

**Der Einfluß traditioneller Landnutzungsformen auf die
Populationsdichten des Koboldmakis *Tarsius diana*
im Regenwald Sulawesi**

Diplomarbeit
vorgelegt von
Stefan Merker
aus
Erfurt

angefertigt
im Zentrum für Naturschutz
der Georg-August-Universität zu Göttingen

1999

Referent:	Prof. Dr. M. Mühlenberg
Korreferent:	Prof. Dr. R. Willmann
Tag der mündlichen Prüfung:	07. Mai 1998
Tag der Abgabe der Arbeit:	03. Juni 1999

Danksagung

Ich danke Prof. Dr. M. Mühlenberg für die Überlassung des Themas sowie für die Hilfe bei der organisatorischen Vorbereitung der Arbeit. Prof. Dr. R. Willmann danke ich für die Übernahme des Korreferates.

Besonderer Dank gebührt Dr. A. Nietsch von der FU Berlin. Ihre stetige Anteilnahme, ihre Diskussionsbereitschaft sowie die wertvollen Tips für das Leben auf Sulawesi waren eine wichtige Grundlage für das Gelingen dieser Arbeit.

Prof. Dr. C. Niemitz von der FU Berlin bin ich für die Überlassung eines seiner Exemplare der „Biology of Tarsiers“ dankbar.

Ich danke auch Dr. P. Winkler, welcher mich sowohl bei der Vorbereitung des Indonesien-Aufenthaltes als auch bei der Bewältigung organisatorischer Probleme vor Ort unterstützte.

Ohne die Hilfe indonesischer Freunde wären diese Untersuchungen nicht gelungen. Ganz besonderer Dank gilt hierbei Dr. Supraptini Mansjoer und Prof. Dr. Ikin Mansjoer vom IPB, Bogor, für ihre Gastfreundschaft, ihre Diskussionsbereitschaft und das fortwährende Interesse am Verlauf der Arbeit. Ihr Einsatz und die Unterstützung von Dr. Dondin Sajuthi, dem Direktor des Indonesischen Primatenzentrums in Bogor, ermöglichten mir mit dem Besuch der Orang-Utan-Rehabilitationsstation Wanariset auf Borneo auch einen Blick auf andere seltene Primaten Indonesiens.

Bambang Pangestu, M.Sc., und Eichel Tamalagi danke ich für die Hilfe bei der Feldarbeit und ihr unermüdliches Bestreben, mir die indonesische Kultur nahezubringen. Sapri Husen und Palentinus Pariu waren meine wichtigsten und beständigsten einheimischen Helfer. Pak Sapri und seiner Familie gebührt ebenfalls Dank für ihre Gastfreundschaft während der fünfmonatigen Untersuchungen.

Der Verwaltung des Nationalparks Lore Lindu, insbesondere Pak Hudiyono und Pak Helmi, bin ich für die Kooperation und Anteilnahme an der Arbeit dankbar.

Ich danke Alexandra Klein für die Unterstützung vor Ort, Matthias Waltert, Martin Weisheit und Okko Winenga für die vielen nützlichen Hinweise bei der Fertigstellung der Diplomarbeit.

Meine Eltern vermittelten mir sowohl während der Vorbereitung als auch während der Durchführung der Studie den Rückhalt und die Geborgenheit, welche für das Gelingen dieses Vorhabens unerlässlich waren. Vielen Dank dafür!

Das Projekt wurde von der Studienstiftung des deutschen Volkes und von der Deutschen Gesellschaft für Primatologie finanziell unterstützt.

Verzeichnis der im Text verwendeten Abkürzungen

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
d.h.	das heißt
et al.	<i>lat.</i> : et alii (und andere)
Hab.	Habitat
Hrsg.	Herausgeber
in prep.	<i>engl.</i> : in preparation (in Vorbereitung)
Kap.	Kapitel
L.	Linnaeus
max.	maximal
M	Männchen
MS	Microsoft
n	Stichprobengröße
N	Nord-
NP	Nationalpark
O	Ost-
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
<i>P.</i>	<i>Phalanger</i>
PCQ	<i>engl.</i> : Point-Centered Quarter (Methode)
pers. Mitt.	persönliche Mitteilung
R	Rangzahl
S	Süd-
S.	Seite
spp.	<i>lat.</i> : species (Arten)
<i>T.</i>	<i>Tarsius</i>
Tab.	Tabelle
UNESCO	<i>engl.</i> : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
ü.N.N.	über Normalnull (über dem Meeresspiegel)
W	Weibchen oder West-
WWF	<i>engl.</i> : World Wide Fund for Nature
z.B.	zum Beispiel

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	4
2. Material und Methoden	6
2.1 Das Untersuchungsgebiet	6
2.1.1 Sulawesi	6
2.1.1.1 Geographie	6
2.1.1.2 Klima	7
2.1.1.3 Flora und Fauna	7
2.1.2 Der Nationalpark Lore Lindu	8
2.1.2.1 Geographie	8
2.1.2.2 Status	9
2.1.2.3 Klima	9
2.1.2.4 Biodiversität	9
2.1.2.5 Probleme	10
2.1.3 Die Feldstation Kamarora, Studienzeitraum	11
2.1.4 Beschreibung der einzelnen Studiengebiete	11
2.2 Zur Biologie der Tiere	14
2.2.1 Die Gattung <i>Tarsius</i>	14
2.2.2 Die Art <i>Tarsius diana</i>	16
2.3 Vorphase	19
2.4 Konzept der Untersuchungen	20
2.5 Datenerhebung zur Korrelationsanalyse	21
2.5.1 Die Habitatparameter	21
2.5.1.1 Substratangebot und Habitatnutzungsanalyse	21
2.5.1.2 Nahrungsangebot	23
2.5.1.3 Schlafplatzangebot	24
2.5.1.4 Anthropogene Einflüsse	25
2.5.2 Die Populationsdichte	25
2.6 Erfassung weiterer Merkmale	28
2.6.1 Schlafplätze	28
2.6.2 Gruppenstruktur	28
2.6.3 Duettzeiten	29
2.7 Computerprogramme und Statistische Tests	29

	Seite
3. Ergebnisse	30
3.1 Die Habitatparameter	30
3.1.1 Substratangebot	30
3.1.1.1 Habitatnutzungsanalyse zur Bestimmung der Substratpräferenz	30
3.1.1.2 Abundanz der 1 - 4 cm dicken Gehölze	31
3.1.1.3 Vergleich der Methoden zur Erfassung der Gehölzdichte	32
3.1.2 Nahrungsangebot	33
3.1.3 Anthropogene Einflüsse	34
3.2 Die Populationsdichte	34
3.2.1 Räumliches Verteilungsmuster der Schlafbäume	34
3.2.2 Entfernungen zwischen den Schlafbäumen - Populationsdichten	37
3.3 Korrelation der Habitat- und Populationsparameter	39
3.4 Weitere Beiträge zur Biologie der Art	42
3.4.1 Schlafplätze	42
3.4.2 Gruppenstruktur	44
3.4.3 Duettzeiten	46
4. Diskussion	49
4.1 Die Habitatparameter	49
4.1.1 Substratangebot	49
4.1.1.1 Habitatnutzungsanalyse zur Bestimmung der Substratpräferenz	49
4.1.1.2 Abundanz der 1 - 4 cm dicken Gehölze	50
4.1.1.3 Vergleich der Methoden zur Erfassung der Gehölzdichte	51
4.1.2 Nahrungsangebot	52
4.1.3 Anthropogene Einflüsse	54
4.2 Die Populationsdichte	54
4.2.1 Diskussion der Methode	54
4.2.2 Diskussion der Ergebnisse	57
4.2.2.1 Räumliches Verteilungsmuster der Schlafbäume	57

	Seite
4.2.2.2 Entfernungen zwischen den Schlafbäumen - Populationsdichten	59
4.3 Korrelation der Habitat- und Populationsparameter	65
4.4 Weitere Beiträge zur Biologie der Art	67
4.4.1 Schlafplätze	67
4.4.2 Gruppenstruktur	68
4.4.3 Duettzeiten	69
4.5 Bedeutung dieser Studie für den Schutz der Art <i>Tarsius diana</i>	71
5. Zusammenfassung	73
6. Literaturverzeichnis	75
7. Anhang	79

1. Einleitung

Sulawesi, eine der großen Inseln des Indonesischen Archipels, bietet aufgrund seiner geologisch-tektonischen Entstehungsgeschichte Lebensraum für eine einzigartige Flora und Fauna, welche sowohl von Elementen der australischen als auch der asiatischen Tier- und Pflanzenwelt geprägt ist. Viele der für Sulawesi endemischen Arten sind jedoch durch die fortwährende Zerstörung und Degradierung der tropischen Regenwälder vom Aussterben bedroht. Zu den gefährdeten Tieren zählen die Tarsier oder Koboldmakis, nachtaktive Primaten der Gattung *Tarsius*. Sie leben in den Regenwäldern Südostasiens und sind die einzigen rezenten Vertreter der Zwischenordnung Tarsiiformes. Über deren Stellung im phylogenetischen System werden seit mehreren Jahrzehnten kontroverse Diskussionen geführt. Angesichts des Schwundes und der Veränderung des Lebensraumes der Tarsier ist es dringend erforderlich, Maßnahmen zum Schutz dieser naturgeschichtlich einzigartigen Gattung zu treffen. Wichtigster Ansatz zur Erreichung dieses Zieles ist das Studium der Autökologie sowie der Populationsbiologie dieser Tiere. Nur durch genaue Kenntnis ihrer Lebensweise wird man in der Lage sein, den Fortbestand der Koboldmakis zu sichern.

Obwohl Tarsier schon im 18. Jahrhundert wissenschaftlich beschrieben wurden, ist die Anzahl der Publikationen zu ihrer Biologie gering. An den fünf bekannten Arten wurden bisher nur wenige Freilandstudien zum Verhalten oder der Populationsbiologie durchgeführt (FOGDEN, 1974; NIEMITZ, 1979; MACKINNON & MACKINNON, 1980; NIEMITZ et al., 1991; NIETSCH, 1993; TREMBLE et al., 1993; GURSKY, 1998). NIEMITZ faßte 1984 den damaligen Wissensstand in dem Standardwerk „Biology of Tarsiers“ zusammen.

Die im Rahmen dieser Diplomarbeit untersuchte Art *Tarsius diana* kommt in Zentralsulawesi vor und wurde erst in diesem Jahrzehnt als separate Spezies beschrieben (NIEMITZ et al., 1991). TREMBLE et al. (1993) radiotelemetrierten mehrere Individuen dieser Art und bestimmten deren Aktionsräume sowie Verhaltensmodi.

Bisher lagen jedoch noch keine Angaben zu den Auswirkungen anthropogener Aktivitäten auf *T. diana* vor. Dieses Thema, welches bei der wachsenden Besiedlungsdichte Zentralsulawesis eine wichtige Rolle bei der Konzeption möglicher Schutzstrategien spielt, wurde in der vorliegenden Studie adressiert. Der Arbeit lag die Hypothese zugrunde, daß menschliche Einflüsse sich negativ auf die Abundanz der Koboldmakis auswirken.

Die Untersuchungen sollten Aufschluß über folgende Fragen bringen: Wie tolerant ist *T. diana* gegenüber anthropogenen Einflüssen? Welche der typischen tropischen

Waldnutzungsformen schaden der Art, welche begünstigen sie? Wie sieht das von diesen Tieren präferierte Habitat aus, was sind die Schlüsselfaktoren? Wie korrelieren die Populationsdichten mit diesen?

Die Ergebnisse des Studiums der Einflüsse der häufigsten anthropogenen Aktivitäten und die Analyse der für die Tarsier wichtigsten Habitatmerkmale liefern die Grundlage für ein Programm zum Schutz der Koboldmakis im Untersuchungsgebiet.

Zusätzlich werden noch andere Aspekte der Biologie von *T. diana* behandelt. Dazu gehören Gruppenstruktur, Schlafbaumwahl und die Zeiten der morgendlichen Duette.

2. Material und Methoden

2.1 Das Untersuchungsgebiet

2.1.1 Sulawesi

2.1.1.1 Geographie

Sulawesi, die viertgrößte Insel Indonesiens, liegt zwischen Borneo und den Molukken und erstreckt sich beidseits des Äquators. Aufgrund seiner ungewöhnlichen Form - oft als geöffnete Orchidee oder als Krake beschrieben - gibt es kaum einen Punkt auf der Insel, der weiter als 50 km vom Meer entfernt ist. Das geologisch junge Sulawesi ist sehr gebirgig (68 % Bergland), und vor allem im Norden gibt es noch aktive Vulkane.



Abb. 2.1: Physische Übersichtskarte Indonesiens sowie der Insel Sulawesi
(Quelle: MS Encarta Weltatlas, verändert).

2.1.1.2 Klima

Auf Sulawesi herrscht, wie in ganz Indonesien, tropisches Monsunklima. Die Temperaturen liegen fast konstant zwischen 28 und 32 °C, jahreszeitliche Schwankungen gibt es kaum. Die meisten Niederschläge fallen in den Monaten September bis März. Der Höhepunkt der Regenzeit liegt normalerweise im Dezember und Januar, allerdings kann es auch in der Trockenzeit zu heftigen Regenfällen kommen.

Durch den Einfluß des Wetterphänomens El Niño können sich Regen- und Trockenzeit in manchen Jahren (z.B. 1998) erheblich verschieben.

Die Luftfeuchtigkeit beträgt ganzjährig zwischen 70 und 90 %, vor allem im Tiefland ist es sehr schwül. Mit zunehmender Höhe wird das Klima gemäßigter.

2.1.1.3 Flora und Fauna

Die Biodiversität Sulawesi ist in fast jeder Hinsicht einzigartig. In ihrer geologischen Geschichte gehörte die Insel weder zu den großen Landmassen Asiens noch zu Australien und entwickelte so eine Flora und Fauna, welche von einem hohen Grad an Endemismus geprägt sind. Beidseitig der Insel verlaufen die Wallace- und die Weber-Linie, welche die Grenzen der Verbreitung der asiatischen respektive der australischen Tier- und Pflanzenwelt kennzeichnen. Die vielen endemischen Arten konnten aufgrund der isolierten Lage und wahrscheinlich auch wegen der gebirgigen Natur der Insel evolvieren.

Einige der spektakulärsten endemischen Wirbeltierarten sind das Anoa (Zwergbüffel, *Bubalus depressicornis* SMITH, 1827 und *B. quarlesi* OUWENS, 1910), das Babirusa (Hirscheber, *Babyrousa babyrussa* L., 1758), der Maleo (ein Hühnervogel, *Macrocephalon maleo* MÜLLER, 1846), zwei Helmhornvögel (*Rhyticeros cassidix* TEMMINCK, 1823 und *Penelopides exarhatus* TEMMINCK, 1823), mindestens vier, wahrscheinlich sogar sieben Makakenarten (FOODEN, 1969) sowie die drei auf Sulawesi heimischen Tarsierspezies.

Der Reichtum der Insel an Schmetterlingen ist überwältigend. Manche von ihnen, z.B. *Papilio androcles* BOISDUVAL, 1836 oder *P. blumei* BOISDUVAL, 1836 können mehr als handtellergroß werden.

Der Endemismus-Grad liegt für Säugetiere bei etwa 62 %. Schließt man bei der Betrachtung Fledermäuse aus, sind sogar 98 % dieser Klasse endemisch (ELLIS, in prep.).

Auch die sulawesische Flora unterscheidet sich stark von jener der Nachbarinsel Borneo. Eine erhebliche und auffällige Diskrepanz besteht im Vorkommen der Bäume der Familie **Dipterocarpaceae**. Diese prägen das Bild der Regenwälder Borneos, sind aber auf Sulawesi nur mit wenigen Arten vertreten.

2.1.2 Der Nationalpark Lore Lindu

2.1.2.1 Geographie

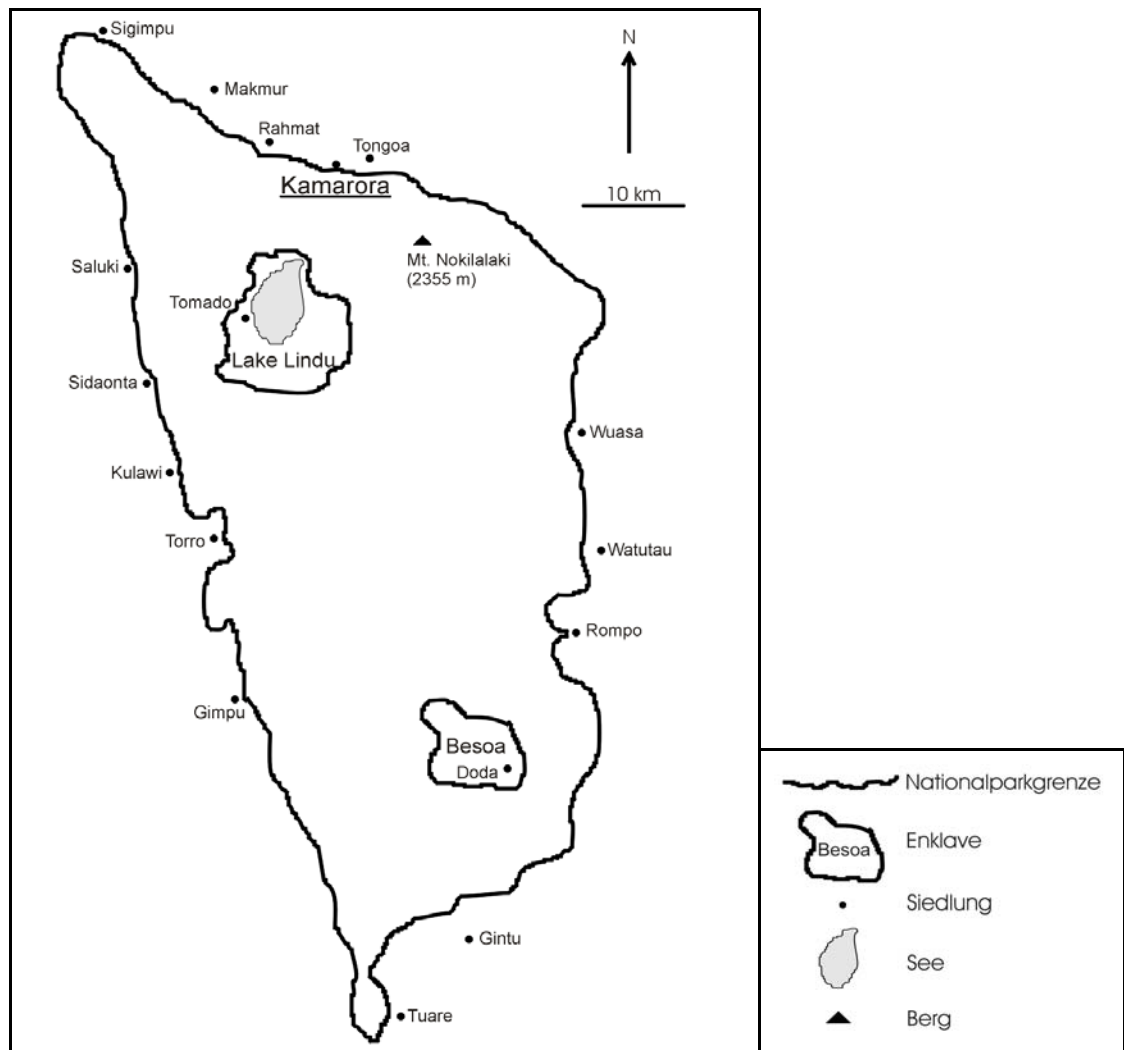


Abb. 2.2: Der Nationalpark Lore Lindu

Der Lore Lindu NP liegt mitten im Herzen der Insel, etwa 30 km südöstlich von Palu, der Provinzhauptstadt Zentralsulawesis. Seine vielen, bis zu 2500 m hohen Berge prägen das Erscheinungsbild, 90 % des Areals liegen über 1000 m hoch. Der Park umschließt zwei Enklaven: Lindu und Besoa. Den seit Jahrhunderten dort ansässigen

traditionellen Bewohnern wurden Sonderrechte zugebilligt und ihre Siedlungen nicht mit in das Schutzgebiet aufgenommen. Die Enklaven sind nur zu Fuß oder zu Pferd (oder für die Einheimischen mit dem Motorrad) zu erreichen. Im Park gibt es außer einer am nordöstlichen Rand hindurchführenden Straße keine befestigten Wege.

2.1.2.2 Status

Der „Taman Nasional Lore Lindu“ wurde offiziell am 5. Oktober 1993 als Zusammenschluß dreier schon existierender Schutzgebiete gegründet. Der neu gegründete Park umschließt 229000 ha. Er wurde von der UNESCO zum Biosphärenreservat erklärt und ist auch als Weltkulturerbe vorgeschlagen (HUDIYONO, pers. Mitt.). Die Parkverwaltung hat ihren Sitz in Palu, unterhält jedoch einige Rangerstationen entlang der Grenzen des Schutzgebietes.

2.1.2.3 Klima

Lore Lindu wird - wie ganz Sulawesi - vom tropischen Monsunklima bestimmt, jedoch gibt es keine klar ausgeprägten Regen- und Trockenzeiten. Die jährliche Niederschlagsmenge beträgt je nach Lokalität zwischen 2000 und 4000 mm (ELLIS, in prep.). Die Tagestemperaturen variieren in den niedrig gelegenen Gebieten zwischen 26 und 35 °C, mit zunehmender Höhe nehmen sie merklich ab. Im Untersuchungsgebiet (Höhe etwa 700 m, siehe unten) sinken die Temperaturen nachts auf etwa 22 °C.

2.1.2.4 Biodiversität

Der Nationalpark ist eines der bedeutendsten Refugien für Flora und Fauna in Sulawesi. Seine Tiefland- und Bergregenwälder beherbergen eine Vielzahl seltener und endemischer Arten. Ein eindrucksvolles Florenelement ist *Eucalyptus deglupta* BLUME, 1849, die einzige im Park heimische Eukalyptusart. Diese Bäume gehören mit einer Höhe von bis zu 80 m zu den höchsten der Welt. Die allgegenwärtigen Feigenbäume (*Ficus* spp.) sowie eine große Anzahl stacheliger Rotangpalmen (*Calamus* spp.) dominieren das Erscheinungsbild des Regenwaldes.

Der Park bietet Lebensraum für etwa 200, meist endemische Vogelarten, mindestens sieben Arten von Eichhörnchen, 23 Rattenspezies (20 davon endemisch) und eine Vielzahl von Fledertieren (ELLIS, in prep.). Die oben schon erwähnten Anoa, Babirusa

und Maleo bevölkern das Gebiet (allerdings in sehr geringer Anzahl), ebenso Sulawesi größter Karnivor, *Macrogalidia musschenbroekii* SCHLEGEL, 1879, eine nachtaktive Schleichkatze. Hinzu kommen das Sulawesi-Wildschwein (*Sus celebensis* MÜLLER & SCHLEGEL, 1843), eine Hirschart (*Cervus timorensis* BLAINVILLE, 1823), der Bärenkuskus (*Phalanger ursinus* TEMMINCK, 1824) und der Zwergkuskus (*P. celebensis* GRAY, 1858). Mit den Koboldmakis (*Tarsius diana* und eventuell *T. spectrum* und *T. pumilus* MILLER & HOLLISTER, 1921) sowie einer Makakenart (*Macaca tonkeana* MEYER, 1899) sind auch Primaten vertreten. Der große, bunt gefärbte Helmhornvogel *Rhyticeros cassidix* („Red Knobbed Hornbill“) ist ein auffälliger Bewohner des Kronendaches. Netzpython (*Python reticulatus* SCHNEIDER, 1801) und Königskobra (*Ophiophagus hannah* CANTOR, 1836) leben im Park, sind aber nur selten zu sehen.

2.1.2.5 Probleme

Entlang der 664 km langen Parkgrenze gibt es eine große Zahl von Siedlungen. Aufgrund der Armut der Familien und auch der momentan schwierigen ökonomischen Situation Indonesiens kommt es immer wieder zu Konflikten zwischen Parkverwaltung und Anwohnern. Letztere sind meistens aus anderen Provinzen Sulawesi bzw. Indonesiens zugezogen und stellen mit ihren Landansprüchen und -nutzungsformen eine beachtliche Bedrohung für den Park dar. Die Siedlungsdichte um den Park ist für traditionellen Wanderfeldbau (shifting agriculture) zu groß geworden.

So gibt es selbst innerhalb des unter Schutz gestellten Gebietes eine Vielzahl kleiner Waldplantagen, auf welchen hauptsächlich Kaffee und Kakao, aber auch Pfeffer, Tee, Nelken und Kokospalmen angebaut werden. Holzeinschlags- (Logging-) Konzessionen werden für den Park zwar nicht vergeben, jedoch extrahieren die Einheimischen viel Holz, meist Bambus, aus dem Wald und verwenden es für den Hausbau.

Im Herbst 1998 demonstrierten Kleinbauern gar für eine Verkleinerung des Parks. Mit der Verschiebung der Grenzen in das Waldinnere wollten sie mehr Land für den (legalen) Kaffee- und Kakaoanbau gewinnen (TAMALAGI, pers. Mitt.).

In einigen Dörfern gibt es kommerzielle Schmetterlingsaufzuchtstationen, deren Grundbesatz dem Wald entstammt. Da die Nachfrage (auch aus dem Ausland) und somit auch der Druck auf die natürlichen Populationen steigt, sind negative Entwicklungen nicht auszuschließen.

2.1.3 Die Feldstation Kamarora, Studienzeitraum

Die vorliegende Studie wurde am nordöstlichen Rand des Lore Lindu NP durchgeführt. Als Basis diente die Rangerstation Kamarora, 1,5 km südöstlich des gleichnamigen Dorfes gelegen (01°11'49" S, 120°08'15" O, Höhe 660 m ü.N.N.). Dies ist die „type locality“ von *Tarsius diana*, d.h. von hier stammt das erste wissenschaftlich beschriebene Individuum (der Holotyp) dieser Art.

Die Untersuchungen vor Ort fanden vom 30. Juni bis zum 15. November 1998 statt.

2.1.4 Beschreibung der einzelnen Habitate

a) Studiengebiet 1 - Habitat: „Primärwald“

Größe: 12 ha

Höhe: 680 - 750 m ü.N.N.

Als „Primärwald“ wird hier ein Waldstück ohne bzw. fast ohne direkte anthropogene Einflüsse bezeichnet. Es wird weder Holz eingeschlagen, noch existieren Waldplantagen. Auch Jagdaktivitäten konnten nicht festgestellt werden.

Es gibt eine hohe Anzahl kletternder oder kriechender Rotangpalmen (*Calamus* spp.), viele Würgefeigen (*Ficus* spp.) sowie einige *Eucalyptus deglupta*.

Das Kronendach befindet sich auf einer durchschnittlichen Höhe von etwa 25 m, der Kronenschluß ist hoch.

Umgestürzte Bäume haben natürliche Lichtungen geschaffen, so daß mehrere Sukzessionsstadien vorhanden sind. Auch Bambus (**Bambusoideae**) kommt natürlicher-weise im Gebiet vor.

b) Studiengebiet 2 - Habitat: Wald mit Holzeinschlag

Größe: 24,5 ha

Höhe: 660 - 690 m ü.N.N.

Dieses Gebiet liegt in unmittelbarer Nähe der Feldstation Kamarora. Eine von den Parkrangern täglich überprüfte Wasserleitung (5 cm Durchmesser) durchzieht das Gelände, ebenso ein Pfad, welcher durchschnittlich alle drei Wochen von Touristen, aber fast täglich von Einheimischen begangen wird.

Es gibt drei kleine Kaffee- bzw. Kakaoplantagen (max. 0,1 ha groß), deren Anteil an der Gesamtfläche des Gebietes jedoch weniger als 1 % beträgt.

Aus dem Wald wird viel Holz extrahiert. Die einheimischen Kleinbauern schlagen meist Bäume von etwa 20 cm Durchmesser und insbesondere die häufig anzutreffenden Bambusstauden ein, um sie als Baumaterial zu verwenden.

Großflächige Abholzung findet jedoch nicht statt, die Nutzung ist kleinmaßstäbig und über das gesamte Studiengebiet 2 verteilt. So bleibt die Strukturvielfalt dieser Fläche gewahrt.



Abb. 2.3: Spuren des Bambuseinschlages im Studiengebiet 2.

c) Studiengebiet 3 - Habitat: Wald mit Plantagen

Größe: 8 ha

Höhe: 680 - 720 m ü.N.N.

In diesem Waldstück wird kaum Brenn- oder Bauholz eingeschlagen. Es gibt jedoch drei Kaffee- und Kakaoplantagen mit einer Größe von zweimal 0,3 ha und einmal 0,1 ha. Dies ist ein Anteil von 9 % an der Gesamtfläche. Der Abstand der einzelnen Kaffee- oder Kakaopflanzen untereinander beträgt etwa zwei bis drei Meter.

Um ihre Plantagen zu erreichen haben die Kleinbauern mehrere schmale Pfade in den Wald geschlagen. Die Bewirtschaftung dieser Nutzflächen erfolgt ausschließlich bei Tageslicht.

Abseits der Plantagen ist die Vielfalt der Strukturen mit denen der oben genannten Studiengebiete vergleichbar. Es gibt eine Vielzahl an Würgefeigen und anderen hohen Bäumen. Alle Schichten und Sukzessionsstadien sind vorhanden, durchschnittlich herrscht ein mittlerer Kronenschluß.



Abb. 2.4:

Waldplantage in Gebiet 3.

Hier werden sowohl Kakao- (*Theobroma cacao* L., 1753, links im Vordergrund) als auch Kaffeepflanzen (*Coffea* spp., rechts) angebaut.

d) Studiengebiet 4 - Habitat: Wald mit Holzeinschlag *und* Plantagen

Größe: 13 ha

Höhe: 700 - 720 m

Dieses Gebiet wird durch beide der oben beschriebenen Nutzungsformen geprägt: es gibt viel Holzeinschlag *und* zwei Plantagen (0,2 ha und 0,4 ha groß). Letztere haben damit einen Arealanteil von etwa 5 %.

In der Mitte des Waldstückes existieren zwei durch das Fällen großer Bäume entstandene Lichtungen (0,1 und 0,2 ha groß).

Viele Wege durchziehen das Gebiet. Einige davon sind bis zu 3 m breit und grasbewachsen, da im Gegensatz zum Waldesinnern verhältnismäßig viel Sonnenlicht den Erdboden erreicht. Die Breite der Wege ist wahrscheinlich auf die Praxis der Einheimischen, die gefällten Bäume per Ochsenkarren aus dem Wald zu holen, zurückzuführen.

Zwischen den Wegen gibt es eine sehr dichte Strauchschicht mit einer Höhe von 6 - 8 m. Vor allem Rotang- und andere Palmen (*Calamus* spp., *Areca* spp.) sind hier anzutreffen. Nur wenige Bäume mit einer Höhe von mehr als 20 m wachsen hier, meist sind dies *Ficus*-Arten. Der Kronenschluß ist gering.

Es gibt in keinem der vier Gebiete Anzeichen für Wanderfeldbau. Alle Plantagen sind gepflegt und in Nutzung. Alte, verlassene Anbauflächen wurden nicht gefunden.

2.2 Zur Biologie der Tiere

2.2.1 Die Gattung *Tarsius*

Tarsier nehmen in der Ordnung der Primaten eine Sonderstellung ein. Die Gattung *Tarsius* ist der einzige noch existente Vertreter der Familie **Tarsiidae** und der Zwischenordnung Tarsiiformes.

Autoren, welche die alte systematische Einteilung der Primaten in Prosimii (Halbaffen) und Anthropoidea (Affen und Menschenaffen) favorisieren, halten sie meist den Prosimiern zugehörig (CHIARELLI, 1972, 1973; SCHWARTZ, 1986). Alternativ kann man Strepsirhini (Feuchtnasenaffen) und Haplorhini (Trockennasenaffen; Anthropoidea + Tarsier) unterscheiden, wobei man die beiden Unterordnungen aufgrund des

Vorhandenseins bzw. des Fehlens eines feuchten Nasenspiegels (Rhinarium) sowie auf der Basis weiterer morphologischer und anatomischer Merkmale rechtfertigt (PETTER & PETTER-ROUSSEAU, 1979; MACPHEE & CARTMILL, 1986). Auch genetische Untersuchungen weisen auf eine nahe Verwandtschaft der Tarsier mit den „höheren Primaten“ hin (GOODMAN et al., 1994; ZISCHLER, pers. Mitt.).

Bisher sind fünf Arten der Gattung *Tarsius* wissenschaftlich beschrieben worden: *T. syrichta* L., 1758, von den südlichen Philippinen, *T. bancanus* HORSFIELD, 1821, welcher auf Borneo, Sumatra sowie den kleineren indonesischen Inseln Bangka und Belitung vorkommt, *T. spectrum*, *T. pumilus* und *T. diana*, endemische Bewohner Sulawesi.

Auf dieser zentralindonesischen Insel werden noch weitere Tarsierarten vermutet, wurden aber bisher nicht wissenschaftlich beschrieben (GURSKY, 1998; NIETSCH, 1998). Die am längsten bekannte Koboldmakiart Sulawesi ist *T. spectrum*. Sie ist nach dem derzeitigen Stand des Wissens in fast allen Provinzen der Insel anzutreffen, die größten Populationen findet man im Norden. Die Schutzgebiete Tangkoko-Dua Saudara Nature Reserve und der Bogani Nani Warta Bone-Nationalpark (früher Dumoga Bone NP) stellen dort wichtige Refugien für endemische und gefährdete Wirbeltiere dar (WWF, 1980; WHITTEN et al., 1988; MANSJOER, pers. Mitt.).

MILLER & HOLLISTER (1921) beschrieben anhand dreier Individuen die Art *T. pumilus*, welche im Bergregenwald Zentralsulawesi vorkommt. Diesen kleinwüchsigen Tarsiern wurde erst im vergangenen Jahrzehnt der Artstatus endgültig zuerkannt (NIEMITZ, 1985; MUSSER & DAGOSTO, 1987). Dies geschah jedoch anhand von Museumsexemplaren, so daß bisher nicht zweifelsfrei bestätigt werden konnte, daß diese Art noch existiert.

Erst im Jahre 1991 beschrieben NIEMITZ et al. die dritte Tarsierart auf Sulawesi. *Tarsius diana* ist Gegenstand der vorliegenden Untersuchungen. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich wahrscheinlich über weite Teile Zentralsulawesi, gesicherte Angaben stehen noch aus. Diese Spezies ist, ähnlich wie *T. spectrum*, Bewohner des Tieflandregenwaldes.

T. spectrum und *T. diana* sind sich morphologisch und anatomisch sehr ähnlich, die Artunterscheidung beruht hauptsächlich auf chromosomalen sowie Vokalisationsmerkmalen (NIEMITZ et al., 1991; NIETSCH & KOPP, 1998).

Die beiden Spezies kommen in Zentralsulawesi wahrscheinlich sympatrisch vor. Da *T. diana* erst vor kurzer Zeit beschrieben wurde, gibt es noch keine genauen Verbreitungs- bzw. Arealüberlappungsangaben. Die verschiedenen Vokalisationen und

die damit verbundene Arterkennung stellen wahrscheinlich die wichtigste Hybridisierungsbarriere dar (NIETSCHE & KOPP, 1998).

T. pumilus kann man anhand morphologischer und anatomischer Merkmale von den anderen Arten unterscheiden. Vor allem die signifikant geringere Körpergröße und die lateral abgeflachten Finger- und Zehennägel begründen den Artstatus (NIEMITZ, 1984a; MUSSER & DAGOSTO, 1987).

2.2.2 Die Art *Tarsius diana*

NIEMITZ et al. (1991) geben für *T. diana* eine Kopf-Rumpf-Länge von etwa 12 cm und ein Körpergewicht von nur etwas mehr als 100 g an. Die Art gehört somit zu den kleinsten Primaten der Welt. Es gibt keinen auffälligen Sexualdimorphismus.

Das den ganzen Körper bedeckende, wollige Fell hat eine bräunlich-graue Färbung, manchmal in hellen, manchmal in dunklen Ausprägungen. Der generell dunklere und etwa 23 cm lange Schwanz ist in seinen hinteren zwei Dritteln dicht behaart.

Eine starke Pigmentierung weisen auch die Finger- und Zehennägel auf. An der zweiten und dritten Zehe findet man Putzkrallen, ein typisches Merkmal niederer Primaten.

T. diana besitzt, wie alle Tarsier, außerordentlich große, frontal gerichtete Augen. Als Rezeptorzellen der Netzhaut fungieren ausschließlich Stäbchen (CASTENHOLZ, 1984). Die Beweglichkeit der Augen in den Orbitae ist stark eingeschränkt. Als Kompensation hierfür ist jedoch der Kopf um bis zu 180° rotierbar.

Die Ohren sind etwa 30 mm lang (NIEMITZ et al., 1991), ihre größte Breite beträgt 19 mm. Sie sind einzeln beweglich. Die morphometrischen Untersuchungen von NIEMITZ et al. konnten allerdings nur an zwei Individuen durchgeführt werden, so daß diese Angaben als vorläufig gelten müssen.

Der Bau und die Größe von Augen und Ohren sind hervorragende Anpassungen an die nächtliche Lebensweise und die Art des Beuteerwerbs.

Die Finger und Zehen sind sehr lang und besitzen verbreiterte Enden, welche wie Saugnäpfe aussehen. Sie unterstützen die Tiere bei der Lokomotion, auf welche unten noch eingegangen wird.

Unter diesem Gesichtspunkt ist auch das namensgebende Merkmal der Tarsier zu betrachten: die extrem verlängerte Fußwurzel (Tarsus). Vor allem aufgrund der Dimensionen von Calcaneus und Naviculare haben Koboldmakis die im Vergleich zur Wirbelsäule längsten Beine aller Primaten (JOUFFROY et al., 1984).

Tarsier sind die einzigen rein carnivoren Primaten (NIEMITZ, 1984b). Bevorzugte Beute sind größere Heuschrecken, Grillen, Zikaden, Tag- und vor allem Nachtfalter. Auch Ameisen, Termiten, Käfer, Schaben und sogar kleine Vögel, Eidechsen und Schlangen werden gefressen. Aas wird jedoch verschmäht (NIEMITZ 1984b, NIETSCH, 1993).

Speziell zu *T. diana* gibt es kaum Angaben. TREMBLE et al. (1993) beobachteten das Erbeuten und Verzehren zweier Nachtfalter, einer Grille und einer Eidechse.

Aufgrund der Art ihrer Lokomotion werden Koboldmakis zu den „Vertical Clingers and Leapers“ gezählt (NAPIER & NAPIER, 1967). Sie bewegen sich springend von Stamm zu Stamm fort, wobei sie Entfernungen von zwei Metern problemlos bewältigen können (NIEMITZ, 1984c). Hierbei kommen ihnen die extrem langen Beine zugute, welche den kleinen Körper blitzartig beschleunigen können. Die verbreiterten Finger- und Zehenbeeren tragen zur Haftung an dünnem, vertikalem Substrat bei. Kurze horizontale Strecken legen sie im Vierfüßergang oder durch kleine Sprünge zurück. Tarsier sind kaum auf dem Waldboden anzutreffen, sie jagen hauptsächlich im Unterholz.

Es ist nicht bekannt, welche Tiere natürliche Feinde der Koboldmakis darstellen. NIETSCH (1993) nennt Eulenvögel, die endemische Schleichkatze *Macrogalidia musschenbroekii* sowie verwilderte Hauskatzen und -hunde als mögliche Prädatoren. Auch Schlangen kommen in Frage (MACKINNON & MACKINNON, 1980, NIEMITZ, 1979, 1984b; NIETSCH, 1993).

Die Sozialstruktur von *T. diana*-Gruppen ist noch weitgehend unbekannt. Bei der nahverwandten Art *T. spectrum* wurden bislang ein adultes Männchen, ein bis drei adulte Weibchen sowie deren Nachwuchs in einer Gruppe gefunden, allerdings auch eine Gruppe mit je drei adulten Männchen und Weibchen (MACKINNON & MACKINNON, 1980; NIETSCH, 1993). Monogame Paare sind jedoch am häufigsten anzutreffen. TREMBLE et al. (1993) beschreiben dieses Muster als „fakultativ polygyn“.

Die Familienmitglieder verbringen den Tag zusammen in oder an einem gemeinsamen Schlafbaum. Nachts durchstreifen sie solitär ihr „home range“ (= Streifgebiet), welches eine Größe von nur etwa 0,5 bis 0,8 ha aufweist (TREMBLE et al., 1993).

Tarsier markieren große Teile ihres Streifgebietes mit dem Sekret aus anogenitalen, epigastrischen und circumoralen Drüsen sowie mit Urin (NIEMITZ, 1979; NIETSCH, 1993). Nach NIEMITZ (1984d) und NIETSCH (1993) hat das Urinmarkieren territoriale Funktion.



Abb. 2.5: Die großen Augen, langen Beine und verbreiterten Finger- und Zehenspitzen von *Tarsius diana* stellen eine optimale Anpassung an die nächtliche, vertiko-vertikal springende Lebensweise dar. Etwa natürliche Größe.

Weibchen von *T. bancanus* gebären maximal ein Junges pro Jahr. Die Tragzeit beträgt etwa sechs Monate (IZARD et al., 1985). Aufgrund der Verwandtschaft, ähnlichen Anatomie und Lebensweise ist dies auch für *T. diana* zu erwarten.

Die Aktivitätsphase von *T. diana* erstreckt sich von Sonnenunter- bis Sonnenaufgang. Das Vokalisationsrepertoire ist umfangreich. Am auffälligsten sind jedoch die Duette, die allmorgendlich kurz vor Sonnenaufgang zwischen dem adulten Männchen und seinem bzw. seinen Weibchen stattfinden. Seltener kann man diese Art von Duetten auch am Abend hören.

Die Rufe von Männchen und Weibchen sind gut unterscheidbar.

2.3 Vorphase

Nach dem Studium diesbezüglicher Literatur (MacKINNON & MacKINNON, 1980; NIEMITZ, 1979, 1984b, c, d, f; NIETSCH, 1993; TREMBLE et al., 1993) wurde im Vorfeld der Untersuchungen die Hypothese aufgestellt, daß das Substratangebot, die Nahrungsgrundlage, das Fehlen intensiver Störungen durch den Menschen sowie eine ausreichende Anzahl potentieller Schlafplätze die für das lokale Vorkommen der Tarsier wichtigsten Habitatparameter darstellen. Regionale Faktoren, wie z.B. klimatische Einflüsse, sind zwar ebenfalls essentiell für die Existenz dieser Art, wirken sich jedoch auf alle untersuchten Tiere gleichzeitig und in gleicher Weise aus und können somit voraussichtlich keine Unterschiede zwischen den Populationen erklären.

Als erste Phase der Freilanduntersuchungen wurden die Tiere bei ihrem natürlichen Verhalten beobachtet, um die oben genannte Hypothese zu untermauern oder weitere, bzw. andere Parameter benennen zu können.

Diese Phase nahm etwa eine Woche in Anspruch. Die Tarsier konnten abends und am frühen Morgen aufgrund ihrer Vokalisationen ausfindig gemacht und mit Ferngläsern beobachtet werden. Um die Beeinträchtigung des natürlichen Verhaltens der Tiere möglichst gering zu halten, wurden die potentiellen Beobachtungsorte meist vor dem Erscheinen der Tiere aufgesucht und auch keine Taschenlampen verwendet.

In dieser Vorphase der Studie fand noch keine Datenerhebung statt. Durch die Beobachtungen konnten jedoch die vier oben genannten Parameter als wichtig verifiziert werden. Eine Nahrungsaufnahme wurde nicht verfolgt, so daß dieser Faktor ausschließlich aufgrund der Literaturangaben (NIEMITZ, 1984b; NIETSCH, 1993; TREMBLE et al., 1993) sowie grundlegender Gesichtspunkte - ausreichende Nahrung ist für jeden Organismus essentiell - als wichtiger Habitatparameter in die Studie einging (siehe Abb. 2.6).

2.4 Konzept der Untersuchungen

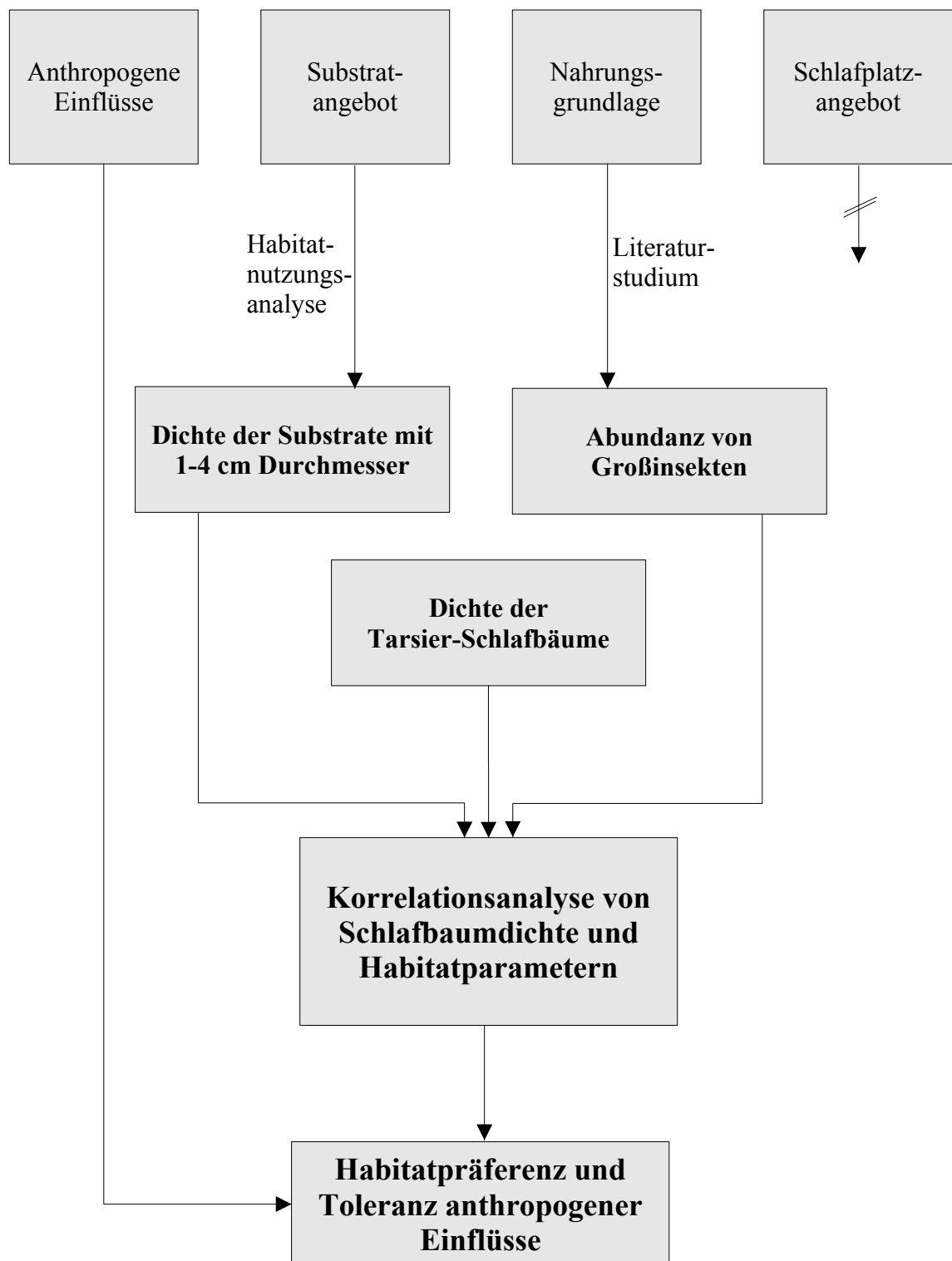


Abb. 2.6: Konzept der Diplomarbeit. Kernpunkt der Studie ist eine Analyse der Korrelation von Populations- und ausgewählten Habitatparametern, um die Lebensraumpräferenz der Tarsier sowie ihre Toleranz anthropogener Störungen zu bestimmen. Weitere Erläuterungen im Text.

2.5 Datenerhebung zur Korrelationsanalyse

Die Erfassung der Merkmale erfolgte in vier verschiedenen, in Kapitel 2.1.4 beschriebenen Tarsierhabitaten.

Mit Hilfe eines Kompasses und eines 50 m-Maßbandes wurden diese Gebiete vermessen und maßstabsgetreue Karten angefertigt.

Als Habitatparameter wurden vorläufig die vier beschriebenen Faktoren gewählt, als Populationsmerkmal die Abstände der Schlafbäume zu den jeweils nächsten drei Nachbargruppen (siehe Abb. 2.6).

2.5.1 Die Habitatparameter

2.5.1.1 Substratangebot und Habitatnutzungsanalyse

TREMBLE et al. (1993, S. 72) geben an, daß *Tarsius diana* „...more commonly utilized vertical supports (59 %) than angled supports (20 %), sloping supports (12 %), or horizontal supports (10 %).“ Die telemetrierten Tarsier nutzten zu 68 % Substrate mit 1 - 4 cm Durchmesser. Dünnere Äste und Stämme wurden zu 14 % frequentiert und dickere Substrate sowie der Waldboden noch seltener aufgesucht. Auch für *T. bancanus* wird den vertikalen, 1 - 4 cm dicken Gehölzen eine große Bedeutung zugemessen (NIEMITZ, 1984f).

Zur Überprüfung dieser Angaben, bzw. um für den konkreten Fall der untersuchten Tiere die präferierten Substrate angeben zu können, wurde eine Habitatnutzungsanalyse (MÜHLENBERG, 1993; MÜHLENBERG & SLOWIK, 1997) durchgeführt. Zu diesem Zweck erfolgte eine Einteilung der Strukturen in Kategorien verschiedener Durchmesser und Neigungswinkel. Die Auswahl der jeweiligen Größenordnungen wurde entsprechend der Durchführbarkeit der Beobachtungen und anhand der Literaturwerte getroffen. Als horizontal werden Strukturen mit einer Neigung von 0 - 20° bezeichnet, als vertikal jene mit 70 - 90° Inklinat. Die Kategorien sind aus Abb. 3.1 ersichtlich.

Zur Quantifizierung der **Substratnutzung** wurden verschiedene, in Habitat 2 lebende Gruppen in fünf Nächten mit einem Fernglas (Zeiss 10x30) beobachtet. Alle Strukturen, welche in die Lokomotion der Tarsier einbezogen waren, wurden mit Hilfe eines Diktiergerätes registriert. Bewegte sich ein Tarsier auf horizontalem Substrat fort,

wurde jeder angebrochene Meter des Weges des Tieres als eine separate Aufnahme gehandelt. Dieser Abstand wurde gewählt, da er näherungsweise den Weiten entspricht, welche die beobachteten Tarsier zwischen den vertikalen Gehölzen springend überwinden. Eine Überrepräsentanz letztgenannter Strukturen wird somit vermieden. Es wurden elf Tarsier bezüglich ihrer Substratnutzung beobachtet ($n = 152$ Ereignisse, siehe Tab. 7.2 im Anhang).

Um festzustellen, ob sich **Substratangebot** und -nutzung unterscheiden, wurde die Strukturvielfalt des Unterholzes katalogisiert. Im Gebiet 2 wurden mittels einer Münze, einer Tabelle von Zufallskordinaten (MÜHLENBERG, 1993, S. 242) sowie eines der maßstabsgetreuen Habitatskarte überlagerten kartesischen Koordinatensystems 16 Zufallspunkte bestimmt. Von diesen Punkten aus wurden alle im Umkreis von 3,00 m vorkommenden Gehölzstrukturen kartiert. Ausschlaggebend für die Einordnung in Größenklassen war der Durchmesser in 1,50 m Höhe. Für die Aufnahme der horizontalen Substrate wurde ein Höhenintervall von 1,00 - 3,00 m zugrunde gelegt. Hierbei wurde jeder angebrochene Meter der Länge des Astes oder Zweiges als separate Struktur gezählt (siehe oben). Die Wahl des genannten Höhenintervalls über dem Waldboden orientierte sich an den Beobachtungen während der Vorphase der Studie.

Die aus der Kartierung resultierenden Daten sind in Abb. 3.1 sowie in Tab. 7.1 (im Anhang) dargestellt. Aufgrund dieser Analyse wird das Angebot an vertikalen und horizontalen Substraten eines Durchmessers von 1 - 4 cm als für das Vorkommen von *Tarsius diana*e wichtiger Habitatparameter angenommen. Dieser geht in die Korrelationsanalyse ein.

Um die Substrate in allen vier Untersuchungsgebieten quantitativ aufzunehmen, wurden in diesen - analog der Habitatnutzungsanalyse - je 16 Zufallspunkte festgelegt. Mittels der Point-Centered-Quarter-Methode (PCQ-Methode, MUELLER-DOMBOIS & ELLENBERG, 1974; KREBS, 1989; MÜHLENBERG, 1993), eines Verfahrens zur Erfassung von Vegetationsdaten in Wäldern, wurde die Dichte der dünnen vertikalen sowie horizontalen Gehölzstrukturen in den jeweiligen Gebieten bestimmt. In die Kartierung gingen erneut nur die Substrate in 1,50 m, bzw. 1,00 - 3,00 m Höhe über dem Waldboden ein (siehe oben). Horizontale Strukturen mit einer Länge von weniger als 0,50 m fanden keine Berücksichtigung, da sie für die Lokomotion der Tarsier nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen.

Im Gebiet 2 erfolgte die Erfassung dieser Substrate somit zweifach, einmal für die Habitatnutzungsanalyse, einmal für die Korrelation mit dem Populationsparameter. Dies ermöglicht den Vergleich der beiden verschiedenen Methoden der Erhebung.

2.5.1.2 Nahrungsangebot

Während der Voruntersuchungen konnte kein Koboldmaki bei der Nahrungsaufnahme beobachtet werden. Die einzige Angabe bezüglich der Beute von *Tarsius diana*e findet sich bei TREMBLE et al. (1993), welche den Verzehr zweier Nachtfalter, einer Grille und einer Eidechse verfolgen konnten.

Da *T. diana*e morphologisch, anatomisch sowie ethologisch einer der anderen auf Sulawesi anzutreffenden Arten, *T. spectrum*, sehr ähnlich ist und sich auch die Lebensräume beider Spezies gleichen (MACKINNON & MACKINNON, 1980; NIEMITZ et al., 1991; NIETSCH, 1993; TREMBLE et al., 1993), kann man annehmen, daß sich die Beutespektren ebenfalls nicht erheblich unterscheiden. Für *T. spectrum* sind Heuschrecken die bevorzugte Nahrung. Zusätzlich werden Nachtfalter, größere Termiten und Zikaden gefressen. Auch Vögel werden attackiert, spielen aber aufgrund der Schwierigkeit des Erbeutens unter natürlichen Bedingungen nur eine untergeordnete Rolle (NIETSCH, 1993).

Unter der Annahme ähnlicher Nahrungsspektren der beiden Arten geht die relative Abundanz der genannten Insekten mit einer Körperlänge von mindestens 1 cm als wichtiger Habitatparameter in die Korrelationsanalyse ein.

Die **Erhebungen** erfolgten an jeweils acht der Zufallspunkte, welche für die PCQ-Methode zur Erfassung der Gehölzstrukturen schon festgelegt worden waren. Da Tarsier nachtaktive Jäger sind, wurden die Aufnahmen am späten Abend durchgeführt. Um möglichst standardisiert zu arbeiten fanden alle diesbezüglichen Untersuchungen zwischen 19 und 21 Uhr und bei ähnlicher Witterung statt.

Zur Erfassung der als Tarsierbeute in Frage kommenden Tiere wurde eine Kombination zweier Methoden angewandt: das Anlocken der Insekten durch eine starke Lichtquelle und das Quantifizieren der durch sie erzeugten Laute. Eine starke Petroleumlampe (Typ „Petromax“) diente als Lichtquelle zur Erfassung der dadurch angelockten Fauna. Zur Standardisierung der Methode wurde darauf geachtet, daß die Lichtintensität bei allen Aufnahmen etwa gleich war. Dies geschah durch das Aufpumpen der Lampe zur

Gewährleistung eines konstant hohen Druckes sowie durch vorherige Überprüfung der abgegebenen Lichtmenge mit Hilfe eines Fotoapparates. Die Petromax wurde jeweils in einer Höhe von 1 - 1,5 m über dem Waldboden aufgehängt. Bei jedem Zufallspunkt wurde nach etwa 1,5 min „handling time“ die Anzahl der in den folgenden 5,0 min angelockten Insekten registriert, wofür ein handelsüblicher Zähler verwendet wurde. Aufgrund der geringen Anzahl waren fast alle großen Insekten individuell unterscheidbar.

Zusätzlich wurde versucht, die Anzahl aller während der fünf Minuten akustisch signalisierenden Insekten im Umkreis von 10 m zu schätzen. Die Lautäußerungen der verschiedenen Ordnungen sind spezifisch und somit leicht zu identifizieren. Diese Methode dient vorwiegend der Erfassung von Heuschrecken und Grillen (**Caelifera**, **Ensifera**) sowie Zikaden (zu **Rhynchota**), wogegen durch die Lichtquelle hauptsächlich Nachtfalter (**Lepidoptera**) angelockt werden.

2.5.1.3 Schlafplatzangebot

Als Schlafplätze von Tarsiern kommt eine Vielzahl von Strukturen in Frage: Höhlen und Spalten in Bäumen, vor allem zwischen den komplexen Luftwurzeln der Würgefeigen (*Ficus* spp.), Bambusstände, Buschdickichte und dichtes Lianen- oder Epiphytengewirr auf bzw. um einen Baum (MACKINNON & MACKINNON, 1980; TREMBLE et al., 1993; NIETSCH, pers. Mitt.). Während der Voruntersuchungen konnte auch für *Tarsius diana*e eine Vielzahl verschiedener Schlafplätze festgestellt werden (siehe auch Kap. 3.4.1). Die Tarsier stellen wahrscheinlich keine strikten Ansprüche an ihren Schlafbaum. Voraussetzungen scheinen jedoch Störungsfreiheit sowie Schutz vor Regen und möglichen Prädatoren zu sein.

Aufgrund der hohen Variabilität der Schlafplätze konnte deren Angebot in den verschiedenen Habitaten nicht quantifiziert werden. Es wurde diesbezüglich keine Datenerfassung durchgeführt. Da alle untersuchten Gebiete eine hohe Strukturvielfalt aufweisen, wird davon ausgegangen, daß ausreichend potentielle Schlafplätze vorhanden sind und sie keine limitierende Ressource darstellen.

Dieser Habitatparameter wird deshalb bei der Korrelationsanalyse nicht berücksichtigt.

2.5.1.4 Anthropogene Einflüsse

Die tropischen Regenwälder werden vom Menschen auf vielgestaltige Weise genutzt, so auch auf Sulawesi. Das Lore Lindu-Gebiet ist zwar als Nationalpark ausgewiesen, trotzdem gibt es eine Vielfalt anthropogener Einflüsse. In den Untersuchungsgebieten in der Nähe der Feldstation Kamarora gibt es drei Arten der Nutzung des Waldes: die Holzextraktion, das Betreiben von Agroforstbetrieben (Waldplantagen) sowie den Ökotourismus. Letzterer beschränkt sich allerdings nur auf einen Pfad und besitzt ein derart geringes Ausmaß, daß diese Nutzung als für das Vorkommen der Koboldmakis insignifikant angenommen werden kann.

Die menschlichen Aktivitäten wurden durch Begehung der einzelnen Habitate festgestellt und sind in Kap. 2.1.4 beschrieben.

Diese Art der Einflüsse kann jedoch nicht ausreichend quantifiziert werden. Die Gebiete unterliegen zwar unterschiedlichen Nutzungen, es ist jedoch unmöglich, deren Intensitäten pauschal miteinander zu vergleichen. Da in die computergestützte Korrelationsanalyse verschiedene quantitative Ausprägungen von Parametern eingehen müssen, ist es nicht möglich, das Merkmal der anthropogenen Einflüsse in jene einzubeziehen.

In der rechnerischen Analyse werden somit nur die Einflüsse des Substrat- und des Insektenangebotes auf die Population untersucht. Die menschlichen Aktivitäten dienen, der eigentlichen Korrelation nachgeschaltet, als Hilfe zur Erklärung der nicht durch diese beiden Habitatparameter hervorgerufenen Varianz der Populationsdichten (siehe Abb. 2.4).

2.5.2 Die Populationsdichte

Allgemeines.

Für die Bewertung der Habitatqualität aus der Sicht einer Art werden im allgemeinen folgende Parameter untersucht: Populationsgröße, Populationsdichte oder Reproduktionsrate, aber auch temporale Bestandsentwicklung, Struktur der Metapopulation, Territoriengröße oder demographische Faktoren (KREBS, 1989; MÜHLENBERG, 1993). Die Reproduktionsrate gibt im allgemeinen am besten den Zustand einer Population wieder. MÜHLENBERG (1997) nutzt dieses Merkmal als Grundlage für eine Einteilung in „gute Habitate“ (source habitats) und „schlechte Habitate“ (sink habitats). Das Studium der

Reproduktionsrate ist bei Wirbeltieren jedoch mit sehr hohem Zeit- und Arbeitsaufwand verbunden, so daß die Erfassung dieses Parameters während der Untersuchungen nicht realisiert werden konnte.

Bei Korrelationsanalysen wird die Beziehung zwischen der Populationsdichte einer Art und Habitatparametern untersucht, um die Schlüsselfaktoren bestimmen zu können. Man geht davon aus, daß hohe Dichten eine hohe Habitatqualität (bezüglich der Ansprüche der betreffenden Art) anzeigen (MÜHLENBERG, 1993).

In der vorliegenden Studie wurden die Abstände der Tarsier-Schlafbäume untereinander bestimmt. Diese Werte gingen als Maß für die Populationsdichte in die Korrelation ein.

Erfassungsmethodik.

Für die Bestimmung der Wirbeltierdichte sind verschiedene Methoden vorgeschlagen worden (KREBS, 1989; MÜHLENBERG, 1993). Hierzu gehören z.B. die Linientaxierung, die Punkt-Registrierung, Fang-Wiederfang-Methoden, Ermittlung mit Klangatrappen und durch Verhören, Quadrat- und Blocksammelmethode und auch die Bestimmung der absoluten Individuenzahl. Aufgrund der kryptischen Lebensweise der Koboldmakis und der damit verbundenen Schwierigkeit ihrer Beobachtung sind die meisten dieser Methoden für die Bestimmung der Populationsdichte der Tarsier nicht anwendbar.

Für die Erfassung der Dichte von Brutvögeln ist es hilfreich, Nester auszuzählen (MÜHLENBERG, 1993). Äquivalent wurde in dieser Studie verfahren. Alle Tarsier-Schlafbäume der vier Gebiete wurden lokalisiert und - innerhalb der einzelnen Habitate - ihre Entfernungen untereinander vermessen. Da alle konstant in einem Lebensraum vorkommenden Koboldmakis solchen Schlafplätzen zuzuordnen sind, können mit dieser Methode die relativen Populationsdichten erfaßt werden

Lokalisierung der Schlafbäume.

Als Grundlage für das Feststellen der Schlafplätze der einzelnen Gruppen dienten die morgendlichen Duette der adulten Tiere.

Der Autor sowie zwei bis sechs Helfer postierten sich jeden Morgen gegen 4.45 Uhr an verschiedenen Stellen eines Untersuchungsgebietes. Die Auswahl der einzelnen Standplätze richtete sich hierbei nach den jeweiligen Ergebnissen des Vortages und wurde so getroffen, daß eine gleichmäßige Verteilung der Beobachter im Gebiet gewährleistet war. Jeder Helfer war mit Stift, Papier, einem Schreibbrett, einer Taschenlampe und einer (vorher abgeglichenen) Uhr ausgestattet, der Autor zusätzlich mit einem Kompaß.

Jeder Beobachter protokollierte alle von ihm wahrgenommenen Tarsierrufe. Den Vokalisationen wurden jeweils die genaue Uhrzeit, das Geschlecht des rufenden Tieres, die Richtung sowie eine Entfernungsschätzung zugeordnet. Die Richtungsangaben der Helfer nahmen dabei vorerst auf markante Punkte im Gelände Bezug. Gegen 6.30 Uhr, nach dem Ende der Duette, wurden alle Beobachter an ihren jeweiligen Standorten nach diesen Angaben befragt und mittels des Kompasses die genauen Himmelsrichtungen der Herkunft der Rufe bestimmt.

Im Anschluß an die morgendlichen Untersuchungen wurden die Ergebnisse aller Beteiligten zusammengefaßt und in die maßstabsgetreue Habitatkarte eingetragen. Über die Triangulation der von mehreren Beobachtern gleichzeitig erfaßten Rufe (siehe MÜHLENBERG, 1993, S. 138) konnten die Positionen der Tiere bestimmt werden.

Diese Prozedur wurde täglich durchgeführt. Durch die Akkumulation der Daten über mehrere Tage war es möglich, individuelle Bewegungsmuster der Tarsier in ihrem Habitat zu erkennen. Diese Erkenntnisse ermöglichten eine sinnvolle Positionierung der Beobachter und letztendlich das visuelle Erfassen und Verfolgen der Tiere bis zu ihrem Schlafplatz.

Die lokalisierten Gruppen wurden auch in den folgenden Tagen beobachtet, um die Schlafbaumkonstanz zu überprüfen. Jeder Baum bzw. Bambusstand, welcher einer Gruppe an drei aufeinanderfolgenden Tagen als Lager diente, wurde als fester Schlafplatz dieser Familie registriert und in die Karte eingetragen.

Nach dem Erfassen aller Familien im Kern eines Gebietes wurden die Untersuchungen in konzentrischen Kreisen auf äußere Gruppen ausgedehnt. Die Grenzen der jeweiligen Studienareale waren entweder durch Vegetationsänderungen gegeben oder wurden willkürlich gezogen, wenn eine für den Zweck der Studie ausreichende Zahl an Schlafplätzen bestimmt worden war.

Auf diese Art wurden alle Tarsiergruppen der vier Gebiete erfaßt ($n_{\text{gesamt}} = 44$). Dies nahm jeweils etwa vier bis sechs Wochen in Anspruch. Die Habitate wurden in zeitlicher Abfolge untersucht, Studiengebiet 1 und 3 aus praktischen Gründen jedoch gleichzeitig.

Die Auswertung.

Mit Hilfe der Karten wurden nun die drei nächsten Nachbar-Schlafbäume jeder einzelnen Gruppe bestimmt und deren Entfernungen gemessen. In die Auswertung gingen die Daten von Schlafplätzen ein, welche folgende Bedingungen erfüllten:

- a) die drei nächsten Nachbarn konnten zweifelsfrei identifiziert werden, und
- b) alle vier Bäume befinden sich im gleichen Habitat.

Für b) gibt es Ausnahmen. In die Analyse wurden auch Familien einbezogen, welche über eine nahe Nachbargruppe verfügten, die außerhalb des betrachteten Habitats lebte. Mindestens zwei Drittel der Strecke zwischen den Bäumen mußten dabei diesseits der Gebietsgrenze liegen.

Von den zehn bis elf lokalisierten Schlafplätzen pro Habitat erfüllten jeweils sieben bis acht diese Bedingungen. Die mittleren Entfernungen zu den drei nächsten Nachbarn dieser Bäume gingen als Populationsparameter in die Korrelationsanalyse ein.

2.6 Erfassung weiterer Merkmale

Außer den Habitat- und Populationsparametern für die Korrelation wurden noch weitere, Aufschluß über die Lebensweise von *Tarsius diana* bringende Merkmale erfaßt. Hierzu gehören die Art des Schlafplatzes, die Anzahl der Tiere pro Gruppe sowie die genauen Uhrzeiten der morgendlichen Duette.

2.6.1 Schlafplätze

Nachdem alle Tarsier-Schlafbäume der Untersuchungsgebiete lokalisiert worden waren, konnten sie qualitativ beschrieben werden. Die Höhe der Bäume bzw. Bambusstände wurde geschätzt und mittels eines Maßbandes ihr Durchmesser in 1,50 m Höhe über dem Waldboden bestimmt.

2.6.2 Gruppenstruktur

Beim Verhören der Tarsier zwecks Lokalisierung der Schlafbäume konnte die Anzahl der duettierenden Tiere in jeder Gruppe bestimmt werden. Zusätzlich wurden abends einige Gruppen beim Verlassen des Schlafplatzes beobachtet, und es wurde versucht, die Tiere zu zählen. Dies geschah mit einem Fernglas oder ohne jegliche Hilfsmittel. Aufgrund der unzureichenden technischen Möglichkeiten zur Beobachtung der Gruppen

in der Dämmerung wurden diese Versuche nach wenigen Tagen eingestellt und auf eine Quantifizierung verzichtet.

2.6.3 Duettzeiten

Für alle erfaßten Tarsierduette wurde auch die genaue Uhrzeit protokolliert. Die Zeiten wurden für jedes Gebiet akkumuliert und sind in Graphiken mit 5-Minuten-Intervallen dargestellt. Jedes Duett wurde als genau ein Ereignis gewertet. Führten Männchen oder Weibchen die typischen Duettrufe als Soli auf, wurden diese gleichermaßen registriert.

Zusätzlich wurde in allen Habitaten die Uhrzeit des Sonnenaufgangs geschätzt, wobei die Ausleuchtung der Baumkronen als Orientierung diente. Ausschlaggebend war jeweils die Zeit, zu der die ersten sichtbaren Sonnenstrahlen die Baumwipfel der unmittelbaren Umgebung des Beobachters erreichten.

2.7 Computerprogramme und statistische Tests

Die Diplomarbeit wurde mit Hilfe von StarOffice 5.0 erstellt. Zusätzlich kamen folgende Computerprogramme zum Einsatz: Adobe Photoshop 5.0, Corel Draw 7, Microsoft Paint, Microsoft Encarta Weltatlas sowie WinSTAT 3.1.

Die Wahl der statistischen Tests erfolgte anhand der Kriterien von HARTUNG et al. (1993) und HOEL (1971).

Die Prüfungen relevanter Daten auf Normalverteilung wurden mit dem χ^2 -Anpassungstest bzw. mit dem Kolmogoroff-Smirnoff-Test durchgeführt. Der Rangsummentest von Wilcoxon und der Student'sche t-Test für gepaarte Werte dienten der Feststellung statistisch signifikanter Unterschiede zwischen den Datenreihen.

Soweit nicht anders angegeben, sind die p-Werte zweiseitig.

Der Zusammenhang zwischen den Habitatmerkmalen wurde mittels der Spearman-Rangkorrelation überprüft, die Verknüpfung von Populations- und Habitatparametern geschah durch Multiple Regression.

3. Ergebnisse

3.1 Die Habitatparameter

3.1.1 Substratangebot

3.1.1.1 Habitatnutzungsanalyse zur Bestimmung der Substratpräferenz

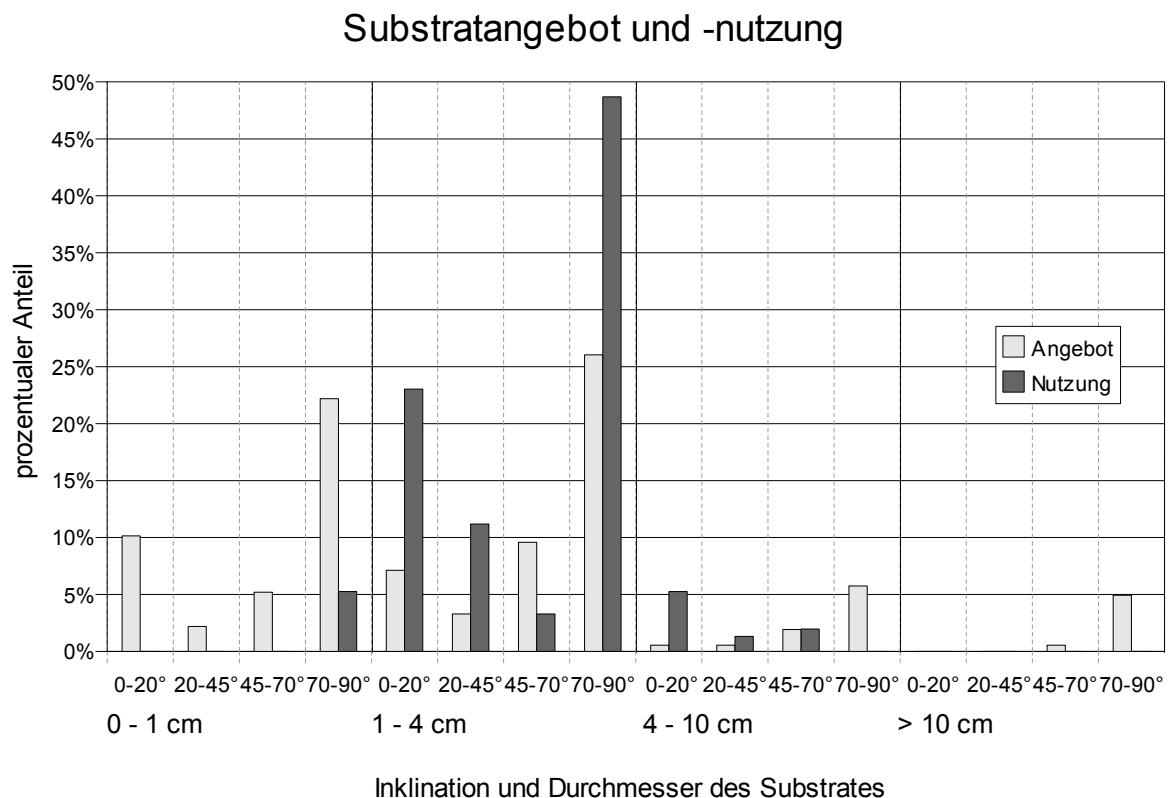


Abb. 3.1: Vergleich des Anteils der einzelnen Größen- und Neigungsklassen an Substratangebot (n = 365) und -nutzung (n = 152) durch *Tarsius diana*e im Lore Lindu NP, Sulawesi.

Die Analyse zeigt eine deutliche Präferenz der Tarsier für Stämmchen oder Zweige mit einem Durchmesser von 1 - 4 cm. Obwohl diese nur 46 % der im Habitat vorhandenen Substrate ausmachen, waren die Tarsier in 86 % der registrierten Beobachtungen auf bzw. an ihnen anzutreffen. Von den noch dünneren Strukturen werden ausschließlich die vertikalen genutzt, von den dickeren ($\varnothing > 4$ cm) vorwiegend die horizontalen.

Innerhalb der 1 - 4 cm-Klasse sind die horizontalen und vor allem die vertikalen Substrate die meistfrequentierten. Sie stellen knapp 72 % der insgesamt genutzten Strukturen dar. Mit Ausnahme der Stämmchen und Äste mit 45 - 70° Neigungswinkel

übertrifft die prozentuale Nutzung der 1 - 4 cm-Klasse bei weitem das Angebot, d.h. die Tarsier halten sich weit häufiger auf bzw. an solchen Substraten auf, als bei Gleichverteilung oder zufälliger Substratwahl zu erwarten gewesen wäre.

Die Tiere konnten kein einziges Mal auf dem Waldboden beobachtet werden.

Die bei dieser Habitatnutzungsanalyse gewonnenen Ergebnisse waren Voraussetzung für die Wahl des Habitatparameters „Dichte der horizontalen und vertikalen, 1 - 4 cm dicken Substrate“ für die Korrelation mit dem Populationsparameter.

3.1.1.2 Abundanz der 1 - 4 cm dicken Gehölze

Tab. 3.1: Mittlere Dichten und Standardabweichungen der horizontalen und vertikalen Substrate mit 1 - 4 cm Durchmesser (jeweils $n = 16$). Als „gesamt“ gilt die Summe dieser beiden Kategorien. Hab. 1: „Primärwald“, Hab. 2: Wald mit Holzeinschlag, Hab. 3: Wald mit Plantagen, Hab. 4: Wald mit Holzeinschlag *und* Plantagen.

	horizontal (Substrate / 100 m ²)	vertikal (Substrate / 100 m ²)	gesamt (Substrate / 100 m ²)
Habitat 1	7,92 ± 1,01	24,58 ± 3,12	32,50 ± 4,13
Habitat 2	3,06 ± 0,39	12,70 ± 1,61	15,76 ± 2,00
Habitat 3	9,29 ± 1,18	24,50 ± 3,11	33,79 ± 4,29
Habitat 4	33,97 ± 4,31	50,80 ± 6,45	84,77 ± 10,76

Aus Tab. 3.1 und Abb. 3.2 sind die Dichten der beiden von den Tarsiern meistgenutzten Substratklassen ersichtlich.

Alle an den jeweils 16 Zufallspunkten erfaßten Häufigkeiten dieser Strukturen gehorchen Normalverteilungen (Kolmogoroff-Smirnoff-Test, $p > 0,1$).

Die Substratdichte im Wald mit Holzeinschlag (Hab. 2, siehe Kap. 2.1.4) ist signifikant kleiner, die im Wald mit Holzeinschlag *und* Plantagen (Hab. 4) signifikant größer als jeweils jene im „Primärwald“ (Hab. 1) und im Wald mit Plantagen (Hab. 3) (Wilcoxon-Rangsummentest, $p < 0,05$).

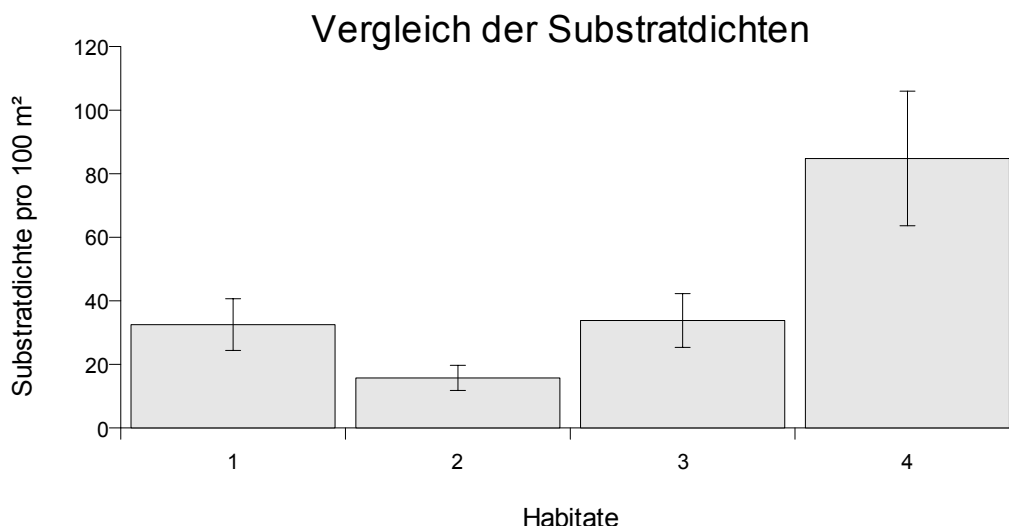


Abb. 3.2: Vergleich der Gesamtdichten der horizontalen und vertikalen, 1 - 4 cm dicken Substrate in den vier untersuchten *Tarsius diana*-Habitaten (jeweils $n = 16$). Ebenfalls dargestellt sind die 95%-Konfidenzbereiche. Hab. 1: „Primärwald“, Hab. 2: Wald mit Holzeinschlag, Hab. 3: Wald mit Plantagen, Hab. 4: Wald mit Holzeinschlag *und* Plantagen.

3.1.1.3 Vergleich der Methoden zur Erfassung der Gehölzdichte

Da in Habitat 2 die Erfassung der Dichte der beiden relevanten Substratklassen doppelt und mittels verschiedener Methoden durchgeführt wurde - einmal für die Habitatnutzungsanalyse (Kap. 3.1.1.1) und einmal für den Vergleich der Gehölzdichten der verschiedenen Gebiete (Kap. 3.1.1.2) - , ist es möglich, einen direkten Vergleich beider Methoden anzustellen.

Tab. 3.2: Ergebnisse der Dichteerfassungen der 1 - 4 cm dicken, vertikalen und horizontalen Gehölze in Habitat 2 nach den beiden unterschiedlichen Methoden (siehe Kap. 2.5.1.1). Aufgeführt sind Mittelwerte und Standardabweichungen (jeweils $n = 16$).

	<i>Auszählen der Strukturen in Einheitsflächen (für Hab.-nutz.-analyse)</i>	<i>Schätzen der Dichte nach der PCQ-Methode (für Habitatvergleich)</i>
vertikale Gehölze / 100 m²	21,0 ± 12,3	12,7 ± 1,6
horizont. Gehölze / 100 m²	5,7 ± 8,9	3,1 ± 0,4

Das Auszählen der relevanten Strukturen in definierten Flächen ließ auf eine Dichte von 21,0 vertikalen und 5,7 horizontalen Gehölzen pro 100 m² schließen, ist jedoch mit hohen Standardabweichungen behaftet. Die Erfassung nach der PCQ-Methode ergab eine Substratdichte von 12,7 vertikalen und 3,1 horizontalen Gehölzen pro 100 m² mit jeweils geringen Standardabweichungen.

3.1.2 Nahrungsangebot

Von der Lichtquelle wurden fast ausschließlich Nachtfalter und geflügelte Termiten (**Isoptera**) angelockt, selten auch Gottesanbeterinnen (**Mantodea**). Die akustischen Signale stammten von Heuschrecken und Grillen sowie Zikaden. Zwischen den Habitaten konnten keine Unterschiede in der Zusammensetzung der erfaßten Insektenfauna festgestellt werden.

Vergleich der Insektenabundanzen

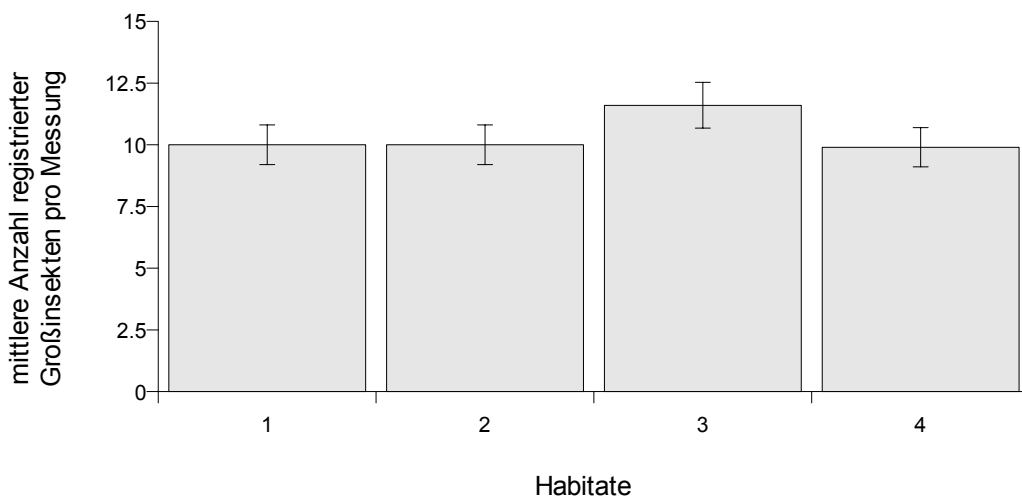


Abb. 3.3: Vergleichende Darstellung der Anzahl der registrierten Großinsekten und deren 95%-Konfidenzbereiche in den vier Habitaten (jeweils $n = 8$). Die Daten geben keinen Aufschluß über die absolute Dichte der Tiere, lassen jedoch Vergleiche zwischen den einzelnen Gebieten zu. Hab. 1: „Primärwald“, Hab. 2: Wald mit Holzeinschlag, Hab. 3: Wald mit Plantagen, Hab. 4: Wald mit Holzeinschlag *und* Plantagen.

Es konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Insektenhäufigkeiten der vier Habitats nachgewiesen werden (Wilcoxon-Rangsummentest, $p > 0,05$).

Die zusätzlich durchgeführten Erhebungen auf den Plantagen ergaben eine Anzahl von durchschnittlich 16,3 registrierten Großinsekten pro Messung ($n = 8$). Dies ist eine signifikant höhere Insektenabundanz als in allen vier Untersuchungsgebieten (Wilcoxon-Rangsummentest, $p < 0,05$).

3.1.3 Anthropogene Einflüsse

Die Formen der Nutzung der Gebiete durch den Menschen sowie weitere anthropogene Einflüsse sind in Kap. 2.1.4 dargestellt.

3.2 Die Populationsdichte

3.2.1 Räumliches Verteilungsmuster der Schlafbäume

In Abb. 3.4 und Abb. 3.5 sind die ungefähren Verteilungen der Schlafbäume in den vier Habitaten dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Gebietsgrößen ist aber ein unmittelbarer optischer Vergleich der Populationsdichten nur eingeschränkt möglich.

Die Tarsiergruppen sind innerhalb der Habitate sehr gleichmäßig verteilt.

Schlafbäume gibt es sowohl in Nähe der älteren, gelegentlich genutzten Wege als auch tief im Waldesinnern. Die meisten der eingezeichneten Fußpfade wurden für die vorliegende Studie angelegt.

Im zentralen Bereich von **Habitat 1** ist ein Waldabschnitt ohne Tarsier-Schlafbaum zu erkennen. An dieser Stelle wurde in den Morgenstunden mehrmals ein lautstark seine Revieransprüche geltend machendes Hörnchen (**Sciuridae**) beobachtet. Während der Nacht waren jedoch auch aus diesem Gebiet Tarsierrufe zu vernehmen.

Habitat 2 liegt in unmittelbarer Nähe der Nationalparkstation Kamarora, welche als Basis für diese Untersuchungen diente. Die Skizze dokumentiert, daß auch im direkten Umfeld dieser Lichtung Koboldmaki-Schlafplätze zu finden sind.

Auch in **Habitat 3** sind die Gruppen gleichmäßig verteilt. Es ist keine (kleinmaßstäbige) Konzentration der Tarsier um die Plantagen zu beobachten. Viele Schlafbäume sind in einer Entfernung von 50 - 80 m von den Anbauflächen zu finden.

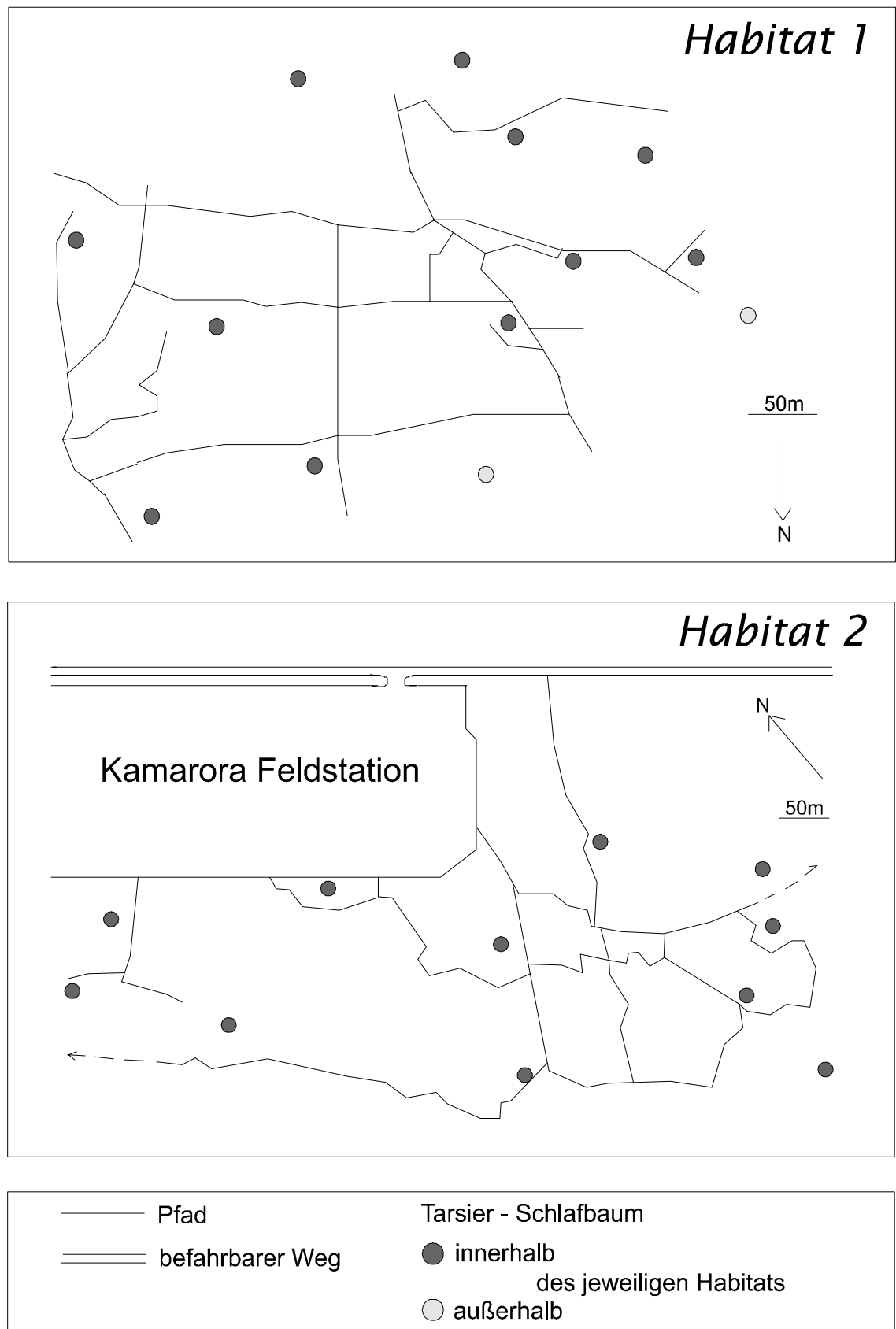


Abb. 3.4: Skizzen der Gebiete 1 und 2 mit den Standorten der Tarsier-Schlafbäume. Man beachte die unterschiedlichen Maßstäbe.

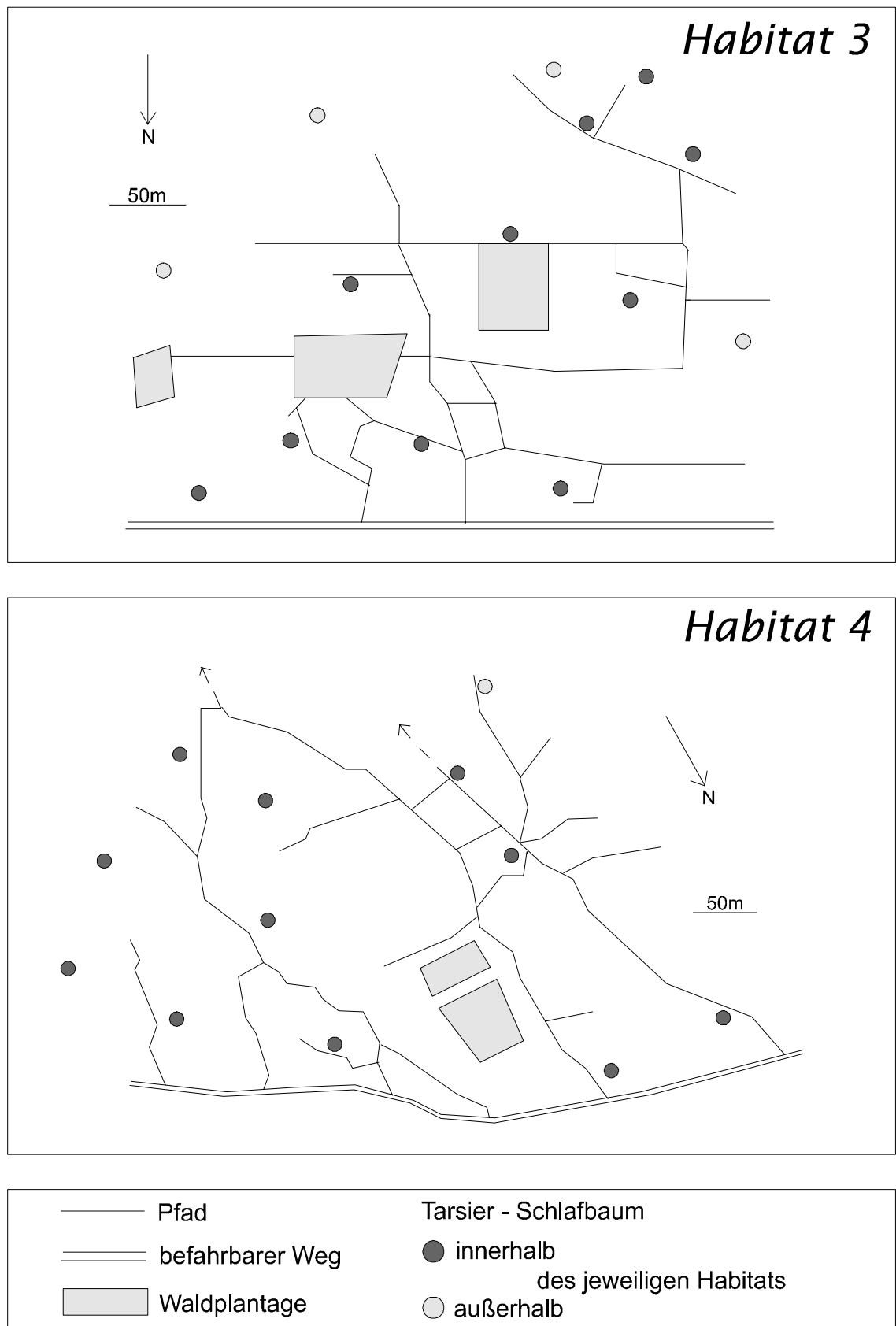


Abb. 3.5: Skizzen der Gebiete 3 und 4 mit den Standorten der Tarsier-Schlafbäume. Man beachte die unterschiedlichen Maßstäbe.

Ein „Loch“ im Verteilungsmuster ist auch in **Habitat 4** zu finden. Ansonsten entspricht die gleichmäßige Anordnung der Schlafplätze der sehr homogenen Struktur des Gebietes. Keine Gruppe hat sich in unmittelbarer Nähe der Plantage angesiedelt, es konnten dort jedoch wiederholt Tarsier gesehen und gehört werden.

Die Tarsier behielten prinzipiell ihren Schlafplatz bei. In Ausnahmefällen, vor allem, wenn die Beobachter den Tieren zu nahe kamen und somit ihre Anwesenheit verrieteten, wurden auch die Schlafbäume gewechselt. Jedoch kehrten alle diesbezüglich untersuchten Gruppen nach spätestens vier Tagen wieder zu ihrem angestammten Schlafbaum zurück. Die mehrere Wochen nach der Erstbestimmung durchgeführten Kontrollen bestätigten im allgemeinen diese Konstanz.

3.2.2 Entfernungen zwischen den Schlafbäumen - Populationsdichten

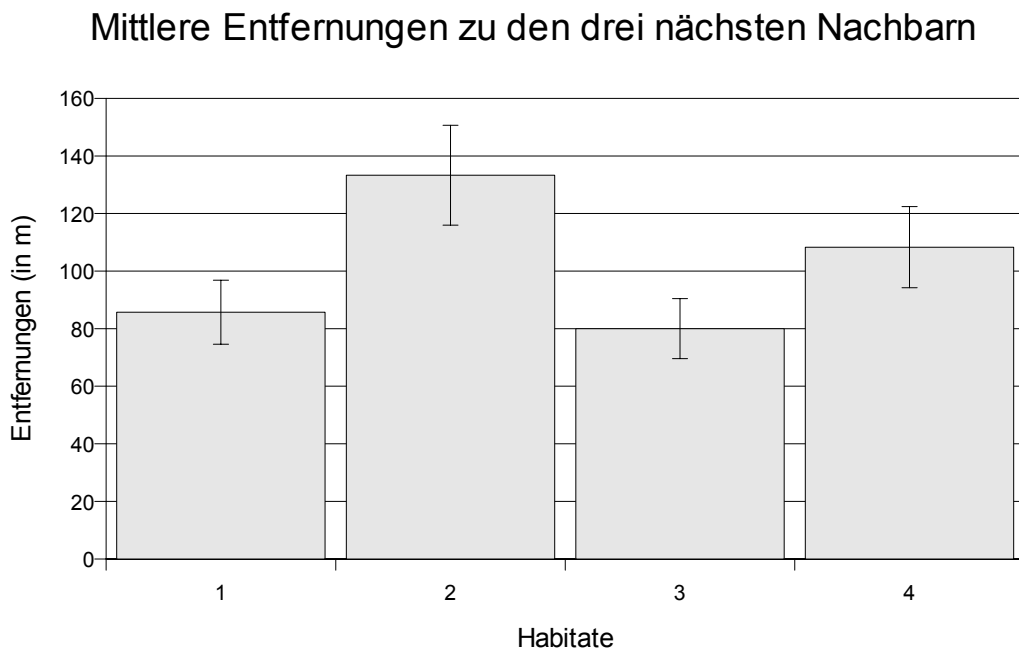


Abb. 3.6: Mittlere Distanzen zwischen den *Tarsius diana*-Schlafbäumen und ihren jeweils drei nächsten Nachbarn im Lore Lindu NP, Sulawesi ($n_1 = n_3 = 21$, $n_2 = n_4 = 24$). Ebenfalls dargestellt sind die 95%-Konfidenzbereiche. Hab. 1: „Primärwald“, Hab. 2: Wald mit Holzeinschlag, Hab. 3: Wald mit Plantagen, Hab. 4: Wald mit Holzeinschlag und Plantagen.

Die durchschnittlichen Entfernungen der Schlafbäume von ihren jeweils drei nächsten Nachbarn sind aus Abb. 3.6 und Tab. 3.3 ersichtlich. Die gemessenen Distanzen für alle Gruppen sind in Tab. 7.6 im Anhang dargestellt. In den Gebieten 1 und 3 wurden jeweils sieben zentrale Gruppen in die Meßreihe aufgenommen, in den Abschnitten 2 und 4 jeweils acht.

Während der letzten beiden Tage der Untersuchungen in Habitat 3 spaltete sich eine der beobachteten Familien in zwei Gruppen auf. Eine davon behielt den ursprünglichen Schlafplatz bei, die andere siedelte sich vorerst in dessen Nähe an. Die Entfernungen zu den nächsten Nachbarn wurden zwar von beiden Bäumen aus gemessen, doch wurde bei der Berechnung des Mittelwertes nur der ursprüngliche Schlafplatz berücksichtigt (siehe Tab. 3.7).

Die geringsten Abstände zwischen den Tarsier-Schlafplätzen finden sich in Habitat 3, dem Waldabschnitt mit Plantagennutzung, aber ohne Holzeinschlag. Die kleinste interfamiliäre Distanz bedeutet die höchste Dichte der Schlafbäume und - unter der Annahme ähnlicher Gruppengrößen (siehe unten) - die größte Populationsdichte der Koboldmakis. Ähnliche Werte ergaben die Messungen in Habitat 1, dem „Primärwald“, in welchem die Gruppen nur wenig weiter voneinander entfernt leben als in Habitat 3. Deutlich größere Distanzen gibt es in den Gebieten 2 und 4, den durch Holzeinschlag geprägten Arealen. In ersterem sind die mittleren Abstände zwischen den Gruppen sogar so erheblich, daß die errechnete Schlafbaumdichte nur etwa einem Drittel der in Habitat 3 gefundenen Verhältnisse entspricht.

Die erfaßten Entfernungen variieren auch innerhalb der einzelnen Gebiete stark (bis zu 500 %). Mittelt man jedoch die drei Distanzen für jeden Schlafbaum, so verkleinert sich deren Varianz auf etwa 100 % (siehe Tab. 7.6 im Anhang). Die Werte lassen in keinem der vier Habitate eine Normalverteilung der Abstände erkennen (χ^2 -Anpassungstest, $p < 0,01$). Die Meßreihen der Schlafbaumdistanzen sind allesamt statistisch signifikant voneinander verschieden (Wilcoxon-Rangsummentest, $p < 0,05$).

Tab. 3.3: Mittlere Distanzen zwischen den Schlafbäumen und ihren drei nächsten Nachbarn, ihre Standardabweichungen sowie die auf der Grundlage der Entfernungen errechneten Dichten von *Tarsius diana* in den vier Habitaten ($n_1 = n_3 = 21$, $n_2 = n_4 = 24$). Hab. 1: „Primärwald“, Hab. 2: Wald mit Holzeinschlag, Hab. 3: Wald mit Plantagen, Hab. 4: Wald mit Holzeinschlag und Plantagen.

	Entfernung zu den drei nächsten Nachbarn	Dichte
Habitat 1	86 m $\pm$ 26 m	13,6 Gruppen / 10 ha
Habitat 2	133 m $\pm$ 47 m	5,6 Gruppen / 10 ha
Habitat 3	80 m $\pm$ 23 m	15,6 Gruppen / 10 ha
Habitat 4	108 m $\pm$ 34 m	8,5 Gruppen / 10 ha

3.3 Korrelation der Habitat- und Populationsparameter

Tab. 3.4: Korrelationsmatrix (Spearman-Rangkorrelation, $n = 4$, einseitig) mit den Korrelationskoeffizienten aller möglicher Paare der beiden quantifizierten Habitatparameter und der Populationsdichte von *Tarsius diana* im Lore Lindu NP, Sulawesi. Ebenfalls aufgeführt sind die p-Werte der Signifikanz der Zusammenhänge.

	Schlafbaumdistanz	Substratangebot	Insektendichte
Schlafbaumdistanz	1	- 0,4 (p=0,30)	- 0,6 (p=0,18)
Substratangebot		1	- 0,3 (p=0,34)
Insektendichte			1

Unterzieht man die Parameter einer Spearman-Rangkorrelation (Tab. 3.4), so ist zu erkennen, daß sowohl die Insektenabundanz als auch die Substratdichte negativ mit den Schlafbaumentfernungen korreliert sind. Eine hohe Beutedichte oder/und ein großes Angebot an „wichtigen“ Klettersubstraten begünstigen also eine geringe Schlafbaumdistanz und somit eine hohe Populationsdichte der Tarsier.

Keiner der mittels der Spearman-Korrelation erfaßten Zusammenhänge zwischen den Parametern ist jedoch statistisch signifikant (p-Werte siehe Tab. 3.4, einseitig).

Die Multiple Lineare Regression der beiden Habitatparameter mit den Schlafbaumdistanzen zeigt, daß die verschiedenen Substratdichten und Insektenabundanz in den vier Habitaten etwa 41,6 % der Varianz der Populationsdichte erklären ($n = 4$, $R^2 = 0,416$). Der größte Teil der Schwankungen kann dabei auf das Nahrungsangebot zurückgeführt werden.

Schließt man nun die anthropogenen Einflüsse in die Betrachtung ein, kann eine Matrix der Zusammenhänge aller erfaßten Faktoren erstellt werden (Tab. 3.5). Es wurde dabei der Versuch einer groben Ordinalskalierung der anthropogenen Einflüsse unternommen. Das „Fehlen von Störungen“ wurde dabei in die Kategorien „groß“, „mittel“ und „klein“ eingeteilt, wobei der „Primärwald“ ersteres Attribut erhält und Habitat 4 mit Holzeinschlag *und* Plantagen als stark gestört angesehen wird.

Die Gebiete 2 und 3 mit jeweils *einer* Nutzungsform werden in dieser Hinsicht gleich behandelt und ihnen ein mittlerer Störungsgrad zugeordnet. Diese Einteilung ist willkürlich und soll ausschließlich im Kontext folgender Matrix gesehen werden. Sie dient als Hilfsmittel zur Abschätzung der Einflüsse der menschlichen Nutzungen des Waldes auf die Dichten der Koboldmakis.

Tab. 3.5: Matrix der Zusammenhänge von Habitatfaktoren mit der Populationsdichte von *Tarsius diana* im Lore Lindu NP, Sulawesi. Die Ausprägung der Parameter ist mittels Pfeilen dargestellt: Pfeil nach oben = groß, Pfeil nach rechts = mittelmäßig, Pfeil nach unten = gering. Die Pfeile der beiden quantifizierten Habitatmerkmale spiegeln die statistisch signifikanten Unterschiede der Gebiete wider. Der schräg nach oben verlaufende Pfeil der Insekten-dichte in Habitat 3 bedeutet, daß dieser Wert zwar größer als jene der anderen Gebiete ist, der Unterschied aber keine statistische Signifikanz auf dem 5 %-Niveau besitzt.

<i>Hab.</i>	<i>Populationsdichte</i>	<i>Substratdichte</i>	<i>Insekten-dichte</i>	<i>Fehlen von Störungen</i>
1	↑	→	→	↑
2	↓	↓	→	→
3	↑	→	↗	→
4	→	↑	→	↓

Betrachtet man ausschließlich die quantifizierten Habitatparameter Substratdichte und Insektenabundanz, so ist zu erkennen, daß die Varianz der Populationsdichte nicht allein durch diese beiden Faktoren „vorhergesagt“, d.h. erklärt werden kann.

Bezieht man die anthropogenen Einflüsse in die Analyse ein, kann man durch die Kombination der (nun drei) Habitatmerkmale Hypothesen über die relativen Populationsdichten aufstellen, welche den tatsächlich angetroffenen Verhältnissen nahekommen.

3.4 Weitere Beiträge zur Biologie der Art

3.4.1 Schlafplätze

Die Kartierung und Beschreibung der 44 in den untersuchten Gebieten existenten Tarsier-Schlafplätze offenbarte ein hohes Maß an Variabilität bezüglich deren Auswahl durch die Tiere, aber auch eine leichte Präferenz für Würgefeigen.

Jeder der registrierten Schlafbäume konnte einer der vier folgenden Kategorien zugeordnet werden:

- o Kategorie 1: Würgefeige (*Ficus spec.*), meist sehr dick, viele Höhlen und Spalten
- o Kategorie 2: Baum, stark umrankt, dichtes Laubwerk um Stamm, keine Höhlen
- o Kategorie 3: Bambusstand, trockenes Laub an der Basis zwischen den Stangen,
Stangendurchmesser 2 - 10 cm, -anzahl 40 - 60
- o Kategorie 4: Palme mit hängenden alten Blättern und vielen Lianen

Tab. 3.6: Schlafplätze aller registrierter *Tarsius diana*-Gruppen in den Gebieten 1 und 2. Aufgeführt sind die Durchmesser der Bäume bzw. Bambusstände, deren Höhe sowie die Einteilung in eine von vier Kategorien (Kat. 1 - Würgefeige, Kat. 2 - Baum, Kat. 3 - Bambusstand, Kat. 4 - Palme).

Habitat 1: „Primärwald“

Gruppe	Durchmesser in cm	Höhe in m	Kategorie
1	250	35	1
2	160	22	1
3	300	15	3
4	120	32	2
5	350	15	3
6	350	15	3
7	120	25	1
8	150	30	1
9	400	10	3
10	30	25	2
11	120	25	1

Habitat 2: Wald mit Holzeinschlag

Gruppe	Durchmesser in cm	Höhe in m	Kategorie
1	50	18	2
2	42	20	2
3	30	9	2
4	150	25	1
5	300	25	1
6	45	15	2
7	100	20	2
8	18	10	2
9	150	25	1
10	30	15	2
11	250	30	1

Tab. 3.7: Schlafplätze aller registrierter *Tarsius diana*-Gruppen in den Gebieten 3 und 4. Aufgeführt sind die Durchmesser der Bäume bzw. Bambusstände, deren Höhe sowie die Einteilung in eine von vier Kategorien (Kat. 1 - Würgefeige, Kat. 2 - Baum, Kat. 3 - Bambusstand, Kat. 4 - Palme). Gruppe 7 in Hab. 3 (vier Adulte) spaltete sich am Ende der Untersuchungen in zwei Paare auf (7a und 7b).

Habitat 3: Wald mit Plantagen

Gruppe	Durchmesser in cm	Höhe in m	Kategorie
1	120	35	1
2	150	25	2
3	220	45	2
4	250	35	1
5	400	15	3
6	100	30	1
7	100	30	2
8	300	12	3
9	100	35	1
10	600	15	3
7a	Siehe 7		
7b	50	25	2

Habitat 4: Wald mit Holzeinschlag
und Plantagen

Gruppe	Durchmesser in cm	Höhe in m	Kategorie
1	80	28	2
2	400	50	1
3	100	30	1
4	50	18	4
5	70	18	2
6	300	45	1
7	40	20	2
8	150	40	1
9	300	35	1
10	200	20	2
11	250	35	1

Als Schlafplatz genutzte Strukturen (n=44)

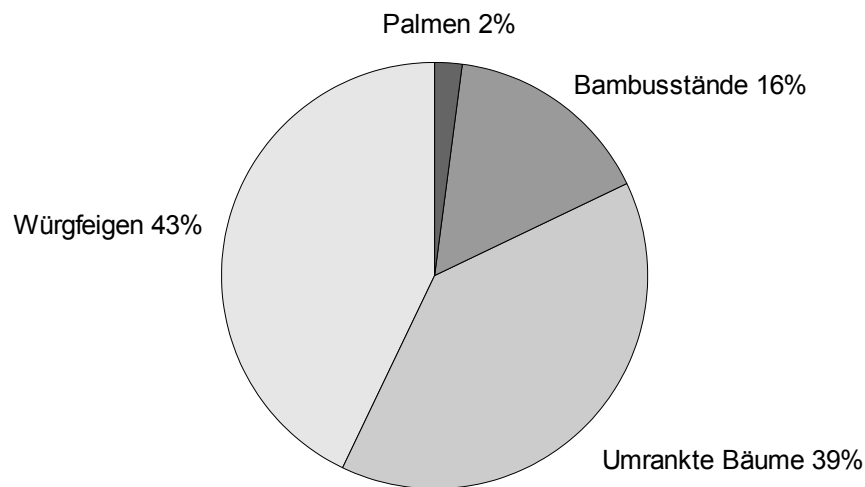


Abb. 3.7: Vergleich der Häufigkeiten verschiedenartiger Schlafplätze von *Tarsius diana* im Lore Lindu NP, Sulawesi.

3.4.2 Gruppenstruktur

Jeden Morgen, als sich die Koboldmakis zu ihren Schlafplätzen zurückzogen, führten die adulten Tiere Duette auf. Während dieser wurde die Anzahl der vokalisierenden Mitglieder jeder Familie ermittelt.

Bei mehr als der Hälfte aller Gruppen duettiert ausschließlich ein adultes Paar. Kombinationen aus einem Männchen und zwei Weibchen, zwei Männchen und einem Weibchen sowie zwei Männchen und zwei Weibchen wurden ebenfalls registriert (Abb. 3.8, Tab. 7.7 im Anhang). Die Anzahl der sich an den Duetten beteiligenden Tarsier liegt, je nach Gebiet, bei 28 - 30 pro Habitat, aufgeteilt auf zehn oder elf Gruppen. Im Durchschnitt duettieren 2,7 Tiere pro Gruppe miteinander.

Zwischen den einzelnen Habitaten ist diesbezüglich kein Unterschied festzustellen (Wilcoxon-Rangsummentest, $p > 0,1$).

Anzahl der duettierenden Tarsier pro Gruppe (n = 43)

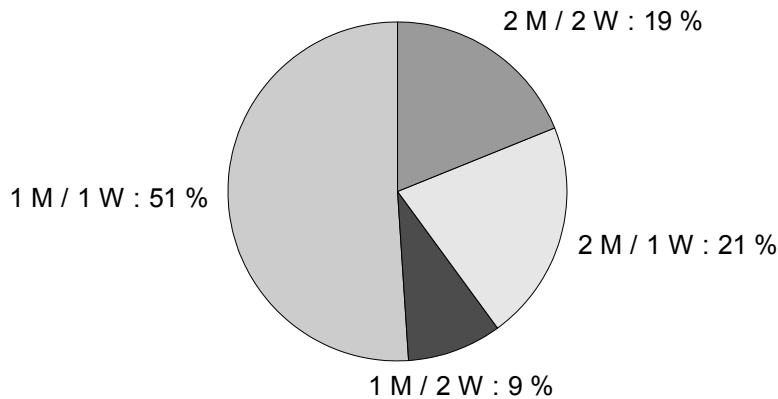


Abb. 3.8: Prozentualer Anteil verschiedener Gruppenstrukturen an der Gesamtheit der untersuchten *Tarsius diana*-Familien im Lore Lindu NP, Sulawesi. Ausschlaggebend für die Einteilung in Kategorien ist die Anzahl der an den morgendlichen Duetten teilnehmenden Männchen und Weibchen pro Gruppe. M = Männchen, W = Weibchen.

Bei den Gruppen mit zwei Weibchen ist ein Unterschied zwischen deren Vokalisation zu vernehmen. Die Lautstärke und Länge der Duetttrufe eines der Weibchen sind jeweils geringer als jene des anderen Tieres. Auch kommt es selten vor, daß beide sich gleichzeitig am Duett mit dem oder den Männchen beteiligen, die Sequenzen überschneiden sich meist nur um wenige Sekunden. Ähnliche Beobachtungen wurden bezüglich der Männchen gemacht. Die Duette der Gruppen mit zwei Männchen wurden von einem der beiden dominiert. Das zweite männliche Tier gab nur kurze und leise Duettsequenzen von sich, meist räumlich deutlich von dem anderen Männchen getrennt. Die Tonbandaufnahmen der Duette wurden nicht quantitativ ausgewertet.

Einmal konnte ein adultes Individuum mit seinem, den Bauch des Elterntieres umklammernden Kind beobachtet werden. Zu diesem und zu weiteren Anlässen wurden mehr Familienmitglieder gesehen als an den Duetten partizipierten. Ein „geparktes“ Tarsierbaby (siehe GURSKY, 1994) konnte nicht beobachtet werden.

Der Versuch der visuellen Erfassung aller Individuen sämtlicher Gruppen und der somit möglichen Bestimmung der absoluten Populationsdichte scheiterte an der unzureichenden Beobachtungsmöglichkeit während der Nacht.

3.4.3 Duettzeiten

Anhand der Rufe, von Klangbeispielen auf Tonband sowie den von NIEMITZ et al. (1991) dargestellten Sonagrammen konnten alle untersuchten Individuen als der Art *T. diana*e zugehörig identifiziert werden.

Die Dauer der Duette variierte zwischen wenigen Sekunden und mehreren Minuten, wobei sich insbesondere die Männchen als ausdauernde Rufer erwiesen. Die registrierten Duette wurden in fast allen Fällen von einem Weibchen initiiert, und das Männchen bzw. die anderen Rufer stimmten nach etwa 10 - 15 s ein. Jede Gruppe duettierte mehrmals pro Morgen. Die anfänglichen Rufe von Männchen und Weibchen kamen meist von verschiedenen Orten. Diese räumliche Trennung war bei den nächsten Duetten vermindert, und die letzten Rufe der Tiere hatten meist einen gemeinsamen Ursprungsort. Dieser variierte von Tag zu Tag und war nur in seltenen Fällen mit dem Schlafplatz der Gruppe identisch.

Aus Abb. 3.9 sind die Uhrzeiten der Duette ersichtlich. Die Darstellung orientiert sich an der zeitlichen Abfolge der Studie. Das Habitat 2 (Wald mit Holzeinschlag) wurde als erstes untersucht, Habitat 1 („Primärwald“) und 3 (Wald mit Plantagen) gleichzeitig danach. Dieser Teil der Abbildung gibt die Gesamtzahl der in beiden Gebieten registrierten Duette wieder. Da die Erfassung der Schlafbäume in Habitat 3 länger dauerte als in Habitat 1, sind die in dieser Zeit und ausschließlich in diesem Gebiet erfaßten Duette unter der Überschrift „Rest Habitat 3“ verzeichnet. Zum Abschluß wurde das Gebiet 4 (Wald mit Holzeinschlag *und* Plantagen) untersucht (siehe Tab. 3.8).

Tab. 3.8: Zeiträume der Erfassungen in den vier Gebieten und geschätzte Uhrzeiten des Sonnenaufgangs in diesen Perioden.

	<i>Zeitraum (1998)</i>	<i>Sonnenaufgang</i>
Habitat 2	7.7. - 8.8.	~ 5.55 Uhr
Habitat 1 + 3	10.8. - 21.9.	~ 5.45 Uhr
Rest Habitat 3	22.9. - 16.10.	~ 5.40 Uhr
Habitat 4	19.10. - 14.11.	~ 5.35 Uhr

Zeitliche Verteilung der morgendlichen Duette

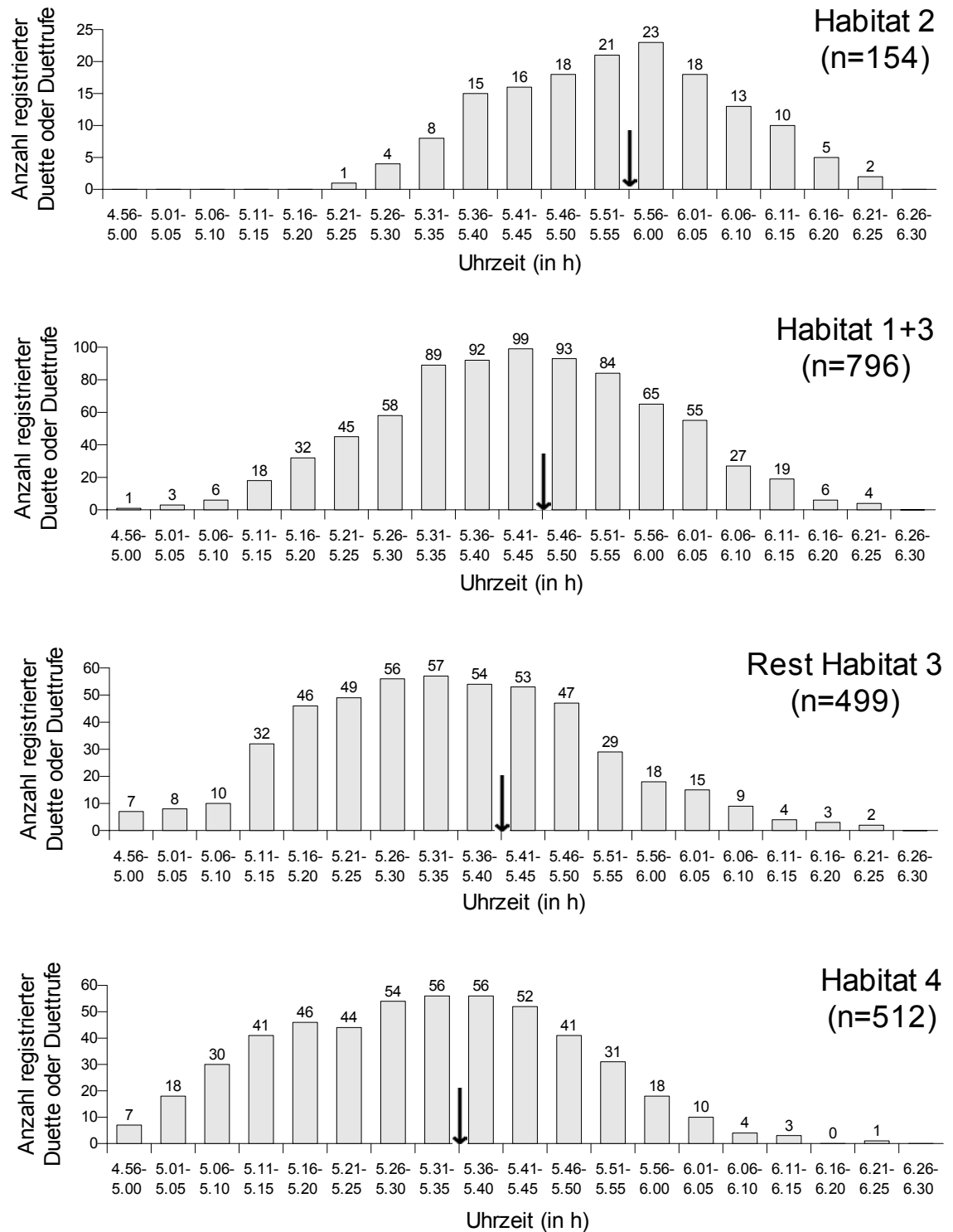


Abb. 3.9: Die Duettzeiten von *Tarsius diana* in den vier untersuchten Gebieten. Die Diagramme sind gemäß der zeitlichen Abfolge der Untersuchungen dargestellt. Der Pfeil symbolisiert die geschätzte Zeit des Sonnenaufgangs. Man beachte die unterschiedlichen Skalierungen der Ordinaten. Hab. 1: „Primärwald“, Hab. 2: Wald mit Holzeinschlag, Hab. 3: Wald mit Plantagen, Hab. 4: Wald mit Holzeinschlag und Plantagen.

In allen vier Studiengebieten gehorchen die Duette einer Normalverteilung bezüglich der Uhrzeit (χ^2 -Anpassungstest, $p > 0,5$).

Duette werden auch gegen 18.00 Uhr und selten auch während der Nacht aufgeführt. Abends rufen jedoch nur wenige Gruppen und diese auch sehr unregelmäßig. Während die morgendlichen Duette ohne Ausnahme jeden Tag zu vernehmen sind, gibt es Abende ohne jegliche derartige Vokalisationen der untersuchten Tiere.

4. Diskussion

4.1 Die Habitatparameter

4.1.1 Substratangebot

4.1.1.1 Habitatnutzungsanalyse zur Bestimmung der Substratpräferenz

Die Ergebnisse der Habitatnutzungsanalyse bestätigen die Zugehörigkeit der Tarsier zur Kategorie der „Vertical Clingers and Leapers“. Hauptsächlich werden vertikale Stämmchen genutzt, zwischen denen sich die Tiere mittels Sprüngen fortbewegen. Der Anteil dieses Typs an den insgesamt genutzten Strukturen beträgt etwa 54 %. Dies bestätigt die von TREMBLE et al. (1993) beobachteten 59 % Nutzung der Vertikalsubstrate durch *Tarsius diana*.

Leichte Abweichungen der Daten beider Studien gibt es bei der Nutzung der 1 - 4 cm dicken Strukturen. Vorliegende Analyse ergab einen Anteil von 86 %, TREMBLES Untersuchungen 68 % Frequentierung dieser Kategorie. Die hauptsächliche Differenz liegt in einer unterschiedlichen Nutzung der sehr dünnen ($\varnothing < 1$ cm) Strukturen (5 % zu 14 %) sowie des Waldbodens (0 % zu 8 %). Eine mögliche Erklärung dieser Diskrepanz bietet die vergleichsweise geringe Stichprobenzahl beider Studien ($n = 152$ bzw. $n = 363$). Individuelle Unterschiede können hierbei eine zu große Bedeutung gewonnen haben, ebenso die unterschiedliche Struktur der Habitate.

Die starke Nutzung der 1 - 4 cm dicken Substrate ist auf die Anatomie der Tiere zurückzuführen. Der dritte und damit größte Finger hat eine Länge von etwa 24 mm (NIEMITZ et al., 1991), entsprechend kürzer ist der Daumen. Sie gewährleisten eine optimale Umklammerung von Strukturen des genannten Durchmessers. Für dickere Substrate bieten sie vermutlich keinen festen Halt. Die Beobachtung, daß die Tarsier hauptsächlich deren horizontale Ausprägung nutzen, bestätigt diese Annahme. Für das Laufen und horizontale Klettern ist der Durchmesser der Strukturen offenbar nicht entscheidend, sofern diese ein Mindestmaß an Stabilität bieten.

Von den dünnsten Substraten werden ausschließlich die vertikalen genutzt. Die adulten Koboldmakis sind zwar nur etwa 100 g schwer, das Risiko des Bruchs der dünnen horizontalen Äste ist aber auch bei diesem geringen Gewicht schon zu hoch. Vertikale

Stämmchen halten dieser Art der Belastung im allgemeinen besser stand und bieten somit einen größeren Schutz vor Stürzen.

Fast alle Beobachtungen zur Substratnutzung fanden in der Nähe der Schlafbäume statt, da dort die Tarsier am leichtesten anzutreffen waren. Meist geschah dies außerdem in den Zeiten um den Sonnenunter- und den Sonnenaufgang. Die Tiere sind dann sehr aktiv, und raumgreifende Sprünge dominieren das Lokomotionsmuster. Zusätzlich werden viele Urinmarken gesetzt. Die Jagd nach Beute konnte in dieser Zeit nicht beobachtet werden. Es ist somit nicht auszuschließen, daß die beobachtete Substratnutzung von der Tages- bzw. Nachtzeit beeinflußt wird. Möglich wäre z.B. eine Bevorzugung bestimmter Substrate als Markierstellen. Für genauen Aufschluß dieser Frage sind Ganznachtbeobachtungen und eine höhere Stichprobenzahl erforderlich.

Bei der Auswahl der Substratklassen als Habitatparameter für die Korrelationsanalyse hätte auch eine dritte Kategorie - die 1 - 4 cm dicken Strukturen mit 20 - 45° Inklination - berücksichtigt werden können, da das Verhältnis von Nutzung zu Angebot groß ist und die Klasse auch am dritthäufigsten frequentiert wird. Da der Anteil an der Nutzung jedoch trotzdem nur bei etwa 11 % liegt und die Erfassung nicht unnötig kompliziert werden sollte, wurden nur die beiden wichtigsten Substratklassen in die Korrelationsanalyse einbezogen.

4.1.1.2 Abundanz der 1 - 4 cm dicken Gehölze

Die Auswahl der Rahmenkriterien für die PCQ-Methode (Was wird gezählt?), insbesondere für die Berücksichtigung der horizontalen Substrate, orientierte sich an den Beobachtungen während der Vorphase sowie an Literaturangaben zur Habitatnutzung durch die Tarsier (MACKINNON & MACKINNON, 1980; NIETSCH, 1993; TREMBLE et al., 1993).

Inwiefern die ermittelten Gehölzdichten den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen - besonders hinsichtlich der divergierenden Ergebnisse der beiden Erfassungen in Habitat 2 (siehe unten) - , kann an dieser Stelle nicht beurteilt werden, aber die Daten sind für einen Vergleich der Substratangebote in den verschiedenen Gebieten durchaus geeignet.

Die verschiedenen Substratdichten spiegeln das Erscheinungsbild der Waldstücke, aber nicht unmittelbar die Formen der Nutzung wider.

So gibt es in den Habitaten 2 und 4 vergleichbaren Holzeinschlag, aber die Gehölzdichten weisen erhebliche Unterschiede auf. Das größere Angebot in Habitat 4 ist nicht mit dem Vorhandensein der Waldplantagen zu erklären, sondern liegt vielmehr in der sehr ausgeprägten Strauchschicht begründet. Letztere ist vermutlich als Resultat eines früheren großflächigen Holzeinschlages entstanden. Der geringe Kronenschluß stützt diese Annahme.

Die Gebiete 1 und 3 unterscheiden sich in der Nutzung, aber kaum in der Gehölzdichte. Die derzeitigen Nutzungen haben - zumindest in der beschriebenen Intensität - somit offensichtlich keinen bestimmenden Einfluß auf die Häufigkeit der für die Tarsier relevanten Substrate. Diese scheint vielmehr im Zusammenwirken vieler, in dieser Studie nicht untersuchter Faktoren des Waldökosystems (z.B. Bodenchemie, -feuchte, Hanglage, Sukzessionsstadium) begründet zu liegen.

4.1.1.3 Vergleich der Methoden zur Erfassung der Gehölzdichte

Das Auszählen aller Substrate in Einheitsflächen um die 16 Zufallspunkte ließ auf eine höhere Dichte der für die Koboldmakis relevanten Strukturen schließen als die Erfassung nach der PCQ-Methode. Eine mögliche Erklärung bietet die Heterogenität des Habitats. Letztere Art der Aufnahme liefert präzise Ergebnisse bei regelmäßig bzw. zufällig verteilten Substraten, die Ungenauigkeit steigt mit zunehmender Aggregation der Gehölze. Die ganzheitliche Auszählung der Strukturen in definierten Flächen ist weniger abhängig von den Verteilungen, jedoch sehr viel aufwendiger. So ist anzunehmen, das letztere Methode die genaueren Ergebnisse liefert.

Die Heterogenität des Waldes kommt auch in einer großen Standardabweichung vom Mittelwert zum Ausdruck. Es gab sowohl große Dichten von Substraten um die Zufallspunkte als auch überhaupt keine Gehölze in den ausgezählten Flächen. Der kleine Wert der Standardabweichung vom Mittelwert bei der Dichteschätzung nach der PCQ-Methode kommt durch die Art der Berechnung zustande, welche nach den Vorgaben von KREBS (1989, S. 145) durchgeführt wurde.

Da die PCQ-Erfassung hinreichend genaue Daten für einen Vergleich der Habitate liefert und im Wald einfacher durchführbar ist als die Auszählung von Flächen, wurde sie für die Schätzung der Substratdichten in den vier Gebieten gewählt.

4.1.2 Nahrungsangebot

Ein ausreichendes Nahrungsangebot ist zweifellos essentiell für das Vorkommen jeglicher Organismen, so daß es fast automatisch als ein wichtiger und potentiell limitierender Faktor in die Korrelationsanalyse eingeht. Möglich ist allerdings, daß die Nahrungsgrundlage in allen untersuchten Habitaten ausreichend ist und keinen populationsbegrenzenden Einfluß ausübt. Scheinbaren Korrelationen, welche in Wahrheit auf das Einwirken anderer Faktoren zurückzuführen sind, könnte somit zuviel Bedeutung beigemessen werden.

Ebenso verhält es sich mit den Beziehungen der Habitatparameter untereinander. Die Insektenvielfalt und -abundanz hängt u.a. von der Struktur des Habitats ab, so daß die gemessene Substrat- mit der Insektendichte korreliert sein könnte. Nach der Spearman-Rangkorrelation gibt es jedoch keinen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen den beiden Größen ($p > 0,05$).

Die Annahme, daß Insekten die hauptsächliche Nahrung für *Tarsius diana* darstellen, stützt sich, abgesehen von den wenigen Beobachtungen von TREMBLE et al. (1993), auf die Untersuchungen der Art *T. spectrum* in Nordsulawesi (NIETSCHE, 1993) und die Angaben von NIEMITZ (1984b) für die Gattung *Tarsius*. Aufgrund der engen Verwandtschaft sowie der großen Übereinstimmung der Biologie beider genannter Arten ist eine Divergenz in der Nahrungswahl nicht zu erwarten.

Differenzen könnten durch die regionalen Diversitäten und Abundanzen der Beutetiere und deren mikroklimatische Ansprüche entstehen. Jedoch sind die Wälder, in denen beide Spezies beschrieben wurden, strukturell und auch bezüglich des allgemeinen Arteninventars sehr ähnlich. Zukünftige Untersuchungen des Beutespektrums von *Tarsius diana* werden auch in diesem Punkt endgültige Sicherheit erbringen.

Eine exakte Bestimmung der Insektendichte ist mit der angewandten Methodik zweifellos nicht zu verwirklichen. Insbesondere das Verhören der vokalisierenden Insekten und die daraus resultierende Dichteschätzung ist subjektiv und fehlerbehaftet. Das Anlocken der photophilen Tiere wurde zwar so standardisiert wie möglich durchgeführt, doch sind Wettereinflüsse nicht ganz auszuschließen. Trotz der Tatsache, daß die klimatischen Veränderungen zwischen den Messungen in den vier Habitaten vernachlässigbar gering waren, könnten saisonale Dichteschwankungen der Insektenpopulationen ebenfalls zu unkorrekten Schlußfolgerungen geführt haben.

Um einen Vergleich der Habitate anzustellen, sind die Methoden jedoch ausreichend genau. Die Fehler dieser unvollständigen Erhebung sind systematischer Natur und spielen somit für eine relative Betrachtung der Daten nur eine untergeordnete Rolle. Die Erfassung der Werte konnte zudem problemlos und mit den vorhandenen technischen Möglichkeiten realisiert werden.

Die Entscheidung, bei der Erfassung der Insektenabundanz nur Tiere mit einer Mindestlänge von einem Zentimeter zu berücksichtigen, beruht auf der Annahme, daß kleinere Beute keine ernsthafte Rolle im Nahrungsspektrum der Tarsier spielt. Diesbezügliche Studien (NIETSCHE, 1993; TREMBLE, 1993) und filmische Dokumentationen (NIEMITZ & STEINERT, 1987) lassen darauf schließen, daß die Koboldmakis nur sehr selten kleine Insekten, wie z.B. Ameisen, verzehren. Sowohl energetische Überlegungen (zu großer Aufwand für zu wenig Kalorien) als auch die Anatomie der Greifhände, welche beim Fang die Beute ganz umklammern, tragen zu dieser Annahme bei.

Die große Übereinstimmung der Erfassungsergebnisse in den Habitaten 1, 2 und 4 ist erstaunlich, da die Gebiete strukturell verschieden sind. Die die Insektenpopulationen regulierenden Faktoren wurden in dieser Studie nicht näher untersucht. Eine naheliegende Vermutung ist jedoch, daß die Tarsier selbst limitierend wirken könnten. LEKSONO et al. (1997) halten sogar einen Einsatz von Tarsiern als Schädlingsbekämpfer in landwirtschaftlich genutzten Bereichen für möglich.

In diesem Zusammenhang ist auch die höhere Insektendichte in Habitat 3 zu sehen. Das Gebiet ist durch mehrere Waldplantagen geprägt. Die direkt auf diesen durchgeführten Insektenzählungen lieferten signifikant größere Werte als in allen vier Habitaten, so daß die höhere Abundanz im Gebiet 3 wahrscheinlich im Vorhandensein der Plantagen begründet liegt. Ob die Insekten aufgrund der lichtungsähnlichen Struktur dieser Flächen, der Attraktion durch die angebauten Kakao- und Kaffeepflanzen oder wegen anderer Faktoren so zahlreich sind, bleibt ungeklärt.

Die Meßpunkte für das Gebiet 3 befanden sich allesamt außerhalb der Waldplantagen, aber aufgrund der Mobilität der Tiere ist ein Einfluß auf das die Anbauflächen umgebende Areal zu erwarten.

Der Unterschied zwischen den Habitaten bezüglich der Insektendichte wurde zwar als *statistisch* insignifikant beschrieben, kann aber eine hohe *biologische* Bedeutung besitzen. Da die Tarsier die Plantagen als gute Jagdgebiete nutzen können - und auf diesen gibt es schließlich auch statistisch signifikant mehr Insekten als im umliegenden

Wald -, muß auch dem scheinbar geringen Unterschied zwischen den Habitaten besondere Bedeutung zugemessen werden.

4.1.3 Anthropogene Einflüsse

Das größte Manko der „Feststellung“ der anthropogenen Einflüsse auf Naturgebiete ist, daß man sie überhaupt nicht ganzheitlich erfassen kann. Die beschriebene unmittelbare Nutzung stellt somit nur einen Teil - den aus der Sicht des Menschen direkt erfaßbaren - der tatsächlichen Einflußnahme dar. Der Begriff „anthropogene Einflüsse“ ist im Sinne dieser Arbeit also auf die Landnutzung beschränkt.

Wie schon erwähnt, lassen sich die menschlichen Aktivitäten kaum quantifizieren, und ein pauschaler Vergleich, ob die Plantagen oder die Holzextraktion eine größere Einflußnahme auf die Natur bedeuten, ist nicht möglich. Schließlich reagieren die Arten unterschiedlich auf die Änderung von Umweltfaktoren, und so ist es höchstens möglich festzustellen, ob eine bestimmte Spezies oder Population die eine oder andere Nutzung des Waldes toleriert oder gar auszunutzen versteht.

Die vier Gebiete besitzen allesamt keine klaren Grenzen, an der die eine Art der Nutzung endet und die andere beginnt. Sie wurden nach der dominierenden Art der menschlichen Aktivitäten ausgewählt und die Trennlinien dort gezogen, wo sich diese Dominanz ändert. Die Größenangaben der Gebiete sind unter dem Vorbehalt dieser sehr subjektiven Abgrenzung der Flächen zu betrachten.

4.2 Die Populationsdichte

4.2.1 Diskussion der Methode

Die angewandte Methode der Lokalisierung der jeweils drei nächsten Nachbarn einer Gruppe ist eine Abwandlung der „Nearest-Neighbor Distance Method“ zur Bestimmung der Populationsdichte (KREBS, 1989). Im Gegensatz zu dieser wurden mehrere (drei) Nachbarn in die Untersuchungen einbezogen, um so ein genaueres Abbild der Populationen zu erhalten. Durch die Vernetzung von vier Gruppen ist die Gefahr einer Über- oder Unterschätzung der Populationsdichten geringer als bei paarweise untersuchten Familien. Letztere Methode setzt eine zufällige oder regelmäßige Dispersion der Individuen (in diesem Fall der Schlafbäume) voraus und ist dabei sehr

anfällig gegenüber geklumpten Verteilungen.

Da die Habitate meist keine klar definierten Grenzen besitzen, ist es schwierig, die genauen Populationsdichten in einem festgelegten Gebiet zu bestimmen. Die Größenangaben zu den vier Gebieten in Kap. 2.1.4 sind somit nicht exakt, dienen jedoch als Orientierung, in welchem örtlichen Rahmen die Untersuchungen durchgeführt wurden. Zu diesem Zweck wurden alle Gruppen der jeweiligen Gebiete mit einem Polygon umschlossen. Die geometrische Figur wurde so konstruiert, daß keiner der Schlafbäume weniger als eine Distanz, welche der Hälfte der durchschnittlichen Strecke zwischen den Familien entspricht, von den Seiten entfernt war.

Da diese Methode jedoch trotz letztgenannter Maßnahme zur Berücksichtigung der Territorienausmaße keine präzisen Angaben zur Größe der Gebiete zuläßt, wurden als feste und meßbare Populationsparameter die Schlafbaumdistanzen gewählt. Durch deren Bestimmung können im Rückschluß die Populationsdichten benannt werden. Ein weiterer Vorteil der Wahl der Schlafbaumdistanzen ist die Möglichkeit, aufgrund der Varianz dieser Entfernungen innerhalb einzelner Habitate Aussagen zum räumlichen Verteilungsmuster der Tiere treffen zu können. Die alleinige Bestimmung der Populationsdichte liefert hingegen nur eine einzige Stichprobe pro Gebiet.

Es ist ein Kompromiß aus Genauigkeit und Arbeitsaufwand, daß gerade die *drei* nächsten Nachbarn jeder Gruppe lokalisiert wurden.

Diese vier Familien sind mit großer Wahrscheinlichkeit mit anderen derartigen Einheiten vernetzt. Bei der Vermessung der Abstände zwischen dem Schlafbaum einer Gruppe und *mehr* als den drei nächsten Tarsierfamilien würde der Arbeitsaufwand in zunehmendem Maße steigen, da somit eine erhöhte Anzahl dieser Plätze lokalisiert werden müßte. Die Untersuchungen eines Habitats wurden abgeschlossen, wenn die drei nächsten Nachbarn jeder in Frage kommenden Gruppe bestimmt worden waren. Bei einer Berücksichtigung einer vierten oder fünften angrenzenden Familie hätte man einige der in den Randbereichen der vier Gebiete liegenden Schlafbäume nicht in die Vermessungen einbeziehen können, da deren vierte bzw. fünfte Nachbargruppe nicht ausfindig gemacht wurde.

Die untersuchten Familien, d.h. jene, deren drei nächste Nachbarn lokalisiert wurden, waren alle deutlich innerhalb der spezifizierten Habitate anzutreffen. Die Abstände zu

den angrenzenden Familien wurden jedoch auch vermessen, wenn sich jene knapp außerhalb der untersuchten Gebiete niedergelassen hatten. Voraussetzung für die Berücksichtigung dieser Gruppen war, daß sich mindestens zwei Drittel der Strecke zwischen den beiden Schlafplätzen im untersuchten Habitat befanden (siehe Kap. 2.5.2.3). Hierfür wird die Annahme zugrunde gelegt, daß sich die Tarsier nicht mehr als die angegebene Distanz ihrer Nachbargruppe nähern, somit außerhalb des Studiengebietes jagen können und die Bestandsdichte verfälschen.

Da während dieser Studie die Streifgebiete der Koboldmakis nicht bestimmt wurden, begründet sich diese Annahme auf der ausgeprägten Territorialität dieser Tiere (MACKINNON & MACKINNON, 1980; NIEMITZ, 1984d; NIETSCH, 1993) und den Ergebnissen der Untersuchungen von TREMBLE et al. (1993), aus deren Angaben zu den beiden telemetrierten *Tarsius diana*-Gruppen eine Meidung des zwischen den Schlafbäumen liegenden Raumes ersichtlich ist.

Die angewandte Methode der Lokalisierung der Schlafbäume auf Grundlage der morgendlichen Duette ist sehr zeitaufwendig. Aufgrund der kryptischen Lebensweise der Tarsier (insbesondere ihrer Nachtaktivität) ist sie aber der einzige praktikable Weg zur Bestimmung der Populationsdichte. Nachtsichtgerät und Radiotelemetrieausrüstung sind zwar unersetzlich bei einer eingehenden Analyse des Verhaltens der Tiere im Freiland, würden aber nicht zu einer effektiveren Bestimmung der Schlafbaumdichte beitragen. Ein Nachtsichtgerät wäre für die Zählung der Mitglieder jeder Familie von Vorteil gewesen, ebenso für die Beobachtungen zur Substratnutzung und Beutejagd. Die Ergebnisse dieser Teilstudien sind somit unvollständig, bzw. ohne starke Aussagekraft.

4.2.2 Diskussion der Ergebnisse

4.2.2.1 Räumliches Verteilungsmuster der Schlafbäume

Die räumliche Anordnung der Schlafbäume entspricht dem Muster, welches man bei territorialen Tieren erwarten kann.

Der kleinste zwischen zwei Schlafbäumen gemessene Abstand beträgt 37 m. Es konnten zwar keine Kämpfe beobachtet werden, aber die häufigen Rufe bei der Begegnung zweier Gruppen an der Territoriengrenze lassen auf die Verteidigungsbereitschaft der Tarsier schließen und somit eine zu starke Annäherung an die Nachbargruppen als wenig sinnvoll erscheinen.

MACKINNON & MACKINNON (1980) und NIEMITZ (1984d, 1989, zitiert in NIETSCH, 1993) berichten von solch aggressiven intraspezifischen Begegnungen zwischen Individuen anderer Tarsierarten.

Die Gruppen sind in allen vier Habitaten regelmäßig verteilt. Zwar gibt es an mehreren Stellen Lücken im Dispersionsmuster, aber diese sind vermutlich auf die Eigenheit dieses spezifischen Waldabschnitts zurückzuführen. Diese Gebiete könnten auch von Gruppen mit weiter entfernt gelegenen Schlafbäumen genutzt werden. Ebenso ist eine kürzlich erloschene Existenz einer Familie und eine noch fehlende erneute Besiedlung dieser Stelle denkbar. Interspezifische Konkurrenz oder starke Störungen durch die anthropogene Nutzung des Waldes sind gleichfalls in Erwägung zu ziehen.

Als unwahrscheinlich kann das Fehlen geeigneter Schlafplätze gelten, da die Koboldmakis bezüglich deren Wahl sehr variabel sind (siehe unten) und die Schlafmöglichkeiten aufgrund der großen strukturellen Vielfalt des Regenwaldes - abgesehen von den Waldplantagen - keine limitierende Ressource darstellen.

In Habitat 1 war solch ein „Loch“ in der Schlafbaumverteilung mit dem lautstarken Auftreten eines großen Hörnchens assoziiert. Ob diese Beobachtung zufälliger Natur oder Ausdruck einer möglichen interspezifischen Konkurrenz zwischen diesen beiden Kleinsäugetieren ist, kann nicht beurteilt werden. Die verschiedenen Nahrungsspektren und Lebensweisen lassen dies als unwahrscheinlich erscheinen.

Die Ansiedlung der Tarsier in unmittelbarer Nähe von seit langem bestehenden Pfaden und auch der Nationalparkstation läßt auf eine gewisse Toleranz gegenüber dieser Art des menschlichen Einflusses schließen. Die Nutzung der Pfade geschieht tagsüber und

im allgemeinen auch ohne starke Geräuscentwicklung. Auch auf dem Gelände der Station ist die nächtliche Aktivität vergleichsweise gering. Nur selten wird ein Generator zur Stromerzeugung betrieben. Auf die in 40 m Entfernung siedelnden Tarsier schien dies aber keinen Einfluß auszuüben. Nach Aussage der Einheimischen lebt die Tarsierfamilie schon seit längerer Zeit in diesem Abschnitt des Waldes. Es ist somit anzunehmen, daß sie an dieses Geräusch habituiert ist und es nicht (mehr) als Störung bzw. Bedrohung empfindet.

Die beobachteten Gruppen behielten während der jeweils etwa vier bis sechs Wochen andauernden Untersuchungen der Habitate ihre Schlafplätze bei und wichen nur bei zu deutlicher Präsenz der Beobachter oder anderweitigen Störungen auf andere Bäume aus. Dies bestätigt die Angaben von TREMBLE et al. (1993). Beide von ihnen telemetrierten *Tarsius diana*-Gruppen zeigten eine Schlafplatzkonstanz über die gesamte Untersuchungszeit. Leider fehlt eine Angabe zu deren Länge.

Dagegen berichten NIEMITZ et al. (1991) von täglich wechselnden Schlafbäumen und messen diesem Verhalten eine Bedeutung in der Unterscheidung von *T. diana* und *T. spectrum* zu. Dieser Befund basiert, wie der vorliegenden Untersuchung, auf der Lokalisierung der Duettgesänge der Gruppen. Laut NIETZSCH (pers. Mitt.) kennzeichnet bei der nahe verwandten Art *T. spectrum* der Ort des letzten Duettgesangs den Schlafplatz der Gruppe. Die Annahme der geringen Schlafbaumkonstanz bei *T. diana* beruhte daher auf der Beobachtung, daß die letzten Duette eines Morgens an wechselnden Orten aufgeführt wurden. Letzteres kann zwar bestätigt werden, jedoch wurde im Rahmen der vorliegenden Studie beobachtet, daß die Tiere nach den abschließenden Duetten oft noch den Baum wechselten. Somit reicht eine Kartierung der Duettorte für eine exakte Schlafbaumbestimmung nicht aus.

Ein möglicher Grund für die Diskrepanz der Angaben ist auch in der unterschiedlichen Methodik der beiden vorhergehenden Studien zu finden. Während TREMBLE et al. (1993) die Tiere mittels Radiotelemetrie verfolgten und sich ihnen aufgrund der technischen Möglichkeiten für eine Ortung nicht bis auf wenige Meter nähern mußten, ist es möglich, daß sich die Tarsier bei den Beobachtungen von NIEMITZ et al. (1991) gestört fühlten und die Bäume wechselten. Dies steht im Einklang mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie, dem Schlafbaumwechsel bei Beeinflussung durch die Beobachter. Aufgrund dieser Schwierigkeiten wurde besonders darauf geachtet, die Untersuchungen

möglichst lautlos und von den Tieren unentdeckt durchzuführen. Ein Einfluß der Beobachter auf das Verhalten der Studienobjekte ist jedoch nie ganz auszuschließen. Interessant ist, daß beide Gruppen, welche vorübergehend den Schlafbaum gewechselt hatten, während dieser drei oder vier Tage auch eine Konstanz dieses „Ausweichschlafplatzes“ bewiesen. Es liegt somit die Vermutung nahe, daß die Familien zwar einen bestimmten Baum für das Verbringen der inaktiven Zeit favorisieren, bei drohender Gefahr jedoch auf ganz bestimmte andere Plätze ausweichen. Bei solch kleinen Territorien und der großen Mobilität der Tarsier ist eine derartige Ortskenntnis nicht verwunderlich.

4.2.2.2 Entfernungen zwischen den Schlafbäumen - Populationsdichten

Die Populationsdichten von *Tarsius diana*e sind bisher in keiner Studie adressiert worden.

Diesbezügliche Angaben zu *T. spectrum* finden sich bei MAC KINNON & MAC KINNON (1980) und GURSKY (1998). Letztere fand im Tangkoko-Dua Saudara-Naturreservat im Norden Sulawesi 5,6 Gruppen / 10 ha. MAC KINNON & MAC KINNON treffen keine konkreten Aussagen zur Schlafbaumdichte. Aus der Skizze des Studiengebietes, welches ebenfalls einen Teil des erwähnten Reservats darstellt, ist jedoch zu entnehmen, daß sie acht Schlafplätze in einem Areal von etwa 4,5 ha antrafen. Dies entspricht einer Dichte von etwa 18 Gruppen / 10 ha.

Die in vorliegender Studie bestimmten Populationsdichten von *T. diana*e variieren zwischen 5,6 und 15,6 Gruppen / 10 ha. Somit ist diesbezüglich kein Unterschied zwischen beiden untersuchten Arten feststellbar.

Große Unterschiede gibt es zwischen den einzelnen Studiengebieten.

Da **Habitat 1**, der „Primärwald“, das am wenigsten von anthropogenen Einflüssen geprägte Areal darstellt, ist anzunehmen, daß die ermittelte Dichte von 13,6 Gruppen / 10 ha weitgehend natürlichen, d.h. vor der menschlichen Besiedlung dieser Region herrschenden Verhältnissen entspricht. Inwieweit Habitatunterschiede, welche auf natürlichen Gegebenheiten (z.B. Boden, Klima, Feinddruck, Konkurrenz) beruhen, die Populationsdichte beeinflussen, kann anhand der Ergebnisse dieser Studie nicht beurteilt werden.

In **Habitat 2**, dem Wald mit Holzeinschlag, wurden die größten Entfernungen zwischen den Schlafbäumen gemessen. Ein möglicher Grund für diese geringe Dichte ist die Nähe zur Nationalparkstation. Akustische Störungen der Tarsier durch die Geräusche auf dem Gelände der Station spielen vermutlich keine oder nur eine geringe Rolle, da die Gruppen auch in unmittelbarer Nähe der menschlichen Siedlung leben und somit an die dortigen Aktivitäten habituiert zu sein scheinen. Ein wichtiger Faktor ist jedoch, daß das Waldstück aufgrund der Nähe zur Station oft von den Bewohnern des nahegelegenen Dorfes und auch von den Wildhütern zur Bauholzextraktion genutzt wird. Würgefeigen, welche meist als Schlafplätze für die Koboldmakis dienen, werden aufgrund ihrer Wuchsart und der daraus resultierenden Unbrauchbarkeit des Holzes für Baumaßnahmen zwar nicht eingeschlagen, aber oft werden Bäume anderer Gattungen in unmittelbarer Nähe der Tarsier gefällt.

Nachdem die Untersuchungen in Habitat 2 schon abgeschlossen waren, wurde eines Morgens in etwa 15 m Entfernung von einem Tarsier-Schlafplatz eine neuentstandene Lichtung entdeckt. Einheimische hatten in der vorhergehenden Nacht - von den Rangern unbemerkt - mehrere kleine Bäume eingeschlagen. Die Gruppe der nahegelegenen Würgefeige war verschwunden und konnte auch erst nach mehreren Tagen wieder gehört werden. Letztendlich kehrten sie aber wieder zu ihrem favorisierten Schlafbaum zurück. Da das Fällen der Bäume im Nationalpark illegal ist, geschieht es meist im Schutze der Dunkelheit. Gerade dann sind aber auch die Tarsier aktiv. Bambusstauden sind ein weitverbreitetes Baumaterial, und ein Haushalt in dieser Gegend ohne Utensilien aus Bambus ist kaum vorstellbar. Da in direkter Umgebung des Nationalparks kaum noch natürliche Vorkommen zu finden sind und die Pflanze bisher auch noch nicht in größerem Maßstab angebaut wurde, werden auch in diesem Fall die Ressourcen des Waldes genutzt. Die Bambusstände dienen jedoch oft Koboldmakis als Schlafplatz, und die Stangen sind hervorragende Substrate für die Lokomotion der Tiere. Die Tarsier konnten besonders häufig bei der Nutzung umgeknickter Bambusstangen zur Überbrückung größerer horizontaler Distanzen beobachtet werden. Die Extraktion von Bambus wirkt also, solchermaßen habitatverändernd, direkt auf die Tarsier ein. Auch die akustische Störung der Tiere durch das Schlagen der Stangen ist sehr stark.

Die Angst der Koboldmakis vor solch unregelmäßigen und lautstarken Nutzungen des Waldes spielt eine große Rolle bei der Beurteilung der Populationsdichte dieses Habitats. Aufgrund der hohen Störungsempfindlichkeit der Tarsier (siehe oben) wird der Holzeinschlag als ausschlaggebender Faktor für deren vergleichsweise geringe

Dichte in diesem Gebiet angesehen.

Der Insektendichte wird in diesem Fall keine Bedeutung als limitierender Faktor zugemessen, da sie sich nicht von den in den Habitaten 1 und 4 ermittelten unterscheidet und die Populationsdichte der Tarsier in letztgenannten Gebieten deutlich größer ist.

Inwieweit die geringe Substratabundanz auf den Holzeinschlag zurückzuführen ist, kann nicht beurteilt werden. Ein Zusammenhang wird vermutet, da beim Fällen größerer Bäume auch immer ein Teil des Unterholzes zerstört wird. Die neu entstandenen kleinen Lichtungen bieten jedoch wiederum gute Bedingungen für das Wachstum neuer Sträucher und Baumschößlinge (vgl. Diskussion Habitat 4). Es kann ebenfalls nicht ausgeschlossen werden, daß die geringe Abundanz der für die Tarsier geeigneten Gehölzstrukturen auf natürlichen Ursachen (z.B. Bodeneigenschaften) beruht, so daß ein direkter Zusammenhang zwischen der Substratdichte und der Populationsdichte der Tiere auch bei Nichtberücksichtigung anthropogener Einflüsse möglich ist.

Völlig andere Verhältnisse herrschen in **Habitat 3**, dem Gebiet mit den Waldplantagen. Die in diesem Abschnitt ermittelte Schlafbaumdichte ist sogar größer als die in Habitat 1, dem „Primärwald“, vorgefundene.

Die Abundanz der relevanten Substrate ist mit jener des Habitats 1 vergleichbar. Die anthropogenen Einflüsse sind stark ausgeprägt, und trotzdem scheint das Gebiet gute Voraussetzungen für die Existenz der Koboldmakis zu bieten. Dies liegt zweifellos in der *Art* der menschlichen Nutzung des Waldes begründet. Für die kleinen Kaffee- und Kakaoplantagen sind zwar auch Bäume des ursprünglichen Regenwaldes eingeschlagen worden. Jedoch liegen diese Aktivitäten meist längere Zeit zurück, und seitdem wurden die Agroforstflächen ausschließlich auf „ruhige“ und vorhersagbare Weise genutzt. Da das Betreiben registrierter Waldplantagen auch im Nationalpark legal ist, findet deren Nutzung zum größten Teil tagsüber statt. Die derzeitigen Aktivitäten auf diesen Flächen werden von den Tarsiern vermutlich nicht als akute Bedrohung angesehen.

Um die Plantagen mit genügend Sonnenlicht zu versorgen, wurden bei deren Anlage die meisten der hohen und mittelhohen Bäume gefällt. Somit sind mitten im Wald kleine Lichtungen entstanden. Laut NIETSCH (pers. Mitt.) jagen Koboldmakis besonders gern auf solchen Freiflächen. Diese Beobachtung steht mit den Ergebnissen vorliegender Studie in Einklang.

Insektenzählungen direkt in den Plantagen ergaben eine signifikant höhere Abundanz dieser Tarsierbeute als im umgebenden Wald.

Obwohl keiner der 8 Meßpunkte des Habitats 3 in solchen Agroforstflächen lag, wurde auch in diesem eine höhere Insektendichte festgestellt als in den anderen drei Gebieten. Die hohe Anzahl der Insekten in den Plantagen schlägt sich somit in einem großen Nahrungsangebot im gesamten, die Freiflächen umgebenden Waldabschnitt nieder. Aufgrund der Mobilität der Heuschrecken oder Nachtfalter etc. war dies zu erwarten.

Die anthropogenen Einflüsse stehen somit in unmittelbarem Zusammenhang mit der hohen Insektendichte im Habitat 3. Indem die Menschen kleine Waldplantagen einrichten, schaffen sie Voraussetzungen für eine hohe Dichte an Insekten, welche wiederum eine gute Lebensgrundlage für die Tarsier bietet. Die Attraktivität dieses Beutereichtums überwiegt die Einflüsse der häufigen menschlichen Präsenz in diesem Gebiet. Letztere ist, wie erwähnt, kaum mit den anthropogenen Aktivitäten in Habitat 2 zu vergleichen. Die Nutzung der Plantagen (leichte Bodenbearbeitung, Pflegen der Bäume, Ernten der Früchte) wird von *Tarsius diana* in hohem Maße toleriert. Dieser fehlende negative Faktor und der positive Einfluß der guten Nahrungsgrundlage kommen in einer hohen Populationsdichte der Koboldmakis in diesem Gebiet zum Ausdruck.

Ein auffälliger Aspekt der Verteilung der Schlafbäume in Habitat 3 ist, daß sich keiner der Schlafplätze in unmittelbarer Nähe der Plantagen befindet, sondern sich jeweils mehrere Gruppen in deren Umgebung angesiedelt haben. Dies weist darauf hin, daß die Flächen besonders hoher Insektendichte eventuell von mehreren Familien genutzt werden. Territoriale Auseinandersetzungen konnten an diesen Orten nicht beobachtet werden. Ein exklusiver Anspruch einer solchen Plantage ist energetisch ungünstig, da Nahrung im Überfluß vorhanden ist und Nachbarn, welche sich Zutritt zu dieser Ressource verschaffen wollten, unter Aufwand vertrieben werden müßten. Die Gefahr der Verletzung ist bei diesen Territorialkämpfen hoch.

LEKSONO et al. (1997) und TAMALAGI (pers. Mitt.) berichten von geminderten Populationsdichten und Krankheiten der Hände und Anogenitalregion der Tiere, wenn Pestizide auf den Plantagen ausgebracht werden. Dieser Gedanke wurde in vorliegender Studie nicht weiter verfolgt, da auf den untersuchten Agroforstflächen keinerlei Biozidanwendung beobachtet werden konnte.

Es ist demnach nicht korrekt, die Existenz von kleinen Waldplantagen pauschal als positiven Habitataspekt für die Koboldmakis zu beurteilen. Für die hier untersuchte Population konnten jedoch keine nachteiligen Auswirkungen dieser Art der Nutzung

des Waldes festgestellt werden.

In den Gebieten 2 und 3 ist der Wald durch jeweils eine Art der menschlichen Aktivitäten geprägt, **Habitat 4** durch deren Kombination.

Der Holzeinschlag beeinflusst die Populationsdichte der Tarsier - wie beschrieben - negativ, die Plantagenwirtschaft positiv. Setzt man eine Gleichheit der anderen relevanten Habitatfaktoren voraus, ist zu erwarten, daß, den Ergebnissen der Untersuchungen der Habitate 2 und 3 zufolge, die Schlafbaumdichte des nun studierten Gebietes zwischen diesen beiden Extrema liegt. Die tatsächliche Populationsdichte beträgt 8,5 Gruppen / 10 ha und bestätigt somit diese Vermutung.

Das Ergebnis ausschließlich anhand dieser Unterschiede der anthropogenen Einflüsse zu erklären ist jedoch unzulässig, da die Voraussetzung der Äquivalenz der anderen relevanten Habitatparameter nicht gegeben ist.

Bezüglich der Insektenabundanz ist kein Unterschied zu den Gebieten 1 und 2 festzustellen, so daß dieser Faktor nicht zur Erklärung des Unterschiedes der Tarsierdichten herangezogen werden kann.

Die Gehölzdichte des Habitats 4 hingegen ist signifikant größer als jene aller anderen untersuchten Waldabschnitte. Die ausgeprägte Strauchschicht bietet gute Voraussetzungen für die Lebensweise der Koboldmakis als „Vertical Clingers and Leapers“. Somit ist eine positive Beeinflussung der Populationsdichte der Tiere anzunehmen, wenn auch anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht zweifelsfrei nachzuweisen.

Daß trotz des hohen Substratangebotes die Schlafbaumdichte vergleichsweise gering ist, liegt in der intensiven Nutzung des Waldes als Holzressource begründet. Für diese Annahme werden die Ergebnisse der Untersuchung des Habitats 2 zugrunde gelegt. Die Intensitäten des Holzeinschlages in beiden Gebieten gleichen sich, so daß auch für das Habitat 4 negative Auswirkungen dieser Aktivität auf die Tarsierabundanz erwartet werden können.

Als die Populationsdichte positiv beeinflussender Faktor wirkt die Existenz zweier Waldplantagen (siehe Diskussion Habitat 3).

Die Frage, welcher der begünstigenden Einflüsse - die hohe Substratdichte oder die Plantagen - ausschlaggebend ist für die besseren Lebensbedingungen der Koboldmakis in diesem Gebiet als in Habitat 2, dem Waldstück mit Holzeinschlag, kann nicht beantwortet werden. Beiden Merkmalen wird ein die Schlafbaumdichte fördernder Effekt zugeschrieben.

Die Gebiete mit hoher Tarsier-Populationsdichte können als für diese Tiere „gute“ Habitate angesehen werden. Die untersuchten Abschnitte sind weder voneinander noch vom umliegenden Wald isoliert. Die Rufe und der charakteristische Geruch wurden sowohl im direkten Umfeld der vier Habitate als auch in mehreren Kilometern Entfernung wahrgenommen, so daß auch eine Isolation oder eine auf unnatürlichen Ursachen beruhende Konzentration der Tiere mit eventuellen demographischen Auswirkungen ausgeschlossen werden kann. Die Tiere sind somit „freiwillig“ in den beschriebenen Dichten anzutreffen.

NIEMITZ (1979) fand für *Tarsius bancanus borneanus* eine höhere Populationsdichte in Sekundär- als in Primärwäldern und vermutet, daß die Tarsier in letzteren größere Territorien benötigen. FOGDEN (1974) beschreibt den Primärwald als suboptimales Habitat für die genannte Spezies.

MACKINNON & MACKINNON (1980) geben für *T. spectrum* ähnliche Dichten für Primär- und Sekundärwälder an.

Die Ergebnisse vorliegender Studie sind somit nicht die einzigen Hinweise darauf, daß Koboldmakis menschliche Einflüsse nicht nur tolerieren, sondern eventuell sogar zu nutzen verstehen.

4.3 Korrelation der Habitat- und Populationsparameter

Korrelations- bzw. Regressionsanalysen bieten die Möglichkeit der Bestimmung der Zusammenhänge zwischen den Parametern und lassen daher Aussagen über die Stärke der Einflüsse der einzelnen Habitatmerkmale auf die Population zu.

Für eine exakte Quantifizierung der Bedeutung bestimmter Faktoren sind Experimente mit gleichbleibenden Rahmenbedingungen, möglicher Variation nur eines der relevanten Faktoren und mehreren Wiederholungen nötig.

Die Korrelation der im Freiland gemessenen Ausprägungen der einzelnen Parameter läßt jedoch ebenfalls deutliche Tendenzen erkennen. Voraussetzung hierfür ist die richtige Wahl der Habitatmerkmale, d.h. es muß ausgeschlossen werden, daß der Zusammenhang zweier Größen auf einem oder mehreren nicht in Betracht gezogenen Faktoren beruht und daher eine Korrelation beschrieben wird, welche nicht existiert.

Bei vorliegender Studie wurde dieser Gefahr durch ein intensives Literaturstudium sowie durch eine Vorphase, in welcher die Lebensweise der vor Ort siedelnden Tarsier beobachtet wurde, begegnet. Die Wahl der drei Parameter Substratdichte, Insektenabundanz und Art der anthropogenen Einflüsse als für das Vorkommen der Koboldmakis wichtigste Habitatmerkmale wurde anhand dieser vorläufigen Ergebnisse getroffen und auch im Laufe der Hauptuntersuchungen nicht in Frage gestellt. Absolute Sicherheit bezüglich der Auswahl der Faktoren kann es jedoch nicht geben, da deren Beurteilung zwar auf Beobachtungen und Verhaltensdaten basiert, aber dennoch Nuancen des Lebens der Tarsier dem Untersucher verschlossen bleiben, bzw. von ihm falsch eingeschätzt werden könnten.

Die starke, negative Korrelation der Schlafbaumdistanzen mit der Beutedichte läßt auf die große Bedeutung und den potentiell limitierenden Charakter des Nahrungsangebotes schließen. Eine hohe Substratdichte wirkt sich ebenfalls positiv auf das Vorkommen der Tarsier aus. Der generelle Trend, daß eine Erhöhung der Insekten- oder der Substratabundanz sich in einer höheren Populationsdichte der Tarsier niederschlägt, ist deutlich ersichtlich.

Die Erkenntnisse der Multiplen Linearen Regression sind unter dem Vorbehalt der geringen Stichprobengröße zu betrachten. Das Ergebnis basiert auf der Annahme der Linearität des Zusammenhangs zwischen den Faktoren. Welche Form der Regression

diese Verknüpfung am besten beschreibt, kann anhand der gewonnenen Daten nicht zweifelsfrei festgestellt werden.

Sowohl die Regression als auch die Rangkorrelation lassen erkennen, daß die Beuteabundanz den bedeutenderen der beiden Habitatfaktoren darstellt.

Die unterschiedlichen Substrat- und Insektendichten in den vier Gebieten erklären knapp 42 % der erfaßten Varianz der Tarsier-Populationsdichte. Dies kann zwar als eine Bestätigung der Annahme der Relevanz dieser Faktoren gesehen werden, zeigt aber auch, daß es noch mindestens eine weitere Einflußgröße gibt, welcher eine große Bedeutung für die Tarsier zugemessen werden kann. Es wird angenommen, daß die anthropogenen Aktivitäten diese Größe darstellen. Dies gründet sich auf den geschilderten Beobachtungen, welche die Auswirkungen der menschlichen Einflüsse auf die Schlafbaumdichten klar herausstellen.

Unter der Voraussetzung, daß kein wichtiger, unbekannter Faktor in der Analyse vernachlässigt wurde, kommt man zu dem Schluß, daß die Art der Nutzung des Waldes der bei weitem bedeutsamste Habitatparameter ist, da sie mehr als die Hälfte der in dieser Studie bestimmten Varianz der Schlafbaumdichte zu erklären vermag.

Die Relevanz der anthropogenen Einflüsse ist aus Tab. 3.5 ersichtlich:

Während in Gebiet 1 die Freiheit von Störungen ausschlaggebend für die hohe Populationsdichte zu sein scheint, spielen in Habitat 2 die niedrige Substratdichte und in Habitat 3 die hohe Insektenabundanz, welche auf die agroforstlichen Aktivitäten zurückzuführen ist, die größte Rolle. Der Einfluß der starken Nutzung von Gebiet 4 wird durch das große Angebot an geeigneten Substraten kompensiert.

Wiederholt sei erwähnt, daß die Skalierung des Parameters „Freiheit von Störungen“ zwar auf der Intensität der Nutzungen basiert, aber diese nicht pauschal miteinander vergleichbar sind. Ihre Auswirkungen auf die Populationsdichte können erst im Rückschluß, d.h. nach der Analyse der Einflüsse der beiden quantifizierten Habitatparameter und der Bestimmung der „Restvarianz“, benannt werden.

Die Frage, ob die Tarsier die Nutzung des Waldes durch den Menschen tolerieren, kann somit nur differenziert beantwortet werden. Man kann die anthropogenen Einflüsse auf die Tiere weder als generell negativ noch positiv bezeichnen. Es kommt auf die *Art* der Aktivitäten an. So kann man, wenn man ausschließlich Waldplantagen untersuchen würde, *Tarsius diana*e beinahe als Kulturfolger bezeichnen, da die Populationsdichte dort sogar noch größer ist als im Primärwald. Eine Betrachtung der Verhältnisse in

Holzeinschlagsgebieten läßt den Schluß zu, daß sich die Nutzung des Waldes nachteilig auf die Tarsier auswirkt.

Die Intensität der Aktivitäten spielt hierbei ebenfalls eine große Rolle. Eine kleine Plantage in einem Gebiet wird kaum die Populationsdichte der Koboldmakis beeinflussen, währenddessen eine Vielzahl solcher Flächen in einem Waldabschnitt eine geringeres Substratangebot oder letztendlich auch einen Mangel an potentiellen Schlafplätzen bedeuten kann. Ebenso ist nicht zu erwarten, daß sich der gelegentliche Einschlag weniger kleiner Bäume oder Bambusstangen in einer drastischen Reaktion der Tarsierpopulation niederschlägt.

4.4 Weitere Beiträge zur Biologie der Art

4.4.1 Schlafplätze

Die Erfassung der Schlafplätze zeigte zwar keine Exklusivität bestimmter Bäume, stellte jedoch die Bevorzugung von Würgefeigen heraus. Vertreter der Gattung *Ficus* stellen fast die Hälfte der gewählten Gehölze dar. Der Durchmesser und die Höhe der Schlafbäume sind variabel, aufgrund der positiven Korrelation mit der Komplexität der Strukturen jedoch im allgemeinen groß.

MACKINNON & MACKINNON (1980) fanden *T. spectrum* u.a. in Spalten und Höhlen von Bäumen, den komplexen Luftwurzeln der Würgefeigen, in Lianen- und Laubgewirr und in Bambusdickichten. NIETSCH (1993) bestätigt diese Beobachtungen und ergänzt, daß Tarsier sogar in den Wipfeln von Kokospalmen schlafen. Sie konnte jedoch keine Bevorzugung bestimmter Schlafplatztypen feststellen. Eine starke Präferenz von *T. spectrum* für Würgefeigen gibt GURSKY (1998) an. Von den vierzehn von ihr untersuchten Gruppen nutzte nur eine keinen Baum der Gattung *Ficus* als Schlafplatz. Die einzige Angabe zur Schlafplatzwahl von *T. diana*e findet sich bei TREMBLE et al. (1993). Sie fanden die beiden Gruppen in einer Höhle eines Baumes bzw. in einem Gewirr aus Lianen schlafend.

Das hier erfaßte Spektrum der Schlafplätze unterscheidet sich nicht bzw. nur geringfügig von dem für *T. spectrum* beschriebenen.

Die Präferenz von Bäumen der Gattung *Ficus* kann auch für *T. diana*e bestätigt werden. Die aufgrund der Wuchsform der Würgefeigen entstehenden Höhlen und Spalten eignen sich hervorragend als Unterschlupf und bieten den Tieren Schutz gegen Feinde und

klimateinflüsse. Dichtes Laubwerk um Bäume sowie Lianengewirr scheinen diese Kriterien ebenfalls in hohem Maße zu erfüllen. Sie werden in ähnlichem Umfang genutzt wie die Feigenbäume.

Kommen in einem Gebiet gehäuft Bambusstände vor, können diese ebenfalls als Schlafplätze dienen. Voraussetzung für die Wahl dieses Platzes ist jedoch, daß trockenes Bambuslaub die Basis des Standes überdeckt und somit Sicht- und Regenschutz bietet.

Es ist eine Bestätigung der großen Variabilität der Schlafbäume, daß die Wahl einer Familie sogar auf den dichten, von alten Wedeln umgebenen Wipfel einer Palme fiel.

4.4.2 Gruppenstruktur

Die Ergebnisse dieser Studie können nicht die vollständigen Familienstrukturen aufklären, da lediglich die Anzahl der duettierenden und somit adulten bzw. subadulten Tarsier jeder Gruppe bestimmt wurde. Die infantilen und juvenilen Tiere können durch das Verhören der Duette nicht registriert werden.

Die Arten *Tarsius bancanus*, *T. spectrum* und *T. syrichta* werden als in enger Paarbindung lebend beschrieben (HILL et al., 1952; HILL, 1955; FOGDEN, 1974; MACKINNON & MACKINNON, 1980; NIEMITZ, 1984d; NIETSCH, 1993; GURSKY, 1998). Keine der genannten Untersuchungen wies jedoch eine strikte Monogamie der Tarsier nach.

Mit Ausnahme von MACKINNON & MACKINNON (1980), welche u.a. eine *T. spectrum*-Gruppe mit jeweils drei Männchen und Weibchen samt Nachwuchs studieren konnten, geben alle Autoren an, ausschließlich Familien mit nur einem adulten Männchen beobachtet zu haben. Die meisten der studierten adulten Tarsier letztgenannter Art lebten in monogamer Paarbindung, manche Männchen waren aber auch mit zwei oder gar drei Weibchen verpaart (MACKINNON & MACKINNON, 1980; NIETSCH, 1993; GURSKY, 1998).

Aufgrund der großen Ähnlichkeit der beiden auf Sulawesi vorkommenden Arten *T. spectrum* und *T. diana* ist eine Übereinstimmung auch bezüglich der Gruppenstruktur anzunehmen. Die Ergebnisse vorliegender Studie bestätigen diese Vermutung.

Da bei mehr als der Hälfte der untersuchten Gruppen jeweils ein Männchen und ein Weibchen duettieren, kann auch bei dieser Art eine monogame Bindung als Normalfall angesehen werden. Die Existenz von Gruppen mit mehr als einem adulten Weibchen ist

ebenfalls eine Übereinstimmung beider Spezies. Die intensiveren Duetttrufe eines der weiblichen Tiere deuten auf eine Hierarchie innerhalb der Gruppe hin.

Bei 17 der 43 studierten Familien nehmen jeweils zwei Männchen am Duett einer Gruppe teil. Hier ist jedoch der Unterschied zwischen den Rufern noch deutlicher ausgeprägt als bei den Weibchen. Währenddessen eines der Tiere langanhaltend und laut ruft, stimmt das zweite Männchen hin und wieder ein und gibt bei weitem leisere und unregelmäßigere Töne von sich. Es scheint die Duettsequenzen zu üben. Dies läßt darauf schließen, daß das zweite männliche Tier noch jung ist und die Natalfamilie noch nicht verlassen hat. MACKINNON & MACKINNON (1980), NIETSCH (1993) und GURSKY (1998) berichten ebenfalls von solchen subadulten Männchen.

Da keine direkte Auszählung der Gruppen und eine Altersbestimmung erfolgen konnte, ist es jedoch auch möglich, daß mehrere adulte Männchen dauerhaft in einer Gruppe leben und die unterschiedlichen Rufintensitäten auf eine ausgeprägte Hierarchie zurückzuführen sind. Die Ergebnisse der erwähnten Untersuchungen von *T. spectrum* sowie die starke intrasexuelle Aggressivität der männlichen Tarsier (NIEMITZ, 1984d; NIETSCH, 1993) lassen diese Möglichkeit jedoch als gering erscheinen.

In jedem der vier Habitate gibt es eine ähnliche Anzahl an Gruppen mit mehreren Weibchen bzw. am Duett teilnehmenden Männchen. Dies kann als schwacher Hinweis gedeutet werden, daß sich die Gebiete auch bezüglich des Reproduktionserfolges nicht unterscheiden.

Eine Unterteilung in „sink“- und „source“-Habitate (MÜHLENBERG & SLOWIK, 1997), also in Gebiete mit Nachkommenmangel bzw. -überschuß und einem ausgleichenden Individuenfluß, ist ob der ähnlichen Reproduktionserfolge nicht sinnvoll. Die mit diesem Modell assoziierte Gefahr der Fehlinterpretation der unterschiedlichen Populationsdichten der Tarsier ist somit in diesem Fall gering.

4.4.3 Duettzeiten

Die morgendlichen Duette der adulten Tiere der Art *Tarsius diana*e wurden schon von NIEMITZ et al. (1991) beschrieben und auch von TREMBLE et al. (1993) erwähnt. Für *T. spectrum* geben MACKINNON & MACKINNON (1980) ein Maximum der Zahl der Duette zur Zeit des Sonnenaufgangs an. Dies kann nun auch für *T. diana*e bestätigt werden.

Die geringe Anzahl und Unregelmäßigkeit der abendlichen und nächtlichen Duette läßt vermuten, daß die morgendlichen derartigen Vokalisationen hauptsächlich der Partnererkennung und -wiederfindung dienen. Während die ersten Duette eines Morgens von Männchen und Weibchen einer Gruppe meist noch von unterschiedlichen Bäumen aufgeführt werden, finden die Tiere kurz vor dem Rückzug in das Tagesquartier zueinander. Die vokalakustischen Signale spielen hierfür wahrscheinlich die größte Rolle. Abends, zu Beginn der Aktivitätsphase, ist eine solche Signalgebung nicht nötig. Die trotzdem registrierten abendlichen Duette deuten darauf hin, daß ihnen auch eine Funktion bei der Verteidigung des Territoriums oder/und bei der Festigung der sozialen Bindungen zukommt. Dies bestätigt die Angaben von NIEMITZ (1984e), welcher die Duettgesänge der Sulawesi-Tarsier als in hohem Maße territorial und sozial bedeutsam beschreibt.

Aus Abb. 3.9 ist eine deutliche Verschiebung des Maximums der temporalen Verteilung der Duette ersichtlich.

Leider konnten aus organisatorischen Gründen die Studiengebiete nicht alle getrennt untersucht werden. Die Zeiten der Duette im Habitat 1 wurden im Zusammenhang mit den Rufzeiten in einem Teil des Habitats 3 registriert. So ist ein unmittelbarer Vergleich der Duettzeiten der vier Gebiete nicht möglich.

Die Ergebnisse lassen jedoch darauf schließen, daß die zeitliche Verschiebung der Maxima der Duette weniger dem Unterschied zwischen den Habitaten als der zeitlichen Abfolge der Untersuchungen zuzuschreiben ist. Aufgrund der jeweils mehrwöchigen Dauer der Studien der vier Gebiete unterscheiden sich die Zeiten des Sonnenaufgangs und somit auch des Signals für die Tarsier, den Schlafplatz aufzusuchen.

Die innerhalb der Gesamtstudienzeit um etwa 20 Minuten nach vorn verschobene Uhrzeit des Sonnenaufgangs resultiert in einer ebenfalls derartig veränderten Zeit der Duette.

Die geringe Stichprobenzahl in Habitat 2 liegt in der anfangs unvollständigen Erfassung der Vokalisationen begründet und ist nicht Ausdruck einer niedrigen Ruffrequenz.

4.5 Bedeutung dieser Studie für den Schutz der Art *Tarsius diana*

Die gewonnenen Erkenntnisse über die Lebensweise und die Populationsbiologie der untersuchten Spezies leisten einen Beitrag zur Konzipierung einer Schutzstrategie für die Tarsier im Lore Lindu Nationalpark.

Aufgrund dieser Studie ist eine Beurteilung der Einflüsse der anthropogenen Aktivitäten auf die Koboldmakis möglich. Dies eröffnet die Chance, konkrete Maßnahmen zu treffen, um deren Populationen zu stützen.

Die häufig anzutreffenden kleinen Waldplantagen üben keinen negativen Einfluß auf die Tarsier aus. Holzeinschlag jedoch vermindert deutlich die Populationsdichten dieser Tiere und sollte somit weitgehend vermieden werden.

Bezüglich der studierten Faktoren kann das Optimalhabitat für *Tarsius diana* im untersuchten Abschnitt des Lore Lindu Nationalparks, Sulawesi, somit wie folgt beschrieben werden:

Es ist ein strukturell reiches Waldgebiet mit einer hohen Dichte dünner, hauptsächlich vertikaler Gehölze, einer hohen Insektenabundanz und einer großen Zahl von Würgfeigen, Bambusständen und Bäumen mit komplexem Wurzel- und Laubwerk. Die ökologische Nische von *Tarsius diana* liegt somit wahrscheinlich im Tieflandregenwald mit niedrigem bis mittlerem Kronenschluß. So ist eine hohe Substrat- und Insektendichte gewährleistet. Unter natürlichen Bedingungen könnten durch Baumfall entstandene Lücken in der Vegetation einen - wie für die Waldplantagen beschriebenen - fördernden Einfluß auf die Tarsier-Populationsdichten ausgeübt haben. Das „Optimalgebiet heutiger Zeit“ wird nicht für den Holzeinschlag genutzt. Kleine (< 0,5 ha große) Kaffee- und Kakaoplantagen sind verstreut im Wald anzutreffen. Die damit assoziierten menschlichen Aktivitäten beschränken sich auf die Tagesstunden.

Es sind weitere Studien notwendig, um den Einfluß anderer Faktoren, wie z.B. des Räuberdrucks, der interspezifischen Konkurrenz, klimatischer Bedingungen und natürlich auch weiterer, hier nicht untersuchter anthropogener Aktivitäten festzustellen.

Die Studie wurde in einem kleinen Gebiet am Rande des Nationalparks durchgeführt. Durch dessen Größe und die topographische Zerklüftung ist zu erwarten, daß sich innerhalb seiner Grenzen Tarsierpopulationen getrennt voneinander entwickelt haben. Eine Hybridisierung der Arten *T. diana* und *T. spectrum*, deren Verbreitung im Park

noch nicht untersucht wurde, ist zwar nicht bekannt und aufgrund der genetischen und vokalakustischen Diskrepanzen auch unwahrscheinlich, aber ebenfalls nicht auszuschließen. Aufgrund der fehlenden Kenntnis der Unterschiede zwischen den Verhaltensweisen der voneinander getrennten Populationen von *T. diana* ist eine Repräsentanz der Ergebnisse der Untersuchungen nur für das Studiengebiet gesichert.

Die Verwaltung des Nationalparks plant, von der Feldstation Kamarora aus den Schutz der Tarsier und eine Einbindung in ökotouristische Vorhaben zu organisieren (HUDIYONO, pers. Mitt.) und erhält mit den Ergebnissen dieser Studie eine Möglichkeit zu deren sinnvoller Umsetzung.

Das Resultat dieser Diplomarbeit wurde der Nationalparkverwaltung bekannt gemacht.

5. Zusammenfassung

Im Lore Lindu-Nationalpark, Sulawesi, Indonesien, wurden Koboldmakis (Tarsier) der Art *Tarsius diana* hinsichtlich ihrer Habitatnutzung und der Toleranz anthropogener Einflüsse untersucht.

Eine Habitatnutzungsanalyse verdeutlichte die Präferenz der Tarsier für vertikale und in geringerem Maße auch horizontale, 1 - 4 cm dicke Gehölzstrukturen als Lokomotionssubstrate.

Als Kriterium für die Toleranz dieser Tiere gegenüber menschlichen Nutzungen des Waldes wurde dabei der Unterschied der Populationsdichten in vier verschiedenen, anthropogen unterschiedlich beeinflussten Waldabschnitten gewählt. Die hauptsächlichen Nutzungen dieser Gebiete sind die Holzextraktion sowie der Anbau von Kaffee- und Kakaopflanzen in kleinen Waldplantagen.

Die Dichte der Koboldmakis wird deutlich, jedoch unterschiedlich von den anthropogenen Aktivitäten beeinflusst.

Die Tiere leben in einem Abschnitt mit verbreitetem Holzeinschlag in geringerer Zahl als in einem Gebiet ohne erkennbare Nutzung des Waldes. Hierfür werden das lautstarke Fällen der Bäume und die damit verbundene geringe Dichte der für die Tiere wichtigen Gehölze verantwortlich gemacht.

In einem von kleinen Waldplantagen geprägten Habitat ist die Dichte von *Tarsius diana* sogar höher als in einem ungenutzten Gebiet. Ausschlaggebend für die hohe Attraktivität dieses Areals ist die hohe Abundanz von Insekten, der präferierten Beute der Koboldmakis, auf den Plantagen und im diese umgebenden Wald.

Die Populationsdichte in einem Gebiet, welches durch beide der beschriebenen Nutzungen beeinflusst wird, ist deutlich geringer als im Wald mit ausschließlich Agroforst- (Plantagen-) Aktivitäten und als im „Primärwald“, jedoch größer als in dem Areal mit vorwiegendem Holzeinschlag. Letzterer übt somit eine negative Wirkung auf das Vorkommen der Tarsier aus. Den Waldplantagen wird aufgrund ihres Insektenreichtums ein die Koboldmakis fördernder Effekt zugeschrieben.

Die Substratdichte und die Insektenabundanz korrelieren positiv mit der Schlafbaumdichte dieser Tiere.

Die untersuchten Tiere sind bezüglich der Wahl ihres Schlafbaumes variabel, bevorzugen jedoch die komplexen Luftwurzeln von Würgefeigen.

Die Gruppenstrukturen konnten durch die Zählung der an den morgendlichen Duettgesängen teilnehmenden Tiere nicht vollständig aufgeklärt werden. Die Duette

werden entweder ausschließlich von einem adulten Paar aufgeführt oder, falls es mehrere Rufer gibt, zumindest von diesem dominiert. Die monogame Partnerschaft eines adulten Paares wird somit als Basis der Sozialstruktur der *Tarsius diana*-Gruppen angenommen.

Jeden Morgen und selten auch abends werden von den adulten und subadulten Tieren einer Familie Duette aufgeführt. Während der Zeit des Sonnenaufgangs sind die Koboldmakis vokalakustisch am aktivsten.

6. Literaturverzeichnis

- CASTENHOLZ, A. (1984): The eye of Tarsius. In: NIEMITZ, C. (Hrsg.): Biology of Tarsiers. Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 303 - 318.
- CHIARELLI, A. B. (1972): Taxonomic Atlas of Living Primates. Academic Press, London, New York, 1.
- CHIARELLI, A. B. (1973): Evolution of the Primates. Academic Press, London, New York, 64.
- ELLIS, C. (in prep.): A Visitor's Guide to Lore Lindu National Park, July 1998. The Nature Conservancy, Palu, Jakarta.
- FOGDEN, M. P. L. (1974): A Preliminary Field Study of the Western Tarsier, *Tarsius bancanus* Horsfield. In: MARTIN, R. D., DOYLE, G. A., WALKER, A. C. (Hrsg.): Prosimian Biology. Duckworth, London, 151 - 165.
- FOODEN, J. (1969): Taxonomy and Evolution of the Monkeys of Celebes (Primates: Cercopithecidae). Bibliotheca Primatologica **10**, S. Karger, Basel, 1 - 148.
- GOODMAN, M., BAILEY, W. J., HAYASAKA, K., STANHOPE, M. J., SLIGHTDOM, J. & CZELUSNIAK, J. (1994): Molecular Evidence on Primate Phylogeny From DNA Sequences. Am. J. Phys. Anthropol. **94**, 3 - 24.
- GURSKY, S. L. (1994): Infant Care in the Spectral Tarsier (*Tarsius spectrum*), Sulawesi, Indonesia. Internat. J. Primatol. **15**(6), 843 - 853.
- GURSKY, S. L. (1998): Conservation Status of the Spectral Tarsier *Tarsius spectrum*: Population Density and Home Range Size. Folia Primatol. **69**(suppl.1), 191 - 203.
- HARTUNG, J., ELPELT, B. & KLÖSENER, K.-H. (1993): Statistik: Lehr- und Handbuch der angewandten Statistik. 9. Aufl., Oldenbourg Verl., München.
- HILL, W. C. O. (1955): Primates, Vol. 2: Haplorhini, Tarsioidea. University Press, Edinburgh, 227.
- HILL, W.C.O., PORTER, A. & SOUTHWICK, M. D. (1952): The Natural History, Endoparasites and Pseudo - Parasites of the Tarsiers (*Tarsius carbonarius*), Recently Living in the Society's Menagerie. Proceedings of the Zoological Society of London. **122**, 79 - 199.
- HOEL, P. G. (1971): Introduction to Mathematical Statistics. 4. Aufl., John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto.
- HORSFIELD, J. (1821): Zoological Researches in Java and in the Neighbouring Islands. Kingsbury, Parbury & Allen, London.

- IZARD, M. K., WRIGHT, P. C. & SIMONS, E. L. (1985): Gestation Length in *Tarsius bancanus*. Am. J. Primatol. **9**, 327 - 331.
- JOUFFROY, F.-K., BERGE, C. & NIEMITZ, C. (1984): Comparative Study of the Lower Extremity in the Genus *Tarsius*. In: NIEMITZ, C. (Hrsg.): Biology of Tarsiers. Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 167 - 190.
- KREBS, C. J. (1989): Ecological Methodology. Harper Collins, New York.
- LEKSONO, S. M., MASALA, Y. & SHEKELLE, M. (1997): Tarsiers and Agriculture: Thoughts on an Integrated Management Plan. Sulawesi Primate Newsletter **4**(2), 11 - 13.
- LINNAEUS, C. (1758): Systema Naturae Homiae, ed. 10. Salvi, Stockholm, 29.
- MACKINNON, J. R. & MACKINNON, K. S. (1980): The Behaviour of Wild Spectral Tarsiers. Internat. J. Primatol. **1**(4), 361 - 379.
- MACPHEE, R. D. E. & CARTMILL, M. (1986): Basicranial Structures and Primate Systematics. In: SWINDLER, D. R. & ERWIN, J. (Hrsg.): Comparative Primate Biology, Vol. 1: Systematics, Evolution and Anatomy. Alan R. Liss, New York, 219 - 275.
- MILLER, G. S. & HOLLISTER, F. (1921): A Review of *Tarsius spectrum* from Celebes. Proceedings of the Biological Society of Washington **34**, 103.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. (sen.) (1974): Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto, 547.
- MÜHLENBERG, M. (1993): Freilandökologie. 3. Aufl., Quelle & Meyer, UTB für Wissenschaft, Heidelberg, Wiesbaden.
- MÜHLENBERG, M. & SLOWIK, J. (1997): Kulturlandschaft als Lebensraum. Quelle & Meyer, UTB für Wissenschaft, Wiesbaden.
- MUSSER, G. G. & DAGOSTO, M. (1987): The Identity of *Tarsius pumilus*, a Pygmy Species Endemic to the Montane Mossy Forests of Central Sulawesi. American Museum Novitates **2867**, 1 - 53.
- NAPIER, J. R. & NAPIER, P. H. (1967): A Handbook of Living Primates. Academic Press, New York, London, 386.
- NIEMITZ, C. (1979): Outline of the Behavior of *Tarsius bancanus*. In: DOYLE, G. A. & MARTIN, R. D. (Hrsg.): The Study of Prosimian Behavior. Academic Press, New York, 631 - 660.
- NIEMITZ, C. (1984a): Taxonomy and Distribution of the Genus *Tarsius* Storr, 1780. In: NIEMITZ, C. (Hrsg.): Biology of Tarsiers. Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 1 - 16.

- NIEMITZ, C. (1984b): Synecological Relationships and Feeding Behaviour of the Genus *Tarsius*. In: NIEMITZ, C. (Hrsg.): *Biology of Tarsiers*. Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 59 - 75.
- NIEMITZ, C. (1984c): Activity Rhythms and Use of Space in Semi-Wild Bornean Tarsiers, with Remarks on Wild Spectral Tarsiers. In: NIEMITZ, C. (Hrsg.): *Biology of Tarsiers*. Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 85 - 115.
- NIEMITZ, C. (1984d): An Investigation and Review of the Territorial Behaviour and Social Organisation of the Genus *Tarsius*. In: NIEMITZ, C. (Hrsg.): *Biology of Tarsiers*. Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 117 - 127.
- NIEMITZ, C. (1984e): Vocal Communication of Two Tarsier Species (*Tarsius bancanus* and *Tarsius spectrum*). In: NIEMITZ, C. (Hrsg.): *Biology of Tarsiers*. Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 129 - 141.
- NIEMITZ, C. (1984f): Locomotion and Posture of *Tarsius bancanus*. In: NIEMITZ, C. (Hrsg.): *Biology of Tarsiers*. Gustav Fischer, Stuttgart, New York, 191 - 225.
- NIEMITZ, C. (1985): Der Koboldmaki - Evolutionsforschung an einem Primaten. *Naturwiss. Rundschau.*, **38**, 43 - 49.
- NIEMITZ, C. (1989): Risiken und Krankheiten als Evolutionsfaktoren - Eine Untersuchung am Beispiel von *Tarsius*. *Der Zoologische Garten, N.F.*, **59**, 1 - 12.
- NIEMITZ, C. & STEINERT, H. (1987): *Kobolde der Nacht. Ein Beitrag zur Biologie von Tarsius spectrum mit einem Bericht über den Nationalpark Tangkoko-Batuangus*. Farbfilm 30 min, ZDF, Mainz.
- NIEMITZ, C., NIETSCH, A., WARTER, S. & RUMPLER, Y. (1991): *Tarsius dianae*: A New Primate Species from Central Sulawesi (Indonesia). *Folia Primatol.* **56**, 105 - 116.
- NIETSCH, A. (1993): Beiträge zur Biologie von *Tarsius spectrum* in Sulawesi. Inaugural-Dissertation, Freie Universität Berlin.
- NIETSCH, A. & KOPP, M.-L. (1998): Role of Vocalization in Species Differentiation of Sulawesi Tarsiers. *Folia Primatol.* **69**(suppl.1), 371 - 378.
- PALLAS, P. S. (1778): *Nov. spec. quad. et glirium ordinae, cum illustrationibus variis complurium ex hoc ordine animalium*. Walther, Erlangen, 275.
- PETTER, J.-J. & PETTER-ROUSSEAUX, A. (1979): Classification of the Prosimians. In: DOYLE, G. A. & MARTIN, R. D. (Hrsg.): *The Study of Prosimian Behavior*. Academic Press, New York, 1 - 37.
- SCHWARTZ, J. H. (1986): Primate Systematics and a Classification of the Order. In: SWINDLER, D. R. & ERWIN, J. (Hrsg.): *Comparative Primate Biology, Vol. 1: Systematics, Evolution and Anatomy*. Alan R. Liss, New York, 1 - 41.

- TREMBLE, M., MUSKITA, Y. & SUPRIATNA, J. (1993): Field Observations of *Tarsius diana* at Lore Lindu National Park, Central Sulawesi, Indonesia. Trop. Biodivers. **1**(2), 67 - 76.
- WHITTEN, A. J., MUSTAFA, M. & HENDERSON, G. S. (1988): The Ecology of Sulawesi. Gadjah Madah University Press, Yogyakarta.
- WWF (1980): Cagar Alam Gn. Tangkoko - Dua Saudara, Sulawesi Utara. Management Plan 1981 - 1986. World Wildlife Fund, Bogor.

7. Anhang

7.1 Verzeichnis der Tabellen

7.2 Verzeichnis der Abbildungen

7.3 Rohdatenaufstellungen zu den Kapiteln 3.1 - 3.4

7.4 Fototafeln

7.1 Verzeichnis der Tabellen

Seite

Tab. 3.1:	Mittlere Dichten und Standardabweichungen der horizontalen und vertikalen Substrate mit 1 - 4 cm Durchmesser	31
Tab. 3.2:	Ergebnisse der Dichteerfassungen der 1 - 4 cm dicken, vertikalen und horizontalen Gehölze in Habitat 2 nach den beiden unterschiedlichen Methoden	32
Tab. 3.3:	Mittlere Distanzen zwischen den Schlafbäumen und ihren drei nächsten Nachbarn	39
Tab. 3.4:	Korrelationsmatrix mit den Korrelationskoeffizienten aller möglicher Paare der beiden quantifizierten Habitatparameter und der Populationsdichte von <i>Tarsius diana</i> im Lore Lindu NP, Sulawesi	39
Tab. 3.5:	Matrix der Zusammenhänge von Habitatfaktoren mit der Populationsdichte von <i>Tarsius diana</i> im Lore Lindu NP, Sulawesi	40
Tab. 3.6:	Schlafplätze aller registrierter <i>Tarsius diana</i> -Gruppen in den Habitaten 1 und 2	42
Tab. 3.7:	Schlafplätze aller registrierter <i>Tarsius diana</i> -Gruppen in den Habitaten 3 und 4	43
Tab. 3.8:	Zeiträume der Erfassungen in den vier Gebieten und geschätzte Uhrzeiten des Sonnenaufgangs in diesen Perioden	46
Tab. 7.1:	Substratangebot in Habitat 2	82
Tab. 7.2:	Substratnutzung in Habitat 2	82
Tab. 7.3:	Ergebnisse der Gehölzerfassung nach der PCQ-Methode in den Habitaten 1 und 2	83
Tab. 7.4:	Ergebnisse der Gehölzerfassung nach der PCQ-Methode in den Habitaten 3 und 4	84
Tab. 7.5:	Relative Großinsektenabundanzen	85
Tab. 7.6:	Distanzen zwischen den Schlafbäumen	86
Tab. 7.7:	Anzahl und Geschlecht der duettierenden Tarsier pro Gruppe	87

7.2 Verzeichnis der Abbildungen

Seite

Abb. 2.1:	Physische Übersichtskarte Indonesiens sowie der Insel Sulawesi	6
Abb. 2.2:	Der Nationalpark Lore Lindu	8
Abb. 2.3:	Spuren des Bambuseinschlages in Gebiet 2	12
Abb. 2.4:	Waldplantage in Gebiet 3	13
Abb. 2.5:	Foto <i>Tarsius diana</i> e	18
Abb. 2.6:	Konzept der Diplomarbeit	19
Abb. 3.1:	Vergleich des Anteils der einzelnen Größen- und Neigungsklassen an Substratangebot und -nutzung durch <i>Tarsius diana</i> e im Lore Lindu NP, Sulawesi	30
Abb. 3.2:	Vergleich der Gesamtdichten der horizontalen und vertikalen, 1 - 4 cm dicken Substrate in den vier untersuchten <i>Tarsius diana</i> e-Habitaten	32
Abb. 3.3:	Vergleichende Darstellung der Anzahl der registrierten Groß- insekten und deren 95%-Konfidenzbereiche in den vier Habitaten ...	33
Abb. 3.4:	Skizzen der Habitate 1 und 2 mit den Standorten der Tarsier-Schlafbäume	35
Abb. 3.5:	Skizzen der Habitate 3 und 4 mit den Standorten der Tarsier-Schlafbäume	36
Abb. 3.6:	Mittlere Distanzen zwischen den <i>Tarsius diana</i> e-Schlafbäumen und ihren jeweils drei nächsten Nachbarn im Lore Lindu NP, Sulawesi	37
Abb. 3.7:	Vergleich der Häufigkeiten verschiedenartiger Schlafplätze von <i>Tarsius diana</i> e im Lore Lindu NP, Sulawesi	44
Abb. 3.8:	Prozentualer Anteil verschiedener Gruppenstrukturen an der Gesamtheit der untersuchten <i>Tarsius diana</i> e-Familien im Lore Lindu NP, Sulawesi	45
Abb. 3.9:	Die Duettzeiten von <i>Tarsius diana</i> e in den vier untersuchten Gebieten	47
Abb. 7.1:	Eine Würgfeige (<i>Ficus spec.</i>) dient als Schlafbaum einer Tarsiergruppe in Habitat 3	88
Abb. 7.2:	Tarsier beim Urinmarkieren eines Astes	88
Abb. 7.3:	<i>Tarsius diana</i> e beim Aufführen des Duettgesangs	89
Abb. 7.4:	Tarsier auf der Flucht vor dem zu neugierigen Autor	89

7.3 Rohdatenaufstellungen zu den Kap. 3.1 - 3.4

Tab. 7.1: Substratangebot in Habitat 2. Für die Habitatnutzungsanalyse wurden alle Gehölzstrukturen in einem Umkreis von 3,00 m um die 16 Zufallspunkte erfasst. Die Substrate wurden hierfür in vier Größenkategorien mit jeweils vier verschiedenen Klassen der Inklination unterteilt. 0-20° gilt als horizontal, 70-90° als vertikal.

	Ø 0-1 cm				Ø 1-4 cm				Ø 4-10 cm				Ø >10 cm			
Zufallspkt.	0-20°	20-45°	45-70°	70-90°	0-20°	20-45°	45-70°	70-90°	0-20°	20-45°	45-70°	70-90°	0-20°	20-45°	45-70°	70-90°
1	2	0	1	2	1	0	2	5	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4	3	9	5	4	4	4	5	0	0	1	0	0	0	0	2
4	5	0	1	3	0	1	2	10	0	0	0	3	0	0	0	0
5	9	2	0	2	9	3	4	9	1	0	1	3	0	0	0	2
6	3	0	1	1	0	0	1	7	0	0	0	1	0	0	0	0
7	0	1	1	5	3	0	4	4	0	0	0	1	0	0	0	2
8	2	0	0	8	1	0	2	6	0	0	0	2	0	0	0	0
9	0	1	2	9	5	2	6	8	1	1	4	3	0	0	1	0
10	6	0	1	4	0	0	0	9	0	0	0	1	0	0	0	3
11	2	1	1	4	0	0	1	4	0	0	0	2	0	0	0	1
12	1	0	1	11	2	1	5	13	0	0	0	3	0	0	0	3
13	2	0	0	11	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2
14	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	1
15	0	0	1	13	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	1
16	1	0	0	3	1	1	2	7	0	1	0	0	0	0	1	0

Tab. 7.2: Substratnutzung in Habitat 2. Die Einteilung der Strukturen erfolgte analog der Erfassung des Substratangebotes. Es wurden elf Tiere aus drei Gruppen (n = 152 Ereignisse) bezüglich der Substratwahl beobachtet (m = morgens, a = abends).

	Ø 0-1 cm				Ø 1-4 cm				Ø 4-10 cm				Ø >10 cm			
Datum	0-20°	20-45°	45-70°	70-90°	0-20°	20-45°	45-70°	70-90°	0-20°	20-45°	45-70°	70-90°	0-20°	20-45°	45-70°	70-90°
16.7.98 m					8	6	2	24		2	3					
17.7.98 a					4			10								
18.7.98 m				8	8	4	3	22	8							
20.7.98 m					10	5		8								
29.7.98 a					5	2		10								

Tab. 7.3: Ergebnisse der Gehölzerfassung nach der PCQ-Methode in den Habitaten 1 und 2. Die Erhebung wurde an 16 Zufallspunkten durchgeführt und umfaßte zwei Kategorien von Gehölzstrukturen. Die dargestellten Werte sind die Distanzen (in m) zwischen den Zufallspunkten und den nächstgelegenen Strukturen der betreffenden Art in den von den Haupthimmelsrichtungen eingeschlossenen Quadranten.

Habitat 1

Punkt Nr.	Ø 1-4cm, 0-20° Neigung				Ø 1-4cm, 70-90° Neigung			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1	9.15	1.40	3.90	4.75	1.45	2.59	1.05	2.54
2	4.45	0.63	1.80	1.03	3.20	2.75	2.74	1.35
3	2.15	2.96	4.95	1.76	2.85	2.54	2.44	2.10
4	9.04	3.08	5.25	3.78	3.08	2.37	1.00	1.60
5	10.75	11.70	6.89	17.75	1.56	2.80	1.30	3.15
6	2.90	3.94	2.45	3.50	2.60	1.72	3.75	1.36
7	7.82	1.60	3.82	8.34	6.66	1.50	2.65	2.33
8	10.65	10.44	6.90	20.20	6.43	4.85	8.42	6.68
9	5.10	5.10	3.70	5.50	4.40	3.45	4.30	3.90
10	2.27	1.90	4.97	5.33	1.88	3.00	2.55	3.56
11	2.40	2.05	1.55	2.45	2.20	2.06	2.32	1.67
12	3.90	4.70	1.70	4.60	3.55	2.35	1.70	3.58
13	2.68	1.75	6.05	4.50	1.25	5.17	2.63	0.87
14	3.50	13.80	6.75	4.72	3.83	1.00	2.00	3.00
15	1.80	4.33	6.70	10.55	1.56	2.06	3.64	1.66
16	4.88	3.67	3.48	3.65	1.30	1.16	1.64	4.07

Habitat 2

Punkt Nr.	Ø 1-4cm, 0-20° Neigung				Ø 1-4cm, 70-90° Neigung			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1	0.80	1.72	2.09	1.90	1.95	0.83	0.98	1.33
2	1.12	3.90	3.82	4.46	3.30	3.47	1.65	2.23
3	2.28	2.98	3.27	3.76	3.61	0.86	1.98	3.96
4	5.74	3.10	5.10	2.20	3.84	0.76	4.18	0.69
5	6.00	4.60	2.40	1.60	0.50	1.80	1.20	1.00
6	2.00	3.09	8.84	5.25	3.14	3.02	0.77	2.80
7	1.18	0.83	2.67	1.61	0.73	2.32	1.06	1.19
8	0.20	0.94	6.25	11.90	1.20	3.50	0.57	1.45
9	6.10	4.32	3.85	3.60	2.50	4.55	1.18	2.63
10	3.20	3.32	7.10	6.43	1.23	0.82	3.38	1.15
11	0.92	2.72	2.15	0.70	3.80	1.43	2.39	2.44
12	2.80	3.30	5.25	2.58	1.12	2.60	4.42	3.10
13	1.24	0.95	1.78	1.16	2.64	0.64	1.55	2.06
14	5.57	6.56	7.55	2.75	1.58	3.81	0.77	0.67
15	2.44	0.70	1.09	4.76	2.20	0.80	1.31	0.99
16	3.56	1.92	1.12	1.92	0.73	0.94	0.80	2.46

Tab. 7.4: Ergebnisse der Gehölzerfassung nach der PCQ-Methode in den Habitaten 3 und 4. Die Erhebung wurde an 16 Zufallspunkten durchgeführt und umfaßte zwei Kategorien von Gehölzstrukturen. Die dargestellten Werte sind die Distanzen (in m) zwischen den Zufallspunkten und den nächstgelegenen Strukturen der betreffenden Art in den von den Haupthimmelsrichtungen eingeschlossenen Quadranten.

Habitat 3

Punkt Nr.	Ø 1-4cm, 0-20° Neigung				Ø 1-4cm, 70-90° Neigung			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1	4.70	0.92	2.55	6.60	1.28	1.59	2.75	1.04
2	2.20	2.20	6.60	2.54	1.00	3.10	7.00	2.40
3	5.23	5.30	5.50	6.80	2.34	2.20	1.17	2.36
4	6.50	3.30	0.55	1.40	0.80	1.70	1.55	2.00
5	4.45	2.40	4.85	6.40	2.50	2.23	2.10	1.00
6	3.08	3.80	0.58	2.30	0.40	0.73	0.47	1.85
7	10.20	1.00	2.53	2.95	0.50	0.95	1.16	1.90
8	4.83	1.34	1.49	1.49	2.09	2.88	1.37	3.60
9	1.00	1.40	1.00	2.80	0.44	0.73	1.10	1.60
10	1.50	2.80	2.07	5.50	4.00	1.58	1.97	1.78
11	3.00	2.21	2.65	3.00	1.35	1.83	1.74	2.30
12	1.85	2.15	3.30	1.70	0.80	1.94	1.50	1.06
13	4.30	2.25	2.45	1.30	1.67	2.65	0.60	3.20
14	2.10	3.20	2.00	1.60	5.00	3.18	2.65	3.38
15	1.48	2.40	4.50	3.77	3.15	2.40	2.70	1.30
16	1.28	4.90	3.70	5.65	1.25	1.15	1.90	3.32

Habitat 4

Punkt Nr.	Ø 1-4cm, 0-20° Neigung				Ø 1-4cm, 70-90° Neigung			
	NE	SE	SW	NW	NE	SE	SW	NW
1	0.90	1.43	4.60	0.80	1.00	0.76	1.70	0.97
2	1.50	0.80	1.68	1.23	1.43	1.40	1.14	1.70
3	1.90	2.57	1.70	0.75	0.73	1.45	2.97	0.78
4	2.32	2.16	1.87	2.44	1.22	1.32	1.82	1.36
5	2.54	3.52	1.50	1.20	1.37	3.07	1.20	0.85
6	3.17	3.10	2.20	0.95	3.03	2.18	2.25	1.44
7	1.30	0.88	0.97	1.12	1.58	1.32	0.57	0.80
8	0.88	1.10	1.10	1.40	0.85	1.37	1.03	1.05
9	4.10	1.27	0.65	2.00	0.70	1.45	2.38	2.00
10	1.17	2.62	0.35	1.60	0.80	0.54	0.70	1.24
11	1.36	0.54	0.82	1.56	1.00	0.75	0.82	0.79
12	1.32	1.40	0.80	2.50	1.08	1.80	0.87	0.72
13	2.54	1.85	0.90	2.25	0.90	1.74	1.47	1.86
14	1.30	2.40	1.50	1.90	1.17	0.57	0.96	1.05
15	1.15	1.17	2.40	2.02	1.90	2.20	4.68	2.12
16	2.70	2.18	2.75	1.60	0.97	2.14	0.67	1.26

Tab. 7.5: Relative Großinsektenabundanzen. Die Erfassung erfolgte in den vier Habitaten und zusätzlich mit jeweils zwei Messungen in vier Waldplantagen. Als Lichtquelle diente eine starke Petroleumlampe. Das Verhören erfaßte die in einem Umkreis von 10 m vom Autor akustisch wahrnehmbaren Insekten. Die Erhebungen wurden an jeweils acht der für die Substraterfassung festgelegten Zufallspunkte durchgeführt.

Habitat 1**Habitat 2**

Zufallspkt.Nr.	Licht	Verhören	Summe	Zufallspkt.Nr.	Licht	Verhören	Summe
2	3	7	10	2	3	7	10
4	2	7	9	4	4	9	13
6	0	7	7	6	4	8	12
8	1	7	8	8	1	6	7
10	4	8	12	10	0	8	8
12	1	7	8	12	1	8	9
14	7	8	15	14	1	8	9
16	4	7	11	16	4	8	12

Habitat 3**Habitat 4**

Zufallspkt.Nr.	Licht	Verhören	Summe	Zufallspkt.Nr.	Licht	Verhören	Summe
2	1	9	10	2	0	9	9
4	3	9	12	4	0	9	9
6	1	11	12	6	1	9	10
8	3	11	14	8	1	9	10
10	2	10	12	10	2	7	9
12	1	11	12	12	2	10	12
14	0	9	9	14	0	10	10
16	3	9	12	16	3	7	10

Insektenzählung auf Plantagen

	Messung 1			Messung 2			Bemerkungen
	Licht	Verhören	Summe	Licht	Verhören	Summe	
Plantage 1	8	9	17	7	9	16	Kaffee/Kakao
Plantage 2	1	11	12	6	9	15	Kaffee
Plantage 3	11	14	25	8	10	18	Kaffee
Plantage 4	3	10	13	4	10	14	Kaffee

Tab. 7.6: Distanzen zwischen den Schlafbäumen. Es wurden die Entfernungen zu den drei nächsten Nachbarn jeder Gruppe erfasst und zusätzlich die jeweiligen arithmetischen Mittel dieser drei Werte angegeben (alle Angaben in m).

Habitat 1

Gruppe	zu nächstem N.	zu zweitnächstem	zu drittnächstem	Durchschnitt
1	63	107	111	94
2	80	119	128	109
3	56	79	101	79
4	111	119	127	119
5	53	56	81	63
6	53	69	86	69
7	63	69	69	67

Habitat 2

Gruppe	zu nächstem N.	zu zweitnächstem	zu drittnächstem	Durchschnitt
1	130	131	168	143
2	43	77	140	87
3	43	109	171	108
4	77	109	120	102
5	121	168	190	160
6	96	121	154	124
7	96	194	208	166
8	154	167	211	177

Habitat 3

Gruppe	zu nächstem N.	zu zweitnächstem	zu drittnächstem	Durchschnitt
1	57	87	121	88
2	80	87	103	90
3	86	97	111	98
4	83	86	94	88
5	37	50	62	50
6	50	54	80	61
7	60	83	113	85
7a	34	60	83	59
7b	34	39	103	59

Habitat 4

Gruppe	zu nächstem N.	zu zweitnächstem	zu drittnächstem	Durchschnitt
1	83	153	176	137
2	63	99	114	92
3	115	123	186	141
4	87	100	117	101
5	43	87	114	81
6	43	114	117	91
7	100	104	115	106
8	101	114	130	115

Tab. 7.7: Anzahl und Geschlecht der duettierenden Tarsier pro Gruppe. Es erfolgte keine Unterscheidung in adulte und subadulte Teilnehmer an den Duetten.

Habitat 1

Gruppe	Männchen	Weibchen
1	1	1
2	2	1
3	1	1
4	2	1
5	2	1
6	2	1
7	1	1
8	2	1
8	1	2
10	2	2
11	1	1

Habitat 2

Gruppe	Männchen	Weibchen
1	1	1
2	1	2
3	1	1
4	1	1
5	2	1
6	1	1
7	2	1
8	2	2
8	1	1
10	1	2
11	1	1

Habitat 3

Gruppe	Männchen	Weibchen
1	2	2
2	1	1
3	1	1
4	1	1
5	1	1
6	2	2
7	2	2
8	2	2
9	1	1
10	1	1
7a	1	1
7b	1	1

Habitat 4

Gruppe	Männchen	Weibchen
1	1	1
2	1	1
3	1	2
4	2	2
5	2	1
6	1	1
7	2	1
8	2	2
9	1	1
10	1	1
11	1	1

7.4 Fototafeln



Abb. 7.1: Diese Würgefeige (*Ficus spec.*) dient als Schlafbaum einer *Tarsius diana*-Gruppe in Habitat 3, dem Wald mit den Plantagen.



Abb. 7.2: *Tarsius diana* beim Urinmarkieren eines Astes.



Abb. 7.3: *Tarsius diana* beim Aufführen des Duettgesangs.

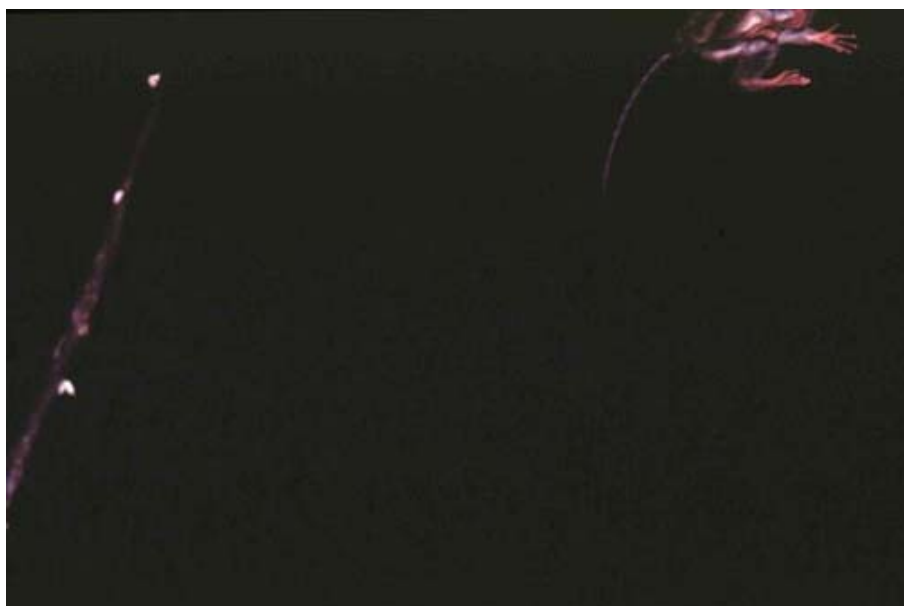


Abb. 7.4: Koboldmaki auf der Flucht vor dem zu neugierigen Autor.