

## 2 Allgemeine Methoden

### 2.1 Untersuchungszeiträume und –gebiete in West-Malaysia und Sabah

Die Freilandarbeiten in Malaysia wurden während vier Aufenthalten durchgeführt, die zusammen einen Zeitraum von etwa elf Monaten ausmachten (Aufenthalt I: 8.3. - 26.5.1996; II: 6.1. - 7.2.1997; III: 10.11.1997 – 9.3.1998; IV: 14.9. – 24.12.1998). Aufsammlungen und/oder Freilandbeobachtungen und -experimente erfolgten im Laufe dieser Zeit in 16 verschiedenen Gebieten West-Malaysias und Sabahs (Tab. 1). Wurde entlang eines Waldpfades oder einer Straße von etwa 1 bis 3 km Länge gesucht, so ergaben sich meist Suchzeiten bis zu 5 Stunden (z.B. Labuk Road FR). Höhere Suchzeiten kamen durch längere Wegstrecken und/oder durch den Besuch mehrerer, voneinander entfernter Flächen innerhalb eines Gebiets zu Stande (z.B. Genting Highlands).

Tab. 1: Untersuchungsgebiete in Malaysia 1996-98. Suchzeiten geben nur die Zeit an, die für das Absuchen der Vegetation verwendet wurde, schließen also z.B. den Zeitaufwand für Experimente, Beobachtungen und reine Fortbewegung aus. WM – West-Malaysia, FR – Forest Reserve, KN – Kinabalu Nationalpark.

Untersuchungsgebiet	Höhe [m ü. NN]	Suchzeit [Std.]	Aufenthalt
Ulu Gombak Field Studies Centre, Selangor (WM); 3°17'N, 101°44'O	250 – 400	14	I, II
Genting Highlands, Selangor/Pahang (WM); 3°22'N, 101°44'O	600 – 1700	10	I, II
Cameron Highlands, Perak/Pahang (WM); 4°30'N, 101°23'O	1500-2000	10	I
Pasoh FR, Negri Sembilan (WM); 2°55'N, 102°18'O	200	12	I
Sepilok FR, Sabah; 5°53'N, 117°57'O	250	26	I
Labuk Road FR, Sabah; 5°53'N, 117°54'O	300	2	I
Sukau, Kinabatangan River, Sabah; 5°31'N, 118°16'O	120	12	I
Gomantong Caves, Sabah; 5°32'N, 118°10'O	150	4	I
Keninggau, Sabah; 5°17'N, 116°12'O	750	1	I
Deramakot, Telupid, Sabah; 5°30'N, 117°30'O	300	1	III
Tambunan, Sabah; 5°42'N, 116°22'O	950	3	I
Rafflesia FR, Sabah; 5°43'N, 116°20'O	1300	3	I
Pulau Gaya, Sabah; 5°59'N, 116°1'O	50	2	I
Poring Hot Springs, KN, Sabah; 6°3'N, 116°41'O	450-1100	40	I, II
Sayap, KN, Sabah; 6°10'N, 116°35'E	1000	3	III
Headquarters, KN, Sabah; 6°0'N, 116°33'E	1150-3500	70	I - IV

### 2.2 Das Untersuchungsgebiet für *Pyrgauchenia tristaniopsis*

Alle Arbeiten an *Pyrgauchenia tristaniopsis* wurden an der einzig bekannten Population dieser neuen Art durchgeführt, nämlich im Bereich des Headquarters des Kinabalu Nationalparks. Dieser Park liegt im Norden Borneos und umfaßt auf 754 Quadratkilometern das Gebiet des Mount Kinabalu. Isoliert von der quer durch Borneo ziehenden Bergkette des Crocker Range, bildet der Mount Kinabalu mit 4101 m die höchste Erhebung Südostasiens. Oberhalb von etwa 2800 m steht plutonischer Granit an, der sich im Pleistozän durch das umgebende, tertiäre Sedimentgestein heraushob, welches die tieferen Lagen unterlegt (Kitayama 1992). Kitayama (1992) untersuchte Temperatur-, Feuchte- und

Bodenverhältnisse des Regenwaldes am Mount Kinabalu und unterschied vier Vegetationszonen: Tieflandwald (bis 1200 m), unterer Montanwald (1200 m bis 2000-2350 m), oberer Montanwald (2000-2350 m bis 2800 m) und subalpiner Pionierwald (2800 m bis zur Baumgrenze bei 3400 m).

Das Park Headquarter liegt wenige Kilometer südlich der Bergspitze (Low's Peak) auf etwa 1530 m (die von Kitayama (1992) angegebene Höhe von 1680 m wurde 1998 korrigiert; M. Bin Lakim, pers. Mitt.) und damit schon im Bereich des unteren Montanregenwaldes. Während des ganzen Jahres beträgt die mittlere tägliche Minimaltemperatur auf Höhe des Headquarters etwa 15° C und die Maximaltemperatur etwa 22° C, sodass die täglichen Temperaturschwankungen die jährlichen übertreffen (Daten mit Unterbrechungen seit 1975). Die durchschnittliche Niederschlagsmenge beträgt 2788 mm pro Jahr mit einem leichten Abfall jeweils etwa im April und September. Allerdings gibt es starke jährliche Schwankungen (bis 1000 mm), die zu ausgeprägten Dürren führen können (Kitayama 1992, Md. Nor 1997).

Der Bereich des Park Headquarters liegt jenseits einer Kuppe an der Hauptverkehrsader, welche die Hauptstadt Kota Kinabalu an der Nordwestküste mit der Provinzmetropole Sandakan im Osten verbindet (Abb. 1). Alle Untersuchungen an *Pyrgauchenia tristaniopsis* wurden entlang der geteerten „Jalan Power Station“ sowie der Fußwege durchgeführt. Nur an der Kreisverbindung der „Jalan Power Station“ stehen einige Häuser (Abb. 1).

Die „Jalan Power Station“ (Abb. 1) windet sich vom Headquarter entlang eines Höhenzuges bergauf und endet nach vier Kilometern als Sackgasse am Beginn des Gipfelwanderweges (Timpohon Gate auf 1830 m). Sie ist 3-4 m breit, hat zwei 1-3 m breite Seitenstreifen und ist, zusammen mit der unteren Kreisverbindung, 4,95 km lang. Wegen ihrer Breite unterbricht sie das Kronendach und setzt deshalb ihre Randvegetation dem direkten Sonnenlicht aus. Sie wird selten, aber regelmäßig von Versorgungsfahrzeugen für die Gipfelstation sowie in Stoßzeiten öfter vom Privatverkehr frequentiert. Auf einer Fläche von etwa zwei Quadratkilometern überzieht ein Netz aus 1 m breiten Fußwegen die Hügel und Täler zwischen 1350 m und 1590 m (Abb. 1). Sie führen über insgesamt 7,35 km unter dem geschlossenen Kronendach entlang. Ihre „Randvegetation“ ist daher nur lückenhaft dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt und gleicht darin einer intakten untersten Kronenschicht.

### **2.3 Diverse Hilfsmittel bei der Freilandarbeit**

Jede Zählung und viele der Beobachtungen, insbesondere von Larven, wurden mit einer Stirnlupe (Peak, Head Lupe™) bei 2- oder 3-facher Vergrößerung durchgeführt. Bei aufwendigen Zählungen half ein Handzähler (no name-Produkt, Taiwan). Für Nachtbeobachtungen wurden mit Akkus betriebene Stirnlampen (Petzl, Duo™ und Micro™) verwendet. Da nachts das helle Licht der Lampe die Membraciden besuchenden Ameisen beunruhigte, wurde Rotlicht benutzt (Abkleben mit roter Folie), das keinen sichtlichen Einfluss auf die Tiere hatte. Für Zeitmessungen wurde eine elektronische Stoppuhr (no name-Produkt, China; Messgenauigkeit: 0,01 sec) sowie ein elektronischer

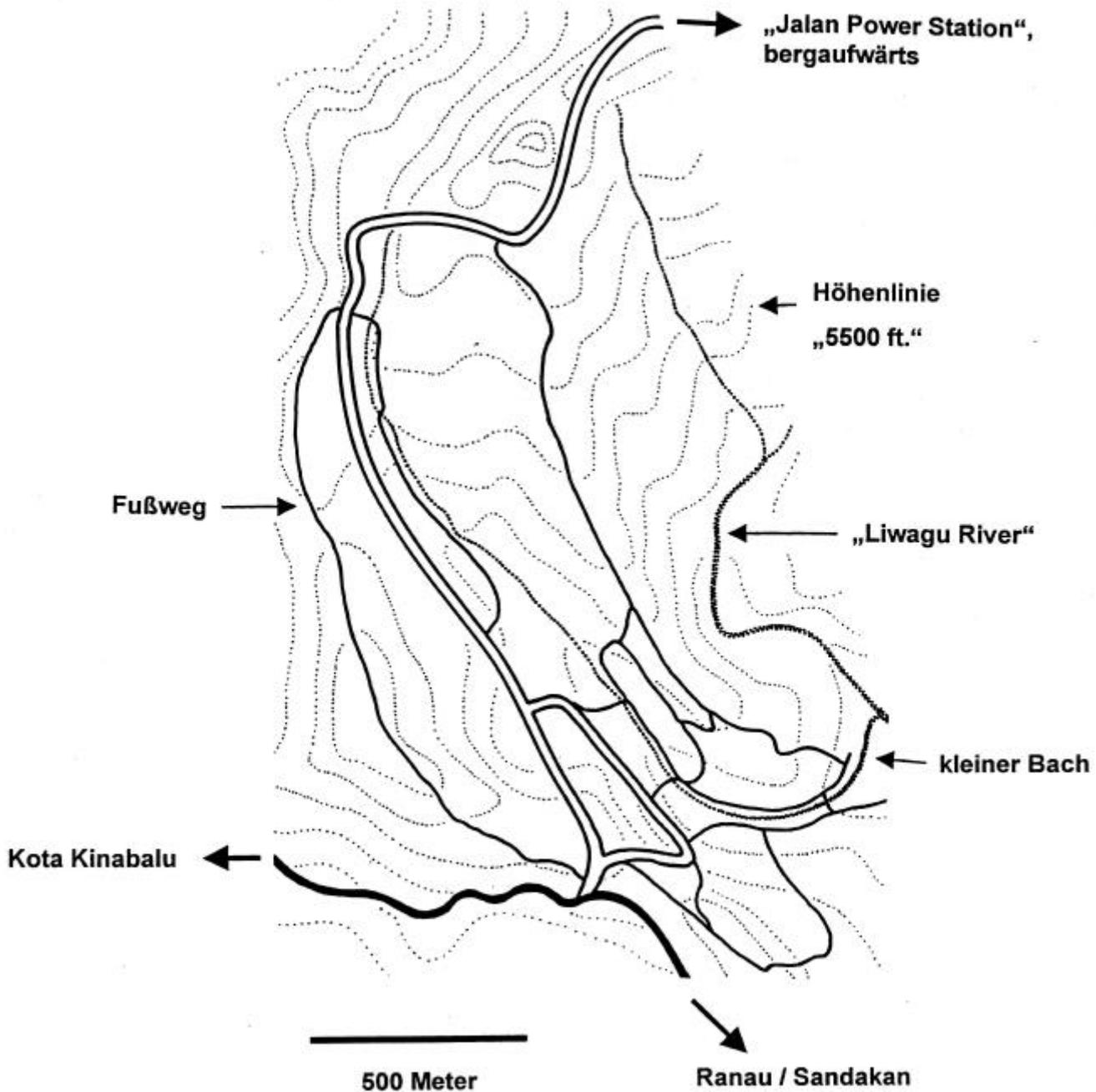


Abb. 1: Skizze des Untersuchungsgebietes am Headquarter des Kinabalu Nationalparks auf 1580 m ü. NN (Headquarter: s. Kreisverkehr der „Jalan Power Station“). Alle Beobachtungen und Experimente an *Pyrgauchenia tristaniopsis* wurden entlang der etwa 3 m breiten „Jalan Power Station“ sowie entlang der zahlreichen Fußwege durchgeführt. --- Der Höhenunterschied zwischen den Höhenlinien beträgt 30 Meter (aber ihre absoluten Werte sind überholt, M. Bin Lakim, pers. Mitt.). Der Ausschnitt wurde anhand einer 1:50000-Karte Malaysias erstellt, Blatt 6/116/15, hersg. vom Director of National Mapping, Malaysia 1986.

Wecker (Huger, Digital Timer™; Messgenauigkeit: 1,0 sec) verwendet. Für kleinräumige Längen- und Dickenmessungen an Wirtspflanzen wurde eine elektronische Schublehre eingesetzt (Mahr, 16 ES™, Messgenauigkeit: 10 µm). Bei Längen > 10 cm wurde ein flexibles cm-Maßband (no name-Produkt, China; Messgenauigkeit: 1 mm) verwendet.

## **2.4 Markierungen**

Für Markierungen von Membraciden wurden lösungsmittelfreie Farbpigmentstifte (edding 751™ und edding 780™) verwendet. Bei der individuellen Markierung von Imagines wurde mit einem Punktecode gearbeitet, mit dem pro Farbe 63 Individuen identifiziert werden konnten. Die Farbpunkte wurden auf dem rechten und/oder linken Vorderflügel vorn, in der Mitte und/oder hinten aufgebracht. Daraus ergaben sich folgende Kombinationen: Links vorn = 1, links Mitte = 2, links hinten = 4, rechts vorn = 8, rechts Mitte = 16, rechts hinten = 32. Es wurden vier Farben (silber, rot, weiß, grün) verwendet. Gelege wurden zum schnellen und sicheren Wiederfinden mit bezifferten Kunststoff-Fähnchen am selben oder einem benachbarten Zweig markiert.

## **2.5 Auswertungen**

Detaillierte Auszählungen und Präparationen von Eigelegen wurden unter einem Binokular (ZEISS, Stemi SV6™; stufenlose Vergrößerung von 12,8- bis 80-fach) bei Kaltlicht (Leitz, KL 1500 electronic™) durchgeführt. Für einfachere Arbeiten wurde ein Wild-Binokular eingesetzt (meist bei 25-facher Vergrößerung).

Die statistische Auswertung erfolgte in der Regel mittels STATISTICA für Windows™, Kernel-Version 5.1 M (©StatSoft Inc., 1984-1999). Doch es gab Ausnahmen: für Kaplan-Meier-Überlebensanalysen und Kurvenanpassungen wurde SPSS 9.0.1 für Windows™ (©SPSS Inc., 1989-1999) verwendet; Kruskal-Wallis-Tests, dessen Anschlusstests, Tests auf Normalverteilungen (sofern nicht Bestandteil eines Folgetests), Box-Cox-Transformationen und Geometric Mean Regressions wurden mit SsS 1.1a™ (©Rubisoft Software GmbH, 1998) berechnet; Kendalls Partieller Rangkorrelationskoeffizient wurde nach Formeln und Tabellen in Siegel (1988) mit dem Taschenrechner berechnet. Der Einsatz verschiedener Programme war notwendig, weil kein einzelnes alle erforderlichen Tests bereitstellte und weil für manche Optionen aufwendige Umstellungen in der Eingabematrix notwendig gewesen wären.

## **2.6 Zählungen der *Pyrgauchenia tristaniopsis*-Population**

Mehrere Ergebnisse beruhen auf einer Populationszählung vom 28.-31.12.1997 (dritter Aufenthalt), die deshalb an dieser Stelle dargestellt wird. Die Zählung wurde im gesamten Bereich des

Headquarters am Mount Kinabalu durchgeführt, der durch die „Jalan Power Station“ (JPS) und das Netz der Fußwege erschlossen war (Abb. 1). Alle zu diesem Zeitpunkt bekannten Wirtspflanzen wurden in die Zählung einbezogen (*Tristaniopsis clementis*, *Wendlandia* sp., *Pouzolzia sanguinea*, *Debegeasia longifolia*, *Uncaria* sp., *Rubus mollucanus*, *Nuclea ?bernardoii*). Die später gefundenen Wirtspflanzen wurden nur in wenigen Exemplaren und dann mit wenigen Membraciden angetroffen. Deswegen darf angenommen werden, dass die vor Ort wichtigsten Wirtspflanzen eingeschlossen worden waren. Wegen des großen Stichprobenumfangs dauerte dieser Zensus zwar drei Tage, aber Beobachtungen oder Zählungen wurden, im Unterschied zum 1998er-Zensus (s.u.), nicht wiederholt. Für die Zählung wurde gezielt nach jeder dieser Wirtspflanzen beiderseits der Wege gesucht. Es wurden alle Zweige einbezogen, die vom Weg und ggf. den Seitenstreifen aus erreichbar waren (max. 2,2 m hoch). Gezählt wurde die Anzahl der mit Membraciden (1) besetzten und (2) unbesetzten Zweige pro Wirtspflanze, (3) die Anzahl der verschiedenen Stadien auf den besetzten Zweigen (s.u.), (4) die Höhe (geschätzt) und (5) Art der Wirtspflanze sowie (6) die Wegekategorie (JPS oder Fußweg). Folgende 13 Stadien und Gruppen von *Pyrgauchenia tristaniopsis* wurden unterschieden: Eigelege, Larven 1 bis Larven 5, sicher erkennbare Männchen (weitgehend intakter Dorsaldorn), Weibchen ohne Gelege (curvata- und elongata-Morphe), Gelege bewachende Weibchen (curvata- und elongata-Morphe, und Weibchen mit abgebrochenem Dorsaldorn) sowie nicht geschlechtsbestimmte Imagines (abgebrochener Dorsaldorn).

Einige Ergebnisse beziehen sich auch auf die zweite, weniger umfangreiche Zählung von 1998, bei der im Laufe dreier Wochen täglich alle von der JPS aus erreichbaren Zweige der fünf häufigsten Wirtspflanzen (*T. clementis*, *L. pipericarpa*, *D. longifolia*, *R. mollucanus*, *Wendlandia* sp.) kontrolliert wurden. Es wurde notiert, wieviele Gelege pro Zweig wann abgelegt wurden (ggf. vorhandene, vor dem Kontrollbeginn abgelegte Gelege wurden nicht berücksichtigt, da ihr Ablagezeitpunkt unbekannt war). Die Zählung endete am 28.11.1998, dem Stichtag für die Daten des 1998-Zensus.