 2004; GLAW & VENCES, 1994; HENKEL & HEINICKE, 1993; HENKEL & SCHMIDT, 1995; MÜLLER et al., 2004; NEČAS, 2004; SCHMIDT et al., 1996; eigene Beobachtungen). Auch menschliche Siedlungen werden als Lebensraum angenommen (MÜLLER et al. 2004). Primäre Regenwälder als Lebensraum von *Furcifer pardalis*, werden in der Literatur jedoch sehr unterschiedlich bewertet. Teilweise werden dichte Wälder ausdrücklich ausgeschlossen (HENKEL & HEINICKE, 1993; HENKEL & SCHMIDT, 1995; SCHMIDT et al., 1996; SCHMIDT & LIEBEL, 2004), dennoch gibt es auch Nachweise von *F. pardalis* aus Regenwaldgebieten (ANDREONE, unveröff.; ANDREONE et al., 2000; GLAW & VENCES, 1994; MÜLLER et al., 2004; RIMMELE, 1999). Allerdings sind die Individuenzahlen von *Furcifer pardalis* bei Transektuntersuchungen in Regenwaldgebieten sehr viel geringer als in Gebieten mit sekundär Vegetation (ANDREONE unveröff.). RAXWORTHY (1988) und GLAW & VENCES (1994) vermuten, dass sich der Lebensraum von *Furcifer pardalis* in primären Regenwäldern, auf den Kronenbereich der Bäume beschränkt, da diese Bereiche über eine ausreichende Sonneneinstrahlung verfügen, die der ausgeprägten Heliophilie der Chamäleons gerecht wird.

Bei den Pantherchamäleons der Masoala – Regenwaldhalle zeigte sich, dass es eine signifikante Präferenz für das obere Drittel der genutzten Pflanzen gibt (4.4.3.). Besonders die Tiere der Gruppe 1, die sich hauptsächlich in einem Gebiet mit vielen großen Bäumen (> 4m) aufhielten, waren besonders häufig im oberen Drittel, bzw. im Kronenbereich anzutreffen. Für alle Gruppen zeigte sich eine Präferenz für das mittlere und obere Drittel der Pflanzen. Im unteren Drittel wurden die Tiere eher selten angetroffen und dann meist nur, wenn sie in Bewegung waren. Desweiteren zeigte sich, dass die Tiere die peripheren Bereiche der Gewächse scheinbar häufiger aufsuchten. Aus diesen Ergebnissen folgere ich, dass die Tiere in einer Umgebung mit großen Bäumen, wie z.B. im primären Regenwald, ihre Sitzplätze tendenziell in die Höhe verlagern und dort dann die peripheren Bereiche bevorzugen. Dies würde sich mit den Angaben von

GLAW & VENCES (1994) und RAXWORTHY (1988) decken. Über die Gründe für dieses Verhalten kann nur spekuliert werden.

Zum einen ist das Angebot an Sonnenplätzen im lichtdurchfluteten Kronenbereich sehr viel besser, als in anderen Bereichen eines Baumes in einem geschlossenen Waldgebiet (THERBORG 1993; WHITMORE 1993). Untersuchungen zu Verteilung von Mikroklimaten im Regenwald belegen, dass die Temperaturen in den höheren Stockwerken der Bäume tagsüber höhere Werte erreichen, als auf dem Waldboden (TERBORGH 1993; WHITMORE 1993). Das Angebot an geeigneten Mikroklimaten zur Thermoregulation ist für Reptilien einer der wichtigsten Faktoren in der Habitatwahl (BARTHOLOMEW 1982; HUEY 1982; ADOLPH & PORTER 1993; ZUG et al. 2001; REANY & WHITING 2003).

Des weiteren ist die Abundanz von Arthropoden im Kronenbereich und in den oberen Bereichen der Bäume höher als in den unteren Stockwerken des Regenwaldes (FEDEROV 1966, HARRISON 1962). Die Blüten der meisten Regenwaldbäume, lassen sich im Kronenbereich finden, so dass sich nahrungssuchende Insekten besonders in diesem Bereich aufhalten (TERBORGH 1993). Dementsprechend ist das Nahrungsangebot für insektivore Prädatoren, wie z. B. Chamäleons, in diesem Bereich besser als in anderen Stockwerken des Regenwaldes. Dazu kommt, dass die Chamäleons im lichtdurchfluteten Kronenbereich ihren optischen Apparat optimaler Nutzen können, da sie aufgrund ihres zellulären Netzhautaufbaus auf eine hohe Lichtintensität angewiesen sind (MÜLLER et al. 2004).

Das meist periphere Bereich der Bäume genutzt werden, könnte ebenfalls mit einer intensiveren Sonneneinstrahlung in diesen Baumbereichen zusammen hängen. Denkbar wäre außerdem eine antiprädatorische Taktik. Mögliche, größere Prädatoren können den Chamäleons auf die dünneren, peripheren Äste nicht folgen. RAXWORTHY (1991) vermutet diese Taktik für Chamäleons der Gattung *Brookesia* und Geckos der Gattung *Lygodactylus*, die tagsüber in der Laubstreu der Wälder zu finden sind. Nachts suchen sie jedoch die dünnen, peripheren Äste von kleinen Gewächsen auf, um nicht von Tenrecs (*Tenrecidae*) gefressen zu werden (RAXWORTHY 1991). Ähnliche Beobachtungen werden von Baumagamen (REANEY & WHITING 2003) und Anolis (CLARKE & GILLIGAN 1990) berichtet.

ANDREONE (in Vorb.) führte in mehreren Regenwaldgebieten Madagaskars (u.a. Lokobe, Masoala und Wälder in der Sambirano - Region) Untersuchungen im Kronendach der Regenwälder durch und konnte dort nur ein einziges Pantherchamäleon finden. ANDREONE (in Vorb.) geht aufgrund dieser Beobachtungen und der Tatsache, alle übrigen



Abb. 70: Kulturlandschaft in der Gegend von Ambanja, im Norden Madagaskars. Die offene, mit Bäumen und Sträuchern durchsetzte Landschaft stellt einen idealen Lebensraum für Pantherchamäleons dar. Hier lassen sich besonders hohe Bestandsdichten finden.

gefundenen Pantherchamäleons, in der Nähe von Bächen oder anderen Freiflächen im Wald aufgespürt zu haben, davon aus, dass das Pantherchamäleon ursprünglich eine „forest – edge species“ ist, die Freiflächen und die Ränder der ehemaligen ausgedehnten Regenwaldgebiete besiedelte. Auch MÜLLER et al. (2004) teilen diese Annahmen und führen außerdem an, dass Bereiche, wo die Sonne auch die unteren Schichten des Waldes erreicht (Bachläufe,

Schneisen, Waldränder u.ä.), ebenfalls von Pantherchamäleons besiedelt werden. Aufgrund der Zerstörung der Wälder, die ursprünglich beinahe das gesamte, derzeitige Verbreitungsbereich der Pantherchamäleons bedeckten, werden immer mehr Freiflächen und Kulturlandschaften mit niedriger Sekundärvegetation geschaffen, die scheinbar einen optimalen Lebensraum für Pantherchamäleons darstellen. In diesen Gebieten lassen sich sehr hohe Populationsdichten feststellen. ANDREONE (in Vorb.) schätzt den Bestand an Pantherchamäleons auf Nosy Be, einer etwa 25.000 ha großen Insel vor Madagaskars Nordwestküste, auf ungefähr eine Millionen adulter Exemplare.

Zwei Gründe können für diese hohen Bestandsdichten ausschlaggebend sein. Erstens die fehlende Konkurrenz von anderen Chamäleonarten, die sich in intakten Regenwaldgebieten finden lassen. Einige Arten der Gattungen *Calumma* und *Furcifer* und beinahe alle Arten der Gattung *Brookesia* sind im besonderen Maße an intakte, primäre (Regen-) Wälder gebunden. Zwar lassen sich einige Arten (z.B. *Calumma nasutum*, *C. brevicorne*, *C. p. cristifer* oder *Furcifer willsii*) auch in Sekundärvegetation finden (BRADY & GRIFFITHS 1999, eigene Beobachtung), diese Sekundärvegetation weist dann jedoch noch meist einen restlichen Baumbestand auf, oder grenzt an ein intaktes Waldgebiet. In stark degradierten Gebieten, wurde dem anpassungsfähigen Pantherchamäleon ein beinahe konkurrenzfreier Lebensraum geschaffen. Nur das Riesenchamäleon (*Furcifer oustaleti*) lässt sich häufig sympatrisch mit dem Pantherchamäleon im Norden und Nordwesten Madagaskars finden (FERGUSON et al.

2004; eigene Beobachtungen). Zweitens scheint der Lebenszyklus der Pantherchamäleons ideal an die Bedingungen dieses Lebensraumes angepasst zu sein.

Da das Geschlechterverhältnis in der Untersuchungsgruppe sehr ungleich verteilt war, konnten keine statistischen Auswertungen zu geschlechtsspezifischen Habitatwahl gemacht werden. RAENEY & WHITING (2003), untersuchten die Habitatwahl an Baumagmen (*Acanthocerus atricollis atricollis*) in Südafrika. Diese Agamenart hat ähnliche ökologische Ansprüche und Verhaltensweisen wie *F. pardalis*. Es sind tagaktive, arboreale Lauerjäger, die einen starken Sexualdimorphismus in Größe, Färbung und Gestalt aufweisen (REANEY & WHITING 2003). In ihrer Untersuchung wurde kein signifikanter Unterschied in der Wahl des Sitzbaumes bezüglich Alter oder Geschlecht gefunden. Allerdings konnte bei beiden Geschlechtern eine deutliche Präferenz für große Bäume, mit einem großen Umfang und einem gut ausgebildeten Kronenbereich gefunden werden (REANEY & WHITING 2003).

Für *F. pardalis* ist meiner Meinung nach für die Wahl des Habitats ebenfalls kein Unterschied im Verhalten von ♂ und ♀ zu erwarten. Es konnte nicht beobachtet werden, dass ♀♀ oder ♂♂ eine Präferenz für eine bestimmte Pflanzenart zeigten.

6.4. Aktivität im Tagesverlauf

Der Tagesverlauf der unterschiedlichen Aktivitätskategorien zeigte für alle drei Gruppen ein ähnliches Bild. In Suchstellung konnten die Tiere am meisten zwischen 10.00h und 12.00h am Vormittag beobachtet werden. Ein zweite Phase gab es zwischen 14.00h und 16.00h. In der Zeit von 12.00h bis 14.00h wurden die Tiere (in allen Gruppen) meist in Bewegung angetroffen. Ruhestellungen wurden früh am Morgen und dann wieder am späten Nachmittag beobachtet. Daraus ist zu folgern, dass sich die Aktivität der Tiere scheinbar nach einem täglichen Rhythmus richtet. Der Vormittag und frühe Nachmittag wird hauptsächlich zum Ansitzen auf Beute oder zur Thermoregulation genutzt. Am Mittag, zwischen 12.00h und 14.00h war eine erhöhte Aktivität der Tiere in allen Gruppen zu beobachten. Dies könnte darin begründet sein, dass die Tiere zu diesem Zeitpunkt ihre Aktivitätstemperatur erreicht hatten und nun ihren Sitzplatz wechselten. Weitere Gründe für einen Wechsel könnten in dem Aufsuchen neuer Ansitzplätze oder bestimmter Mikroklimata liegen, oder um zu verhindern, von potentiellen Prädatoren aufgespürt zu werden. Generell sind jedoch sicherlich drei Faktoren (nach ADOLPH &

PORTER 1993) für die Entscheidung „should I stay or should I go?“ ausschlaggebend. Dies sind Temperatur, Nahrungsressourcen und Feuchtigkeit. AKANI et al. (2001) konnten ähnliche Beobachtungen für drei Chamäleonarten der Gattung *Chamaeleo* (*Ch. cristatus*, *Ch. gracilis*, *Ch. owenii*) in einem Regenwaldgebiet in Nigeria machen. AKANI et al. (2001) stellten fest, dass die Chamäleons zwischen 09.00h und 11.00h am Vormittag die meiste Nahrung erbeuteten. Dabei sonnten sich die Tiere an ihrem Sitzplatz. Gegen Mittag jagten die Tiere kaum noch. Erst zwischen 15.00h und 17.00h war wieder ein vermehrtes Jagdverhalten zu beobachten (AKANI et al. 2001). Weiterhin stellten AKANI et al. (2001) fest, dass die Tiere besonders über Mittag eine erhöhte Aktivität zeigten und sich zu dieser Zeit tendenziell in die höheren Bereiche der Bäume bewegten. Dort sonnten sie sich eine Zeit lang, um dann den Schatten hinter Blättern, Epiphyten o.ä. aufzusuchen. SCHAEFER et al. (2005) konnten eine erhöhte Aktivität von *Chamaeleo chamaeleon* in den frühen Nachmittagstunden feststellen. Auch die Untersuchungen von KAUFFMANN et al. (1997) an *Calumma oshaughnessyi* zeigten eine ähnliche Verteilung der Aktivität im Tagesverlauf, mit Phasen von erhöhter Aktivität besonders in den Mittagstunden.

6.5. Bewegungsmuster und Raumnutzung

Wie in Abbildung 37 dargestellt, zeigte sich, dass es zwei Typen von Bewegungsmustern gab. Einen eher standorttreuen Typ und einen eher explorativen Typ. Beide Typen zeichneten sich jedoch dadurch aus, dass meist lineare Bewegungen von einem Ausgangsort gemacht wurden, d.h. ein bestimmtes Gebiet wurden selten mehrmals aufgesucht. Die Tiere D10, A2 und B3,2 erwiesen sich als eher Standorttreu. Die Standorttreue konnte besonders ausgeprägt bei dem ♀ D10 beobachtet werden. Es hielt sich während der gesamten Beobachtungszeit und darüber hinaus im selben Gebiet auf, während die ♂♂ A2 und B3,2 einen linearen Bewegungstyp zeigten. Dieser war nicht so ausgeprägt wie bei den anderen Tieren, aber eine kontinuierliche Bewegung innerhalb eines bestimmten Gebietes, in dem bestimmte Punkte immer wieder aufgesucht werden, konnte nur bei dem ♀ D10 beobachtet werden. Im Tagesverlauf wurden die einzelnen Sitzplätze von D10 des Öfteren gewechselt. Um eine statistisch erhärtete Aussage über Geschlechtsunterschiede oder geschlechtsspezifische Raumnutzung zu machen, fehlt ein genügend großer Anteil an ♀♀ in der Untersuchungsgruppe.

Dennoch denke ich, dass man aus diesen Beobachtungen einige Hinweise für einen geschlechtspezifische Unterschied in der Raumnutzung und dem territorialen Verhalten ziehen kann. In diesem Zusammenhang ist auch die Paarungsbeobachtung von Bedeutung (s. 5.6.3.). Für *F. pardalis* ist es wohl plausibel anzunehmen, dass die ♀♀ eine feste Home range haben.

Ein Gebiet, welches durch ein spezifisches Individuum wiederholt durchquert wird, soll im Folgenden (nach KENWARD 2001) als Home range (HR) verstanden werden. Diese Definition scheint mir am geeignetsten, da diese sämtliche Verhaltensweisen objektiv beinhaltet. Dabei ist die Größe der Home range von mehreren Faktoren abhängig, dieses können u. a. sein:

1. vorhandene Ressourcen (an Futter, Verstecken, potentiellen Partnern etc.)
2. Körpergröße und Geschlecht des Individuums
3. Populationsdichte
4. Saisonalität und Lebenszyklus (Klima, Paarungszeiten etc.)

Innerhalb dieses Gebietes können Aktivitätszentren vorhanden sein. Damit sind bestimmte Orte gemeint, die besonders häufig oder für bestimmte Aktivitäten (wie fressen oder sonnen) von dem Tier aufgesucht werden (ZUG et al. 2001). Im Gegensatz zu Territorien werden HRs in der Regel nicht in ihrer gesamten Ausdehnung gegen Artgenossen verteidigt. Territorien sind der Teil der HR, der aktiv vom Territoriums inhaber gegen Einwanderer und potentielle Konkurrenten verteidigt wird (ZUG et al. 2001). Meist ist eine vorhandene, limitierte Ressource der Grund für die Ausbildung eines Territoriums. Arboricole Reptilien besetzen in der horizontalen Fläche tendenzielle kleinere HRs als es terrestrische Arten tun, dies spiegelt jedoch nicht die dreidimensionale Struktur der HR arborealer Reptilien wieder, die vertikal meist ein sehr komplexes Habitat bewohnen (PERRY & GARLAND 2002).

KAUFFMANN et al. (1997) beobachteten bei *C. oshaughnessyi oshaughnessyi*, dass relativ große, einander überlappende HRs von den Tieren genutzt werden, innerhalb dessen keine Territorien ausgebildet werden. Diese HRs werden von den Tieren, ähnlich wie bei den untersuchten *F. pardalis*, in linearen Bewegungsmustern durchquert, wobei einmal besuchte Bereiche, selten ein weiteres mal begangen werden (KAUFFMANN et al. 1997).

Dieses Verhalten könnte verschiedene Gründe haben. Möglicherweise könnte durch diese Bewegungsmuster die Wahrscheinlichkeit erhöht werden, auf geeignete Sexualpartner zu stoßen oder um Nahrungsressourcen effektiver zu nutzen. Wahrscheinlicher anzunehmen ist meiner Meinung nach jedoch, dass die Tiere

versuchen, Prädatoren zu meiden. Schlangen sind, neben Vögeln (PARCHER 1974), als Hauptprädatoren von Chamäleons anzusehen. Schlangen finden ihre Beute hauptsächlich durch das Verfolgen von chemosensorischen Signalen, die sie vom Untergrund mittels ihrer Zunge aufnehmen (SCHWENK 1994). Durch das meiden von bereits begangenen Pfaden, erhöht sich die Chance für das Chamäleon unentdeckt zu bleiben. KAUFFMANN et al. (1997) berichten außerdem, dass Schlafplätze von den beobachteten Tieren kein zweites Mal genutzt werden und LUTZMANN (pers. Mittlg.) berichtet von *Chamaleo chamaeleon*, dass in der Dämmerung die Tiere mehrere potentielle Schlafplätze aufsuchen, bevor sie sich endgültig niederlassen. LUTZMANN (pers. Mittlg.) vermutet ebenfalls eine antiprädatorischen Funktion dieses Verhaltens.

Auf Madagaskar stellen nachts die schlafenden, inaktiven Chamäleons eine einfache Beute für z.B. Mausmakis (*Microcebus* sp.) und Tenrecs (*Microgale* sp.) dar.

Die ♀♀ besetzen ein bestimmtes Gebiet ganzjährig, solange sämtliche essentiellen Ressourcen vorhanden sind. Ob es dabei Konkurrenz zwischen mehreren ♀♀ um bestimmte Gebiete oder Territorien gibt, kann ich nicht beurteilen und ist auch in der Literatur nicht bekannt (FERGUSON et al. 2004).

Die ♂♂ hingegen dürften einerseits über größere HRs verfügen und sind sehr mobil (FERGUSON et al. 2004). Diese Annahmen würden sich mit den Angaben von PERRY & GARLAND (2002) decken, die gattungsübergreifend die HRs von squamanten Echsen untersuchten. Dem zufolge haben ♂♂ relativ zu ihrer Körpergröße signifikant größere HRs als ♀♀ (PERRY & GARLAND 2002). Die gilt sowohl für territoriale Spezies wie für nicht – territoriale Spezies (PERRY & GARLAND 2002). Die größeren HRs der ♂♂ sind bestimmt durch die Anwesenheit von ♀♀ und meist so strukturiert, um den Reproduktionserfolg zu optimieren (PERRY & GARLAND 2002).

In der Masoala Regenwaldhalle konnte u. a. auch eine Paarungssituation beobachtet werden. Es wurde beobachtet, dass das ♂ in die HR des ♀ kam, nachdem dieses bereits einige Zeit umherwanderte. Es blieb 2 Tage stets in der Nähe des ♀ bis es zur Paarung kam. Anschließend konnte das ♂ einen weiteren Tag in der Nähe des ♀ beobachtet werden, dieses Mate – guarding wird auch von CUADRADO (2001) für *Chamaeleo chamaeleon* beschrieben.

Auch als das ♀ später von einem weiteren ♂ entdeckt wurde, war es das ♂ welches, in die Nähe des Weibchens kam. Das ♀ war jedoch nicht paarungswillig und vertreibt das ♂, welches die Warnungen des Weibchens verstand und es in Ruhe ließ.

Dass das ♀ ein bestimmtes Gebiet sowohl in Paarungssituationen, als auch in Drohsituationen, nicht verlässt, würde ebenfalls für die standorttreue der ♀♀ bei *F. pardalis* sprechen. LUTZMANN (in Vorb.) konnte ein ♀ über mehrere Monate, in einem Umkreis von etwa 10m, im Stadtgebiet von Maroansetra, immer wieder beobachten. NEČAS (2004) berichtet bei anderen Chamäleonarten ebenfalls von einer Standorttreue der ♀♀ und KÄSTLE (1967) beschreibt, dass nicht paarungsbereite ♀♀ von *Ch. ellioti* und *Ch. hoehnelli* vor ♂♂ nicht fliehen, sondern die ♂♂ durch Abwehrreaktionen vertreiben. Eine Abschätzung für ein Territorialverhalten der ♂♂ zu geben, anhand der Beobachtungen in der Masoala – Regenwaldhalle, fällt trotz genügend großer Strichprobenanzahl, ebenfalls schwer. Viele Faktoren waren in der Untersuchungszeit dafür eher als suboptimal zu erachten. Zum einen entsprach das Klima in etwa der Trockenzeit auf Madagaskar. Kühlere Temperaturen, geringere Lichteinstrahlung und wenig Beregnungen führten dazu, dass die Tiere besonders zu Beginn der Untersuchungszeit eher inaktiv waren. Auch die Tatsache, dass zu Beginn der Untersuchung sich die ♂♂ untereinander scheinbar völlig egal waren (s. 5.6.3.), spricht für eine sexuelle Inaktivität der Tiere zu diesem Zeitpunkt. Außerdem war ein Teil der Tiere noch nicht ganz ausgewachsen. Die jungen ♂♂ begannen gerade erst sich in die Färbung der adulten Tiere zu färben. Ein weiterer Faktor, dessen Einfluss nicht zu unterschätzen ist, war, dass die Tiere in eine ganz neue, von Pantherchamäleons unbesiedelte Umgebung entlassen wurden, so dass möglicherweise in der teilweise doch recht kurzen Beobachtungszeit es zu keiner Ausbildung eines Territoriums / einer HR kam.

Dennoch lassen sich bestimmte Muster in den Bewegungen der Tiere und in den einzelnen Focusbeobachtungen wieder finden.

In Phasen der sexuellen Inaktivität, welche im Freiland anscheinend in die Trockenzeit fällt (GEHRING & KUBIK 2005; MÜLLER et al. 2004; ANDREONE in Vorb.) scheint die Konkurrenz unter den Männchen nicht sehr ausgeprägt zu sein. Dies ist mit Sicherheit darin begründet, dass in Zeiten limitierter Ressourcen energieaufwendige Auseinandersetzungen vermieden werden. In der Halle konnten mehrfach ♂♂ in unmittelbarer Nähe zueinander beobachtet werden, ohne irgendwelche Drohgesten gezeigt zu haben. Dieses friedliche Nebeneinander wird ebenfalls von MÜLLER et al. (2004) beschrieben, FERGUSON et al. (2004) konnten es sogar bei einigen ♂♂ in der Paarungszeit beobachten.

Die Bewegungsmuster der ♂♂ (Abb. 37) weisen einen stark linearen Verlauf auf. Besonders die jüngeren ♂♂ der 2. Gruppe legten dabei weite Strecken zurück. Dies könnte ein Hinweis darauf sein, dass die ♂♂ entweder kein festes Territorium besetzten, oder dass Territorien nur temporär besetzt werden. In der Paarungszeit sind ♂♂ *F. pardalis* sehr aggressiv gegenüber ♂ - Artgenossen. Es kommt zu heftigen Kämpfen, in denen sich die ♂♂ teilweise schwer verletzen (MÜLLER et al. 2004; NEČAS 2004). Auch in der Halle konnte mit steigenden Temperaturen beobachtet werden, dass die ♂♂ einander drohten. Interessant in diesem Zusammenhang ist auch die Beobachtung, dass ein besonders großes ♂ zwei kleinere ♂♂ ganz zielgerichtet aus einem Gebiet vertrieben hat. Auch LUTZMANN (in Vorb.) konnte auf Madagaskar beobachten, dass die ♂♂ umherziehen und fand selten ein ♂ mehrmals an einem Ort wieder, oft legten die Tiere größere Strecken zwischen zwei Fangorten zurück.

Daher schließe ich zusammenfassend, dass bei *F. pardalis* die ♂ keine dauernd fest besetzten Reviere ausgebildet werden. Vielmehr ziehen sie auf der Suche nach Nahrung oder in der Paarungszeit nach ♀♀ umher. Bei ungünstigen Bedingungen (Temperatur, Wetter o.ä.) verbleiben sie einige Zeit im selben Gebiet, zeigen jedoch keinerlei territoriales Verhalten gegenüber anderen ♂♂. ♀ besitzen hingegen feste HRs. Kommt es zu einem Kontakt zwischen ♂ und ♀ so verbleibt das ♂ einige Tage in der Nähe des ♀ und paart sich mit ihr. Um den Reproduktionserfolg zu sichern, hält es sich eine Zeit lang in der Nähe des Weibchens auf und verteidigt es gegen Konkurrenten, ob es in dieser Zeit zu mehrmaligen Kopulationen kommt ist unbekannt. Dafür sprechen die Beobachtungen von „Paarbindungen“ bei *F. pardalis* während der Paarungszeit von BOURGAT (1970). Ob die ♂♂ nach einiger Zeit weiter ziehen, um sich mit einem weiteren ♀ zu verpaaren ist jedoch unklar. Das ♂♂ über längere Zeit bei dem ♀ verbleiben, um sie gegen andere ♂ zu verteidigen, erscheint jedoch nicht plausibel, da bereits begattete ♀ sehr starke Abwehrreaktionen gegenüber anderen ♂♂ zeigen (s. 5.6.3.). Dieses angenommene polygyne Paarungssystem, bei dem ein ♂ mehrere ♀♀ begattet, wurde bereits für *Chamaeleo chameleon* nachgewiesen (CUADRADO 2001). Darüber hinaus wurde für *Ch. chameleon* ebenfalls nachgewiesen, dass die ♀♀ feste HRs besetzten, die von den ♂♂ in der Paarungszeit aufgesucht werden, um sich zu verpaaren. Die ♂♂ bewachen dann über einige Tage die Weibchen, bis diese eindeutig durch die Färbung anzeigen, nicht mehr empfängsbereit zu sein. Das Bewachungsverhalten der ♂♂ führt zu einem stark territorialen Verhalten, innerhalb der HR des ♀, welche dann durch die ♂♂ gegenüber Konkurrenten verteidigt wird. ♀♀ zeigten keinerlei Konkurrenz

gegenüber anderen ♀♀. Neben festen HR konnte CUADRADO (2001) bei ♀♀ auch mobile HR feststellen. ♂♂ scheinen keine festen HRs, außer in der Paarungszeit, zu besetzen. Bei *F. pardalis* bleibt unklar, wie häufig sich die ♀ während einer Paarungssaison verpaaren. Während einer Paarungssaison legen die ♀♀ oft mehrere Gelege ab (MÜLLER et al. 2004; FERGUSON et al. 2004), verfügen jedoch auch über die Möglichkeit einer „Vorratsbefruchtung“ (*Amphigonia retardata*) (RIMMELE, 1999; NEČAS 2004). Zum Paarungssystem von *F. pardalis* müssten daher mehr systematische Beobachtungen im Freiland oder Vaterschaftstest durchgeführt werden, an dieser Stelle können nur Hinweise gegeben werden.

6.6. Nahrungssuchverhalten

Chamäleons jagen aus einer Kombination aus „sit – and wait“ Prädation und langsamer Bewegung durch das Gelände, bei der die Umgebung des Tieres nach Beute visuell abgesucht wird (BURRAGE 1973; KAUFFMANN et al. 1997; AKANI et al. 2001). Dieses Verhalten wurde auch von den Pantherchamäleons in der Masoala Regenwaldhalle gezeigt (s. 5.6.7.).

Das Nahrungssuchverhalten (foraging) bei Reptilien in drei Typen unterteilt (COOPER 1995):

- a) *Ambush foraging* (Lauerjagd, „sit – and wait“): der Prädator ist immobil und wartet auf mobile Beute, die attackiert wird, wenn sie in Reichweite der Prädatoren gelangt.
- b) *Active foraging*: der Prädator sucht aktiv nach Beute und verfolgt diese.
- c) *Herbivorous foraging*: eine herbivore Ernährungsweise ist ein weiterer Typ des foraging, nicht nur weil es sich durch das Futter unterscheidet, sondern weil auch der natürliche Selektionsdruck auf diese Art des Nahrungserwerb ein anderer ist.

Pantherchamäleons zeigen einen Mix aus Lauerjagd und aktiver Beutesuche. Dabei ernähren sie sich hauptsächlich carnivor, gelegentlich kommt auch phytophagie vor.

Aus diesen Gründen denke ich, dass die strikte Einteilung der Chamäleons als carnivore Lauerjäger (COOPER 1994, 1995) und die daraus resultierenden phylogenetischen Schlussfolgerungen für die Chamaeleonidae als nicht ausreichend zu bewerten sind.

6.7. „Tounge – Test“

Es wurde des Öfteren bei Chamäleons beobachtet, dass die Tiere Äste, Blätter u.ä. mit einer Struktur an der Zungenspitze ablecken (NEČAS 2004; MÜLLER et al. 2004; PARCHER 1974). Bei den Focus Beobachtungen in der Masoala Regenwaldhalle, konnte dieses Verhalten ziemlich regelmäßig beobachtet werden. Besonders wenn die Tiere auf einen neuen Ast, eine neue Pflanze o. ä. kletterten, konnte regelmäßig ein Ablecken observiert werden. Hinter diesem Verhalten wird eine Bedeutung im Bereich der Chemorezeption von Beutetieren oder in der innerartlichen Kommunikation vermutet (PARCHER 1974). PARCHER (1974) verweist jedoch auf histologische Untersuchungen (HAAS 1947) die eine

Nicht – funktionalität des Jacobson´schen Organs bei Chamäleons erbrachten und vermutet daher, dass der so genannte „Tounge – Test“ lediglich ein Relikt der stammesgeschichtlichen Entwicklung der Chamäleons sei. SCHWENK (1993) erwägt, ob es sich einfach um ein ritualisiertes Verhalten ohne jegliche Bedeutung handelt, oder aber doch eine bestimmte Funktion besitzt. Infolge der Spezialisierung des visuellen Apparates der Chamäleons, sei es zu einer Reduktion der anderen Sinne, ins besondere des Hörsinns und der Chemorezeption gekommen (PARCHER 1974; SCHWENK 1993). COOPER (1995) verweist auf einen signifikanten

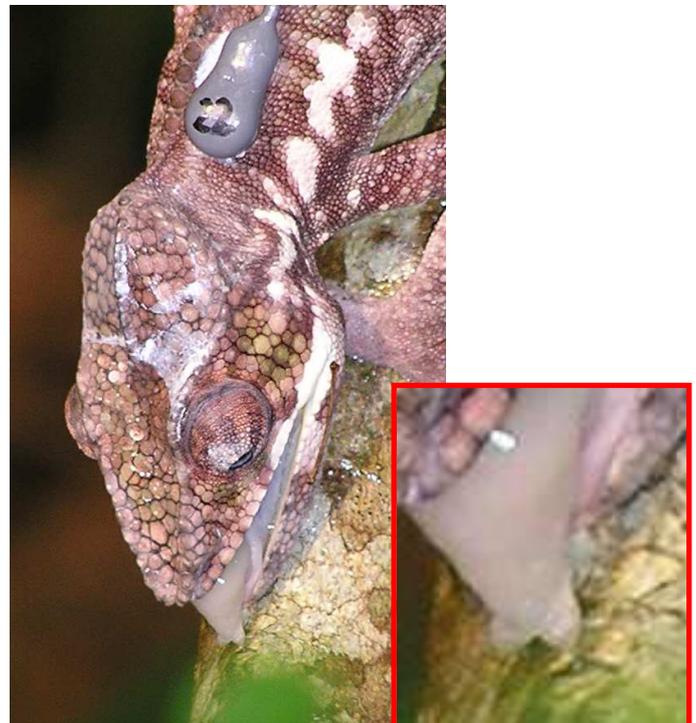


Abb. 71: ♂ beim „Tounge – Test“. Man beachte den zweiteiligen Zungenfortsatz an der unterhalb der Zungenspitze.

Zusammenhang zwischen Nutzung des Vomeronasal – Systems (Zunge & Jacobson´sches Organ) und der Art des Beuteerwerbs. So verfügen Squamanten, die aktiv nach Beute suchen über ein gut entwickeltes Vomeronasal – System (VNS), während Lauerjäger, zu denen er die Chamäleons zählt, eher ein unterentwickeltes VNS besitzen (COOPER 1995). Bei Chamäleons kam es demnach zu einer sekundären Reduktion des VNS aufgrund der Umstellung der Lebensweise von aktiven Jägern zu Lauerjägern (COOPER 1995). Ein Aufspüren der Beute durch Aufnahme von Duftmolekülen und das Verfolgen dieser Duftspur, wie es z.B. Warane oder Schlangen typischerweise tun (SCHWENK 1994), wurde

abgelöst durch eine Jagdstrategie, die durch den optischen Apparat dominiert wird. Tarnung und Immobilität von einem Ansitzpunkt aus, verhindern die Wahrnehmung durch die Beute oder Raubfeinde. Der „Tounge – test“ wird bei einer solchen Jagdstrategie nach COOPER (1994) nur noch marginal, während des Wechsels eines Ansitzplatzes benutzt. Allerdings gibt COOPER (1994) auch an, dass bei Iguaniden Pheromone vom Substrat aufgenommen werden. SIMON et al. (1981) beobachteten ebenfalls „Tounge – Test“ – Verhalten bei dem Leguan *Sceloporus jarrovi*, vor allem bei Ortswechseln und schließen ausdrücklich eine Bedeutung in der intraspezifischen Kommunikation sowie der Feinderkennung nicht aus.

Die Bedeutung des „Tounge – Tests“ für das Verhalten der Chamäleons, wird meiner Meinung nach unterschätzt. Ein Verhalten, was so oft und so regelmäßig gezeigt wird, als rein ritualisiertes Relikt abzutun, wird dessen Bedeutung in der Sinneswelt der Chamäleons sicherlich nicht gerecht. Zum einen ist die Jagdstrategie der Chamäleons keine ausschließliche Lauerjagd, sondern vielmehr ein Mix aus Lauerjagd und aktiver Bewegung (s. 6. 6.), dabei spielt der „Tounge – Test“ primär sicherlich keine besondere Rolle in der chemosensorischen Erfassung von Beutetieren, wie dies z.B. bei Schlangen oder Waranen der Fall ist (SCHWENK, 1994), dafür spricht u. a. die von HAAS (1947) morphologisch untersuchte Nichtfunktionalität des VNO. Ich denke daher, dass statt einer Reduktion der Benutzung des VNS eine Transformation des VNS und dessen Verwendung statt gefunden hat. Über den „Tounge – Test“ könnten Pheromone aufgenommen werden, die abgegeben werden, um Territorien zu begrenzen oder um Sexualpartner zu finden. Wäre dies der Fall, dann müsste aber auch eine entsprechende Markierung durch die Tiere stattfinden, die bisher nie beobachtet wurde. Realistischer ist die von SIMON et al. (1981) erstellte Hypothese, dass der „Tounge – Test“ der Feinderkennung dient. Der Stachelschuppenleguan (*Sceloporus jarrovi*) kommt im selben Gebiet wie verschiedene Königsnatternarten (*Lampropeltis sp.*) vor und gehört zum Beutespektrum der Schlangen. Da Schlangen in ihrer kriechenden Fortbewegungsweise, viel Kontakt zum Untergrund haben, ist eine chemische Markierung des Untergrundes als plausibel anzunehmen. Schlangen stellen für *F. pardalis* neben großen Vögeln, wohl die größte Bedrohung im Freiland dar. Somit könnte der „Tounge – Test“ dem Chamäleon Informationen darüber vermitteln, ob ein neu begangener Ast o.ä. bereits von einer Schlange begangen wurde oder nicht. Auch andere Prädatoren von Chamäleons, wie z.B. Mausmakis (*Microcebus sp.*) (PARCHER 1974; MITTERMEIER et al., 1994; GARBUTT 1999) und Tenrecs (*Microgale sp.*) (RAXWORTHY 1991) nutzen chemische

Signale um z.B. Reviere zu markieren (GAR BUTT 1999; MITTERMEIER et al. 1994), die somit auch von den Chamäleons aufgenommen werden könnten.

In der Literatur wird auch kaum auf die besonderen morphologischen Komponenten des Verhaltens hingewiesen. Der zweiteilige Zungenfortsatz, unterhalb Spitze der Chamäleonzunge wird nur von PARCHER (1974) und SCHWENK (1993) erwähnt (s. Abb. 71). Das bei der komplexen Transformation der Chamäleonzunge, zu einem perfekten Fangapparat, ein nichtfunktioneller Teil nicht reduziert wird, halte ich ebenfalls für sehr unwahrscheinlich. Eine genauere morphologische und ethologische Untersuchung dieses Verhaltens ist besonders bei Chamäleons dringend nötig.

6.8. Färbungen

Chamäleons sind typischerweise bekannt für ihre Fähigkeit zum Farbwechsel. Neben unterschiedlichsten internen und externen Faktoren, bestimmt auch vor allem die soziale Kommunikation einen großen Teil, der zu einem Farbwechsel auslösenden Einflüsse (CAUADRADO 2000, 2001; MÜLLER et al. 2004; NEČAS 2004). Dabei spielen bestimmte Farbkomponenten eine besondere Rolle. Es konnte festgestellt werden, dass bei *F. pardalis* und *F. lateralis* bestimmte Anteile der Färbung UV – Licht reflektieren (GEHRING in Vorb.). Dabei stellten sich besonders weiße, gelbe und rote Anteile der Färbung als intensiv UV – reflektierend heraus. In Abbildung 65 und 66 zeigte sich, dass ♂♂ von *F. pardalis*, den Anteil weißer Farbkomponenten in einer ♂ - ♀ Interaktion stark erhöhen. Auch in Droh- und Stresssituationen zeigten die Tiere deutlich mehr weiße Anteile in der Färbung (Abb. 62, 68 & 69). Von einigen Vogelarten ist eine Bedeutung UV – reflektierender Anteile des Gefieders oder sonstiger Körperteile (Schnabel, Füße etc.) in der sexuellen Selektion bekannt (z.B. BENNETT et al. 1996; POHLAND & MULLEN 2005) SCHWENK (1995) weist darauf hin, dass bei Reptilienarten mit reduziertem chemosensorischen Apparat, und einer Spezialisierung des visuellen Systems, UV – reflektierende Anteile eine wichtige Rolle in der Bedeutung der Färbung u. a. in der innerartlichen Kommunikation spielen. Da bei *F. lateralis* bereits die Fähigkeit zum sehen von UV – reflektierenden Anteilen der Färbung nachgewiesen ist (BOWMAKER et al. 2000), ist sehr stark anzunehmen, dass der UV – Reflexion bei Chamäleons eine bedeutende Rolle, vor allem in der innerartlichen Kommunikation zukommt.

7. Einschätzungen zur Haltung von Pantherchamäleons (*Furcifer pardalis*) in der Masoala Regenwaldhalle

7.1. Ernährung

Eine Einschätzung über den Ernährungszustand an dieser Stelle zu geben, ist aufgrund verschiedener Faktoren sicherlich kritisch zu betrachten. Zum einen beziehen sich meine Beobachtungen nur auf einen Zeitraum von acht, bzw. bei der 2. Staffel auf einen Zeitraum von nur gut 3 Wochen. Reptilien können dank ihres relativ langsamen Stoffwechsels, Zeiten mit geringem Nahrungsangebot oft problemlos überbrücken, so dass eine Unterernährung oft erst sehr spät erkannt wird. Dennoch gibt es auch bei Chamäleons sichere Anzeichen einer Unterernährung (z.B. eingefallene Augen, Apahtie, dünne Beine und faltige Haut). Zum anderen befand sich ein Grossteil der Tiere noch im Wachstum, was sicherlich immer wieder Schwankungen unterworfen ist und eine genaue Prognose erschwert.

Zu Beginn und zum Ende meiner Untersuchung wurden die Tiere jeweils gewogen, allerdings konnten nicht alle Tiere gewogen werden, da von einigen Tieren der Aufenthaltsort unbekannt war.

Es zeigte sich, dass das Gewicht der meisten Tiere relativ konstant geblieben ist. Abnahmen und Zunahmen um ein bis zwei Gramm konnten gemessen werden. Nur ein männliches Tier hat von 82g auf 73g, also um neun Gramm abgenommen. Ich halte dies aber nicht für problematisch, liegt doch das Durchschnittsgewicht von männlichen Pantherchamäleons im Freiland zwischen 61,06g und 39,86g (ANDREONE, unveröff.).

Dass die Tiere scheinbar selbstständig genug Nahrung finden, zeigt auch das Gewicht von 5 – Zack, der nun seit etwa 1,5 Jahren in der Halle ist. Zwar wird das Tier auch zugefüttert, jedoch nicht regelmäßig. Es ergeben sich auch immer wieder Perioden, in denen das Tier nicht gefüttert wird. Nachdem das Tier ca. drei Wochen nicht gesehen und gefüttert wurde, wurde es gewogen und brachte stolze 102g auf die Waage.

Während meiner Untersuchungszeit konnte ich auch immer wieder beobachten, wie die Tiere kleine Insekten (Ameisen, Fliegen u.ä.) gefressen haben. Außerdem wurde der Speiseplan auch immer wieder durch Früchte (besonders *Medinilla* – Beeren) und andere Pflanzenteile ergänzt.

Ich denke, dass besonders auch durch den nahenden Sommer, sich das Nahrungsangebot an Kleininsekten in der Halle deutlich verbessern wird.

Durch die UV-durchlässige Hallenfolie ist sicherlich auch keine Vitamin - D3 Unterversorgung zu befürchten.

7.2. Bewegungen und Aktivitätsmuster

Pantherchamäleons legen bei günstigen Bedingungen relativ große Strecken zurück. Sie gehen aktiv auf Nahrungs- und/oder auf Partnersuche. Die Behauptung, Chamäleons seien ruhige Lauerjäger, trifft bei Pantherchamäleons zumindest nicht ausschließlich nicht zu. Die Tiere überqueren sowohl die angelegten Seen als auch die Besucherwege, dies dann meistens aber möglichst schnell.

Sie nutzen bei ihren Bewegungen alle Dimensionen, die die Halle zu bieten hat. In Gebieten mit dichter Vegetation und in größeren Bäumen, halten sich die Tiere meist im Kronenbereich der Bäume auf. Diese Bereiche werden aufgrund mikroklimatischer Vorzüge oder auch vielleicht aufgrund eines besseren Nahrungsangebotes aufgesucht. Bei schlechtem Wetter (bedeckt, kalt, etc.) verhalten sich die Tiere sehr ruhig und bewegen sich kaum.

♂♂ Pantherchamäleons scheinen keine festen Reviere auszubilden. Vielmehr durchstreifen sie ein bestimmtes Gebiet auf der Suche nach Futter und potentiellen Sexualpartnern. Dabei werden bereits genutzte Strukturen nicht mehrmals direkt hintereinander aufgesucht, sondern die Tiere wechseln häufiger ihren Aufenthaltsort um z. B. potentiellen Feinden zu entgehen. Dieser Aufenthaltswechsel fällt dann meist mit optimalen Umgebungstemperaturen und Sonneneinstrahlung zusammen. Bei eher ungünstigen klimatischen Bedingungen (wie im Winter) halten sich die Tiere auch längere Zeit am selben Ort (Pflanze) auf, wechseln innerhalb dieser Struktur jedoch mehrfach den Sitzplatz.

♀♀ Pantherchamäleons scheinen im Gegensatz jedoch eher Ortstreu zu sein. Sie besetzen eine bestimmte Home Range, innerhalb dessen sie sich bewegen.

7.3. Fortpflanzung und Populationsdichte

Pantherchamäleons zeigen ein polygynes Paarungssystem, bei dem die ♂♂ mehrere ♀♀ begatten. Die ♀♀ sind sehr standorttreu, während die ♂♂ umherstreifen auf der Suche nach potentiellen Partnern. Trifft ein ♂♂ auf ein empfangsbereites ♀♀, so verbleibt dass ♂♂ mehrere Tage bei dem ♀♀, welches er nach erfolgreicher Paarung einige Zeit bewacht und gegen andere ♂♂ verteidigt. Dieses Mate – guarding wird beendet, wenn das ♀♀ durch Färbung und aggressives Verhalten, dem ♂♂ signalisiert, dass es befruchtet wurde und es vertreibt. Eine erfolgreiche Paarung konnten in der Halle beobachtet werden.

Problematisch könnte es jedoch für die Weibchen werden, geeignete Eiablagestellen zu finden. Das Substrat in der Halle sehr grobkörnig und teilweise sehr stark verdichtet, so dass es für die Tiere schwer werden könnte, ein Nest auszuheben.

Für das angestrebte Ziel, eine sich selbst erhaltende Population von Pantherchamäleons in der Halle zu haben, müssten besonders in diesem Bereich einige Verbesserungen der „Umweltbedingungen“ durchgeführt werden.

Dabei könnte die Tatsache, dass die ♀♀ scheinbar weit weniger mobil als die ♂♂ sind von Vorteil sein, in dem nach der Bestimmung der Aufenthaltsorte der ♀♀ gezielt Eiablagemöglichkeiten (z.B. Erd- / Sandgruben) zur Verfügung gestellt werden.

Außerdem müssten weit mehr ♀♀ in die Halle entlassen werden. Dies würde zum einen den Druck der ♂♂ auf die wenigen ♀♀ etwas senken und zum anderen natürlich die Chancen auf eine erfolgreiche Eiablage erhöhen. Das Geschlechterverhältnis bei Freilandpopulationen beträgt bei *F. pardalis* etwa 50 : 50 (ANDREONE in Vorb.). Bei anderen Chamäleonarten Madagaskars (z.B. *Calumma brevicorne*, *C. glawi* und *C. oshaughnessyi*) beträgt das Geschlechterverhältnis ♂ 30 : ♀70 (JENKINS et al. 1999).

Im Freiland liegen die Populationsdichten von *F. pardalis* zwischen 35,59 Individuen pro ha und 71,10 Individuen pro ha (ANDREONE in Vorb.). Ausgehend von diesen Werten könnte die Masoala Regenwaldhalle (mit einer Grundfläche von 11 ha) eine weit höhere Individuenanzahl von Pantherchamäleons tragen als bisher. Dabei kann natürlich nicht von derselben Ressourcenverteilung und –fülle wie im Freiland ausgegangen werden, dennoch sollte eine weitere Aufstockung des bisherigen Bestandes, zur Etablierung einer stabilen Population in Erwägung gezogen werden.

7.4. Besucher

Die Pantherchamäleons scheinen sich durch Besucher nicht all zu stark stören zu lassen. Erst wenn eine bestimmte Minimaldistanz (ca. 1m) unterschritten wird, reagieren die Tiere sehr deutlich. Es wurde auch mehrfach durch das Freiwilligenteam berichtet, dass Besucher versuchten, die Tiere anzufassen und auch zu klauen. Dies konnte oft durch die unerwartet starken Abwehrreaktionen der Tiere verhindert werden.

Ich würde vorschlagen, die Chamäleons so wenig wie möglich an den Menschen zu gewöhnen, so dass das natürliche Abwehrverhalten gegenüber Menschen erhalten bleibt. 5-Zack, der oft gefüttert wird, zeigt kaum noch dieses Verhalten. Eine Fütterung der Chamäleons würde ich aus diesem Grunde nicht weiter führen.

7.5. Interspezifische Interaktionen

Während der Untersuchungszeit, konnten mehrere Interaktionen zwischen Chamäleons und anderen Tieren beobachtet werden. In allen Situationen konnten sich die Chamäleons behaupten und sich manchmal sogar durch Bisse erfolgreich verteidigen (s. 5.6.4.).

Weder Lemuren noch Vögel scheinen eine Gefahr für die ausgewachsenen Tiere zu sein. Lediglich Jungtiere wären sicherlich einem erhöhten Räuberdruck durch Vögel, Lemuren (besonders durch *Mircocebus lehilahytsara*, s. 6.5 u. 6.7), Tenrecs (*Setifer setosus*, s. 6.5 u. 6.7.) Artgenossen und vielleicht sogar durch große Taggeckos (*Phelsuma madagascariensis grandis*) ausgesetzt.

Die Chamäleons selber stellen sicherlich eine Gefahr für sämtliche Wirbellose in der Halle dar. Insbesondere für Spinnen, Gottesanbeterinnen, Stabheuschrecken und ähnliches.

Literatur

- ADOLPH, S. C. & W. P. PORTER (1993): Temperature, Activity, and Lizard Life Histories.- *The American Naturalist*, 142 (2): 273 -295.
- AKANI, G. C., O. K. OGBALU & L. LUISELLI (2001): Life – history and ecological distribution of chameleons (Reptilia, Chamaeleonidae) from the rain forests of Nigeria: conservation implications.- *Animal Biodiversity and Conservation*, 24 (2): 1 – 15.
- ANDREONE, F., J. E. RANDRIANIRINA, P. D. JENKINS & G. APREA (2000): Species diversity of Amphibia, Reptilia and Lipotyphla (Mammalia) at Ambolokopatrika, a rainforest between the Anjanaharibe – Sud and Marojejy massifs, NE Madagascar. – *Biodiversity and Conservation*, 9: 1587 -1622.
- ANDREONE, F., F. M. GUARINO & J. E. RANDRIANIRINA (in Vorb.): Life history traits and age profile as useful conservation tools for the panther chameleons (*Furcifer pardalis*) at Nosy Be, NW Madagascar. – in Vorb..
- AUTUMN, K., R. B. WEINSTEIN & R. J. FULL (1994): Low Cost of Locomotion Increases Performance at Low Temperature in a Nocturnal Lizard.- *Physiological Zoology*, 67 (1): 238 – 262.
- BARTHOLOMEW, G. A. (1982): Physiological Control of Body Temperature.- In: GANS, C. & F. H. POUGH (Hrsg.) (1982): *Biology of the Reptilia*.- Academic Press, London, New York, 12: 167 – 211.
- BENNETT, A. T. D., I. C. CUTHILL, J. C. PARTRIDGE & E. J. MAIER (1996): Ultraviolet vision and mate choice in zebra finches.- *Nature*, 380: 433 – 435.
- BOURGAT, R. M. (1968): Comportment de la femelle de *Chamaeleo pardalis* Cuvier 1829 après l'accouplement.- *Bull. Soc. Zool. France*, 93 : 355 - 356.
- BOURGAT, R. M. (1970) : Recherches écologiques sur le *Chamaeleo pardalis* Cuvier 1829 de l'île Réunion et Madagascar.- *Bull. Soc. Zool. France*, 95 : 259 – 269.
- BOWMAKER, J.K., E.R. LOWE & M. OTT (2000) : Porphyropsins and rhodopsins in Chameleons, *Chamaeleo dilepis* and *Furcifer lateralis*.- *IOVS*, 41(4): 3177 - 3275
- BRADY, L. D. & R. A. GRIFFITHS (1999): Status Assessment of Chameleons in Madagascar.- International Union for the Conservation of Nature, Gland, Switzerland and Cambridge, UK; 68 S.
- BRYGOO, E. R. (1971): Reptiles Sauriens Chamaelonidae, genre Chamaeleo – Faune de Madagascar, O.R.S.T.O.M. et C.N.R.S., Paris, 33: 1 – 318.
- BURRAGE, B. R. (1973): Comparative ecology and behavior of *Chamaeleo pumilus pumilus* (Gmelin) and *Chamaeleo namaquensis* A. Smith (Sauria: Chamaeleonidae).- *Annals of the South African Museum*, 61: 1 – 158.
- CLARKE, D. L. & J. C. GILLINGHAM (1990): Sleep site fidelity in two Puerto Rican lizards.- *Animal Behaviour*, 39: 1138 – 1148.
- CUADRADO, M. (2000): Body Colors Indicate the Reproductive Status of Female Common Chameleons: Experimental Evidence for the Intersex Communication Function.- *Ethology*, 106: 79 - 91.
- CUADRADO, M. (2001): Mate guarding and social mating system in male common chameleons (*Chamaeleo chameleon*).- *J. Zool. London*, 255: 425 – 435.
- COOPER, W. E. (1994): Multiple functions of extraoral lingual behaviour in iguanian lizards: prey capture, grooming and swallowing, but not prey detection.- *Animal Behaviour*, 47: 765 – 775.
- COOPER, W. E. (1995): Foraging mode, prey chemical discrimination, and phylogeny in lizards.- *Animal Behaviour*, 50 (4): 976 – 985.

- DIMAKI, M, E. D. VALAKOS & A. LEGAKIS (2000): Variation in body temperatures of the African Chameleon *Chamaeleo africanus* (Laurenti, 1768) and the Common Chameleon *Chamaeleo chamaeleon* (Linnaeus, 1758).- *Belgian Journal of Zoology*, 130 (Supplement): 89 – 93.
- DUFILS, J.-M. (2003): Remaining Forest Cover.- In: GOODMAN, S. M. & J. P. BENSTEAD (Hrsg.): The Natural History of Madagascar. The University of Chicago Press, Chicago: 88 – 96.
- FABER, H. (1997): Der Einsatz von passiven integrierten Transpondern zur individuellen Markierung von Bergmolchen (*Triturus alpestris*) im Freiland. – In: K. HENLE & M. VEITH (Hrsg.): Naturschutzrelevante Methoden der Feldherpetologie. – *Mertensiella*, Rheinbach, 7: 121 -132.
- FEDEROV, A. A. (1966): The Structure of the Tropical Rainforest and Speciation in the Humid Tropics.- *Journal of Ecology*, 54: 1 – 11.
- FERGUSON, G. W., J. B. MURPHY, J.-B. RAMANAMANJATO & A. P. RASELIMANANA (2004): The Panther Chameleon – Color Variation, Natural History, Conservation, and Captive Management.- Krieger Publishing Company, Malabar, Florida; 125 S.
- FOLEY, DAN (2003): Field observations on the movement patterns and roosting behaviour of the Malagasy chameleon *Brookesia therezieni* (Squamanta: Chamaeleonidae).- *Herpetological Natural History*, 9 (1): 85 -88.
- GARBUTT, N. (1999): The Mammals of Madagascar.- Pica Press, Sussex, 320 S.
- GEHRING, P. - S. & A. - L. KUBIK (2005): Herpetologische Beobachtungen aus Madagaskar .- *elaphe*, 13 (3): 60 -66.
- GEHRING, P. – S. (in Vorbereitung): UV – Reflection in Chameleons of the genus *Furcifer*.- in Vorbereitung
- GLAW, F. & M. VENCES (1994): A Fieldguide to the Amphibians and Reptiles of Madagascar. – 2nd edition including mammals and freshwater fish.- M. Vences & F. Glaw Verlags – GbR, Köln, 480 S.
- GOODMAN, S. M. & P. BEANSTEAD (2005): Updated estimates of biotic diversity and endemism for Madagascar.- *Oryx*, Vol. 39 (1): 73 – 77 .
- GRIMM, M. & A. RUCKSTUHL (1999): Das Pantherchamäleon (*Furcifer pardalis*) auf La Réunion,- *elaphe*, 7(1): 101 – 105.
- GRUBENMANN, M. & T. BOLLIGER (2003): Insel mit vielen Gesichtern.- *Die Sukkulantenwelt*, 8: 4 – 5.
- HAAS, G. (1947): Jacobson`s organ in the chameleon.- *Journal of Morphology*, 81: 195 – 202.
- HALLMANN, G., J. KRÜGER & G. TRAUTMANN (1997): Faszinierende Taggeckos – Die Gattung *Phelsuma*.- Natur- und- Tier- Verlag, Münster, 229 S.
- HARRISON, J. L. (1962): The Distribution of Feeding Habits among Animals in a Tropical Rain Forest.- *Journal of Animal Ecology*, 31: 53 – 64.
- HEADS, M. (2005): Dating nodes on molecular phylogenies: a critique of molecular biogeography.- *Cladistics*, 21: 62 – 78.
- HENKEL, F. W. & S. HEINECKE (1996): Chamäleons im Terrarium.- Zweite Auflage, Landbuch –Verlag, Hannover, 158 S.
- HENKEL, F. W. & W. SCHMIDT (1995): Amphibien und Reptilien Madagaskars, der Maskarenen, Seychellen und Komoren.- Ulmer, Stuttgart, 311 S.
- HENLE, K., J. KUHN, R. PODLOUCKY, K. SCHMIDT – LOSKE & C. BENDER (1997): Individualerkennung und Markierung mitteleuropäischer Amphibien und Reptilien: Übersicht und Bewertung der Methoden;

- Empfehlungen aus Natur- und Tierschutzsicht.- In: K. HENLE & M. VEITH (Hrsg.): Naturschutzrelevante Methoden der Feldherpetologie. - *Mertensiella*, Rheinbach, 7: 62 – 78.
- HERTZ, P. E., R. B. HUEY & R. D. STEVENSON (1993): Evaluating Temperature Regulation By Field – Active Ectotherms: The Fallacy Of The Inappropriate Question.- *The American Naturalist*, Vol. 142 (5): 769 – 818.
- HUEY, R. B. (1982): Temperature, Physiology, and the Ecology of Reptiles.- In: GANS, C. & F. H. POUGH (Hrsg.) (1982): *Biology of the Reptilia* .- Academic Press, London, New York, 12: 25 – 91.
- JENKINS, R. K. B., L. D. BRADY, K. HOUSTEN, J. L. D. KAUFFMANN, J. RABEARIVONY, G. RAVELSON & M. ROWCLIFFE (1999): The population status of chameleons within Ranomafana National Park, Madagascar, and recommendations for future monitoring.- *Oryx*, 33 (1): 38 – 46.
- KÄSTLE, W. (1967): Soziale Verhaltensweisen von Chamäleonen aus der *pumilus*- und *bitaeniatus* – Gruppe.- *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 24: 313 – 33.
- KÄSTLE, W. (1982): Schwarz vor Zorn – Farbwechsel bei Chamäleons. - *Auqarien magazin*, 12: 757 – 759.
- KAUFFMANN, J. L. D., BRADY, L. D. & JENKINS, R.K.D. (1997): Behavioural observations of the chameleon *Calumma oshaughnessyi oshaughnessyi* in Madagascar.- *Herpetological Journal*, 7: 77 – 80.
- KENWARD, R. E. (2001): A Manual for Wildlife Radio Tagging.- Academic Press, London, San Diego, 292 S.
- KLAVER, CH. & W. BÖHME (1986): Phylogeny and classification of the Chamaelonidae (Sauria) with special reference to hemipenis morphology.- *Bonn. Zool. Monogr.*, 22: 5- 60
- KREMEN, C. (2003): The Masoala Peninsula.- In: GOODMAN, S. M. & J. P. BENSTEAD (Hrsg.): The Natural History of Madagascar.- The University of Chicago Press, Chicago: 1459 -1466.
- KYEK, M., N. WINDING & M. PALZENBERGER (1997): Habitatpräferenzen der Erdkröte (*Bufo bufo*) – eine telemetrische Untersuchung.- In: K. HENLE & M. VEITH (Hrsg.): Naturschutzrelevante Methoden der Feldherpetologie. – *Mertensiella*, Rheinbach, 7: 185 – 202.
- LIEBEL, K. & W. SCHMIDT (2000): Madagaskar – Naturreiseführer. - Natur- und- Tier- Verlag, Münster, 272 S.
- LOWRY II, P.P., G.E. SCHATZ & P. B. PHILLIPSON (1997): The Classification of Natural and Anthropogenic Vegetation in Madagascar.- In: GOODMAN, S.M. & B.D. PATTERSON (Hrsg.) (1997): Natural Change and Human Impact in Madagascar.- Smithsonian Institution Press, Washington and London: 93 – 123.
- LUTZMANN, N. (2000): Phytophagie bei Chamäleons. – *DRACO*, 1(1): 82.
- LUTZMANN, N. (2004): Masoala – Das Auge des Waldes.- *DRACO*, 19(5): 30 – 36.
- LUTZMANN, N. (in Vorbereitung): Untersuchungen zur Ökologie der Chamäleonfauna des Nationalparks Masoala in Nordost Madagaskar.- Dissertation Universität Bonn, in Vorbereitung.
- MILINSKI, M. (1997): How To Avoid Seven Deadly Sins in the Study of Behavior.- *Advances In The Study Of Behavior*, 26: 159 – 180.
- MITTERMEIER R. A., I. TATTERSALL, W. R. KONSTANT, D. M. MYERS & R. B. MAST (1994): Lemurs of Madagascar.- Conservation International, Washington, D.C., 356 S.
- MITTERMEIER, R.A., P.R. GIL, M. HOFFMANN, J. PILGRIM, T. BROOKS, C.G. MITTERMEIER, J. LAMOREUX & G. A.B. DA FONSECA (2004): Hotspots – Revisited.- Cemex, Mexico City, 390 S.
- MÜLLER, R., N. LUTZMANN & U. WALBRÖL (2004): *Furcifer pardalis* – Das Pantherchamäleon. – Natur und Tier –Verlag GmbH, Münster, 127 S.
- MÜHR, B. (2000): www.klimadiagramme.de (Stand: 21. 07. 2005)
- MYERS, N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. DA FONSECA & J. KENT (2000): Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities.- *Nature*, 403: 853 – 858.

- NEČAS, P. (2004): Chamäleons – Bunte Juwelen der Natur.- 3. Auflage; Edition Chimaira, Frankfurt a. M., 382 S.
- NEČAS, P. & D. MODRY (2000): Chamäleons, die Abstammung und Systematik der Erdlöwen. – *DRACO*, 1(1): 4-19.
- PARCHER, S. R. (1974): Observations on the Natural Histories of Six Malagasy Chamaeleontidae.- *Zeitschrift für Tierpsychologie*, 34: 500 – 523.
- PERRY, G. & T. GARLAND, JR. (2002): Lizard Home Ranges Revisited: Effects of Sex, Body Size, Diet, Habitat, and Phylogeny.- *Ecology*, 87 (7): 1870 – 1885.
- POHLAND, G. & P. MULLEN (2005): Farben aus der Vogelperspektive. - *Biologie in unserer Zeit*, 35 (1): 31 – 39.
- RAXWORTHY, C. J. (2003): Introduction to the Reptiles. – In: GOODMAN, S. M. & J. P. BENSTEAD (Hrsg.): The Natural History of Madagascar. The University of Chicago Press, Chicago: 934 – 949.
- RAXWORTHY, C. J. (1991): Field observations on some dwarf chameleons (*Brookesia* spp.) from rainforest areas of Madagascar, with the description of a new species.- *J. Zool., Lond.*, 224: S. 11 - 25
- RAXWORTHY, C. J. (1988): Reptiles, rainforest and conservation in Madagascar.- *Biological Conservation*, (43): 181 – 211.
- RAXWORTHY, C. J., ANDREONE, F., R. A. NUSSBAUM, N. RABISOA & H. RANDRIAMAHAZO (1998): Amphibians and Reptiles of the Anjanaharibe –Sud Massif, Madagascar: Elevational Distribution and Regional Endemicity.- In: Goodman, S. M. (Hrsg.): A floral and faunal inventory of the Réserve Spécial d'Anjanaharibe – Sud, Madagascar: with reference to elevational variation.- *Fieldiana: Zoology*, 90: 79 – 92.
- RAXWORTHY, C. J. , M. R. J. FORSTNER & R. A. NUSSBAUM (2002): Chameleon radiation by oceanic dispersal.- *nature*, 415: S. 784 – 786.
- REANEY, L. T. & M. J. WHITING (2003): Picking a tree: habitat use by the tree agama, *Acanthocercus atricollis atricollis*, in South Africa.- *African Zoology*, 38 (2): 273 – 278.
- RIMMELE, A. (1999): Vorstellung der in der Zuchtgemeinschaft Chamaeleonidae gezüchteten Chamäleons – Teil VI: Erkenntnisse aus der mehrjährigen Pflege und Zucht, sowie einige Freilandbeobachtungen am Pantherchamäleon, *Furcifer pardalis* (CUVIER, 1829).- *Sauria*, 21 (2): 27 – 36.
- RÜBEL, A., M. HATCHWELL, J. MACKINNON & P. KETTERER (2003): Masoala – The Eye of the forest.- Zoo Zürich & Th. Gut Verlag, Stäfa, 141 S.
- SCHAEFER, B., H.-J. LUEF & N. LUTZMANN (2005): *Chamaeleo chamaeleon* in Portugal – Beobachtungen aus dem Jahr 2004.- *elaphe*, 13 (3): 40 – 47.
- SCHLEICH, H.-H. & W. KÄSTLE (1979): Hautstrukturen und Kletteranpassungen bei *Chamaeleo* und *Cophotis* (Reptilia: Sauria: Chamaeleonidae, Agamidae).- *Salamandra*, 15 (2): 95 – 100.
- SCHMIDT, W., K. TAMM & E. WALLIKEWITZ (2000): Chamäleons – Drachen unserer Zeit.- 2. Auflage; Natur- und- Tier- Verlag, Münster, 160 S.
- SCHMIDT, W. & K. LIEBEL (2004): *Furcifer*: Chamäleons aus Madagaskar.- *DATZ*, 57 (5): 36 – 42.
- SCHWENK, K. (1993): The Evolution of Chemoreception in Squamate Reptiles: A Phylogenetic Approach.- *Brain Behav. Evol.*, 41: 124 – 137.
- SCHWENK, K. (1994): Why Snakes Have Forked Tongues.- *Science*, 263: 1573 – 1577.
- SCHWENK, K. (1995): Of tongues and noses: chemoreception in lizards and snakes.- *Trends in Ecology and Evolution*, 10 (1): 7 – 12.

- SIMON, C. A., K. GRAVELLE, B. E. BISSINGER, I. EISS & R. RUIBAL (1981): The role of chemoreception in the iguanid lizard *Scleropus jarrovi*.- *Animal Behaviour*, 29: 46 – 54.
- SPIELER, M. (1997): Radio –telemetrische Untersuchungen zur Laichplatzwahl eines westafrikanischen Raniden: Methoden und erste Ergebnisse.- In: K. HENLE & M. VEITH (Hrsg.): Naturschutzrelevante Methoden der Feldherpetologie. – *Mertensiella*, Rheinbach, 7: 203 – 220.
- STEGEMANN, T. (2000a): Die Zunge der Chamäleons.- *DRACO*, 1(1): 29 -31.
- STEGEMANN, T. (2000b): Vom Farbenspiel der Chamäleons.- *DRACO*, 1(1): 25 – 28.
- TERBORGH, J. (1993): Lebensraum Regenwald: Zentrum der biologischen Vielfalt.- Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, 253 S.
- VON STOCKAR, S. & K. JAAG (2004): Leben auf eigene Haftung – Habitatsnutzung und Aktivitätsmuster von *Phelsuma madagascariensis grandis* in ihrer neuen Umgebung, der Masoala Halle des Zürcher Zoos. - unveröff. Diplomarbeit ETH Zürich
- WEBB, J. K. & R. SHINE (1998): Using thermal ecology to predict retreat – site selection by an endangered snake species.- *Biological Conservation*, 86: 233 – 242.
- WIELEBNOWSKI, N. (1998): Contributions of Behavioral Studies to Captive Management and Breeding of Rare and Endangered Mammals.- In: CARO, T. (Hrsg.) (1998): Behavioral Ecology and Conservation Biology.- Oxford University Press, New York, Oxford: 130 -162.
- WHITMORE, T. C. (1993): Tropische Regenwälder: Eine Einführung.- Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, New York, 275 S.
- ZUG, G. R., L. J. VITT & J. P. CLADWELL (2001): Herpetology – An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles.- 2nd Edition, Academic Press, San Diego, London; 640 S.

Internetquellen

- MÜHR, B. (2000): www.klimadiagramme.de (Stand: 21.07.2005)

Abbildungen

- Abb. 1: aus GARBUTT, N. (1999): The Mammals of Madagascar.- Pica Press, Sussex, 320 S.
- Abb. 2: Quelle ANGAP Madagascar
- Abb. 6: aus BRYGOO, E. R. (1971): Reptiles Sauriens Chamaelonidae, genre Chamaeleo – Faune de Madagascar, O.R.S.T.O.M. et C.N.R.S., Paris, 33: 1 – 318
- Abb. 11: FERGUSON, G. W., J. B. MURPHY, J.-B. RAMANAMANJATO & A. P. RASELIMANANA (2004): The Panther Chameleon – Color Variation, Natural History, Conservation, and Captive Management.- Krieger Publishing Company, Malabar, Florida; 125 S.
- Abb. 16 von Holohil Systems Ltd.: www.holohil.com

Inhaltsverzeichnis

1. ALLGEMEINER TEIL	1
1.1. MADAGASKAR – HOTSPOT DER BIODIVERSITÄT	2
1.1.1. DER TROPISCHE OSTEN	3
1.1.2. DER NORDEN	3
1.1.3. DAS ZENTRALE HOCHLAND	3
1.1.4. DER WESTEN	4
1.1.5. DER ARIDE SÜDEN	4
1.2. MASOALA – ZENTRUM DER ARTENVIELFALT	4
1.3. „MASOALA KELY“ – EIN STÜCK REGENWALD IN ZÜRICH	6
2. FRAGESTELLUNG	11
2.1. METHODIK	11
2.2. HABITATWAHL	11
2.3. AKTIVITÄT UND VERHALTEN	12
3. GRUNDLAGEN	13
3.1. DAS PANTHERCHAMÄLEON (<i>FURCIFER PARDALIS</i> [CUVIER, 1829])	13
3.1.1. SYSTEMATISCHE STELLUNG	13
3.1.2. BESCHREIBUNG	14
3.1.3. DIE SINNE DES CHAMÄLEONS	17
3.1.4. DIE FARBEN DES CHAMÄLEONS	17
3.1.5. VERBREITUNGSGEBIET UND LEBENSRAUM	22
3.1.6. LEBENSZYKLUS	23
3.1.7. ERNÄHRUNG	24
4. MATERIAL UND METHODEN	25
4.1. HALTUNG UND AUFGUCHT	25
4.2. INDIVIDUALERKENNUNG UND MARKIERUNG	27
4.2.1. FOTOGRAFISCHE INDIVIDUALERKENNUNG	27
4.2.2. NICHT – INVASIVE METHODEN	28
4.2.3. INVASIVE METHODEN	28
4.3. ERHEBUNG VON TEMPERATUR- UND KLIMADATEN	30
4.4. RADIOTELEMETRIE	31
4.4.1. SENDER UND EMPFÄNGER	31
4.4.2. SENDERFIXIERUNG	32
4.4.3. AUSSETZUNG	33
4.5. DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET	35
4.6. DATENAUFNAHME	37
4.6.1. DAUER DER DATENAUFNAHME UND ZEITLICHE VERTEILUNG	37
4.6.2. TELEMETRIEREN	39
4.6.3. ERFASSTE DATEN	39
4.6.3.1. <i>Unterlage</i>	39

4.6.3.2. <i>Temperatur & Klima</i>	40
4.6.3.3. <i>Soziale Umgebung</i>	40
4.6.3.4. <i>Färbung</i>	40
4.6.3.5. <i>Verhalten</i>	41
4.6.3.6. <i>Besucher</i>	43
4.6.3.7. <i>Tiere</i>	43
4.6.3.8. <i>Wetter</i>	44
4.6.3.9. <i>Bewegung vom Ausgangsort</i>	44
4.7. DATENAUSWERTUNG	45
4.7.1. STATISTISCHE AUSWERTUNG	45
4.7.2. EINTEILUNG IN TEMPERATURKLASSEN	45
4.7.3. PLAN DER MASOALA REGENWALDHALLE	45
4.7.4. ZWEIDIMENSIONALE BERECHNUNGEN DER AKTIONSSTRECKEN	46
4.7.5. DREIDIMENSIONALE BERECHNUNG DER AKTIONSSTRECKEN	46
4.7.6. BERECHNUNG VERTIKALER AKTIONSSTRECKEN	46
4.8. FOTOTECHNIK UND BILDBEARBEITUNG	47
4.8.1. FOTOTECHNIK	47
4.8.2. BILDBEARBEITUNG	47
5. ERGEBNISSE	48
5.1. BIOLOGISCHE DATEN DER BEOBACHTETEN TIERE	48
5.1.1. ALTER	48
5.1.2. GESCHLECHT	48
5.1.3. GEWICHT UND GRÖßE	48
5.1.4. HÄUTUNGEN (<i>ECDYSIS</i>)	50
5.2. INDIVIDUALMARKIERUNG UND TELEMETRIE	51
5.2.1. INDIVIDUALMARKIERUNG	51
5.2.2. DAUER DER BESENDERUNG	51
5.3. TEMPERATUR	54
5.3.1. KLIMA DER MASOALA – REGENWALDHALLE	54
5.3.2. KÖRPERTEMPERATUR	58
5.4. HABITATNUTZUNG	64
5.4.1. STANDORTE	64
5.4.2. SITZHÖHEN	65
5.4.3. GENUTZTE BAUMBEREICHE	68
5.4.4. GENUTZTE BAUMKATEGORIEN	70
5.5. AKTIVITÄTSMUSTER UND RAUMNUTZUNG	71
5.5.1. ZURÜCKGELEGTE DISTANZEN	71
5.5.2. BEWEGUNGSMUSTER	72
5.5.3. BEWEGUNGSTYPEN	74
<i>Standorttreuer Bewegungstyp</i>	74
<i>Explorativer Bewegungstyp</i>	76
5.6. VERHALTEN	79
5.6.1. AKTIVITÄT	79
5.6.2. FORTBEWEGUNG	82
5.6.3. INTRASPEZIFISCHE INTERAKTIONEN	82
♂ - ♂ <i>Interaktionen</i>	83
♀ - ♂ <i>Interaktionen</i>	85
5.6.4. INTERSPEZIFISCHE INTERAKTIONEN	87
<i>Großer Madagaskar Taggecko (Phelsuma madagascariensis grandis)</i>	87
<i>Vögel</i>	88
<i>Rote Varis (Varecia variegata rubra)</i>	89
5.6.5. BESUCHER	90

5.6.6. „TOUNGE – TEST“	91
5.6.7. NAHRUNGSERWERB	92
5.6.8. FÄRBUNG UND VERHALTEN	94
5.6.9. EINZELNE FARBKOMPONENTEN	99
6. DISKUSSION	103
<hr/>	
6.1. RADIOTELEMETRIE – EINE GEEIGNETE METHODE ZUR BEOBACHTUNG ARBORICOLER REPTILIEN?	104
6.1.1. DAS MATERIAL - KLEBER UND SENDER	104
5.1.2. BEEINFLUSSUNG DER CHAMÄLEONS DURCH DIE ANGEKLEBTEN SENDER	106
6.2. TEMPERATUR UND VERHALTEN	107
6.3. LEBENSRAUM UND HABITATWAHL	109
6.4. AKTIVITÄT IM TAGESVERLAUF	112
6.5. BEWEGUNGSMUSTER UND RAUMNUTZUNG	113
6.6. NAHRUNGSSUCHVERHALTEN	118
6.7. „TOUNGE – TEST“	119
6.8. FÄRBUNGEN	121
7. EINSCHÄTZUNGEN ZUR HALTUNG VON PANTHERCHAMÄLEONS (<i>FURCIFER PARDALIS</i>) IN DER MASOALA REGENWALDHALLE	122
<hr/>	
7.1. ERNÄHRUNG	122
7.2. BEWEGUNGEN UND AKTIVITÄTSMUSTER	123
7.3. FORTPFLANZUNG UND POPULATIONSDICHTE	124
7.4. BESUCHER	125
7.5. Interspezifische Interaktionen	124
LITERATUR	126
<hr/>	

Versicherung:

„Ich versichere, dass ich die schriftliche Hausarbeit einschließlich evtl. beigefügter Zeichnungen, Kartenskizzen und Darstellungen selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Werken entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Falle unter genauer Angabe der Quellen deutlich als Entlehnung kenntlich gemacht.“

(Datum, Unterschrift)

Dank

Ich möchte mich bei allen Menschen bedanken, die es mir durch ihre vielfältige und liebevolle Unterstützung ermöglicht haben, diese für mich einmalige und interessante Arbeit verwirklichen zu können.

Anna –Lena Kubik

Reinhard und Doris Gehring

Alexander und Moritz Gehring

Prof. Dr. Roland Sossinka

Nicolà Lutzmann

Dr. Samuel Furrer

Dr. Martin Bauert

Thomas Zellweger

Sabine Baumann

Stefan Wettstein

alle anderen Tierpfleger der Masoala Regenwaldhalle

Margit Reber

Zoo Zürich

Danke schön!

Anhänge

Anhang A: Standardisiertes Datenaufnahmeblatt

Anhang B: Chiffrierungscodes

Anhang C: Plan der Masoala Regenwaldhalle DIN A3

Anhang D: Daten – CD ROM und zusätzliche Bilder