

Auswirkungen anthropogener Habitatveränderungen auf die  
Abundanz und Biodiversität der Tagfalter in einem Bergnebelwald  
Ecuadors



Abschlussarbeit zur Erlangung des akademischen Grades  
Bachelor of Science (B. Sc.) im Studiengang Biologie der  
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Vorgelegt von

Helena Elisabeth Bosch

Düsseldorf, August 2020

Referent: Prof. Dr. I R Werner Kunz

Koreferent: Prof Dr. Sebastian Fraune





## Zusammenfassung

Die weltweiten Umweltveränderungen und die Abholzung der Regenwälder, die durch den Menschen verursacht werden, haben bereits enorme Ausmaße angenommen. Die Motive dafür sind oft agrarwirtschaftlicher Natur. Die Folge ist eine Zerklüftung der Landschaft, was eine Reduzierung der Biodiversität nach sich zieht. Dies betrifft auch das umliegende Gebiet um die biologische Station und Naturreservat „Un poco del Chocó“ im Nordwesten Ecuadors. Ziel dieser Forschung ist es dort die Auswirkungen verschiedener Grade an menschlich bedingten Habitatstörungen an zwei Standorten auf die Biodiversität und Abundanz der Tagfalter zu untersuchen. Dafür wurden zwei Habitate ausgewählt, ein Primär- und Sekundärwald und eine nahe gelegene, wirtschaftlich genutzte Wiese in einem Bergnebelwald. Es wurden in jedem Habitat sechs Fallen installiert und mit Ködern versehen. Während einem Beobachtungszeitraum von zwei Monaten, wurden zweimal täglich die Fallen kontrolliert, die gefangenen Tagfalter bestimmt und dokumentiert, zusätzlich wurde ein Schmetterlingsnetz eingesetzt und Beobachtungen und Fotografien in die Ergebnisse mit einbezogen. Anschließend wurden die Ergebnisse statistisch ausgewertet und interpretiert. Statistische Bewertungen zeigen, dass sich Artenreichtums und Abundanz zwischen Wald und Wiese signifikant unterscheiden. Die Biodiversität ist trotz niedrigen Fangzahlen im ungestörten Primär- und Sekundärwald höher, als die auf der Wiese. Hingegen ist die Abundanz der einzelnen Arten im gestörten Gebiet „Wiese“ höher als im ungestörten Gebiet. Ebenso gibt es einen signifikanten Unterschied bezüglich der Attraktivität der Köder. Es stellte sich heraus, dass ein Fisch-Shrimp Köder die meisten Individuen anlockte. Während des gesamten Beobachtungszeitraums wurden insgesamt 731 Tagfalter-Individuen und 54 Arten erfasst.

Stichwörter: Biodiversität, Habitatverlust, Fragmentierung, Tagfalter, Stratifizierung, Nahrungspräferenzen, Ecuador

## Abstract

The global environmental changes and the deforestation of the rainforests caused by man have already reached enormous proportions. The motives for this are often of an agricultural nature. The result is a fragmentation of the landscape, which leads to a reduction in biodiversity. This also affects the surrounding area around the biological station and nature reserve "Un poco del Chocó" in the northwest of Ecuador. The aim of this research is to investigate the effects of different degrees of human-induced habitat disturbance at two sites on the biodiversity and abundance of butterflies. Two habitats were selected, a primary and secondary forest and a nearby meadow in a cloud forest. Six traps were installed and baited in each habitat. During an observation period of two months, the traps were checked twice a day, the butterflies caught were identified and documented, a butterfly net was installed and observations and photographs were included in the results. The results were then statistically evaluated and interpreted. Statistical evaluations of species richness and abundance show that they differ significantly between forest and meadow. Biodiversity is higher in undisturbed primary and secondary forests than in meadows, despite low catch rates. In contrast, the abundance of individual species is higher in the disturbed area "meadow" than in the undisturbed area. There is also a significance regarding the attractiveness of the baits. During the observation period a total number of 731 butterfly individuals and 54 species were recorded.

Keywords: biodiversity, habitat loss, fragmentation, butterflies, stratification, food preferences, ecuador

# Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG.....	8
2. MATERIAL UND METHODEN.....	12
2.1 UNTERSUCHUNGSORT .....	12
2.2 VORBEREITUNG.....	13
2.3 SCHMETTERLINGSFALLEN .....	13
2.3.1 Standorte der Fallen .....	14
2.4 BESTIMMUNG DER TAGFALTER .....	16
2.5 BEREITSTELLEN DES KÖDERS.....	16
2.6 AUSWERTUNG DER DATEN.....	18
3. ERGEBNISSE .....	20
3.1 INVENTAR STUDIE.....	20
3.1.1 Wald.....	20
3.1.2 Wiese.....	21
3.1.3 Abundanz und Biodiversität.....	21
3.1.5 Stratifizierung .....	24
3.3 KÖDER STUDIE.....	25
3.2 HABITAT VERGLEICH.....	27
4. DISKUSSION.....	31
4.1 INVENTAR STUDIE.....	31
4.1.2 Stratifizierung .....	32
4.2 KÖDER STUDIE.....	35
4.3 HABITAT STUDIE.....	37
5. DANKSAGUNG .....	42
6. LITERATURVERZEICHNIS .....	43
7. INTERNETQUELLEN.....	47
8. ANHANG .....	48
8.1 KÖDER REZEPTE .....	48
8.1.1 Banane-Köder.....	48
8.1.2 Banane-Kaffeesatz-Köder.....	49

8.1.3 <i>Fisch-Shrimp-Köder</i> .....	50
8.2 PROTOKOLL BESTANDAUFNAHME.....	51
8.3 ARTENLISTE .....	52
9. EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG .....	54

## 1. Einleitung

Die Abholzung der tropischen Regenwälder hat weltweit bereits alarmierende Ausmaße angenommen. Ursachen dafür sind oft agrarwirtschaftlicher Natur und eine Folge der globalen Wirtschaft und des stetig wachsenden Bevölkerungswachstum. Die Folge ist eine Fragmentierung der Landschaft (siehe Abbildung 1), welche eine der Hauptbedrohungen für die Biodiversität darstellt (Pereira et al., 2010; Haddad et al., 2015). Das kann weitreichende Konsequenzen haben, wie verminderte und/oder veränderte Artenvielfalt, Rückgang von Populationen und Verlust von genetischer Diversität (Benedick et al., 2006).

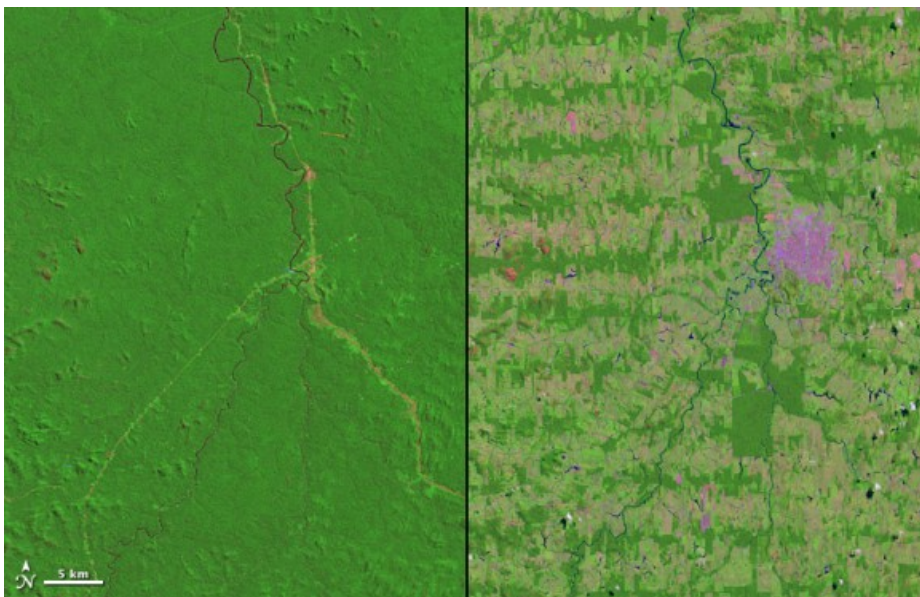


Abbildung 1

© NASA <https://visibleearth.nasa.gov/>

Ausschnitt eines Regenwaldes in Brasilien zu zwei verschiedenen Zeitpunkten. Links ist der Regenwald im Jahr 1970 zu sehen, rechts derselbe Bildausschnitt im Jahr 2010.

Im Westen Ecuadors, wurden die Regenwälder zwischen 1938 und 1988 zu 90% aufgrund von wachsender Bevölkerung, des Ausbaus von Infrastrukturen und des kommerziellen Holzschlags vernichtet (Wilson, 2016). Um das aufzuhalten, gibt es im Nordwesten Ecuadors bereits sechs Naturreservate und zahlreiche staatliche sowie private Schutzgebiete, die sich das Ziel gesetzt haben, den Regenwald und seine Bewohner zu schützen.

Eine von ihnen ist „Un poco del Chocó“ (Abk. UPDC), gegründet von der Diplombiologin Nicole Büttner und Wilo Vaca im Jahr 2009. Die Station befindet sich in der Provinz Pichincha nordwestlich der Hauptstadt Quito und begrenzt einen fünfzehn Hektar großen Nebelwald. Die vorkommende Tier- und Pflanzenwelt kann zwei verschiedenen Ökoregionen zugeschrieben



werden, den tropischen Anden und dem Chocó, welcher Teil des Tumbes-Chocó-Magdalena-Biodiversitäts-Hotspot ist. Dieser erstreckt sich entlang der Anden von Kolumbien bis Peru und ist eine der artenreichsten Regionen weltweit (Faber-Langendoen & Gentry, 1991). Dieser 274.597 km<sup>2</sup> Biodiversitäts-Hotspot, in dem die biologische Station integriert ist, zeichnet sich durch einen hohen Endemismus aus. Im umliegenden Gebiet befindet sich die höchste Konzentration an endemischen Vogelarten wie der „Banded Ground-Cuckoo“ (*Neomorphus radiolusus*) und „Club winged Manakin“ (*Machaeropterus delicious*) (Noboa, 2017). Der Chocó kann ökoklimatisch den megathermen perhumiden Zone der inneren Tropen zugeschrieben werden (Lauer & Frankenberg, 1995). Schon im Jahr 1200 begann bei der Station die Besiedelung. Das Volk der Yumbos lebte hier bis zum Ausbruch des Pichincha im Jahr 1660. Sie formten den Wald damals schon durch den Bau von Tolas und durch die Bestellung von Feldern. Tolas sind künstlich geformte Erdhügel, die oft pyramidale Struktur annehmen. Diese waren mit Hohlwegen verbunden, welche die Yumbos nutzten, um Waren zwischen Küste und Hochland zu transportieren (mündliche Mitteilung Büttner).

Bis vor 20 Jahren war der Eingriff in den Wald gering. Seitdem eine Straße vom Dorf Las Tolas in Richtung Station führt, ist die Bewirtschaftung der Felder, der Ausbau von Plantagen und Abholzen der Bäume in der Umgebung um einiges einfacher (mündliche Mitteilung Büttner). Das Hauptziel der Station ist es den Nebelwald, den die Station weitläufig umgibt, zu schützen. Das Team leistet wichtige Naturschutzarbeit in Form von Aufklärung, regionaler Naturschutzarbeit und durch Förderung nachhaltiger Landnutzung durch beispielsweise „lebende Zäune“, eine Möglichkeit, die Abholzung der Bäume zum Zweck die Umzäunung der Viehweiden zu ersetzen. Ein weiterer wichtiger Teil der Arbeit von UPDC ist die Begleitung und Durchführung von Feldarbeit für unabhängige Forschungs- oder Abschlussarbeiten durch Forschende und Studierende (<https://www.unpocodelchoco.com/de-naturschutz>, zuletzt besucht am 07.08.2020). Die 5km langen angelegten Pfade die durch das Naturreservat, den Sekundär- und teilweise Primärwald führen, bieten eine ideale Umgebung um Forschungen an Vögeln, Schmetterlingen und anderen Tier- und Pflanzenarten durchzuführen. Studien mit Schmetterlingen als Beobachtungsobjekt eignen sich hier besonders gut, da sie eine Indikatorfunktion innehalten (Bonebrake et al., 2010). Sie sind wichtig für das Verständnis für Diversifizierung von Arten, Ökologie, Evolution und Arterhaltung (Bonebrake et al., (2010)). Schon einige Studierende wie Jens Bokelaar (2017) und Jitske Spee (2019) führten Studien an der dortigen Schmetterlingsfauna durch. Es wurde eine Artenliste angelegt, die 118 gefangene Tagfalterarten beinhaltet, die im und um das Naturreservat gefangen wurden. Spee führte 2019

eine Studie durch, die die Wirksamkeit verschiedener Köder entlang der vertikalen Schichtung des Nebelwaldes in Bezug auf Tagfalter behandelt.

Das Gebiet um die Station befindet sich zu einem großen Teil in Privatbesitz und ist von der legalen und illegalen Abholzung stark betroffen. Grundstücke, die einst noch gesunder Wald waren und ein geschlossenes Kronendach bildeten, sind nun Bananenplantagen und Viehweiden. Ständig ist das Geräusch der Kettensägen zu vernehmen, die weiteren Kahlschlag ankündigen. Für Schmetterlinge könnten die Auswirkungen von Landwirtschaft die destruktivste Form des Habitatverlusts sein (Bonebrak et al., 2010).

Wenn wir eine Chance haben wollen, den tropischen Regenwald und seine Bewohner weltweit zu erhalten und zu schützen, müssen wir ihre Ökologie besser verstehen. Nur dann können geeignete Maßnahmen zu deren Schutz ergriffen werden. Die Tatsache, dass Arten heute teilweise schneller aussterben, als sie entdeckt werden können, macht es den Forschenden nicht leichter. Heute sterben Arten schneller aus als beim großen Massenaussterbeereignis, das die Ära der Dinosaurier beendete (McCann, 2000). Ein geregeltes Artenschutzmanagement und Aufklärung der Bevölkerung sind hierbei von zentraler Bedeutung. Im Vergleich zu anderen Ländern gibt es für die Schmetterlinge in den Tropen keine Monitoringprogramme, obwohl diese eine wichtige Quelle zur Dokumentation der Auswirkungen des Habitats- und Klimawandels auf die Biodiversität sind (Bonebrake et al., 2010). Auf Grundlage der Ergebnisse dieser Studie und denen vieler anderer Forschenden müssen Maßnahmen ergriffen werden, die den rasanten Verlust der Biodiversität eindämmen, was in Form von kontrolliertem Arten- und Naturschutz, sowie Habitatmanagement geschehen muss.

In der vorliegenden Studie sollen die Folgen menschlich bedingter Störungen des natürlichen Habitats auf die Artenvielfalt und Abundanz von Tagfaltern untersucht werden. Hierbei soll zunächst das Arten-Inventar ergänzt werden, das Aufschluss darüber geben soll, welche Arten zum Zeitpunkt der Studie vorhanden sind. Außerdem wurde eine Köder Studie durchgeführt, um für weitere Studien an diesem Standort eine Grundlage bieten zu können. Der zentrale Kern dieser Untersuchung ist die durchgeführte Habitat Studie. Es soll untersucht werden, welche Folgen das Abholzen der Fläche unweit der Station auf die Abundanz und Biodiversität der Tagfalter hat. Für die Datenaufnahme werden drei Methoden angewendet. Es werden Schmetterlingsfallen gebaut, ein Schmetterlingsnetz wird verwendet und Fotografien erstellt, um Tagfalter zu erfassen.

In Anbetracht der Ergebnisse vorangegangener Studien, sollen am Ende folgende Hypothesen widerlegt oder angenommen werden:

„Im Habitat Wald ist die Biodiversität höher als im Habitat Wiese, aber im Habitat Wiese ist die Abundanz der einzelnen Arten höher als im Habitat Wald.“

Und:

„Es gibt keinen signifikanten Unterschied zwischen den Ködern.“

Um die Hypothesen annehmen oder ablehnen zu können, wurden folgende Fragestellungen untersucht:

- Gibt es einen Unterschied in der Artzusammensetzung zwischen einem gestörten und einem ungestörten Habitat?
- Gibt es im ungestörten Habitat eine höhere Abundanz?
- Lassen sich mit dem Schmetterlingsnetz Arte fangen, die sonst nicht in die Falle gelangen?
- Gibt es zwischen den eingesetzten Ködern einen signifikanten Unterschied?

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Untersuchungsort

Durchgeführt wurde diese Arbeit im Gebiet der biologischen Station und Naturreservat „Un poco del Chocó“ (0.0530° N, 78.8431° W) nordwestlich der Hauptstadt Quito, in der Provinz Pinchina Ecuadors (siehe Abbildung 2). Gesammelt wurden die folgenden Daten zwischen dem 5. Februar und 19. März 2020, dieser Zeitraum befindet sich in einer der Regenzeiten, die im Regelfall von Februar bis Mai andauert. Am Rand des Reservates wurden einige große Bäume vor Jahren illegal gefällt. Dies ist auf kommerziellen Holzschlag zurückzuführen. Dieses Landschaftsbild führt sich mehrere Kilometer zum nächsten Dorf Las Tolas fort (mündliche Mitteilung Büttner). Zum Untersuchungsgebiet gehören ein Primärwald, als auch ein durch einstigen selektiven Holzschlag entstandener Sekundärwald, sowie eine 1,34 Hektar große gerodete, landwirtschaftlich genutzte Fläche, die zur Viehzucht genutzt wird. Zum Zeitpunkt der Datenaufnahme hielten sich jedoch keine Rinder auf der Wiese auf.



Abbildung 2 ©Google earth. Satellitenfoto über Ecuador. Die gelbe Markierung zeigt den Standort von UPDC

## 2.2 Vorbereitung

Als Vorbereitung auf diese Arbeit wurden in Deutschland einige Schmetterlingshäuser besichtigt, unter anderem jene im Zoo von Karlsruhe, Arnheim, Stuttgart und Köln. Diese Besuche halfen, grundlegende Methoden im Umgang mit Tagfaltern und der Artbestimmung zu erlangen, sowie ein Gefühl für das Arbeiten mit diesen fragilen Tieren. So konnten erste Kenntnisse über ihre Taxonomie, Anatomie und ihr Verhalten gewonnen werden. Vor Ort wurde das Schmetterlingshaus in Mindo besucht, welches nur heimische Arten beherbergt. Hier wurden gute Fotografien angefertigt. Um weitreichende Kenntnisse über die vorkommenden Tagfalter, deren Habitatansprüche, sowie Futtervorlieben zu erlangen, wurde zunächst eine umfassende Literaturrecherche durchgeführt. Da der Schwerpunkt dieser Arbeit auf die Waldvernichtung um das Gebiet der biologischen Station liegt, wurden bereits durchgeführte Studien in dieser Umgebung besonders berücksichtigt.

## 2.3 Schmetterlingsfallen

Das wichtigste Werkzeug dieser Arbeit sind die angefertigten Schmetterlingsfallen nach dem Entwurf von Dr. V. C. L. van Someren. Diese wurden in Zusammenarbeit mit dem Team von UPDC vor Ort hergestellt und sind mittlerweile eine gängige und zuverlässige Methode zur Überwachung von tropischen Schmetterlingen. Sie bestehen aus zwei quadratischen Plastikelementen, die an den Ecken mit vier Kordeln miteinander verbunden sind. Am oberen Rand des Fallendeckels ist ein schwarzes Netz angebracht, das um die vier Kordeln führt und einen Käfig bildet. Das Netz wurde so angebracht, dass sich zwischen Unterkante des Netzes und des Fallenbodens ein circa 10cm langer Ausschnitt befindet, durch den die Tagfalter in die Falle gelangen. Am oberen

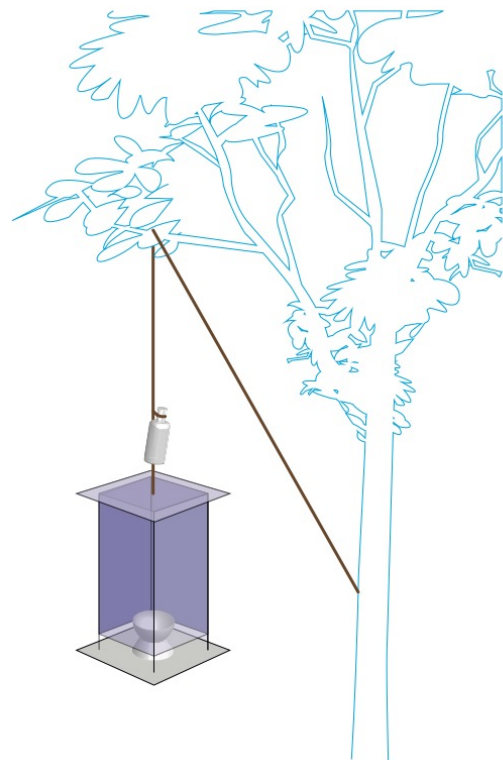


Abbildung 3 © Jakob Bosch. Grafische Darstellung der Schmetterlingsfalle

Plastikelement wird eine Schlaufe mit einem Seil befestigt, welches zu einem Karabinerhaken führt, der am Ast eines Baumes befestigt ist (siehe Abbildung 3). Durch den Karabinerhaken

hindurch, führt das Seil auf den Boden, wo es an einer Wurzel oder einem Baumstamm befestigt wurde. Um die Höhe der Falle zu verstellen, wird das Seil vom Baumstamm gelöst und so lange daran gezogen, bis die gewünschte Höhe erreicht ist. Da bei den ersten Probedurchläufen schnell auffiel, dass die Tagfalter bei kleinen Erschütterungen der Falle zu entkommen versuchten und dies durch den circa 7-10cm großen Spalt zwischen Fallenboden und Netz schnell schafften, wurde der Köder auf ein kleines Podest auf dem Boden der Falle deponiert, sodass der Abstand zwischen Köder, Fallenboden und Netz geringer und ein Entkommen der Schmetterlinge erschwert wurde. Circa 1m über dem oberen Plastikelement am Seil festgebunden, befindet sich eine handelsübliche mit Wasser gefüllte Plastikflasche, die zur Beschwerung der Falle dient und das Verstellen der Falle erleichtert. Auf dem Fallenboden befindet sich ein 15cm hohes Podest, das eine herausnehmbare Plastikschaale enthält, in den der jeweilige Köder gefüllt wird.

### 2.3.1 Standorte der Fallen

Für diese Arbeit wurden zwei Standorte ausgewählt: die Pfade des Nebelwaldes (siehe Abbildung 4), in den die Station integriert ist und ein Stück 1,34 Hektar große Wiese mit vereinzelt Bäumen, die sich circa 200m vom Stationshaus entfernt befindet. Dieses Stück freie Fläche wurde vor einigen Jahren geschaffen, als Bauern illegal Bäume für kommerziellen

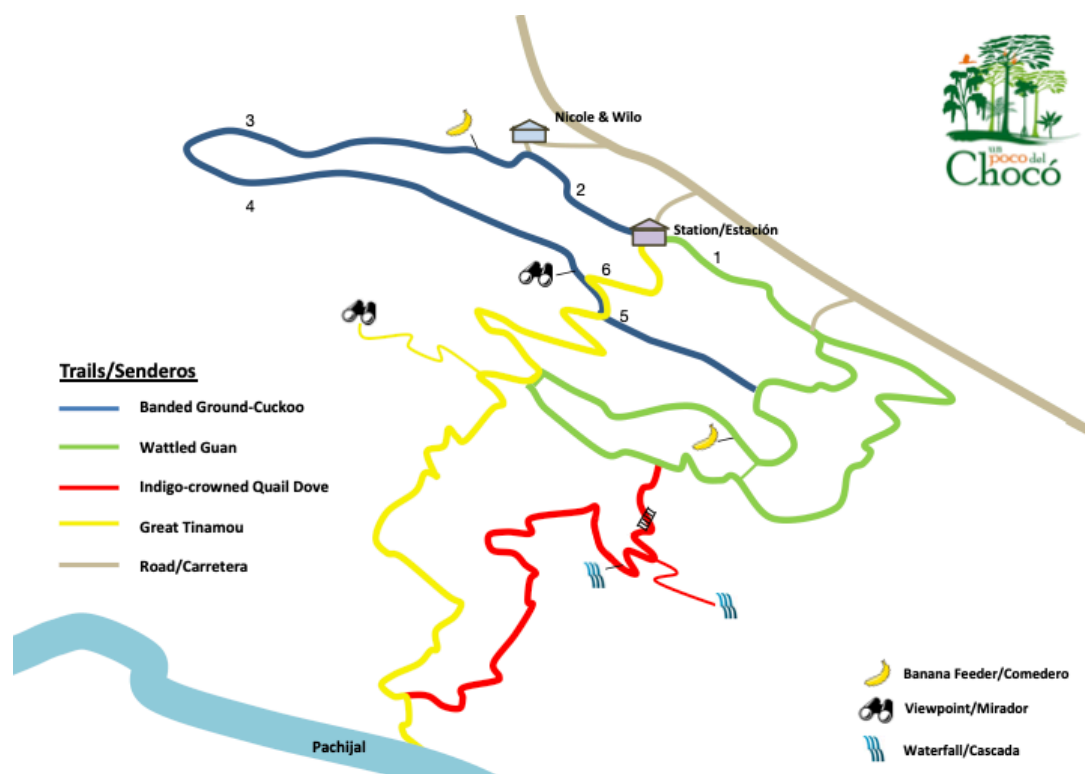


Abbildung 4 © Un poco del Chocó, mit leichten Änderungen durch die Autorin  
 Wegekarte des Naturreservats „Un poco del Chocó“. Die farbigen Linien markieren die Wege, die durch den Primär- und Sekundärwald führen. Die manuell hinzugefügten Nummern bezeichnen die Schmetterlingsfallen



Holzschlag fällten, sowie um Platz für Vieh zu schaffen. Das Ergebnis ist eine ständig wachsende, fragmentierte, steil abfallende Fläche (siehe Abbildung 5). Die Entfernung der Fallen zueinander beträgt im Durchschnitt 50 Meter Weg. Der Nebelwald, in dem sechs weitere Fallen installiert wurden, ist Primär- und Sekundärwald. Hier führt ein 5km langes Wegenetz durch. Am oberen Waldstück wurden vor 20 Jahren einige Bäume gefällt, mittlerweile hat sich dieses Stück Wald davon erholt (Mündliche Mitteilung Büttner).

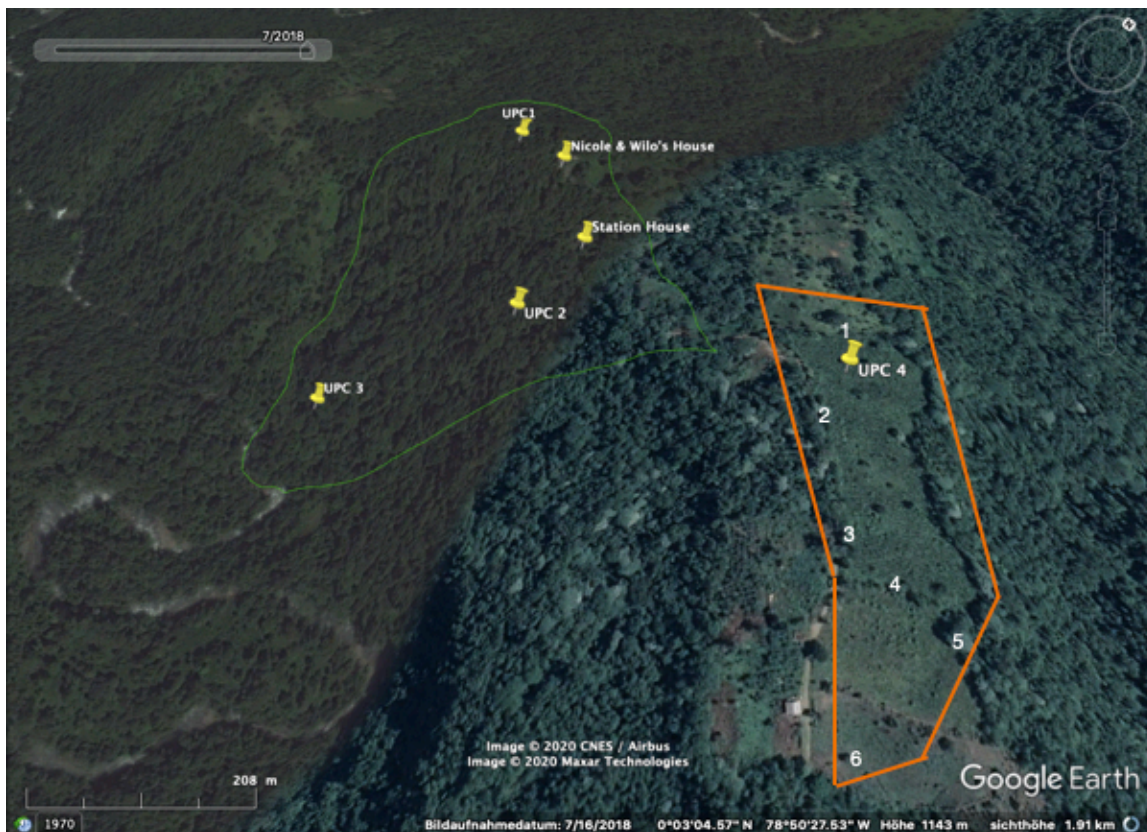


Abbildung 5

©Google earth. Satellitenfoto des Naturreservats sowie des umliegenden Gebiets, inklusive der Wiese, hier in orange markiert. Die Zahlen markieren die Plätze der Schmetterlingsfallen. In grün markiert ist das Naturreservat, der Primär- und Sekundärwald in dem sich die Fallen für das gestörte Habitat „Wald“ befinden.

Zwei Teammitglieder von UPDC kletterten mit einer Ausziehleiter in die Baumkronen und befestigten dort die Karabinerhaken und Seile zum Installieren der Fallen an einem vorstehenden Ast. Die Höhe der Karabinerhaken beträgt hierbei circa 15 Meter. Die Fallen selbst wurden entweder 5-10 Meter hoch oder <5 Meter hoch eingestellt. Außerdem wurde täglich einer der drei Köder eingesetzt. Hierfür wurden drei Arten verwendet; Banane-Köder, Bananenköder mit Kaffeesatz (Shuey, 1997) und ein Fisch- Shrimp Köder (Bokelaar, 2017), die alle mehrere Tage fermentierten (Köderrezepte siehe Anhang).

## 2.4 Bestimmung der Tagfalter

Nach einigen Tagen der Datenaufnahme, war es möglich, einige Tagfalterarten vor Ort zu bestimmen. Mit einem geübten drei-Finger-Griff können die Tagfalter gut von allen Seiten betrachtet werden, ohne dem Tier zu schaden (siehe Abbildung 6). Alle Falter, die nicht im Feld identifiziert werden konnten, wurden in Gläsern gesammelt und auf die Station gebracht, um sie dort anhand von Literatur und Fotos zu bestimmen. Gefolgt wurde während dieser Arbeit der Nomenklatur nach Láminas. Bestimmt wurden die Funde anhand ihrer äußerlichen Merkmale mit dem Nachschlagewerk „Mariposas del Ecuador“ von Francisco Piñas Rubio und den Internetseiten <https://butterfliesofamerica.com> und <https://www.learnaboutbutterflies.com>.



Abbildung 6 ©Helena Bosch Links: ein *Morpho peleides* auf einem großen Bananenblatt im Schmetterlingshaus Mindo. Rechts: die Unterseite eines *Morpho peleides* der mit einer Falle im gestörten Habitat „Wiese“ gefangen wurde.

## 2.5 Bereitstellen des Köders

Morgens zwischen 8 und 9 Uhr wurden circa 100 ml des neuen Köders (Banane, Banane+Kaffeersatz oder Fisch-Shrimp Köder), auf das Podest gesetzt und gegebenenfalls Falter des Vortags entnommen und bestimmt. Zwischen 14 und 15 Uhr wurden die Fallen erneut geleert. Die Schmetterlinge wurden aus den Fallen entnommen und entweder direkt vor



Ort bestimmt und katalogisiert, oder in Behältern zur Station transportiert. Tagfalter, die beim Abseilen der Fallen entkamen, wurden nicht mit in die Ergebnisse einberechnet, da sie nicht rechtzeitig identifiziert werden konnten. Im Stationseigenen Labor konnten die Schmetterlinge in einer weißen Fotobox optimal mit einer Fujifilm X-T10 mit 35-55mm Objektiv fotografiert und mit einschlägiger Literatur bestimmt werden, ehe sie anschließend freigelassen wurden. Bei Tagfaltern, bei denen die Bestimmung schwierig war, wurden diese in ein Gefäß gegeben, das einen Tupfer mit wenigen Tropfen Essigester enthielt. Nach einigen Sekunden waren die Falter erstarrt und konnten gut untersucht werden, ohne dass sie wegflogen. Sie wurden anschließend nach kurzer Erholungsphase wieder freigelassen.

Der Köder wurde am darauffolgenden Tag 5m entfernt von der Falle entsorgt ehe wieder ein neuer Köder eingesetzt wurde und ein neuer Beobachtungszyklus begann. Zusätzlich zu den Fallen wurde mit einem Schmetterlingsnetz gearbeitet, um Schmetterlinge zu fangen, die normalerweise nicht in die Fallen fliegen. Diese Methode konnte nur bei Trockenheit im Unterholz angewendet werden, da bei Regen das Netz nass werden würde und die Tagfalter dadurch hätten verletzt werden könnten.

Täglich wurden Höhe der Fallen und Köder variiert. Die Fallen wurden in beiden Habitaten zur gleichen Uhrzeit auf die gleiche Höhe gestellt und mit dem gleichen Köder versehen. Das heißt, dass jede der zwölf Fallen, pro Tag in jedem Habitat die gleiche Höhe und den gleichen Köder hatte. Es wechselten sich täglich Banane, Banane+Kaffeersatz und Fisch-Shrimp miteinander ab, außerdem wurden die Fallen entweder auf „hoch“ (> 10m) oder „niedrig“ (<5m) verstellt. Aufgrund von Zeit- und Ressourcenmangel war es nicht möglich jeden Köder gleich oft zu verwenden.

*Tabelle 1: Zeitrichtlinie für die Datenaufnahme. Jeder neuer Beobachtungszyklus dauerte 24h und begann um 9:00 Uhr. Zu dieser Zeit wurden Fallenhöhe und Köder geändert.*

<b>Beobachtungstag</b>	<b>Fallenhöhe</b>	<b>Köder</b>
1.	Hoch	Banane
2.	Niedrig	Banane+Kaffeersatz
3.	Hoch	Fisch-Shrimp
4.	Niedrig	Banane
5.	Hoch	Banane+Kaffeersatz
6.	Niedrig	Fisch-Shrimp
7.	Hoch	Banane
8.	Niedrig	Banane+Kaffeersatz
9.	Hoch	Fisch-Shrimp
...	...	...

## 2.6 Auswertung der Daten

Für die statistische Datenauswertung wurde mit dem Statistikprogramm SPSS gearbeitet. Es handelt sich hierbei um eine leistungsfähige Statistiksoftwareplattform für empirische Analysen von der Softwarefirma IBM. Damit können statistische und grafische Analysen erstellt werden.

In einer Microsoft Excel Tabelle wurden alle Fänge mit ihrem Datum, ihrer Uhrzeit, dem Ort, wo und wie die Tagfalter erfasst wurden zusammengetragen (Protokoll siehe Anhang). Wurden die Tagfalter mit einer Falle gefangen, wurde noch der Standort der Falle, die Höhe (ob Unterholz oder Kronendach) und der verwendete Köder (Banane, Banane+Kaffeesatz oder Fisch-Shrimp) notiert. So wurden die Ergebnisse der Inventar- und Köder Studie gesammelt. Um die Biodiversität zwischen den zwei Untersuchungsgebieten zu vergleichen, wurde ein Shannon-Wiener-Diversitäts-Index (HS) berechnet.

Es wurde folgende Formel dafür angewendet:

$$H_s = - \sum_{i=1}^s p_i \log p_i$$

Nach dem Berechnen des SWI, wurde die Evenness wie folgt berechnet:

$$\frac{H_s}{H_{max}} = \textit{Evenness}$$

Wobei  $H_{max}$  auf diese Weise berechnet wird:

$$H_{max} = -\log(1/i)$$

Die Evenness gilt als Maß für die Gleichverteilung und wird zur Charakterisierung der Biodiversität eingesetzt, da der SWI alleine dafür nicht ausreicht. Der Wert liegt immer zwischen 0 (völlig ungleiche Verteilung der Individuen auf die einzelnen Arten) und 1 (die Individuen sind auf die Arten gleichermaßen verteilt)

(<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/evenness/23139> letzter Zugriff: 08.08.2020).

Um eine mögliche Signifikanz ( $P < 0.05$ ) bei den Studien festzustellen, wurden mehrere statistische Tests angewendet. Es muss zuerst getestet werden, ob die Daten mit einer Normalverteilung übereinstimmen. Unter anderem wurde dafür ein Kolmogorov-Smirnov Test mit Signifikanzkorrektur nach Lilliefors durchgeführt. Dieser statistische Test prüft Stichprobenergebnisse auf deren Übereinstimmung mit einer vermuteten Verteilung (Bakker et al. kein Datum veröffentlicht). Die Signifikanzkorrektur nach Lilliefors passt den Kolmogorov-Smirnov-Test an eine Normalverteilung an, ist aber nicht so genau wie der Shapiro-Wilk-Test (<https://www.spss-tutorials.com/spss-kolmogorov-smirnov-test-for-normality/#kolmogorov-smirnov-normality-test-what-is-it>, letzter Zugriff: 07.08.2020).

Der Shapiro-Wilk-Test, der eine höhere Power als der Kolmogorov-Smirnov-Test hat, ermittelt, ob die Daten von der Normalverteilung abweichen. Bei diesem Test können mehr als drei Beobachtungen eingesetzt werden. Am Ende dieses Tests soll die Nullhypothese einer Normalverteilung verworfen oder angenommen werden.

Anschließend wurde der Mann-Whitney-Test durchgeführt. Dieser ist die nicht-parametrische Alternative zum t-Test und überprüft, ob die zentralen Tendenzen zwei unabhängiger Stichproben verschieden sind ([https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse\\_spss/unterschiede/zentral/mann.htm](https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/mann.htm), letzter Zugriff: 07.08.2020).

Für die Köder Studie wurde ein Kruskal-Wallis Test durchgeführt. Ein Test, der zur Untersuchung auf Unterschiede zwischen mehreren Gruppen genutzt wird und die nicht-parametrische Version des ANOVA Tests darstellt (engl. **AN**alysis **O**f **V**arianz). Dieser funktioniert wie ein t-Test, aber kann mehr als zwei Variablen berücksichtigen, ist hier aber nicht geeignet.

Der Kruskal-Wallis-Test berechnet eine Signifikanz für die Ergebnisse der unterschiedlichen Köder anhand ihrer Ränge und wird angewendet, wenn mehr als zwei unabhängige Stichproben miteinander verglichen werden. Der Köder mit dem jeweilig höchsten mittleren Rang, ist der erfolgreichste.

## 3. Ergebnisse

Eine vollständige Artenliste welche Art, wo und mit welchem Köder gefangen wurde, befindet sich im Anhang.

### 3.1 Inventar Studie

Während der 30 Tage Feldarbeit konnten insgesamt 731 Tagfalter und dabei 54 Arten mit den zwölf Fallen, jeweils sechs im Primär- und Sekundärwald und sechs auf der Wiese, und dem Netz erfasst. Davon wurden 115 Individuen im Wald und 616 Individuen auf der Wiese erfasst. Mit den Fallen wurden insgesamt 332 Individuen, mit dem Netz 54 gefangen und 345 wurden beobachtet.

#### 3.1.1 Wald

Im ungestörten Habitat „Wald“ wurden insgesamt 29 Arten erfasst. Mit 15 Fängen ist *Cityaerias merolina*, ein Vertreter der Subfamilie Satyrinae (siehe Abbildung 7) die am häufigsten gefangene Art im ungestörten Habitat „Wald“. Er ist gut an den abgerundeten transparenten Flügeln, der rötlichen Pigmentierung der hinteren Flügel sowie den kleinen Ozellen erkennbar. Alle Vertreter dieser Gattung sind im Unterholz der Neotropen zu finden. Über die genaue Anzahl an Arten der Gattung *Cithaerias* herrscht Uneinigkeit, was es unmöglich macht, genaue Anhaltspunkte über das Verbreitungsgebiet zu geben. In diesem Habitat wurden nur Vertreter der Nymphalidae, Pieridae und Riodinidae gefangen.



Abbildung 7 © Helena Bosch Foto eines *Cityaerias merolina* in einer weißen Fotobox.

### 3.1.2 Wiese

Von den 616 Individuen, wurden 278 mit den Fallen, mit dem Netz 46 Tagfalter gefangen und weitere 292 Tagfalter wurden beobachtet. Die Fallen im gestörten Gebiet „Wiese“ wurden numerisch von einer Art dominiert; *Hermeuptychia sp.* (siehe Abbildung 8) wurde während des Beobachtungszeitraumes 179 Mal erfasst. Dieser wurde mit allen Ködern und jeder Fangmethode auf jeder Höhe gefangen. Insgesamt wurden 40 Arten in diesem Habitat erfasst. Es wurden nur Vertreter der Familien Nymphalidae, Hesperidae und Pieridae gefangen.



Abbildung 8 © Helene Bosch, *Hermeuptychia sp.*

### 3.1.3 Abundanz und Biodiversität

Während der Datenaufnahme wurden 74 Tagfalter gefangen, die der Familie der Hesperidae zugeordnet werden konnten, 642 die der Nymphalidae, 10 der Pieridae und ein Tagfalter konnte der Familie der Riodinidae zugeordnet werden. Ein Vertreter der Papilionidae wurde während der Datenaufnahme nicht gefangen. Der deutlich große Anteil der Nymphalidae ist in der Abbildung 9 unten gut sichtbar.

Gefangen wurden 45 Nymphalidae, fünf Hesperidae, drei Pieridae und ein Riodinidae (siehe Abbildung 9).

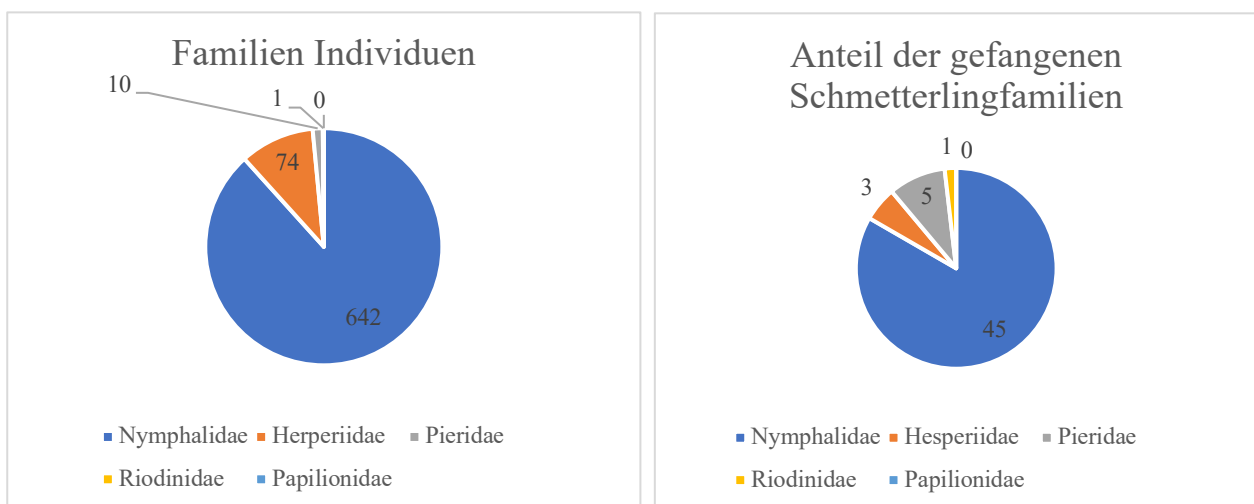


Abbildung 9 Im linken Kreisdiagramm ist die Verteilung der Individuen in ihre zugehörigen Familien bzw die Abundanz zu sehen. Rechts ist die Verteilung der Arten bzw die Biodiversität zu sehen. Auffallend ist der deutlich große Anteil an Nymphalidae.

Während der Bestandaufnahme war das Wetter sehr durchwachsen. Die meiste Zeit war es morgens trocken und teilweise sonnig. Nachmittags fing es meistens an zu regnen. Es gab auch Tage, an denen es durchgehend zu heftigen Regenfällen kam, sowie Tage, an denen kein Regen fiel. Dieses Wetter ist charakteristisch für Regenzeiten, von denen es pro Jahr zwei gibt, jeweils von Februar bis Mai und Oktober bis November. Die Trockenzeiten erstrecken sich von Juni bis September, als auch von Dezember bis Januar.

Da aus vorherigen Studien hervorging, dass Schmetterlinge bei vermehrt auftretenden Regen- oder Starkregen nur selten anzutreffen sind, wurde darauf geachtet, dass die Kontrollen der Fallen nicht während des Regens durchgeführt wurden (Kuussaari, 2016). Die Datenaufnahme für diese Studie fand während einer der Regenzeiten statt. Dies hatte zur Folge, dass an Tagen, an denen es konstant regnete, kaum bis keine Tagfalter gefangen wurden. Außerdem konnte an diesen Tagen kein Schmetterlingsnetz eingesetzt werden. Die Methodik blieb an regnerischen und sonnigen Tagen, bis auf den Verzicht des Schmetterlingsnetzes, gleich.

Der Student Jens Bokelaar führte im Jahr 2017 im selben Untersuchungsgebiet eine sechsmonatige umfassende Bestandaufnahme durch, welche jedoch zu einer anderen Jahreszeit, einer der Trockenzeiten stattfand. Ergänzend zu seinen insgesamt 108 gefangenen Arten, konnten in dieser Studie darüber hinaus zusätzlich 16 Arten erfasst werden. Ebenso konnten auch einige Arten die Bokelaar fing, nicht während dieser Studie gefangen werden. Eine genaue Auflistung zeigt Tabelle 2.

Tabelle 2: Auflistung der Arten in denen sich diese Studie von die von Bokelaar (2017) unterscheiden. In der linken Spalte sind die Arten aufgelistet, die in dieser Studie gefangen wurden, in der von Bokelaar aber nicht. In den anderen Spalten sind die Arten aufgelistet, die in Bokelaars Studie erfasst wurden, aber in dieser Studie nicht (Bokelaar, 2017)

Nicht in Bokelaars Studie	Nicht in dieser Studie		
<i>Dismorphia sestia</i>	<i>Actinote alcione</i>	<i>Euselasia sp.</i>	<i>Marpesia zerynthia</i>
<i>Eurybia lycisca</i>	<i>Actinote ozomene</i>	<i>Forsterinaria inornata</i>	<i>Necyria sp.</i>
<i>Heliconius hecalesia</i>	<i>Actinote stratonice</i>	<i>Greta andromica occidentalis</i>	<i>Neoxeniades molion</i>
<i>Hermeuptychia alcione</i>	<i>Adelpha rothschildi</i>	<i>Heliconius atthis</i>	<i>Nessaea sp.</i>
<i>Megeuptychia antonoe</i>	<i>Anteros kupris</i>	<i>Heliconius clysonimus</i>	<i>Oressinoma typhla</i>
<i>Memphis druce</i>	<i>Anthanassa drusilla</i>	<i>Heliconius eleuchia primularis</i>	<i>Pareuptychia metaleuca</i>
<i>Moschoneura pinthous ela</i>	<i>Apaustus sp.3</i>	<i>Heliconius melpomere cytera</i>	<i>Parides iphidamas ayabacensis</i>
<i>Moschoneura pinthous pinthous</i>	<i>Archaeoprepona demophon</i>	<i>Heraclides thoas neacles</i>	<i>Pedaliodes tabaconas</i>
<i>Oleria padilla</i>	<i>Astrartes alardus</i>	<i>Hermeuptychia</i>	<i>Pieriballia tithoreides</i>
<i>Oleria sp.</i>	<i>Astrartes fulgeator</i>	<i>Hesperiidae sp. Gold</i>	<i>Pseudolycaena</i>
<i>Opsiphanes bogotanus</i>	<i>Caligo eurilochus</i>	<i>Hesperiidae sp. Gold spot 2.</i>	<i>Pyrgus sp.</i>
<i>Opsiphanes cassina</i>	<i>Castilla eranites</i>	<i>Hesperiidae sp. Rusty</i>	<i>Renella sp.1</i>
<i>Phoebis philea</i>	<i>Catonephele numilia</i>	<i>Hypanartia kefersteini</i>	<i>Rhetus dysonii</i>
<i>Taygetis nympa</i>	<i>Charis anius</i>	<i>Hypanartia lethe</i>	<i>Saliana sp.</i>
<i>Taygetis xenana</i>	<i>Cissia palliida</i>	<i>Jemadia hospita</i>	<i>Sarota willmotti</i>
<i>Tegosa sp.</i>	<i>Contrafacia sp.1</i>	<i>Justinia justinianus</i>	<i>Scada batesi</i>
	<i>Diaethria gueneei</i>	<i>Lamprospilus sp.</i>	<i>Siderone galanthis</i>
	<i>Dione juno</i>	<i>Laothus gibberosa</i>	<i>Siproeta stelenes</i>
	<i>Dismorphia zathoe othoe</i>	<i>Lasaia agesilas</i>	<i>Taygetina gulnare</i>
	<i>Doxocopa elis</i>	<i>Leptophobia gonzaga</i>	<i>Taygetis thamyra</i>
	<i>Emeis sp.1</i>	<i>Leptophobia tovaria maruga</i>	<i>Tegosa similis</i>
	<i>Emesis cypria</i>	<i>Leucochimona lagora</i>	<i>Theritas hemon</i>
	<i>Eresia sestia</i>	<i>Lieinix nemesis</i>	<i>Urbanus dorantes</i>
	<i>Eresia sp.</i>	<i>Lycanidae sp.</i>	<i>Urbanus esta</i>
	<i>Eueides procula</i>	<i>Magneuptychia tiessa</i>	<i>Xenophanes tryxus</i>
	<i>Euptychia jesia</i>	<i>Marpesia coresia</i>	<i>Zenis jebus</i>
	<i>Euptychoides eugenia</i>	<i>Marpesia marcella</i>	<i>Zera sp.1</i>
	<i>Euselasia regipennis eurysthene</i>	<i>Marpesia merops</i>	<i>Zizula cyna</i>

### 3.1.5 Stratifizierung

Ziel dieses Abschnitts war es, möglichst viele Tagfalter zu erfassen. Da es teilweise Unterschiede bezüglich der Biodiversität der Tagfalter in Abhängigkeit der Stratifizierung gibt, wurde diese berücksichtigt. Dies ist jedoch nicht Schwerpunkt dieser Studie. Dies war Gegenstand der Studentin Jitske Spee 2019. Für die Bestandaufnahme wurden die Fallen mit dünnen Seilen an Ästen in Bäumen befestigt und täglich verstellt. Dabei wurde für beide Habitats (ungestörtes und gestörtes Habitat) die gleiche Höhe ausgewählt, entweder „niedrig“ (circa 1,5m über dem Boden) oder „hoch“ (circa 10-15m über dem Boden). Die Ergebnisse sind in Abbildung 10 dargestellt und beziehen sich nur auf die Anzahl der Tagfalter, nicht die Biodiversität. Es ist ein deutlicher Unterschied zwischen der Abundanz der Höhen zu erkennen. Die Abundanz im Unterholz ist um einiges höher, als die der Baumkrone. Dieses Phänomen gilt sowohl für das gestörte (Wiese), als auch das ungestörte Habitat (Wald). Insgesamt wurden 288 Individuen gefangen, als die Falle auf Höhe „niedrig“, und 44 Individuen, als diese auf „hoch“ eingestellt war. Im ungestörten Habitat „Wald“ wurden 8 Tagfalter gefangen, als die Falle auf „hoch“ eingestellt war und 46 Tagfalter, als die Falle auf „niedrig“ eingestellt war. Im gestörten Habitat „Wiese“ wurden 36 Tagfalter gefangen, als die Falle auf „hoch“ eingestellt war und 242 Tagfalter, als die Falle auf „niedrig“ eingestellt war.

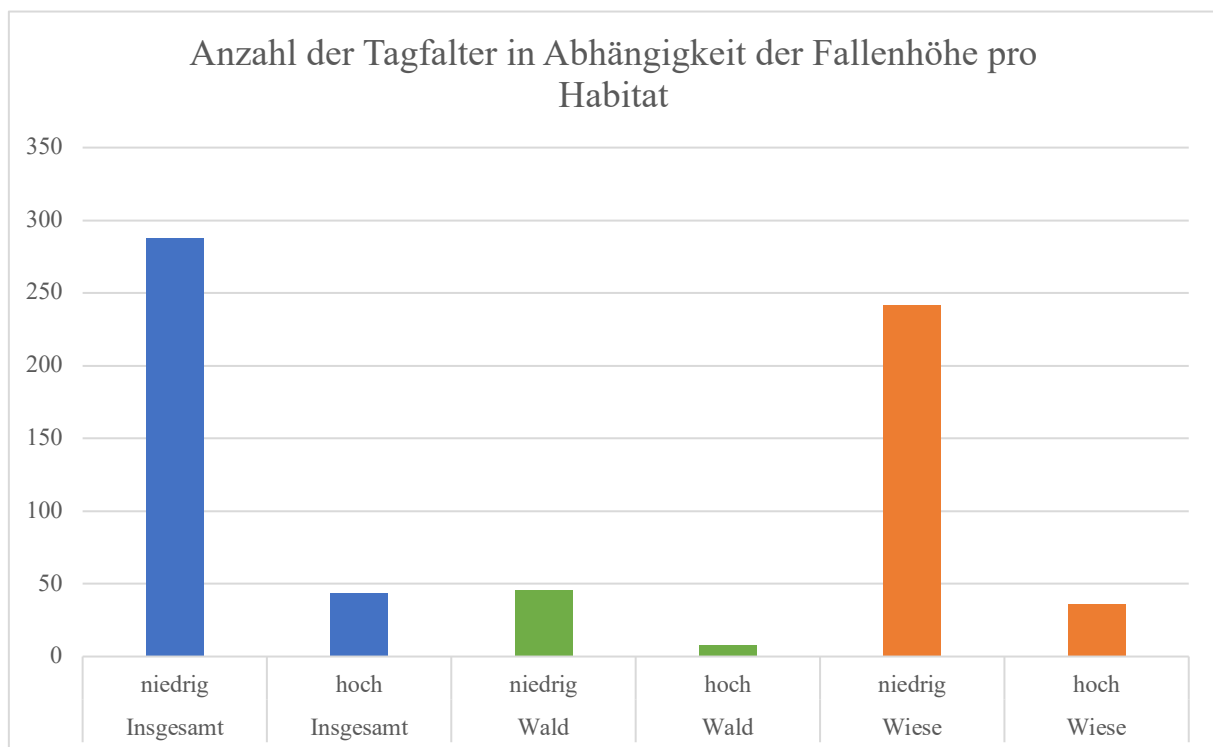


Abbildung 10 Anzahl der Tagfalter in Abhängigkeit der Fallenhöhe des jeweiligen Habitats. Die Bezeichnung „niedrig“ bezieht sich auf die Fallenhöhe und gibt an, dass beim Fang der Tagfalter die Falle circa 1,5m über dem Boden positioniert wurde. „Hoch“ bedeutet, dass die Falle auf einer Höhe von 5-10m positioniert war.



### 3.3 Köder Studie

Um herauszufinden, welcher der drei verschiedenen Köder die meisten Tagfalter anlockt, wurde der Köder täglich gewechselt und gezählt, wie viele Individuen sich in den nächsten 24 Stunden in der Falle befinden. Die Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet. Die Tatsache, dass die einzelnen Köder nicht gleichmäßig angewendet werden konnten, ist in die statistische Auswertung mit einberechnet.

Da mehr als zwei Gruppen miteinander verglichen werden und ein nicht-parametrischer Test verwendet werden muss, wurde ein Kruskal-Wallis Test durchgeführt. Die Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet (siehe Abbildung 12). Für die folgenden Ergebnisse wurde nur die Anzahl der Falter in die Auswertung einbezogen, die in den Fallen gefangen wurden. Es wurde ein signifikantes Ergebnis von  $P= 0.003$  berechnet. Obwohl der Fisch-Shrimp Köder im Verhältnis aufgrund von Ressourcenmangel weniger verwendet werden konnte, hat dieser die meisten Tagfalter angelockt.

Das Ergebnis Kruskal-Wallis  $X^2_3 = 11.633$ , asymptotische Signifikanz  $P= 0,003$ .

*Tabelle 3: Ergebnisse des Kruskal-Wallis Tests. Zu sehen ist, dass der mittlere Rang beim Fisch-Shrimp Köder am höchsten ist, beim Banane-Kaffeesatz Köder am geringsten.*

Ränge			
	Köder	N	Mittlerer Rang
Individuen	Banane	388	356,70
	Banane-Kaffee	156	335,95
	Fisch-Shrimp	180	398,00
	Gesamt	724	

Aufgrund von Ressourcen- und Zeitmangel, war es oft nicht möglich für eine kontinuierliche Fermentierungsdauer jedes einzelnen Köders zu sorgen. Der Bananen-Köder wurde während der Feldarbeit an 23 Tagen verwendet und hat dabei insgesamt 204 Individuen in die Fallen gelockt. Der Banane-Kaffeesatz Köder hat an 11 Tagen 62 Individuen angelockt und der Fisch-Shrimp Köder wurde an 11 Tagen verwendet und hat damit 116 Individuen in die Falle angelockt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 13 dargestellt. Auffallend war, dass bei letzterem schon nach wenigen Minuten viele Fliegen und viele Arten der Geometriidae angezogen

wurden. Ob dies einen Einfluss auf das eigentliche Untersuchungsobjekt, die Tagfalter hatte, wurde nicht untersucht.

Obwohl die verschiedenen Köder nicht gleich viel eingesetzt wurden, gibt es deutliche Unterschiede zwischen ihnen. Der Fisch-Shrimp-Köder wurde ebenso oft wie der Bananen-Kaffeersatz-Köder verwendet, aber der Fisch-Shrimp-Köder hat fast doppelt so viele Tagfalter anlocken können, wie der Banane-Kaffeersatz-Köder. Artspezifische Untersuchungen wurden bereits von den Studierenden Spee (Spee, 2019) und Bokelaar (Bokelaar, 2017) untersucht. Aus diesem Grund, und weil der Kernpunkt dieser Arbeit woanders liegt, wurde auf eine genauere Untersuchung, welche Arten von welchem Köder angezogen werden, verzichtet.

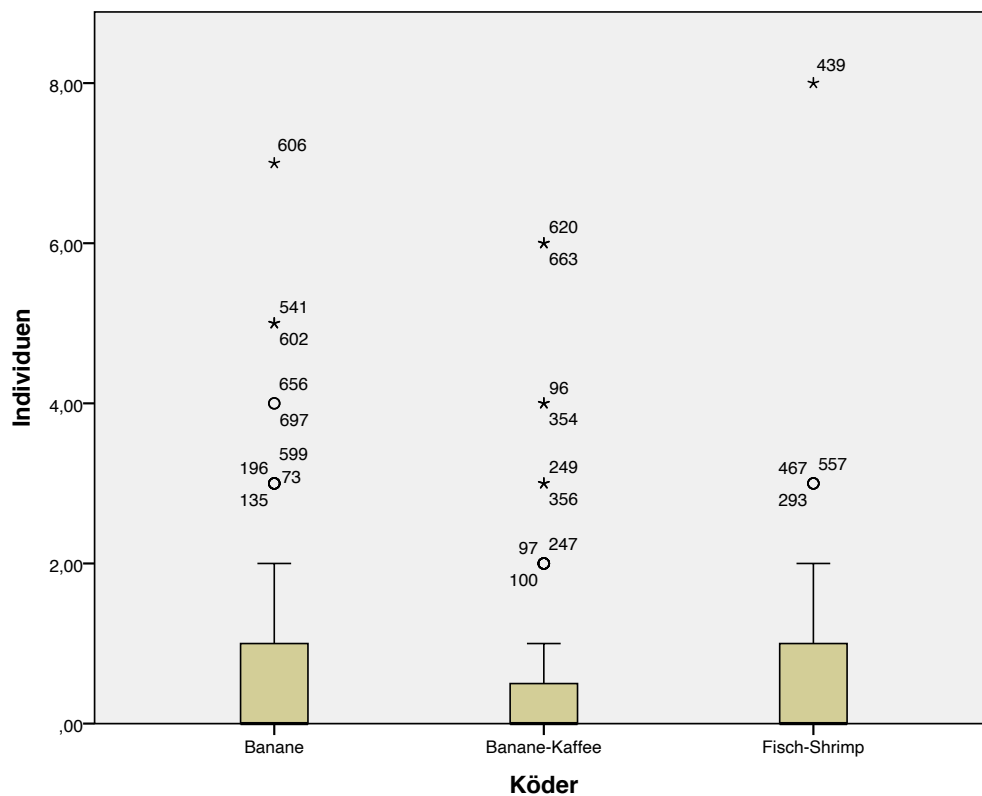


Abbildung 11 Ergebnisse der Köder Studie in einem Box-Plot. Zu sehen sind die verschiedenen Köder und wie viele Individuen durch diese gefangen wurden. Die Punkte und Sternchen geben Ausreißer an.

### 3.2 Habitat Vergleich

Der Studienabschnitt beschäftigt sich mit der Frage, in wie weit sich die Biodiversität und Abundanz der Tagfalter in den Habitaten unterscheidet. Hierfür wurden alle Tagfalter bestimmt und es wurde dokumentiert, in welchem Habitat sie anzutreffen waren. Im Kreisdiagramm unten (Abbildung 12) ist die Menge der gefangenen Arten pro Habitat dargestellt. Es wurde aber noch keine Abundanz und Normalverteilung mit einberechnet, die für eine Diskussion der Ergebnisse wichtig sind. Im ungestörten Habitat „Wald“ wurden insgesamt 115 Individuen und 29 Arten gefangen. Im gestörten Habitat „Wiese“ wurden 616 Individuen und 40 Arten gefangen. Es wurden 15 Arten in beiden Habitaten gefunden.

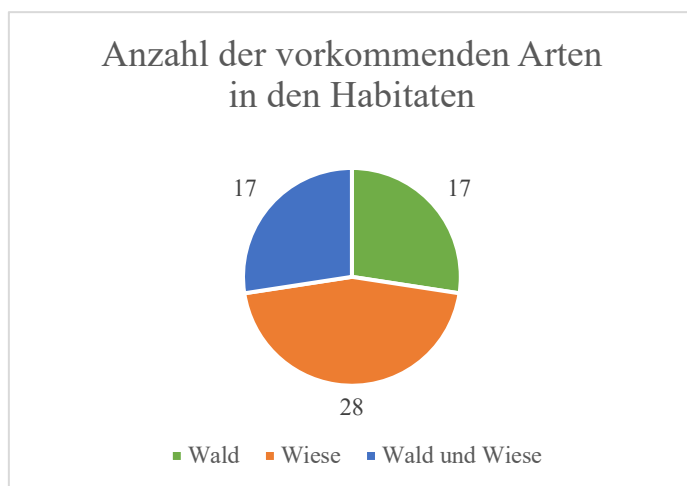


Abbildung 12 Graphische Darstellung der Ergebnisse der Habitat Studie. Zu sehen sind die unterschiedlichen Anteile der Anzahl der vorkommenden Arten und deren Verteilung in den Habitaten. Hier ist allerdings noch keine Normalverteilung und Abundanz berücksichtigt.

Noch deutlicher werden die Ergebnisse, wenn sie in einem Boxplot (siehe Abbildung 13) dargestellt werden.

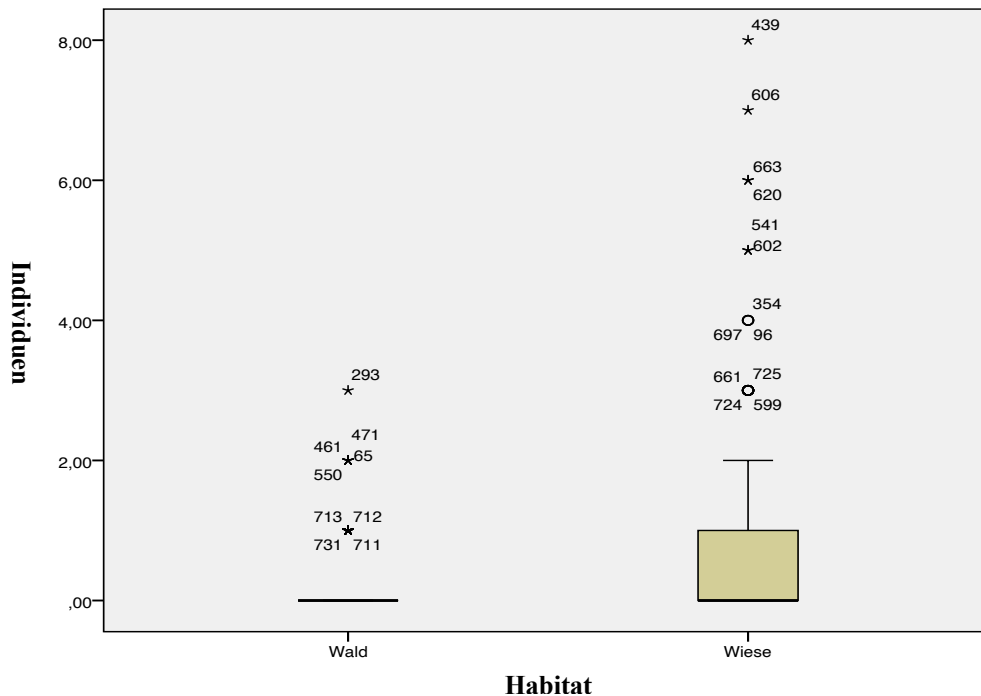


Abbildung 13  
Darstellung der Ergebnisse aus der Habitat Studie. Zu sehen sind die Anzahl der erfassten Individuen in ihrem jeweiligen Habitat. Die Punkte oberhalb der Box geben Ausreißer an.

Die Überprüfung der Verteilung der Daten gibt Aufschluss über die nachfolgenden statistischen Tests, welche durchgeführt werden müssen. Hierzu wurde ein Kolmogorov-Smirnov Test, Signifikanzkorrektur nach Lilliefors durchgeführt, sowie ein Shapiro-Wilk-Test, welche ermitteln, ob die Daten von der Normalverteilung abweichen. Wie unten zu sehen ist, ergab sich aus beiden Tests ein Ergebnis von  $P=0.000$ , was bedeutet, dass ein nicht-parametrischer Test durchgeführt werden muss (siehe Abbildung 16).

Tabelle 4: Ergebnisse des Kolmogorov-Smirnov und Shapiro-Wilk Test. Das Ergebnis beider Tests weist auf ein hoch signifikantes Ergebnis hin.

Habit	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
Individuen Wald	,480	347	,000	,510	347	,000
Wiese	,288	395	,000	,658	395	,000

a. Signifikanzkorrektur nach Lilliefors

Es wurde ein Mann-Whitney-U-Test ausgewählt. Dieser zeigt ein hoch signifikantes Ergebnis von  $P = 0.000$  (siehe Tabelle 5). Daraus lässt sich ableiten, dass sich die Anzahl der Fänge in Wald und Wiese stark unterscheiden, dies wird auch beim Begutachten der Fangzahlen deutlich.

Tabelle 5: Ergebnis des Mann-Whitney-Tests. Das Ergebnis ist hoch signifikant  $P=0.000$ .

Statistik für Test <sup>a</sup>		Individuen
Mann-Whitney-U		49720,000
Wilcoxon-W		110098,000
Z		-7,754
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,000

a. Gruppenvariable: Habit

Auch der Kolmogorov-Smirnov Test zeigt ein hoch signifikantes Ergebnis wie in Tabelle 6 zu sehen ist.

Tabelle 6: Ergebnis des Kolmogorov-Smirnov Tests. Das Ergebnis ist hoch signifikant  $P=0.000$

Statistik für Test <sup>a</sup>		Individuen
Extremste Differenzen	Absolut	,251
	Positiv	,000
	Negativ	-,251
Kolmogorov-Smirnov-Z		3,413
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)		,000

a. Gruppenvariable: Habit

Es reicht nicht, sich nur die Anzahl der gefangenen Arten pro Habitat anzusehen, da auch die relative Häufigkeit der Fänge mit einbezogen werden muss. Deshalb wird der Shannon-Wiener Index verwendet, der diese mit in die Ergebnisse einbezieht. Die Evenness zeigt hierbei an, wie gleichmäßig die Arten bezüglich der Abundanz verteilt sind. Dieser Quotient liegt immer zwischen 0 und 1. In Abbildung 14 sind die Ergebnisse in einem Säulendiagramm dargestellt. Der Wald weist hierbei einen Shannon-Wiener Index (HS) von 1.2644 und eine Evenness von 0.8560 auf. Das Ergebnis der Evenness zeigt, dass die Arten fast gleichverteilt sind.

Auf der Wiese beträgt der HS 1.0824 und die Evenness 0.6668. Der HS ist hier niedriger, als im Habitat Wald, was auf eine niedrigere Diversität hindeutet. Ebenso ist die Evenness hier niedriger, als im Wald, was auf eine ungleiche Verteilung der Arten hindeutet.

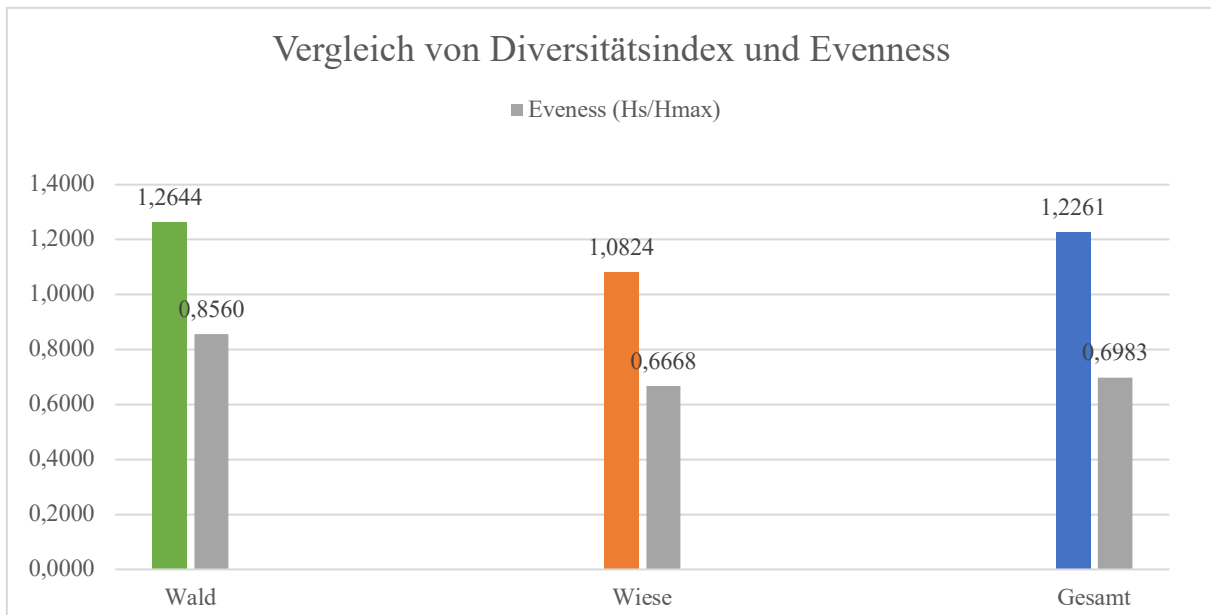


Abbildung 14

Ergebnisse des Vergleichs zwischen dem Shannon-Wiener Index und Berechnung der Evenness zwischen den Habitaten Wald und Wiese. Je höher der HS, umso höher ist die Diversität. Die farbigen Säulen zeigen den HS des jeweiligen Habitats. Die graue Säule stellt die Evenness da.

Innerhalb, der verschiedenen Lebensräume, konnte der höchste Artenreichtum im Habitat „Wald“ gefunden werden. Hier konnten 29 Tagfalterarten und insgesamt 115 Individuen gefangen werden. Obwohl dort weniger Individuen und Arten als auf der Wiese gefangen wurden, ist die Diversität im Verhältnis höher.

## 4. Diskussion

Die Frage, welche Auswirkungen die Fragmentierung des Gebietes rund um UPDC, bedingt durch menschliche Einflüsse, auf die Abundanz und Biodiversität der Tagfalter hat, stand im Vordergrund dieser experimentellen Untersuchung. Es wurden Faktoren wie Nahrungspräferenzen und Stratifizierung berücksichtigt, um diesbezüglich Kenntnisse zu erlangen.

### 4.1 Inventar Studie

Während des gesamten Untersuchungszeitraums wurden 731 Tagfalter bestimmt. Es wurden 54 verschiedene Arten gefangen und/oder, beobachtet. Davon wurden 29 Arten im Wald, 40 Arten im Habitat Wiese und 15 Arten in beiden Habitaten erfasst. Im gestörten Habitat „Wiese“ wurden 616, ungestörten Habitat „Wald“ 115 Individuen erfasst. Wiederfänge wurden hierbei nicht berücksichtigt, ebenso alle Vertreter, die nicht zu den Tagfaltern gezählt werden.

Das Team um Checa fingen während einer Studie nicht weit von diesem Untersuchungsgebiet im Rio Canande Reservat 5572 Tagfalter und 150 Arten (Checa et al., 2010). Diese Studie zeigt, dass mit mehr Aufwand und einem längeren Beobachtungszeitraum deutlich mehr Tagfalter gefangen werden können (Checa et al., 2010). Darüber hinaus ist die höchste Zahl an Individuen und Arten in den wärmeren und trockeneren Jahreszeiten aktiv. Dies könnte ein möglicher Grund für die geringen Fangzahlen sein (Checa, 2009). Die Jahreszeit scheint ein wichtiger Faktor zu sein, da einige Studien während der Regenzeit einen Rückgang der Artenvielfalt verzeichnen (Veddeler et al., 2005). Dies passt auch zu den Ergebnissen der Studie des Studenten Jens Bokelaar, der im Naturreservat UPDC 108 Tagfalterarten während einer der Trockenzeiten fing (Bokelaar, 2017). Jede Jahreszeit bringt andere Arten hervor.

Saisonale Schwankungen wurden bereits in einigen anderen Studien von neotropischen Insektengruppen beschrieben (Bonebrake et al., 2010). Der Unterschied zwischen dieser Studie und der von Bokelaar 2017 ist, dass hier der Schwerpunkt auf nur zwei klar umgrenzten Habitaten liegt und so mehr Zeit für nur diese zwei Habitate genutzt wurde. Die Fangmethoden von dieser und Bokelaars Studie waren bis auf die neu gebauten Fallen identisch.

In Bokelaars Studie gibt es einige nicht genauer identifizierte Arten die mit „sp.“ gekennzeichnet sind. Es ist möglich, dass diese in dieser Studie aber identifiziert werden konnten. Des weiteren wurden in Bokelaars Studie einige Hesperiidae gefangen, die als unterschiedliche Arten aufgelistet wurden, obwohl diese nicht näher bestimmt wurden. Weil

eine genauere Beurteilung dazu aber nicht möglich ist, da keine Fotos oder genauere Daten zur Verfügung stehen, werden sie als Arten klassifiziert, die Bokelaar fing, in dieser Studie aber nicht. Vor allem die Bestimmung der Subfamilie Euptychia ist nicht immer leicht, da sich die Arten bis auf die Geschlechtsmerkmale teilweise kaum unterscheiden. Hierfür müsste jeder einzelne Fang mit einem Mikroskop begutachtet oder durch molekulare Verfahren der Artstatus bestimmt werden.

Die Verwendung eines Schmetterlingsnetzes erwies sich als eine gute Methode um Arten zu fangen, die nicht mit einer der installierten Fallen zu fangen wurden. Dies war vor allem bei Arten von Vorteil, die bei der Nahrungsaufnahme erstarren und so leicht zu fangen sind. Bei Vertretern der Unterfamilie Brassolini wurde dieses Verhalten häufig beobachtet, dazu gehören Arten wie *Caligo atreus*, *Caligo illioneos*, aber auch Vertreter der Gattung *Opsiphanes*, die in dieser Studie auch mit den Fallen gefangen wurde. Die Tagfalter sind meistens so vertieft in ihre Nahrungsaufnahme, dass sie Herannahende kaum bemerken und sich gut beobachten und fangen lassen.

Außerdem erwies sich die Vermutung, dass mit dem Schmetterlingsnetz womöglich Arten gefangen werden können, die sich von Nektar ernähren, als richtig, denn so konnte zum Beispiel *Phoebus philea*, der größte Vertreter der Pieridae gefangen werden (learnaboutbutterflies.com, zuletzt besucht am 18.07.2020). Die Verteilung nach Höhe der gefangenen Tagfalterfamilien ist kein zu erwartendes Ergebnis. Die mit Abstand am häufigsten gefangenen Tagfalter gehörten zur Familie der Nymphalidae. Die Neotropen sind reich an Nymphalidae. Gattungen wie *Callicore*, *Perisama* und *Callithea* sind nur dort zu finden (Smart, 1977). 6000 Arten lassen sich den 12 Unterfamilien der Nymphalidae zuordnen. In der Diskussion der Köder-Studie wird das Thema der unterschiedlich gefangenen Arten weiter diskutiert (siehe unten Diskussion Köder-Studie).

#### 4.1.2 Stratifizierung

Beim Betrachten der Ergebnisse im ungestörten Habitat „Wald“ wird schnell deutlich, wie unterschiedlich das Vorkommen der Tagfalter innerhalb der Stratifizierung ist. Die Tagfalter besiedeln die Straten des Regenwaldes nicht gleichermaßen. 12 Arten wurden nur im Unterholz und 12 Arten wurden in beiden Höhen gefangen. Entgegen der Erwartungen, wurden nur zwei Arten ausschließlich im Kronendach gefunden: *Opsiphanes bogotanus* und *Leptophobia caesia*, wobei letztere auch mit dem Netz im Unterholz gefangen und beobachtet wurde. Keine der beiden Arten sind als typische Kronendachflieger beschrieben worden, sondern sind eher im Unterholz zu finden ([http://www.learnaboutbutterflies.com/Andes%20%20Leptophobia%](http://www.learnaboutbutterflies.com/Andes%20%20Leptophobia%20)



20caesia.htm und <https://www.learnaboutbutterflies.com/Amazon%20-%20Opsiphanes%20-tamarindi.htm>).

Im Regenwald herrscht eine starke Stratifizierung, die auf die unterschiedliche Wuchshöhen der Pflanzen beruht. Nach den Forschungsergebnissen von DeVries, Murray und Lande 1997 verfügt die oberste Schicht, das Kronendach, über das geringste Artenreichtum. Nach Hill et al. 2001 nimmt die Diversität der Schmetterlinge mit steigender Höhe der Fallen ab. Dies ist wahrscheinlich auf die Verfügbarkeit von faulen Früchten zurückzuführen (Hill et al. 2001). Genauere Kenntnisse über die unterschiedlichen Nahrungsnischen der Schmetterlinge entlang der vertikalen Achse in Regenwäldern sind jedoch lückenhaft (Spee, 2019). Typische Vertreter der Kronendachflieger sind beispielsweise die Charaxinae (Pozo, 2011). Arten dieser Subfamilie, wurden die in dieser Arbeit aber vorwiegend im Unterholz gefangen, ein Ergebnis, das nicht erwartet wurde.

Im gestörten Habitat „Wiese“ ist eine Diskussion in Ermangelung der nicht vorhandenen Stratifizierung schwierig. Dort ist Stratifizierung kaum möglich. Die Fallen waren auf die wenigen letzten Baumstümpfe begrenzt, die vom kommerziellen Holzschlag vor einigen Jahren verschont blieben. Eine „klassische“ Stratifizierung wie im Habitat „Wald“ ist hier in keinsten Weise gegeben, was die hohen Fangzahlen im niedrigen und die geringen Fangzahlen im hohen Höhenbereich erklärt könnte. Ohne ausreichenden Schutz sind Tagfalter schnell Opfer gefräßiger Feinde wie Vögel und andere große Insekten. Hinzu kam das Problem, dass die Tagfalter in den Fallen empfindlich auf Erschütterungen der Fallen reagierten. Es wurde oft beobachtet, wie einige Tagfalter aus den Fallen entkamen, wenn diese an den Seilen herabgelassen wurde.

Ein großes Problem während der Datenaufnahme bestand darin, dass längst nicht jeder gesehen Tagfalter gefangen und identifiziert werden konnte. Im ungestörten Habitat „Wald“ war es nur möglich sich auf den festgelegten Pfaden zu bewegen. Ein tieferes Eindringen in den Wald war aufgrund der dichten Vegetation und dem steilen Hang kaum möglich. Eine Verfolgungsjagd war fast immer erfolglos. Obwohl bekannt ist, dass das Kronendach die geringste Artenvielfalt hervorbringt (DeVries, Murray und Lande,1997) wurde oft beobachtet, dass sich an den Baumspitzen etliche Schmetterlinge, vor allem Papilionidae an Blüten befanden. Ein ähnliches Problem stellte sich auch im Habitat „Wiese“ dar. Dort war es nicht leichter einen Tagfalter zu verfolgen. Der sehr matschige Boden machte das Fortbewegen schwer und die Tagfalter flohen schnell in Dornengestrüpp, tauchten unauffällig im hohen Gras unter oder flogen in nicht zu erreichender Höhe und Geschwindigkeit davon. Dieses Ergebnis ist verbunden mit denen von

einigen anderen Studien, die berichten, dass die Tagfalter in zerklüfteten Habitaten durch eine größere Thoraxgröße, als auch eine höhere Fluggeschwindigkeit gekennzeichnet sind (Hill et al., 2001). Außerdem war auffällig, dass die Tagfalter dort weniger farbenfroh waren als jene die im Wald gefunden wurden. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass die Arten im gestörten Habitat mehr auf eine unauffällige Farbe angewiesen sind, die sie vor Prädatoren schützt. Eine auffällige Flügelfarbe ist dort klar zum Nachteil. Ein weiterer Faktor, dessen Auswirkungen unbekannt sind, war das rasch fortschreitende Wachsen der Pflanzen im gestörten Habitat „Wiese“. Wenige Tage vor Beginn der Datenaufnahme waren dort noch einige Rinder anzutreffen, die auf dem Gelände gehalten wurden. Diese hinterließen einige Spuren, unter anderem eine üppige Menge Kuhdung, sowie einen durch die Bewegung der Rinder aufgelockerten vegetationsfreien Boden. Mit dem Verschwinden der Rinder erholte sich die Wiese und wuchs in rascher Geschwindigkeit weiter zu, dies führte zu einer Änderung der Versuchsbedingungen, da die Vegetation zu Beginn und Ende der Studie nicht dieselben waren. Ob und welche Auswirkungen das auf die Ergebnisse hat, wurde nicht weiter untersucht, ist aber ein Faktor, den es zu berücksichtigen gilt.

Für zukünftige Studien an Schmetterlingen in UPDC ist es ratsam, diese Methodik beizubehalten. Das Schmetterlingsnetz ergänzte die installierten Schmetterlingsfallen sinnvoll. Um die Problematik der entkommenen Tagfalter, die beim Bewegen der Falle entkommen zu lösen, wäre es praktisch eine Verengung des Netzes in der Mitte der Falle zu modellieren, sodass das Netz eine Sanduhr-Figur darstellt. Schmetterlinge flüchten bei Gefahr nach oben (mündliche Mitteilung Büttner), gelangen aber auch, je nachdem wo sie sich beim Herablassen der Falle befinden, auch an der Unterseite der Falle ins Freie. Eine Verengung des Netzes in der Mitte der Falle könnte dieses Problem lösen, da es den Schmetterlingen durch die kleine Öffnung erschwert sich zu befreien.

## 4.2 Köder Studie

Insgesamt konnten mit den verschiedenen Ködern 334 Tagfalter und insgesamt 39 Arten angelockt werden. Da es noch keine weitreichenden Kenntnisse über die Nahrungspräferenzen bei Tagfaltern in den Neotropen gibt, wurden mehrere Köder verwendet, um möglichst viele verschiedene Tagfalter anzulocken. Die Attraktivität der einzelnen Köder wurde bereits in Bokelaars Studie behandelt. Diese kamen aber zu keinem aussagekräftigen Ergebnis. In diesem Abschnitt wurde nur darauf geachtet, dass möglichst viele Tagfalter angelockt werden, nicht möglichst viele Arten. Dies war Forschungsgegenstand von Jitske Spee 2019.

Die Ergebnisse der Tests zeigen eine Signifikanz beim Fisch-Shrimp-Köder ( $P=0.003 >0,05$ ), was bedeutet, dass dieser statistisch die meisten Individuen anlockte. Beim Vergleich dieser Ergebnisse mit anderen Studien, stößt man auf geteilte Meinungen. Aus anderen Studien ging hervor, dass der Banane-Köder am erfolgreichsten war, gefolgt von einem Banane-Kaffeesatz-Köder und einem Fischköder. Checa (2009) kam zu dem Ergebnis, dass der in diesem Fall verwendete Garnelen-Köder 20% mehr Arten und Individuen anlockte, als der Bananen-Köder. Auch bei anderen Forschenden, die bei UPDC mit Schmetterlingen arbeiteten, erwies sich ein Fisch-Shrimp-Köder erfahrungsgemäß am effektivsten (mündliche Mitteilung Büttner). Spee konnte 2019 allerdings keinen signifikanten Unterschied zwischen der Wirksamkeit des Bananen- und Fisch-Shrimp-Köders feststellen, obwohl ihr Beobachtungszeitraum länger war, als der für diese Studie. Nach ihren Ergebnissen fingen die Fallen mit Banane-Köder mehr Individuen, aber der Fisch-Shrimp-Köder mehr Arten, die auch nicht im Unterholz mit dem Schmetterlingsnetz gefangen wurden (Spee, 2019).

Ein Nektar-Köder wurde in dieser Studie nicht verwendet, da dieser früh andere Insekten anlockte und es den Tagfaltern unmöglich machte, an den Köder und in die Falle zu gelangen, was dazu führte, dass nur ein sehr geringer Teil der Arten gefangen wurde, die sich von Nektar ernähren.

Im tropischen Regenwald kann hinsichtlich der Ernährung zwischen mehreren Gruppen unterschieden werden: Den Nektarfressenden und den Fruchtfressenden. Nektarfressende beziehen, wie der Name schon verrät, ihren Nährstoffbedarf aus Blütennektar. Blütennektar ist die häufigste Nahrungsquelle für Schmetterlinge (DeVries, 1983). Hierzu gehören alle Vertreter der Papilionidae (Ehrlich, 1984), was erklären könnte, warum kein einziger Vertreter dieser Familie gefangen wurde. Trotzdem werden auch einige Vertreter, vor allem die Männchen dieser Familien, von nasser Erde angezogen ([https://naturgucker.de/natur\\_.dll/DxAWrP31oeCCPhrdVKnN7ieJPby/#adimageNGIDN616485612](https://naturgucker.de/natur_.dll/DxAWrP31oeCCPhrdVKnN7ieJPby/#adimageNGIDN616485612) letzter Zugriff:

07.08.2020). Auch die meisten Arten der Pieridae, Riodinidae und Hesperidae ernähren sich von Nektar, was ebenfalls ein Indiz für die mangelnden Fangzahlen der Vertreter dieser Familien ist (Krenn, 2008). Über Lycaenidae liegen keine ausreichenden Kenntnisse vor. Es ist aber wahrscheinlich, dass ihre Hauptnahrungsquelle ebenfalls Nektar ist (Krenn 2008). Da die Blüten an Büschen und Bäumen oft in nicht zu erreichender Höhe liegen und nicht mit dem Schmetterlingsnetz erreichbar waren, ist dies ebenso eine mögliche Erklärung für die Ergebnisse.

Fruchtfressende beziehen hingegen ihre Nährstoffe aus verrottenden Früchten, Pflanzensaft und anderem organischen Material wie Säugetierkot und verrottendem Aas (DeVries, 1987). Im Allgemeinen lassen sich die Forschungsergebnisse mit denen von DeVries (1987) vergleichen. Diese Studie kam zu dem Ergebnis, dass sich 40-50% der Nymphalidae Arten in den Neotropen von faulen Früchten ernähren. Zu den fruchtfressenden Arten zählen Vertreter der Nymphalidae Unterfamilie Satyrinae, Biblinidae, Charaxinae, Brassolinae, Morphinae und einige Nymphalinae (DeVries, 1987). Dies steht im Einklang zu den Ergebnissen dieser Studie, da all die genannten Unterfamilien mit den verwendeten Ködern gefangen wurden. Darüber hinaus scheint es eine weitere Fütterungsnische zu geben, da sich männliche Schmetterlinge gelegentlich von nasser Erde ernähren, was sich „mud puddling“ nennt (Beck, 1999).

Bokelaar wählte in seiner Studie 2017 die gleichen Köderarten und Rezepte aus und konnte keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Attraktivität der Köder finden. Es zeigte sich lediglich ein Trend. Demnach war der Bananen-Kaffeersatz-Köder der beliebteste und der Bananen-Köder der unbeliebteste. Dies steht im klaren Widerspruch zu den Ergebnissen dieser Studie. Erklären lässt sich dies nur schwer, da Bokelaar ebenfalls mit mangelnden Ressourcen kämpfte und wohlmöglich sich deshalb keine Signifikanz zeigt (Bokelaar, 2017). Die Bestandteile des Fisch-Shrimp-Köders waren teilweise schwer in der Beschaffung, da die Lagerung der frischen Zutaten oft nicht gewährleistet werden konnte. Dies führte dazu, dass nicht jeder Köder gleich oft angewendet werden konnte, was in die statistische Auswertung mit einberechnet wurde. Ebenso war die Dauer der Fermentierung der einzelnen Köder nicht immer gleich lang. Dies wirkte sich auf die Attraktivität der Köder aus. Bemerkenswert ist auch die geringe Fangrate des Banane-Kaffeersatz-Köders. Obwohl sich dieser und der Bananen-Köder in nur einer Zutat, dem Kaffeersatz unterscheiden scheint sich dies auf die Attraktivität des Köders auszuwirken. Ein weiteres Problem war, dass die Köder aufgrund von Ressourcenmangel nicht gleichmäßig lange fermentierten konnten. Es wurde jedoch darauf geachtet, dass sie mindestens drei Tage lang fermentieren konnten. Dies ist ausschlaggebend für die Intensität des ausströmenden Dufts, durch den die Tagfalter angelockt werden.

Es scheint, dass einige Arten alle Nahrungsquellen beziehen können (DeVries, 1987). Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass nicht alle Tagfalter dieselben Nahrungspräferenzen haben. Es gibt Unterschiede zwischen den einzelnen Familien und auch den Geschlechtern. Die Ergebnisse zeigen, dass der Fisch-Shrimp-Köder signifikant die meisten Tagfalter Individuen anlockte. Damit kann die anfänglich aufgestellte Hypothese, dass es keinen signifikanten Unterschied gibt, abgelehnt werden. Mit der Vielzahl an verschiedenen Ködern konnte ein breites Artspektrum angelockt werden. Trotzdem herrscht in Bezug auf andere Studien keine Einigkeit bezüglich der Attraktivität der einzelnen Köder. Es ist daher wichtig auf diesem Gebiet mehr Forschung zu betreiben.

Für nachfolgende Studien sollte darauf geachtet werden, dass für jeden Köder die gleichen Bedingungen herrschen. Das heißt, dass beispielsweise jeder einzelne Behälter Fisch-Shrimp Köder gleich lange fermentieren sollte. Nach den Ergebnissen dieser Studie ist es für nachfolgende Untersuchungen in UPDC sinnvoll, einen Fisch-Shrimp-Köder zu verwenden, da dieser ein breites Spektrum von Arten anlockte. Interessant wäre auch zu beobachten, ob eine Mischung aus Fisch-Shrimp und Banane-Köder noch bessere Fangergebnisse bringen könnte.

### 4.3 Habitat Studie

Der Schwerpunkt dieser Arbeit lag darin, die Abundanz und Biodiversität zweier unterschiedlicher Habitats miteinander zu vergleichen und daraus Schlüsse auf die Auswirkungen von menschlichen Störungen zu ziehen. Dafür wurde eine Auflistung gemacht wie viele Tagfalter und welche Arten in welchem Habitat vorkommen. Die Ergebnisse sprechen eine deutliche Sprache. Die Abundanz und Biodiversität unterscheiden sich zwischen den gestörten und nicht-gestörten Habitat signifikant, was auf einen unterschiedlichen Grad an menschlichen Störungen zurückzuführen ist.

Spee (2019) ermittelte im ungestörten Habitat „Wald“ einen HS von 1.00 und eine Evenness von 0.28. Bokelaar ermittelte einen Index von 0.66 und eine Evenness von 0.66 im Sekundärwald und im Randhabitat einen Index von 0.80 und eine Evenness von 0.72. Beim Vergleich dieser Werte mit den Ergebnissen aus dieser Studie sind Unterschiede zu erkennen. In dieser Studie war der HS im ungestörten Habitat „Wald“ höher, als im gestörten Habitat „Wiese“. Gleiches gilt auch für die Evenness, was bedeutet, dass die Biodiversität im ungestörten Habitat „Wald“ höher ist, als im gestörten Habitat „Wiese“. Zu diesem Ergebnis

kam auch Akite (2008). Er fand an den Waldstandorten einen höheren Shannon-Wiener Index und eine höhere Evenness vor als in offenen Flächen. Mögliche Erklärungen sind unter anderem die Tatsache, dass beide Studien zu einem anderen Zeitpunkt stattfanden. Bei beiden erfolgte die Datenaufnahme in einer Trockenzeit und wie bereits berichtet gibt es saisonale Unterschiede bezüglich der Biodiversität von Tagfaltern. Allerdings wurden bei dieser Arbeit andere Fragestellungen bearbeitet. Andere Studien, die die Biodiversität von Tagfaltern in Plantagen behandelten, berichten über unterschiedliche Ergebnisse, sowie Ramos (2000). Er ermittelte eine höhere Artenvielfalt in Eukalyptusplantagen, die auch als gestörteres Gebiet bezeichnet werden können, als im Primärwald. Das Team um Bonebrak (Bonebrak et al., 2010) verglich in ihrer Studie die Ergebnisse von 20 Studien, die sich mit Habitatstörungen beschäftigten und es zeigte sich, dass die Diversität mit der Flächenzunahme von Sekundärwald stetig zunimmt, aber dann wieder abnimmt, da die Heterogenität mit der Herstellung des Primärwaldes abnimmt (Bonebrak et al., 2010).

DeVries, Murray und Lande ermittelten ebenfalls ein signifikant geringeren Artenreichtum im Randhabitat als in anderen Habitaten (DeVries et al., 1997).

Lovejoy et al. (1986) berichteten, dass das durch die Habitatfragmentierung entstehende Randhabitat die Biodiversität von Pflanzen-, Vogel- und Säugetierarten signifikant reduziert. Dies geht auch aus den Beschreibungen von Nicole Büttner bezüglich Vogelarten hervor (mündliche Mitteilung Büttner). Insbesondere für Arten, die empfindlich auf veränderte Lichtverhältnisse und Luftfeuchtigkeit reagieren, wie Arten der Familie Satyrinae kann sich dies auf dessen Verbreitung auswirken (Hill et al., 1999). Interessant ist, dass obwohl sich Satyrinae als Waldschmetterlinge normalerweise im Unterholz aufhalten (Akite, 2008), Vertreter dieser Unterfamilie in dieser Studie hauptsächlich im gestörten Habitat „Wiese“ gefunden wurden. Klar zu sehen ist das beim Betrachten der Fangzahlen von *Hermeuptychia sp.*.

Die Ergebnisse dieser Studie werden hingegen von den Ergebnissen von Daily und Ehrlich 1995 unterstrichen. 70% der von ihnen gefangenen Satyrinae Arten sind charakteristisch für offene Flächen oder Waldränder (DeVries, 1987). Daher kamen sie zu dem Schluss, dass es sinnvoller ist, andere Arten als charakteristische Indikatoren für das Waldinnere zu benennen, als Satyrinae (Daily & Ehrlich, 1995). In den Neotropen sind 1100 Satyrinae-Arten bekannt. 400 davon sind Euptychiina zuzuordnen. Beim Betrachten der Arten in der Artenliste wird deutlich, dass viele Vertreter dieser Gattungen in dieser Arbeit im gestörten Habitat „Wald“ gefangen wurden. Ausnahme ist hierbei aber *Cithyaerias* der passend zum beschriebenen Verhalten ausschließlich im ungestörten Habitat „Wald“ gefunden wurde. Daraus lässt sich

schließen, dass es wahrscheinlich nicht sinnvoll ist, Satyrinae-Arten als Waldschmetterlinge zu charakterisieren, da neuere Beobachtungen das Gegenteil zeigen. Die Literatur ist bei der Rolle der Satyrinae nicht eindeutig, da sie sich oft in ihren Aussagen widersprechen. Mit steigender Anzahl an Studien scheint sich die Einschätzung nicht zu bestätigen, dass Satyrinae als Waldschmetterlinge zu bezeichnen sind.

Entsprechend den Erwartungen konnten mehrere Arten der Ithomiinae im gestörten Habitat erfasst werden wie *Oleria sp.*, *Oleria padilla*, sowie *Thyridia psidii ino*, die gestörte Regen- und Nebelwälder, aber auch sonnige Pfade im Waldinneren bewohnen. (<https://www.learnaboutbutterflies.com/Amazon%20-%20Thyridia%20psidii.htm>, zuletzt besucht am 20.07.2020).

Letztendlich kann behauptet werden, dass die Ergebnisse dieser Studie weitestgehend mit denen aus anderer Literatur übereinstimmen. Arten die typisch für das Waldinnere sind, wurden auch dort gefunden, ebenso Arten die typisch für offene gestörte Flächen sind. Erklärungsansätze gibt es dafür einige.

Die Eröffnung des Kronendachs, durch moderate anthropogene Habitatmodifizierung, zum Beispiel durch selektiven Holzschlag, kann zugunsten weit verbreiteter Arten sein und sogar kurzfristig zu einer erhöhten Artenvielfalt führen (Hill et al., 2001). Auch durch natürliche Baumstürze kann sich die Biodiversität kurzfristig erhöhen. Geringe bis mittlere Habitastörungen können sich im Allgemeinen positiv auf den Artenreichtum auswirken (DeVries et al., 1997). Nimmt die offene Kronendachfläche jedoch wie in diesem Untersuchungsgebiet weiter zu, kann dies zum Nachteil der Arten sein, die weniger verbreitet sind und zum Vorteil der Arten sein, die weiterverbreitet sind. Endgültige Aussagen über die Auswirkungen von Habitatstörungen sind schwierig, da nicht jede Art auf dieselbe Weise darauf reagiert (Bonebrak et al., 2010). Bonebrak et al. 2010 verglichen die Ergebnisse von 20 Studien aus den Neo- und Afrotropen und stießen dabei auf widersprüchliche Aussagen bezüglich der Folgen von Landnutzungsänderungen und Habitatverlust. Die Schlussfolgerungen aus diesen Studien werden allerdings von einigen methodologischen Unterschieden abgeschwächt.

Zu den Ergebnissen dieser Studie kam auch eine ähnliche Studie in Deutschland, in welcher die Folgen des Artenverlusts auf andere Ursachen zurückzuführen sind (Topp, 2011). Die Heterogenitäts-Hypothese, die besagt, dass ein einheitliches Biotop eine geringere Artenvielfalt vorweist, stimmt sowohl für Ecuador als auch Deutschland.

Die meisten Studien, die die Auswirkungen anthropogener Habitatveränderungen thematisieren, berichteten, dass vor allem endemische Arten und Arten mit eingeschränkter ökologischer Nische nach Störungen verloren gehen (Akite, 2008). Darüber hinaus neigen Spezialisten zu einer relativ geringen Ausbreitungsfähigkeit. Es wird angenommen, dass Arten mit spezifischen ökologischen Ansprüchen und Arten mit geringen Ausbreitungsfähigkeiten anfälliger für Ausrottung, als generalistische Arten sind (Habel et al., 2016). Hingegen profitieren Arten mit geringerem Habitatanspruch von den Veränderungen (Martin & Allgaier, 2011). In einigen Langzeitstudien wurde eine Zunahme des Anteils der Arten erfasst, die generalistisch leben.

Nach dem Verlust von Habitatqualität stellen invasive Arten eine Bedrohung für die Erhaltung von Tagfaltergemeinschaften dar (Bonebrak et al., 2010). Der Einfluss derer auf die Schmetterlingspopulationen der Neotropen ist hingegen weniger bekannt, obwohl andere Studien bereits bewiesen haben, dass der Einfluss invasiver Arten große Auswirkungen auf einheimische tropische Insekten hat. Diese führen zu einer Störung der speziellen Interaktionen zwischen tropischen Schmetterlingssystemen (Gillespie & Roderick, 2002).

Wie auch bei Owen (1971) wurden deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Schmetterlingsansammlungen an verschiedenen Standorten gefunden. Die unterschiedliche Biodiversität im gestörten Habitat „Wiese“ könnte eine Folge des immer weiter fortschreitenden Rückgangs der Habitatqualität sein. Die veränderte Fauna und Flora und die allgemeine Verschlechterung der Bedingungen können zu dieser veränderten Artenzusammensetzungen führen. Auch methodische und statistische Unterschiede sind nicht ausgeschlossen, dennoch unwahrscheinlich da sich die Ergebnisse dieser Studie mit denen anderer, wie zum Beispiel Akite (2008), vergleichen lassen. Zu Beginn wurde angenommen, dass im gestörten Gebiet „Wiese“ mehr Individuen gefangen würden, also die Abundanz höher ist, als im ungestörten Gebiet, dem Primär- und Sekundärwald. Diese Hypothese hat sich bestätigt. Ebenso hat sich die Hypothese, dass die Biodiversität im ungestörten Habitat „Wald“ höher ist ebenfalls bestätigt.

Für zukünftige Studien in diesem Forschungsfeld in UPDC sollte ein längerer Beobachtungszeitraum eingeplant werden. Nur dann werden Verschiebungen der Artzusammensetzung sichtbar. Ebenso wäre es ratsam das Untersuchungsgebiet zu erweitern und beispielweise die Bananenplantage einige hundert Meter von der Station entfernt, als ebenfalls gestörtes Habitat, mit einzubeziehen.



Die Ergebnisse dieser Studie zeigen nur eine Momentaufnahme. Nur Langzeitstudien zeigen Verschiebungen der Artzusammensetzung. Standardisierte Beprobungsmethoden und größere Stichproben sind für folgende Studien notwendig. Außerdem ist es unabdingbar diese zu vereinheitlichen, da es oft schwierig ist Diversitätsstudien miteinander zu vergleichen, da es viele Methoden gibt, die angewendet werden können.

## 5. Danksagung

Ich möchte Prof. Dr. Kunz dafür danken, meine Bachelorarbeit über dieses hoch interessante Thema schreiben zu können. Er verweist mich an die biologische Station „Un poco del Chocó“. Sie haben den Grundstein für mein Interesse in diesem Themengebiet gelegt. Ich danke Prof. Dr. Kunz und Prof. Dr. Fraune, dass sie meine Arbeit betreuen.

Mein besonderer Dank gilt Nicole Büttner und Wilo de Vaca. Danke, dass ihr mich so herzlich bei euch aufgenommen habt, mir immer mit Rat und Tat zur Seite standet und mich auch nach meinem Aufenthalt beim Schreiben dieser Arbeit unterstützt habt. Auch dem restlichen Team von UPDC möchte ich für die Hilfe während meines gesamten Aufenthaltes danken.

Außerdem danke ich Nicole Büttner, Dr. Beate Helling und meinen Freundinnen Laura und Eva für die Durchsicht dieser Arbeit.

Takeshi, ich danke dir von Herzen für deine liebevolle Unterstützung während meines gesamten Studiums.

Zuletzt möchte ich meinen Eltern danken. Danke, dass ihr es mir ermöglicht zu studieren und diese unglaubliche Erfahrung machen zu können. Ich danke euch für eure vielen Ratschläge, für euer offenes Ohr, eure Unterstützung und Hilfe in jeder Hinsicht und ich jederzeit auf euch zählen kann. Ohne euch wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

## 6. Literaturverzeichnis

- Akite, P. (2008). Effects of anthropogenic disturbances on the diversity and composition of the butterfly fauna of sites in the Sango Bay and Iriiri areas, Uganda: implications for conservation. *African Journal of Ecology*, 46(s1), 3–13.
- Bakker, T., Engqvist, L., Reinhold, K., Zbinden M., Einführung in angewandte Statistik und SPSS
- Beck, J., Mühlenberg, E., Fiedler, K. (1999). Mud-puddling behavior in tropical butterflies: in search of proteins or minerals? *Oecologia*, 119(1), 140-148.
- Benedick, S., Hill, J. K., Mustaffa, N., Chey, V. K., Maryati, M., Searle, J. B., Schilthuizen, M., Hamer, K. C. (2006). Impacts of rain forest fragmentation on butterflies in northern Borneo: species richness, turnover and the value of small fragments. *Journal of Applied Ecology*, 43, 967-977.
- Bokelaar, J. (2017). Scrumptious butterfly bait. *Un poco del Chocó*, 1-21. Student report.
- Bonebrake, T. C., Ponisio, L. C., Boggs, C. L., Ehrlich, P. R. (2010). More than just indicators: A review of tropical butterfly ecology and conservation. *Biological Conservation*, 143(8), 1831-1841.
- Checa, M. F., Barragán, A., Rodríguez, J., & Christman, M. (2009). Temporal abundance patterns of butterfly communities (Lepidoptera: Nymphalidae) in the Ecuadorian Amazonia and their relationship with climate. *Ann. soc. entomol. Fr.* 45 (4), 470-486.
- Checa, M. F., Velasco, N., & Mogollón, H. (2010). New distributional records of Nymphalid species (Lepidoptera: Nymphalidae) for the Chocó region and western Ecuador. *Tropical Lepidoptera research.*, 20(1), 14-18.
- Daily, G.C. & Ehrlich, P.R. (1995) Preservation of biodiversity in small rain forest patches: rapid evaluations using butterfly trapping. *Biodivers. Conserv.* 4, 35–55.
- DeVries, P. J. (1987). The butterflies of Costa Rica and their Natural History. I: Papilionidae, Pieridae and Nymphalidae. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- DeVries, P. J. (1983). Checklist of butterflies. In Costa Rican natural history, ed. D. H. Janzen. University of Chicago Press, Chicago
- DeVries, P. J. (1988). Stratification of fruit-feeding nymphalid butterflies in a Costa Rican rainforest. *Journal of Research on the Lepidoptera* 26, 98-108.
- DeVries, P. J., Murray, D., Lande, R. (1997). Species diversity in vertical, horizontal, and temporal dimensions of a fruit-feeding butterfly community in an Ecuadorian rainforest. *Biological Journal of the Linnean Society*, 62, 343-364.

- Ehrlich, P.R., (1984). The structure and dynamics of butterfly populations. In: Vane-Wright, R.I., Ackery, P.R. (Hrsg.), *The Biology of Butterflies*. Academic Press, London, pp. 25–40.
- Faber-Langendoen, D. & A. H. Gentry (1991). The structure and diversity of rain forests at Bajo Calima, Chocó Region, Western Colombia. *Biotropica*, 23: 2-11.
- Gillespie, R.G., Roderick, G.K., (2002). Arthropods on islands: colonization, speciation, and conservation. *Annual Review of Entomology* 47, 595–632.
- Habel, J. C., Segerer, A., Ulrich, W., Torchyk, O., Weisser, W. W., & Schmitt, T. (2016). Butterfly community shifts over two centuries. *Conservation Biology*, 30(4),
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Townshend, J. R. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*,
- Hall, J. P. (2005). A review of the *Metacharis syloes* group (Lepidoptera: Riodinidae), with the description of two new species from west of the Andes. *Proceedings of the Entomological Society of Washington*, 107(1): 200-208.
- Hall, J. P. & K. R. Willmott (2005). Four new species of *Symmachiini* from Ecuador (Lepidoptera: Riodinidae). *Tropical Lepidoptera*, 16(1-2): 1-5.
- Hill, J.K., Hamer, K.C., Tangah, J. & Dawood, M. (2001). Ecology of tropical butterflies in rainforest gaps. *Oecologia* 128, 294–302.
- Hill, J. K., & Hamer, K. C. (2004). Determining impacts of habitat modification on diversity of tropical forest fauna: the importance of spatial scale. *Appl. Ecology* 41, 744-754.
- Krenn, H. W. (2008). Feeding behaviours of neotropical butterflies (Lepidoptera, Papilionoidea). *Kataloge des Oberösterreichischen Landesmuseums*, 80, 295-304.
- Krenn, H. W. (2010). Feeding Mechanisms of Adult Lepidoptera: Structure, Function, and Evolution of the Mouthparts. *Annual Review of Entomology*, 55, 307-327
- Kuussaari, M., Rytteri, S., Heikkinen, R., & Bagh, v. P. (2016). Weather explains high annual variation in butterfly dispersal. *Biological Sciences*, 283
- Lámas, G. (2004). *Atlas of Neotropical Lepidoptera Checklist: Part 4A Hesperioidea – Papilionoidea*. Scientific Publishers, Gainesville, FL.
- Lauer, W. u. P. Frankenberg (1995): *Ökoklimate der Erde*, Bonn
- Laurance, W.F. (2003) Slow burn: the insidious effects of surface fires on tropical forests. *Trends Ecol. Evol.* 18, 209–212.

Lovejoy, T.E., Bierregaard, R.O., Rylands, A.B., Malcolm, J.R., Quintela, C.E., Harper, L.H., Brown, K.S., Powell, A.H., Powell, G.V.N., Schubart, H.O. & Hays, M.B. (1986) Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. *Conservation Biology: the Science of Scarcity and Diversity* (ed. M.E. Soulé), pp. 257 – 285. Sinauer, Sunderland, MA.

Martin K., Allgaier C., (2011): *Ökologie der Biozöosen*, 2. Auflage Springer Verlag, Mainz

Myers, N., R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier, G. A. da Fonseca & J. Kent (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403: 853- 858.

Noboa, A. V. (2019). *Wildlife of Ecuador*, Princeton University Press; Auflage: 1st edition

Owen, D.F., (1971). *Tropical Butterflies*. Clarendon, Oxford.

Pereira, H.M., Leadley, P.W., Proenca, V., Alkemade, R., Scharlemann, J. P. W., Fernandez-Manjarres, J. F., Araujo, M. B., Balvanera, P., Biggs, R., Cheung, W. W. L., Chini, L., Cooper, H. D., Gilman, E. L., Guenette, S., Hurtt, G. C., Huntington, H. P., Mace, G. M., Oberdorff, T., Revenga, C., Rodrigues, P., Scholes, R. J., Sumaila, U. R., Walpole, M. (2010). Scenarios for global biodiversity in the 21st century. *Science*, 330, 1496–1501.

Pozo, X. S. (2011). *Ecologica de mariposas del Ecuador /Ecuadors butterfly ecology*. Quito: Imprenta Mariscal.

Ramos, F.A. (2000) Nymphalid butterfly communities in an amazonian forest fragment. *Journal of Research on the Lepidoptera*, 35, 29–41.

Rubio F. R. (1997). *Mariposas del Ecuador*. Centro de Publicaciones, Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Shuey J. A. (1997). An optimized portable bait trap for quantitative sampling of butterflies. *The Nature Conservancy Vol. 8 No. 1*.

Smart P. (1987): *Kosmos-Enzyklopädie der Schmetterlinge*, 2. Auflage Stuttgart: Frankh

Smythe N. (1982). The seasonal abundance of night-flying insects in a neotropical forest. In: Leigh EG Jr, Rand AS, Windsor DM, eds. *17re ecology o f a hopicalforest*. Smithsonian Institution Press 309-318.,

Spee J. (2019) Examining the effectiveness of different butterfly baits along the vertical stratification in a neotropical montane rainforest, HAS Hogeschool in 's-Hertogenbosch, student report

Topp, W., (2011) Historische Bergbaufelder: Pingen sind Schlüsselstrukturen und Quellenstandorte für die streulebenden Käfer in Buchenwäldern. *Entomologie heute*, 23, 123-143

Veddeler, D., Schulze, C.H., Steffan-Dewenter, I., Buchori, D. & Tschardtke, T. (2005) The contribution of tropical secondary forest fragments to the conservation of fruit-feeding butterflies: effects of isolation and age. *Biodiversity and Conservation*, 14, 3577–3592.

Vizy, E. K., & Cook, K. H. (2007). Relationship between Amazon and high Andes rainfall. *Journal of Geophysical Research*, 112(D7).

Wilson, E. O. (2016, October 14). Retrieved from Un poco del Chocó: [www.unpocodelchoco.com](http://www.unpocodelchoco.com)

## 7. Internetquellen

<https://butterfliesofamerica.com>

<https://www.learnaboutbutterflies.com>.

Learn about butterflies über *Phoebis philea*

<https://www.learnaboutbutterflies.com/Amazon%20-%20Phoebis%20philea.htm>  
zuletzt besucht am 18.07.2020

Learn about butterflies über *Leptophobia caesia*

<http://www.learnaboutbutterflies.com/Andes%20-%20Leptophobia%20caesia.htm>  
Zuletzt besucht am 30.08.2020

Learn about butterflies über *Opsiphanes tamarindi*

<https://www.learnaboutbutterflies.com/~learnab2/Amazon%20%20Opsiphanes%20tamarindi.htm>  
Zuletzt besucht am 30.08.2020

Learn about butterflies über *Thyridia psidii*

<https://www.learnaboutbutterflies.com/Amazon%20-%20Thyridia%20psidii.htm>  
Zuletzt besucht am 30.08.2020

Universität Zürich über den Mann-Whitney-U-Test:

[https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse\\_spss/unterschiede/zentral/man.html](https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/datenanalyse_spss/unterschiede/zentral/man.html),  
Zuletzt besucht am 30.08.2020

Naturgucker, Profil und Fotografien von Werner Kunz:

[https://naturgucker.de/natur\\_.dll/DxAWrP31oeCCPhrdVKnN7ieJPby/#ad-image-NGIDN616485612](https://naturgucker.de/natur_.dll/DxAWrP31oeCCPhrdVKnN7ieJPby/#ad-image-NGIDN616485612)  
Zuletzt besucht am 30.08.2020

Spektrum Akademischer Verlag (1999): *Lexikon der Biologie*:

<https://www.spektrum.de/lexikon/biologie/evenness/23139>  
Zuletzt besucht am 08.08.2020

SPSS Tutorials über den Kolmogorov-Smirnov Test

<https://www.spss-tutorials.com/spss-kolmogorov-smirnov-test-for-normality/#kolmogorov-smirnov-normality-test-what-is-it>  
Zuletzt besucht am 07.08.2020

Die biologische Station Un poco del Chocó über ihre Naturschutzarbeit:

<https://www.unpocodelchoco.com/de-naturschutz>  
Zuletzt besucht am 07.08.2020

## 8. Anhang

### 8.1 Köder Rezepte

#### 8.1.1 Banane-Köder

Zutaten:

- Bananen
- Brauner Zucker
- Kochbananen
- Wasser

Zubereitung

- 1) Füllen Sie in ein 2-Liter Behälter zu 2/3 mit Kochbananen (1cm dicke, geschnittene Scheiben mit Schale)
- 2) Füllen Sie den Rest des Behälters mit reifen (nicht überreifen) Bananen, die wie in Schritt 1) geschnitten werden
- 3) Fügen Sie zwei Tassen mit raffinierten (braunen) Zucker hinzu
- 4) Fügen Sie einen Teelöffel Backhefe hinzu
- 5) Füllen Sie den Behälter zu 2/3 mit Leitungswasser auf
- 6) Den Behälter verschließen, gut schütteln, bis die Zutaten miteinander vermischt sind. 24h ziehen lassen

(Shuey, 1997)

Für diese Arbeit wurde auf Bäckerhefe und Kochbananen verzichtet. Anstatt die Bananen nur zu zerschneiden, wurden diese zerstoßen. Der Köder fermentierte für mindestens 48h.



### 8.1.2 Banane-Kaffeesatz-Köder

Zutaten:

- Bananen
- Brauner Zucker
- Kaffeesatz
- Kochbananen
- Wasser

Zubereitung:

- 1) Füllen Sie in ein 2-Liter Behälter zu 2/3 mit Kochbananen (1cm dicke, geschnittene Scheiben mit Schale)
- 2) Füllen Sie den Rest des Behälters mit reifen (nicht überreifen) Bananen, die wie in Schritt 1) geschnitten werden
- 3) Fügen Sie zwei Tassen mit raffinierten (braunen) Zucker hinzu
- 4) Füllen Sie den Behälter zu 1/3 mit Kaffeesatz auf
- 5) Füllen Sie den Behälter zu 2/3 mit Leitungswasser auf
- 6) Den Behälter verschließen, gut schütteln, bis die Zutaten miteinander vermischt sind. 24h ziehen lassen

(Shuey, 1997)

Für diese Arbeit wurde auf Kochbananen verzichtet. Anstatt die Bananen nur zu zerschneiden, wurden diese zerstoßen. Der Köder fermentierte für mindestens 48h.

### 8.1.3 Fisch-Shrimp-Köder

Zutaten:

- Ein frisch gefangener Süßwasserfisch oder 500gr Shrimps
- Wasser

Zubereitung:

- Geben Sie den Fisch als ganzen zusammen mit dem Wasser in einen Mixer
- Mixen Sie beides bis eine flüssige Masse entsteht
- Füllen Sie den Köder in einen Behälter und warten Sie zwei Wochen bevor Sie ihn benutzen

Für diese Arbeit wurde der Köder nur eine Woche stehen gelassen.

(Bokelaar, 2017)

## 8.2 Protokoll Bestandaufnahme

Datum	Uhrzeit	Individuen	Falle/Fangort	Habitat	Art	Familie	Fangart	Höhe	Köder

1. Standorte für die installierten Fallen festlegen (mindestens 50m Entfernung beachtet)
2. Die Falle inklusive Beschwerung an den herabhängenden Seilen befestigen
3. Um 9 Uhr morgens ggf Köder des Vortages entfernen und mindestens 5m entfernt von der Falle entsorgen
4. 100ml des neuen Köders in die Plastikschaale auf dem Podest füllen
5. Falle auf gewünschte Position stellen
6. Zwischen 14-15 Uhr die Tagfalter aus der Falle entnehmen und entweder direkt bestimmen, oder in saubere Gläser mit verschließbarem Deckel geben und auf der Station bestimmen
7. Während den Kontrollgängen ein Schmetterlingsnetz bei sich führen

## 8.3 Artenliste

Legende:

<u>Fangmethode:</u>	<u>Köder:</u>
N= Netz	b= Banane
G= Gesehen	bk= Banane-Kaffeesatz
F= Falle	fs= Fisch-Shrimp

Familie	Anzahl der Fänge (Wald/Wiese)	Fangart	Köder
---------	-------------------------------	---------	-------

### Hesperiidae

<i>Autochton zarex</i> (Hübner, 1818)	50/0	N, G	
<i>Corticea sp. 8</i>	0/2	G	
<i>Urbanus teleus</i> (Hübner, 1821)*	0/22	F, G	fs

### Pieridae

<i>Dismorphia lelex</i> (Hewitson)	1/0	N	
<i>Leptophobia caesia</i> (Lucas, 1852)	4/2	F, N, G	fs
<i>Moschoneura pinthous ela</i> (Hewitson)	1/0	F	fs
<i>Moschoneura pinthous pinthous</i> (Linnaeus)	0/1	G	
<i>Phoebus philea</i>	0/1	G	

### Nymphalidae

<i>Adelpha cyterea</i> (Linnaeus, 1887)	0/9	F, N, G	b
<i>Anartia amalthea</i> (Linnaeus, 1887)	0/35	F, N, G	fs
<i>Aechaeoprepona amphimachus</i> (Fruhstorfer, 1916)	5/4	F	bk, b
<i>Caligo Atreus</i> (Kollar, 1850)	12/5	F, N, G.	bk, b
<i>Caligo illioneus</i> (Cramer, 1776)	11/0	F, N, G	b
<i>Chloreuptychia arnaea</i> (Fabricius, 1775)	0/2	N, G	
<i>Cissia labe</i> (Butler, 1870)	0/2	F	bk, b
<i>Cityaeris merolina</i> (Zikan, 1942)	15/0	F, G	bk
<i>Cordes enyo</i> (Thieme, 1907)*	0/3	F	b
<i>Diaethria marchalii</i> (Guerin, 1844)	1/2	F, G, N	fs
<i>Epiphile orea distalis</i> (Hübner, 1816)	1/0	F	fs
<i>Euptychia sp.</i>	0/2	F; G	fs
<i>Euptychoides nossis</i> (Hewitson, 1862)	0/1	F	b
<i>Forsterinaria inornata</i> (Felder, 1867)	1/1	F	fs
<i>Forsterinaria sp.</i>	4/2	F, G	fs, bk, b
<i>Heliconius cydno alithea</i> (Doubleday, 1847)*	0/1	N	
<i>Heliconius sara</i> (Hübner)	2/19	F, G, N	bk
<i>Heliconius hecalesia</i> (Hewitson)	0/1	F, G, N	bk

<i>Hermeuptychia cucullina</i> (Weymer)	0/1	F	bk
<i>Hermeuptychia alcione</i> (Felder)	0/8	F	bk, b
<i>Hermeuptychia hermes</i> (Fabricius)	0/45	F, G	fs, bk, b
<i>Hermeuptychia sp.</i>	3/179	F, G, N	fs, bk, b
<i>Manataria maculate</i> (Hopffer, 1847)*	7/5	F, G	fs, b
<i>Marpesia corita</i> (Westwood)	0/1	G	
<i>Megeuptychia antonoe</i> (Cramer)	0/2	F, N	bk
<i>Memphis arginussa</i> (Hübner)	2/0	F	fs
<i>Memphis catinka</i> (Druce)	1/0	F	b
<i>Memphis lycius</i> (Druce, 1877)	1/0	F	bk
<i>Morpho peleides</i> (Kollar, 1850)*	0/1	F	b
<i>Oleria sp.</i>	1/0	N	
<i>Oleria padilla</i> (Hewitson)	2/0	F	fs
<i>Opsiphanes bogotanus</i> (Distant)	1/0	F	bk
<i>Opsiphanes cassina</i> (Felder)	0/3	F	bk, b
<i>Oxeoschistus isolda</i> (Thieme, 1907)	7/2	F, G, N	fs, b
<i>Pareuptychia hesione</i> (Sulzer, 1776)	3/85	F, G, N	fs, bk, b
<i>Pedaloides manis</i> (Felder, 1867)*	4/0	F	fs
<i>Siproeta epaphus</i> (Latreille, 1813)	1/10	F, G, N	fs
<i>Smyrna blomfieldis</i> (Fabricius, 1781)	0/2	F	b
<i>Taygetis andromeda</i> (Cramer)	15/24	F, G, N	bk, b
<i>Taygetis nympa</i> (Butler)	3/2	F	fs, b
<i>Taygetis xenana</i> (Butler)	1/0	G	
<i>Tegosa sp.</i>	0/2	G, N	
<i>Thyridia psidii ino</i> (Felder, 1862)	0/1	G	
<i>Yphtimoides benedicta</i> (Butler)	4/73	F, G, N	fs, bk, b
<i>Yphtimoides sp.</i>	0/3	F, N	b

## **Riodinidae**

---

<i>Eurybia lycisca</i> (Westwood)	1/0	N	
-----------------------------------	-----	---	--

## 9. Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und nur mit den Quellen und Hilfsmitteln verfasst zu haben. Alle Zitate, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Werken entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Düsseldorf, den 31.08.2020

Helena Elisabeth Bosch