



universität  
wien

# Masterarbeit

Titel der Masterarbeit

„Zusammenhang zwischen Insektenabundanz und  
Fledermausaktivität“

Verfasserin

Nadja Santer, Bakk.Biol.

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc.)

Wien, 2012

Studienkennzahl lt. Studienblatt:  
Studienrichtung lt. Studienblatt:  
Betreuer:

A 066 878  
Verhaltens-, Neuro- und Kognitionsbiologie  
Ao. Univ. Prof. Dr. Alexander Bruckner, Universität für  
Bodenkultur

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Seite</b>
Zusammenfassung .....	4
Abstract .....	4
1 Einleitung .....	5
2 Material und Methode .....	7
2.1 Insektenabundanz .....	8
2.2 Fledermausaktivität .....	9
2.3 Standortparameter .....	11
2.4 Statistik .....	12
3 Resultate .....	14
3.1 Insektenabundanz .....	14
3.1.1 Zusammenhang Insektengröße und –biomasse .....	15
3.1.2 Zusammenhang Insektenabundanz und Standortparameter .....	17
3.2 Fledermausaktivität .....	20
3.2.1 Zusammenhang Fledermausaktivität und Insektengröße .....	21
3.2.2 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Insektengröße .....	22
3.2.3 Zusammenhang Fledermausaktivität und Insektenabundanz .....	23
3.2.4 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Insektenabundanz .....	25
3.2.5 Zusammenhang Fledermausaktivität und Abundanz einzelner Insektenordnungen .....	27
3.2.6 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Abundanz einzelner Insektenordnungen .....	28
3.2.7 Zusammenhang Fledermausaktivität und Abundanz einzelner Insektenfamilien .....	31
3.2.8 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Abundanz einzelner Insektenfamilien .....	33
3.2.9 Zusammenhang Fledermausaktivität und Standortparameter .....	33
3.2.10 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Standortparameter .....	36
4 Diskussion .....	37
4.1 Insektenabundanz .....	37
4.1.1 Zusammenhang Insektengröße und -biomasse .....	37
4.1.2 Zusammenhang Insektenabundanz und Standortparameter .....	38
4.2 Fledermausaktivität .....	38
4.2.1 Zusammenhang Fledermausaktivität bzw. Aktivität einzelner Fledermausarten und Insektenabundanz .....	38
4.2.2 Zusammenhang Fledermausaktivität bzw. Aktivität einzelner Fledermausarten und Abundanz einzelner Insektenordnungen .....	39
4.2.3 Zusammenhang Fledermausaktivität bzw. Aktivität einzelner Fledermausarten und Abundanz einzelner Insektenfamilien .....	40

4.2.4 Zusammenhang Fledermausaktivität bzw. Aktivität einzelner Fledermausarten und Insektengröße .....	40
4.3. Standortparameter .....	41
	Seite
5 Literaturverzeichnis .....	43
6 Anhang .....	49
Curriculum Vitae .....	63

## Zusammenfassung

An 37 Standorten im Umkreis von Wien, Österreich, wurde die Frage untersucht ob es einen Zusammenhang zwischen Fledermausaktivität und Insektenabundanz gibt. Zu diesem Zweck wurden je eine Schwarz- und Weißlichtfalle als auch ein Batcorder an den Standorten über Nacht positioniert um die Insektenabundanz und die Fledermausaktivität abschätzen zu können. Zusätzlich wurden diverse Standortparameter erhoben um einen möglichen Einfluss feststellen zu können. Es konnte weder ein Zusammenhang zwischen Insektenabundanz und Fledermausaktivität noch zwischen Insektenabundanz und der Aktivität einzelner Fledermausarten nachgewiesen werden. Einzelne Fledermausarten reagierten allerdings auf unterschiedliche Anzahlen bestimmter Insektenordnungen. So zeigte *Nyctalus noctula* einen positiven Zusammenhang mit Coleopteren während *Pipistrellus pipistrellus* den gegenteiligen Zusammenhang zeigte. Auf Familienniveau hatten Hydropsychiden einen positiven und Psychomyiden einen negativen Einfluss auf die Fledermausaktivität. Die Abundanz einzelner Insektenfamilien hatte weder einen Einfluss auf die gesamte Fledermausaktivität noch auf die Aktivität einzelner Fledermausarten.

## Abstract

At 37 sites in the periphery of Vienna, Austria, the question was examined if there is a correlation between bat activity and insect abundance. For this purpose black- and whitelight-traps were used to sample the insects and Batcorder were installed to record the bat calls during the night. Additionally diverse environmental variables were collected to measure their influence on bat activity and insect abundance. Between total insect abundance and total bat activity nor activity of different bat species no relationship could be found. But the activity of some bat species was affected by different numbers of some insect orders. *Nyctalus noctula* was more active at sites with high abundances of Coleoptera whereas *Pipistrellus pipistrellus* responded in the opposite way to Coleoptera. At family-level Hydropsychidae had a positive and Psychomyidae had a negative effect on bat activity. The number of different insect families had neither an effect on total bat activity nor on the activity of the different bat species.

# 1 Einleitung

Alle in Mitteleuropa vorkommenden Fledermausarten ernähren sich fast ausschließlich von Insekten und anderen Gliederfüßern (Arthropoden), wie Spinnen, Weberknechten und Hundertfüßern (Dietz et al. 2007). Kotanalysen haben gezeigt, dass Fledermausarten häufig Beutepräferenzen haben, was allerdings opportunistisches Jagen bei abundanter und leicht zu ergreifender Beute nicht ausschließt (Graclik & Wasielewski 2012, Bartonička et al. 2008, Kervyn & Libois 2008, Dietz et al. 2007, Whitaker 2004, Goiti et al. 2003, Rostovskaya et al. 2000, Siero & Arlettaz 1997). Erst die unterschiedlichen Beutespektren ermöglichen das gemeinsame, konkurrenzfreie Vorkommen unterschiedlicher Fledermausarten (Dietz et al. 2007).

Zusammenhänge zwischen Fledermausaktivität und Insektenabundanz werden in der Literatur häufig erwähnt (Hagen & Sabo 2011, Akasaka et al. 2009, Ober & Hayes 2008, Ciechanowski et al. 2007, Fukui et al. 2006, Kusch et al. 2004, O'Donnel 2000, Hayes 1997, de Jong & Ahlén 1991, Swift & Racey 1985, Anthony et al. 1981). Dieser Zusammenhang wurde an voneinander unabhängigen Standorten bisher allerdings noch nicht untersucht und fließt daher auch in keines der bisher erstellten Habitatmodelle für Fledermäuse ein (Duff & Morrell 2007, Greaves et al. 2006, Milne et al. 2006). Die Variabilität der Fledermausaktivität in unterschiedlichen Habitaten konnte mit diesen Modellen bisher nicht ausreichend beschrieben werden. Es stellt sich daher die Frage, ob das Insektenangebot einen größeren Einfluss als andere Habitatparameter auf die Aktivität von Fledermäusen hat. Dabei könnte nicht nur die Insektenabundanz eine Rolle spielen. Es ist anzunehmen, dass auch Biomasse und Größe der Beutetiere (als Maß für deren Profitabilität als auch ihrer Detektierbarkeit) bestimmen, ob das Insektenangebot eines Standortes für Fledermäuse attraktiv ist oder nicht. In Bezug auf die Beutepräferenzen der verschiedenen Fledermausarten könnte die taxonomische Zusammensetzung des Insektenangebots ebenfalls eine beeinflussende Größe sein. Beispielsweise könnten Käfer (Coleoptera), auf Grund der stark sklerotisierten Cuticula, oder Wanzen (Heteroptera), wegen der Produktion chemischer Abwehrstoffe, als Beute wenig attraktiv sein (Dathe 2003, B.S.: 402 - 415 , 426 - 434 ).

Alle Fledermausarten Mitteleuropas werden im Anhang IV und teilweise im Anhang II der FFH-Richtlinien gelistet. Ein gutes Habitatmodell könnte dazu beitragen, gezielte

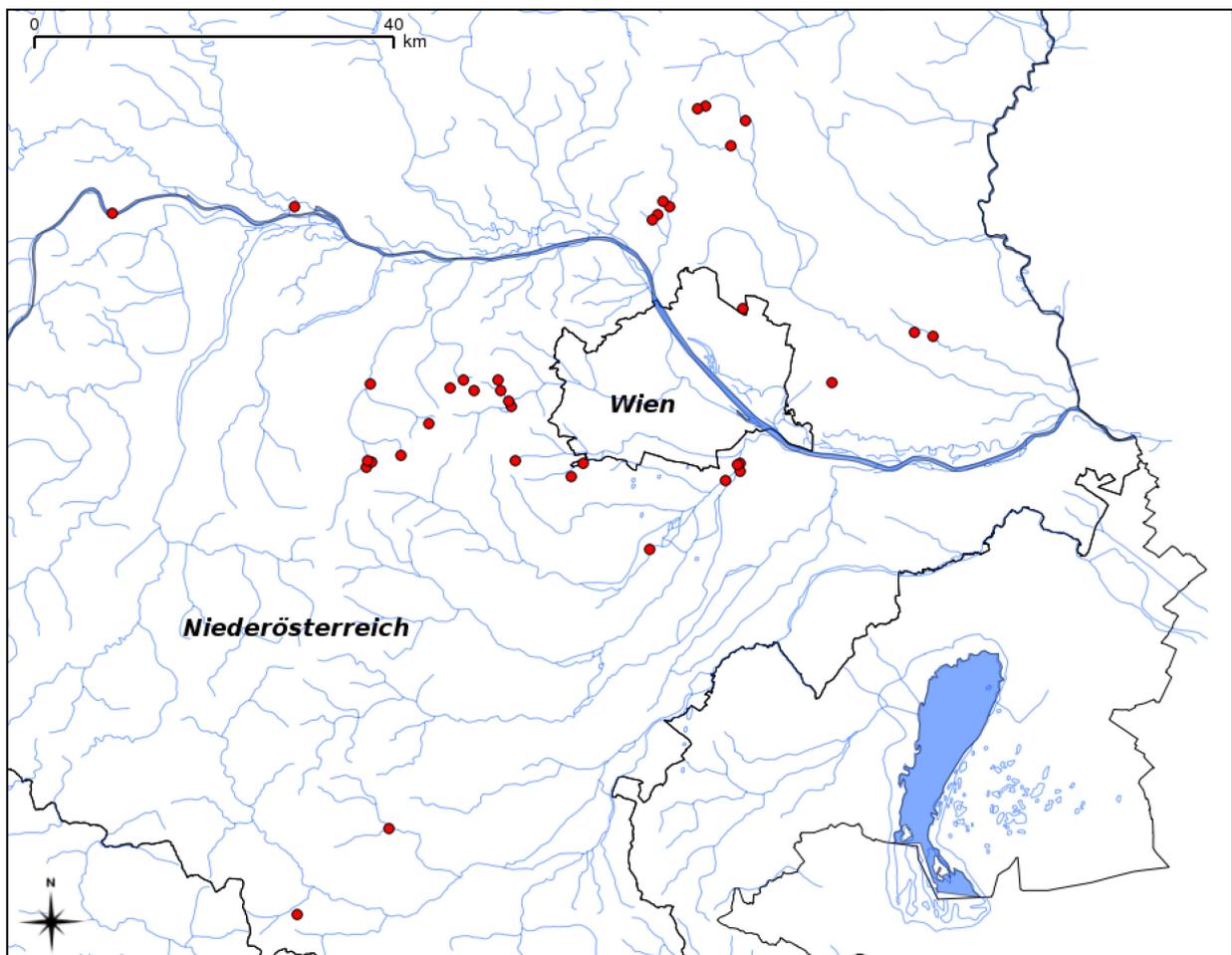
Schutzmaßnahmen zu entwickeln. Außerdem könnte die Erforschung dieser Tiere, gerade in schwer zugänglichen Untersuchungsgebieten, effizienter gestaltet werden, wenn Vorausinformativen aus den Modellen vorliegen würden.

Aus diesem Grund wird an der Universität für Bodenkultur derzeit an einem Habitatmodell für Fledermäuse gearbeitet, welches auch Insekten berücksichtigt. Die vorliegende Masterarbeit ist als Teilbereich dieser Modellierung anzusehen und soll die Frage beantworten, wie viel der Variabilität der Fledermausaktivität sich durch den Faktor Insektenabundanz erklären lässt. Die Studie ist die erste, welche diese Frage an voneinander unabhängigen Standorten mit Hilfe eines automatisch registrierenden Lautanalysesystems (Batcorder, ecoObs GmbH, Nürnberg, Deutschland) untersucht.

Haupthypothese dieser Arbeit ist, dass ein Zusammenhang zwischen der Aktivität von Fledermäusen und der Insektenabundanz besteht. Im Detail wird erwartet, dass sowohl die gesamte Fledermausaktivität als auch die Aktivität einzelner Fledermausarten von Abundanz, Biomasse, Größe und systematischer Zugehörigkeit der an den Standorten vorkommenden Insekten beeinflusst wird.

## 2 Material und Methode

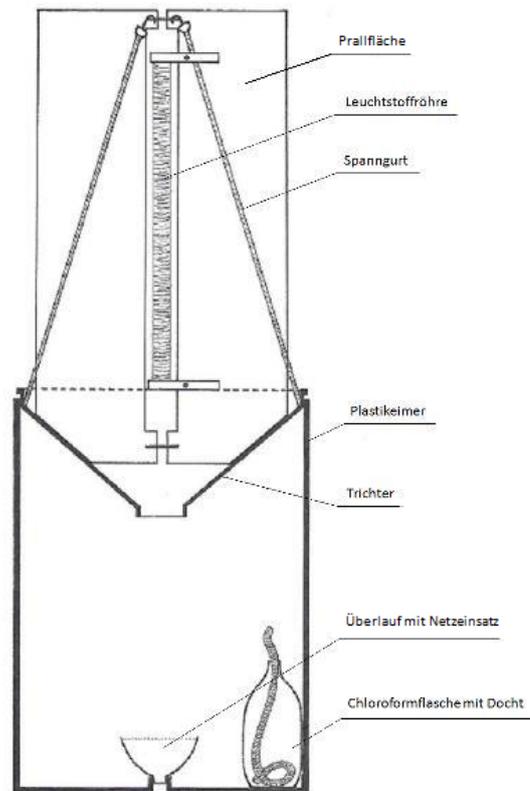
Das Datenmaterial für die vorliegende Arbeit wurde im Zeitraum von Ende Juli bis Anfang September 2011 an 37 Standorten hauptsächlich im näheren Umkreis der Stadt Wien erhoben (siehe Abb. 1). Die Standorte wurden nach dem Zufallsprinzip mit Hilfe der Karte Austrian Map Fly (Version 4.0, [www.austrianmap.at](http://www.austrianmap.at)) ausgewählt. Die Minimaldistanz zwischen den einzelnen Standorten betrug 200 Meter, da ich annahm, so räumliche Autokorrelation ausschließen zu können. Alle ausgewählten Standorte befanden sich an einem Gewässer, da diese auf Grund des Insektenreichtums über der Wasseroberfläche bzw. am Gewässerrand und des verfügbaren Trinkwassers einen Attraktor für Fledermäuse darstellen (Fukui et. al., 2006, Grindal et. al., 1999, Zahn & Maier 1997). Ein weiteres Kriterium für die Auswahl eines Standortes war die Erreichbarkeit per Auto.



**Abb. 1:** Verteilung der 37 Standorte im Umkreis von Wien, Österreich, zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Insektenabundanz und Fledermausaktivität

## 2.1 Insektenabundanz

Um die Abundanz der in der Nacht fliegenden Insekten an den Untersuchungsstandorten zu messen, wurden für jeweils eine Nacht pro Standort zwei Lichtfallen (Ing. Jan Šumpich, Česká Bělá, Tschechische Republik) aufgestellt. Diese wurden ca. 8 Meter voneinander entfernt platziert. Die Lichtfallen (siehe Abb. 2) bestanden aus einem Kunststoffkübel, welcher mit Hilfe einer Holzstange ca. 1 Meter über dem Boden platziert wurde. In den Kübelboden wurde ein Überlauftrichter mit Netzaufsatz gesteckt, um im Falle von Regen ein Stauen von Wasser zu verhindern. Auf den Eimer wurde ein Kunststofftrichter gesteckt, durch dessen Öffnung die Insekten in das Innere gelangen konnten. Um ein Ausfliegen der gefangenen



**Abb. 2** : Lichtfalle im Längsschnitt (ohne elektrische Verkabelung)

Insekten zu verhindern, wurde in jeden Kübel eine mit Chloroform gefüllte Glasflasche mit herausragendem Docht gestellt. Auf den Kübel wurde mit Hilfe von Spanngurten und einer Plexiglas-Halterung das Licht zur Anlockung der Insekten befestigt. Um möglichst das gesamte Insektenspektrum mit den Lichtfallen besammeln zu können, wurden an jedem Standort je eine Lichtfalle mit einer Weißlicht- (Philips Actinic BL TL 8W/10 1FM)- und eine mit einer Schwarzlichtleuchtstoffröhre (GE Lighting T5 F8W/BLB) aufgestellt. Die Lichtfallen wurden über eine Panasonic Valve Regulated Lead-Acid Batterie (Model No. LC-1224APG; 12V, 24Ah/20HR) mit Strom versorgt und mit Hilfe einer Zeitschaltuhr drei Mal pro Nacht für jeweils eine halbe Stunde (21:30-22:00, 00:00-00:30, 02:00-02:30 Uhr) aktiviert. Die zeitlich begrenzte Aktivierung der Lichtfallen sollte die Beeinträchtigung der normalen Fledermausaktivität (durch Anlockung bzw. Abschreckung) wie auch die Anlockung von Insekten über weitere Distanzen verhindern (Kusch et al. 2004). Am darauffolgenden Morgen wurden die Lichtfallen geleert und die gefangenen Insekten in alkoholgefüllten Bechern, nach Weiß- und Schwarzlicht getrennt, konserviert. Schmetterlinge (Lepidoptera)

wurden gesondert in Bechern mit einem in Essigether (Ethylacetat) getränkten Wattebausch aufbewahrt.

Alle Insekten wurden daraufhin bis auf Ordnungsniveau bestimmt (verwendete Literatur: Bährmann 2008, Schäfer 2006, Haupt & Haupt 1998, Chinery 1993, Harde & Severa 1984). Drei Ordnungen (Coleoptera, Diptera, Trichoptera), welche den Großteil des Fangs stellten, wurden bis auf Familienniveau bestimmt (mit: Bährmann 2008, Schäfer 2006, Haupt & Haupt 1998, Chinery 1993, Harde & Severa 1984). Darüber hinaus wurde die Flügelspannweite als Maß für die Körpergröße der Tiere und das Trockengewicht zur Feststellung der Biomasse ermittelt. Um das Trockengewicht zu ermitteln, wurde jedes einzelne Insekt bei 70 °C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und anschließend mit einer elektronischen Präzisionswaage (Sartorius Master<sup>pro</sup> Serie Modell SE 2-OCE, Sartorius AG, Göttingen, Deutschland) gewogen.

## **2.2 Fledermausaktivität**

Um die Fledermausaktivität der Standorte zu erheben, wurden die Ultraschallrufe der Tiere mittels Batcordern (ecoObs GmbH, Nürnberg, Deutschland) aufgezeichnet. Batcorder sind bioakustische Messgeräte, welche Fledermausrufe vollautomatisch erkennen, diese in Echtzeit erfassen und die Aufnahmen digital (500 kHz und 16bit) speichern (Markmann & Runkel 2010e). Pro Standort wurde jeweils ein Gerät zwischen den Lichtfallen mit Hilfe einer Metallstange ca. 2,5 Meter über dem Boden angebracht. Das Batcordermikrofon wurde zum Gewässer hin ausgerichtet, da dort auf Grund der Attraktorwirkung des Gewässers die höchste Fledermausaktivität zu erwarten war (Fukui et. al., 2006, Grindal et. al., 1999). Um die nächtliche Aktivität zur Gänze erfassen zu können, wurden die Geräte jeweils von 18:00 bis 06:00 Uhr aktiviert. Am darauffolgenden Morgen wurden die Batcorder abgebaut und die aufgezeichneten Rufe ausgelesen. Die Analyse der Rufe erfolgte mit der Analysesoftware bcAdmin (Version 2.14) und batIdent (Version 1.03) (ecoObs GmbH, Nürnberg, Deutschland). Das Programm bcAdmin kombiniert eine Datenbank mit Soundanalyse- sowie Berichtsfunktionen und dient der Vermessung der aufgezeichneten Rufe (Markmann & Runkel 2010a). In Verbindung mit dem Programm batIdent, welches aus Rufmesswerten mittels statistischer Verfahren die zugehörigen Fledermausarten ermittelt, können Aufnahmen einer automatischen Artbestimmung unterzogen werden (Markmann & Runkel

2010a, Markmann & Runkel 2010b). Der Output von bcAdmin (Anzahl der Rufsequenzen und Rufe, Frequenz-Zeitverläufe der Rufe, Artenliste mit Bestimmungsqualität, nächtliche Aktivitätsverteilung der Arten, Artbestimmungs-Grafiken) wurde im Anschluss auf Plausibilität geprüft. Hierfür wurden alle Rufsequenzen unter Zuhilfenahme von Bestimmungsliteratur (Markmann & Runkel 2010d, Hammer & Zahn 2009, Dietz et al. 2007, Skiba 2003) einzeln gesichtet. Es wurden nur Fledermausarten in die statistische Auswertung übernommen, die nach subjektiver Einschätzung als plausibel eingestuft wurden. Die Kriterien hierfür waren die Sicherheit der Bestimmung durch bcAdmin, die Anzahl der Einzelrufe pro Rufsequenz, das Vorkommen der Art in der geographischen Region, im Lebensraum und in der Höhenstufe, das Vorkommen von Verwechslungsarten und kennzeichnende Rufmerkmale. In Fällen, in denen mit Hilfe von bcAdmin und der Bestimmungsliteratur kein eindeutiges Ergebnis erzielt werden konnte, wurde mit Hilfe von bcAnalyze (Markmann & Runkel 2010c) nachkontrolliert, um eventuell weitere Arten als plausibel einstufen zu können. Dieses Tonanalyse-Programm wurde speziell für die Analyse von Fledermaus-Echoortungsrufen entwickelt und ermöglicht die Darstellung der Wellenform-Statistik, von Sonagrammen, Oszillogrammen und Spektren der einzelnen Fledermausrufe. Der bcAnalyze-Output wurde ebenfalls mit der Bestimmungsliteratur (Markmann & Runkel 2010d, Hammer & Zahn 2009, Dietz et al. 2007, Skiba 2003) überprüft.

Als Maß für die Fledermausaktivität am Standort wurde die Anzahl der über die Nacht hinweg aufgezeichneten Rufe herangezogen. In der weiteren Analyse wurde sowohl die Gesamtaktivität aller Fledermäuse als auch die Rufaktivität einzelner Fledermausarten verwendet. Da die Rufe bestimmter Arten mit bisherigen technischen Mitteln nicht sicher unterscheidbar sind, wurden diese Arten als Rufart zusammengefasst. So bilden die Arten *Myotis mystacinus* und *Myotis brandtii* die Rufart Mbart und die beiden Arten *Pipistrellus kuhlii* und *Pipistrellus nathusii* die Rufart Pkuh\_Pnat. Auf Grund der besseren Verständlichkeit wird in Folge aber nur von Fledermausarten gesprochen, Rufarten sind bei dieser Bezeichnung inkludiert.

## 2.3 Standortparameter

Um Einflüsse von Standorteigenschaften auf Insektenabundanz und Fledermausaktivität festzustellen, wurden diverse Parameter (siehe Tab. 1) erhoben. Die Parameter wurden teils selbst und vor Ort erhoben, zum Teil wurde auf vorhandene Informationen der ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, [www.zamg.ac.at](http://www.zamg.ac.at)) zurückgegriffen. Diese stellte Informationen zu Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Bewölkung zur Verfügung. Zur Einschätzung der Licht- und Windverhältnisse während der Erhebungsächte wurden die Parameter Mondphase und Geschütztheit des Standorts mit den Daten der ZAMG kombiniert. Die Lichtverhältnisse wurden über die Mondphase, die Bewölkung, das Vorhandensein künstlicher Lichtquellen und der Geschlossenheit der Vegetation in einer 5-teiligen Skala abgeschätzt. Lichtverhältnisse welche mit dem Wert 1 versehen wurden fanden sich beispielsweise an Standorten im Wald, bei geschlossener Vegetation und bei starker Bewölkung während der Nacht. Der Wert 5 wurde an Lichtverhältnisse vergeben wenn beispielsweise der Standort stark exponiert, der Himmel wolkenlos und Vollmond war. Die Windverhältnisse (lokale Windstärke) wurden über die Windrichtung, Windgeschwindigkeit und die Geschütztheit des Standortes in Beaufort abgeschätzt. Beispielsweise wurde die lokale Windstärke um 1-2 Beaufort reduziert, im Vergleich zu den Messungen der Windgeschwindigkeit der ZAMG, wenn der Standort in Windrichtung gut geschützt (z.B. in oder vor dichtem Wald) war, während die lokale Windstärke nicht reduziert wurde wenn der Standort in Windrichtung ungeschützt (z.B. in baumloser Ebene) war. Standortparameter wie Bodendeckung, horizontale und vertikale Dimension, Gewässertyp, -breite und -fläche als auch Besonnungsgrad, Macrophytenanteil und Uferbewuchs des Gewässers konnten direkt vor Ort erhoben werden. Zusätzlich wurde an jedem Standort der nächtliche Temperaturverlauf mittels eines Gemini Data Loggers (Tinytag Plus, Gemini Data Loggers, West Sussex, United Kingdom) aufgezeichnet. Da die Temperatursummen mit den Tiefsttemperaturen eng korrelierten (Spearman-Korrelation:  $k = 0,908$ ;  $N = 37$ ) wurde aus Gründen der besseren Datenverständlichkeit nur der tiefste Temperaturwert in die statistische Analyse übernommen.

## 2.4 Statistik

Das Datenmaterial wurde mit Hilfe von Microsoft® Excel® für Mac 2011 aufbereitet. Alle statistischen Analysen wurden mit R (Version 2.11.1, R Development Core Team 2010) durchgeführt. Der Mann-Whitney U-Test wurde verwendet, um Unterschiede in der Fängigkeit der Lichtfallen festzustellen. Lineare, bivariate oder multiple Regressionen wurden für die Gesamtaktivität der Fledermäuse und die Aktivität einzelner Fledermausarten verwendet, um den Einfluss der Insektenabundanz, Insektengröße, Insektenbiomasse, der systematischen Zugehörigkeit der Insekten und der diversen Standortparameter zu testen. Da an Fließ- und Stehgewässern unterschiedliche Parameter erhoben wurden, wurden auch die Analysen für beide Gewässerarten gesondert durchgeführt. Um die Voraussetzungen (Normalverteilung, Homoskedasität) für diese Analysen zu schaffen, wurden die Daten teilweise log-transformiert. Um das beste Regressionsmodell zu finden, wurde das Akaike Informationskriterium (Quinn & Keough 2007) herangezogen. Um Typ I-Fehler zu vermeiden wurden in den Analysen die P-Werte teilweise nach der Hochberg-Methode (Quinn & Keough 2007) korrigiert.

**Tab. 1:** 19 Parameter welche erhoben wurden um deren Einfluss auf Fledermausaktivität (Anzahl Rufe) und Insektenabundanz (Anzahl Individuen) festzustellen

Parameter	Erhebung	Erläuterung
Temperatur	Temperaturmessung alle 10 Minuten mittels Tinytag Plus-Data Logger	Ermittlung der Tiefsttemperatur der Nacht (°C)
Windrichtung	Daten der ZAMG	Windrichtung in Grad
Windgeschwindigkeit	Daten der ZAMG	Windgeschwindigkeit in Beaufort
Geschützttheit	ungeschützt, offen (z.B. baumlose Ebene); wenig geschützt (z.B. in offener Siedlung); mäßig geschützt (z.B. im Lee einer Kuppe, eines Waldes); weitgehend geschützt (z.B. im/vor dichtem Wald); völlig geschützt (z.B. in Schlucht)	Geschützttheit vor Wind je nach Windrichtung
Wind	Abgeschätzt aus Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Geschützttheit	lokale Windstärke in Beaufort
Bodendeckung	unbedeckt (Boden & Laubstreu, knöchelhoch), kniehoch (10 - 50 cm), hüfthoch (50 - 100 cm), schulterhoch (> 100 cm)	Wuchshöhe der Bodenvegetation
Lichtfläche	Strukturen > 2 m auf festgelegtem Polygon festgehalten	mögliche ausgeleuchtete Fläche der Lichtfallen (m <sup>2</sup> ) um potentiell Einzugsgebiet von Insekten festzuhalten
horizontale Dimension	offen, halboffen, parkartig, geschlossen, dicht	Abschätzung der Geschlossenheit der Vegetation
vertikale Dimension	null-, ein-, zwei-, dreistöckig	Anzahl der Vegetationsstockwerke
Mondphase	zunehmend/abnehmend, Neumond, 1/4-Mond, 1/2-Mond, 3/4-Mond, Vollmond	Abschätzung der vom Mondlicht erzeugten Helligkeit
Bewölkung	Daten der ZAMG, unterteilt in wolkenlos, wolkig und bedeckt	Abschätzung wie viel von der vom Mondlicht erzeugten Helligkeit durch die Bewölkung reduziert wird
künstliche Lichtquellen	Entfernung zum Standort, Art der Lichtquelle	Abschätzung der Beeinflussung auf Lichtverhältnisse am Standort
Licht	Abgeschätzt aus Mondphase, Bewölkung, dem Vorhandensein künstlicher Lichtquellen und der horizontalen Dimension	Lichtverhältnisse in 5-teiliger Skala von hell bis dunkel unterteilt
Gewässertyp	Fließ- oder Stehgewässer	Typisierung des Gewässers
Gewässerfläche	errechnet aus Länge und Breite (m)	Fläche (m <sup>2</sup> ) stehender Gewässer
Gewässerbreite	Breite (m)	Breite fließender Gewässer
Besonnung	vollsonne, sonnig, schattig, vollschattig	Besonnungsgrad stehender Gewässer
Macrophyten	0-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100%	Flächenanteil von Macrophyten in stehenden Gewässern
Ufervegetation	0-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100%	Flächenanteil der Ufervegetation an stehenden Gewässern

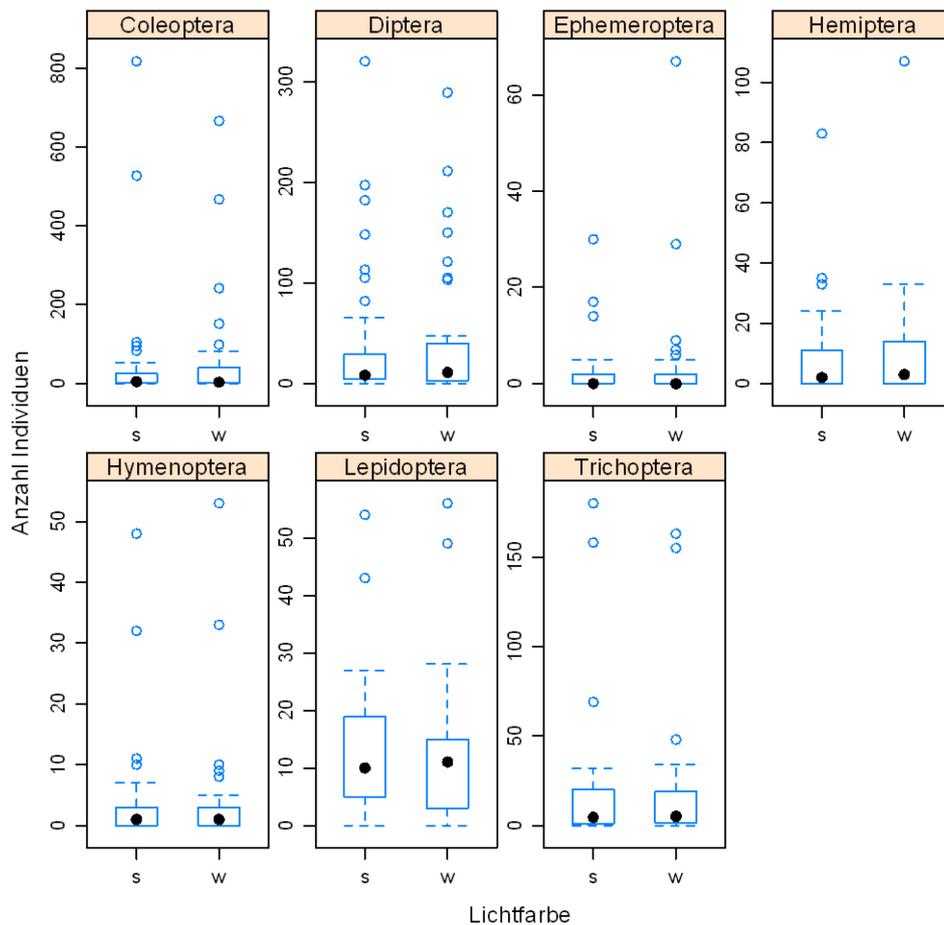
## 3 RESULTATE

### 3.1 Insektenabundanz

An den 37 Standorten wurden insgesamt 10702 Insekten aus 9 Ordnungen gefangen. Zwei Ordnungen (Neuroptera, Psocoptera) wurden aufgrund ihrer geringen Abundanz (< 10 Individuen an allen 37 Standorten; siehe Anhang Tab. 1) aus allen statistischen Analysen entfernt, welche sich nicht auf die gesamte Insektenabundanz bezogen.

Die drei Ordnungen Coleoptera, Diptera und Trichoptera stellten den Hauptanteil (79,4%) der Fänge. Diese Ordnungen setzten sich aus insgesamt 73 Familien zusammen. Aufgrund der sehr geringen Abundanzen (< 10 Individuen an allen 37 Standorten) von 55 Familien wurden diese aus den statistischen Analysen entfernt, wodurch in Summe 18 Familien (siehe Anhang Tab. 2) übrig blieben. Diese stellten einen Anteil von 98,12% der Abundanz der drei Ordnungen.

Es gab keine Unterschiede in der Fängigkeit der Schwarz- und Weißlichtfallen (Mann-Whitney:  $W = 55124$ ,  $P = 0,894$ ,  $N = 37$  Lichtfallenpaare). In Bezug auf die einzelnen Insektenordnungen (Neuroptera und Psocoptera ausgeschlossen) ergaben sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede in der Fängigkeit (Mann-Whitney: Coleoptera:  $W = 733$ ,  $P = 0,601$ ; Diptera:  $W = 658$ ,  $P = 0,778$ ; Ephemeroptera:  $W = 645$ ,  $P = 0,644$ ; Hemiptera:  $W = 637$ ,  $P = 0,604$ ; Hymenoptera:  $W = 679$ ,  $P = 0,955$ ; Lepidoptera:  $W = 710$ ,  $P = 0,786$ ; Trichoptera:  $W = 635,5$ ,  $P = 0,602$ ; siehe Abb. 3).

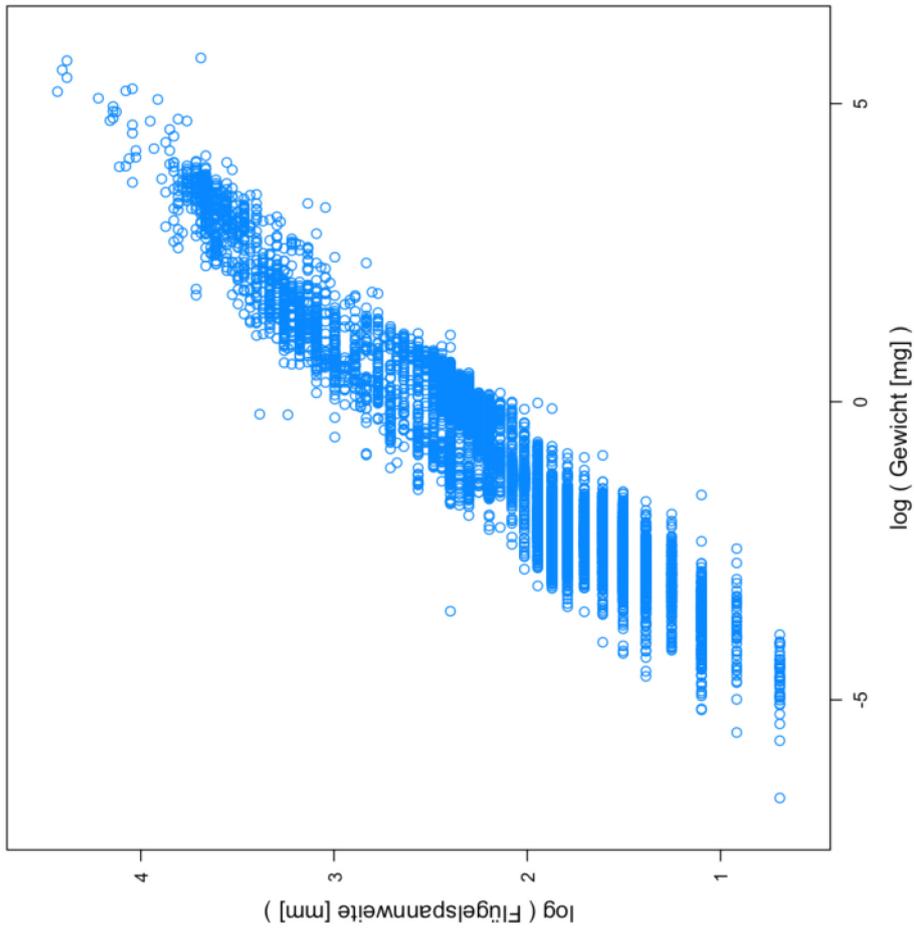


**Abb. 3:** Individuenanzahl der Insektenordnungen unterteilt nach Fangerfolg in Schwarz- (s) und Weißlichtfallen (w) (beachte unterschiedliche Skalierung der Ordinaten)

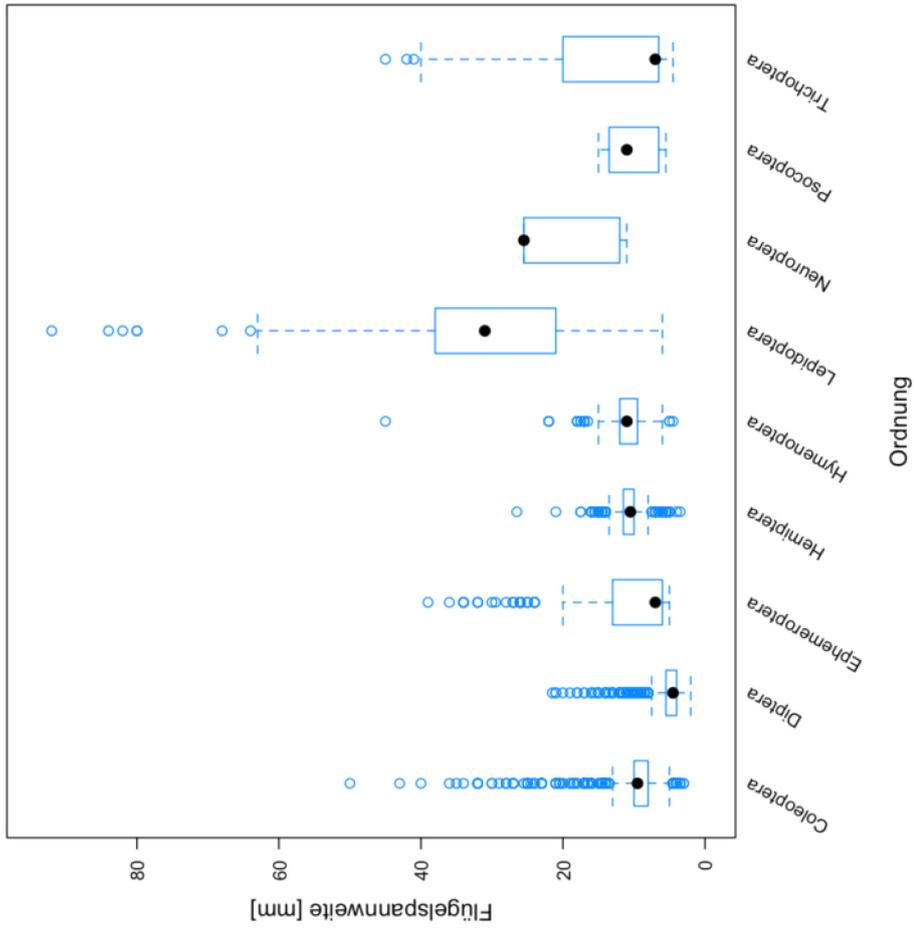
### 3.1.1 Zusammenhang Insektengröße und -biomasse

Zwischen den Flügelspannweiten und den Trockengewichten der Insekten, welche nach dem Trockenvorgang noch intakt waren, bestand ein hoch signifikanter Zusammenhang (lineare bivariate Regression mit log-transformierten Werten,  $N = 9883$ ; Koeffizient = 2,640,  $SE = 0,008$ ,  $t = 315,2$ , korrigiertes  $R^2 = 0,909$ ,  $P < 0,001$ ; siehe Abb. 4). Da sich 90% der Variabilität des Trockengewichtes über die Flügelspannweite erklären ließ, wurde in allen weiteren Analysen ausschließlich die Flügelspannweite verwendet.

In Abb. 5 ist ersichtlich, dass die Flügelspannweiten der Insektenordnungen vorwiegend  $< 20$  mm rangierten. Nur der Median der Lepidoptera und Neuroptera lag über diesem Wert.



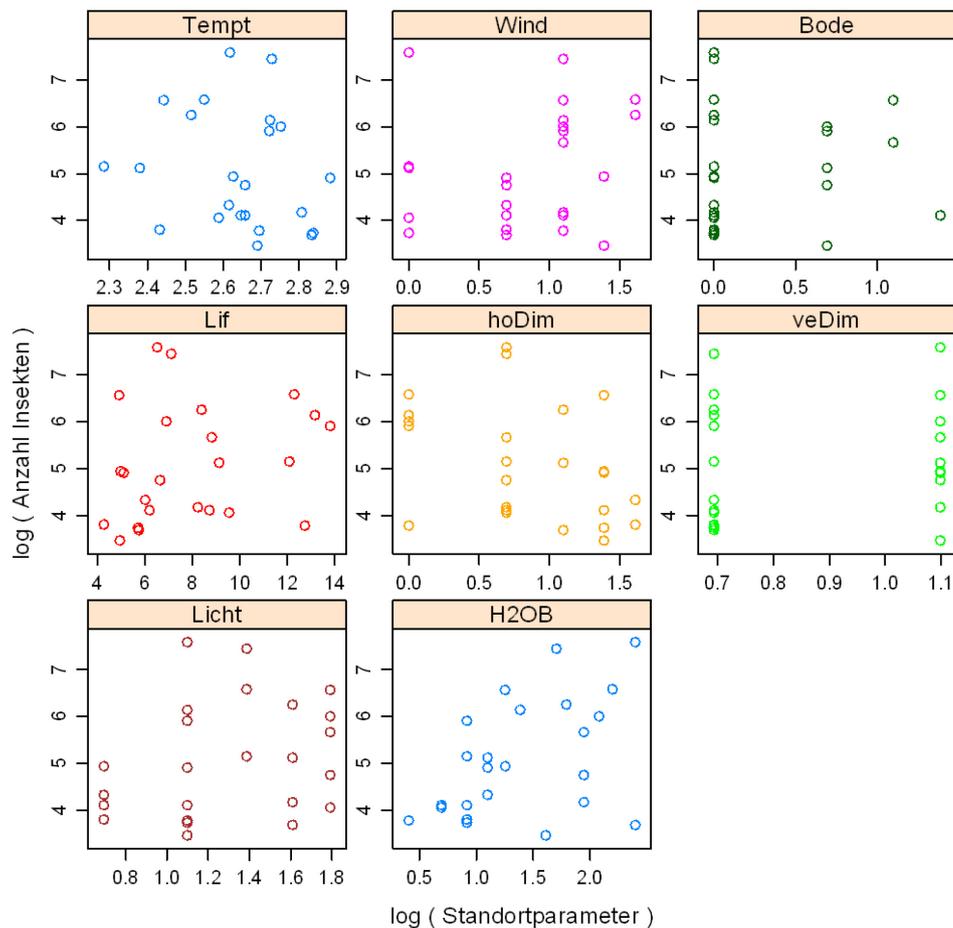
**Abb. 4:** Zusammenhang zwischen Trockengewicht [mg] und Flügelspannweite [mm] der Insekten (N = 9883) zur Untersuchung deren Einflusses auf die Fledermausaktivität



**Abb. 5:** Größenverteilung der Flügelspannweiten [mm] der Insektenordnungen welche herangezogen wurden um deren Einfluss auf die Fledermausaktivität zu untersuchen

### 3.1.2 Zusammenhang Insektenabundanz und Standortparameter

An Fließgewässern (N = 24) konnte kein Zusammenhang zwischen der Insektenabundanz und den Standortparametern festgestellt werden (siehe Abb. 6 & Tab. 2 (1)). Nach der Modelloptimierung mit dem Akaike Informationskriterium (AIC) ergab sich, dass die Insektenabundanz an Fließgewässern signifikant von der Breite der Gewässer beeinflusst wurde ( $P = 0,021$ ; siehe Abb. 6 & Tab 2 (2)). An stehenden Gewässern (N = 13; die Parameter Besonnungsgrad, Macrophytenanteil und Ufervegetation mussten aus den Berechnungen entfernt werden, da sie die Normalverteilung der Daten zu stark beeinflussten) fand sich im gesättigten Modell ebenfalls kein Zusammenhang zwischen der Insektenabundanz und den Standortparametern (siehe Abb. 7 & Tab. 3 (1)). Windstärke wie auch die Geschlossenheit der Vegetation (hoDim) konnten nach der Modelloptimierung mit dem Akaike Informationskriterium als negative Einflussgrößen auf die Insektenabundanz identifiziert werden (Wind:  $P = 0,006$ ; hoDim:  $P = 0,35$ ; siehe Abb. 7 & Tab. 3 (2)).

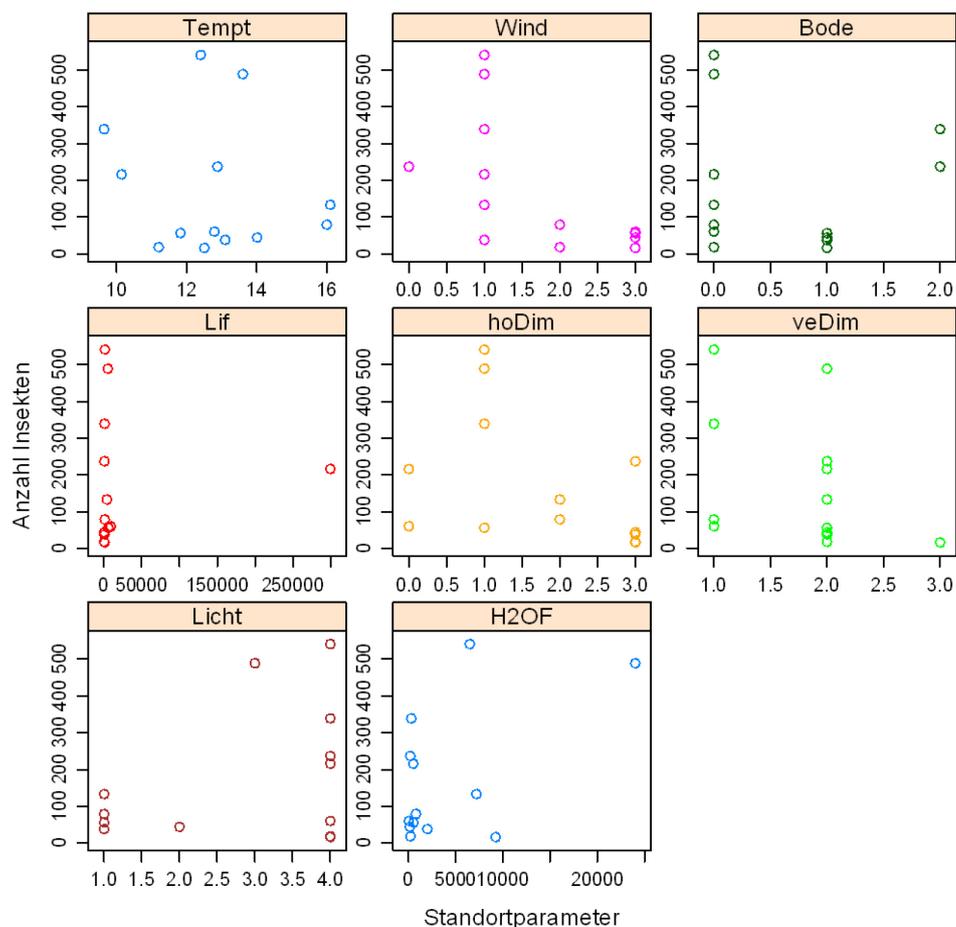


**Abb. 6:** Zusammenhang zwischen Insektenabundanz und Standortparametern an Fließgewässern (N = 24) (Werte log-transformiert; Tiefsttemperatur (Tempt), Windstärke (Wind), Bodendeckung (Bode), Lichtfläche (Lif), horizontale / vertikale Dimension (hoDim / veDim), Lichtverhältnisse (Licht), Gewässerbreite (H2OB))

**Tab. 2: (1)** Zusammenhang zwischen Insektenabundanz und Standortparametern an Fließgewässern (lineare multiple Regression mit log-transformierten Werten; N = 24, korrigiertes  $R^2 = 0,089$ , F = 1,272, P = 0,331; **(2)** Modell mit niedrigstem AIC (N = 24, korrigiertes  $R^2 = 0,307$ , F = 4,259, P = 0,018)

(1)	Koeffizient	SE	t	P
Tempt	-3,223	2,047	-1,575	0,138
Wind	0,12	0,558	0,216	0,832
Bode	-0,122	0,766	-0,159	0,876
Lif	-0,053	0,224	-0,238	0,815
hoDim	-1,155	1,153	-1,002	0,333
veDim	0,516	1,645	0,314	0,758
Licht	-0,357	0,881	-0,405	0,692
H2OB	0,906	0,659	1,374	0,191
(2)	Koeffizient	SE	t	P
Tempt	-2,714	1,506	-1,802	0,087
hoDim	-0,797	0,405	-1,966	0,064
H2OB	0,993	0,394	2,516	0,021 *

Abkürzungen siehe Abb. 6



**Abb. 7:** Zusammenhang zwischen Insektenabundanz und Standortparametern an stehenden Gewässern (N = 13) (Werte log-transformiert; Gewässerfläche (H2OF), restliche Abkürzungen siehe Abb. 6)

**Tab. 3: (1)** Zusammenhang zwischen Insektenabundanz und Standortparametern an stehenden Gewässern (lineare multiple Regression; N = 13, korrigiertes  $R^2 = 0,716$ , F = 4,782, P = 0,073; **(2)** Modell mit niedrigstem AIC (N = 13, korrigiertes  $R^2 = 0,796$ , F = 10,41, P = 0,003)

<b>(1)</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
Tempt	0,134	0,17	0,789	0,474
Wind	-0,509	0,263	-1,931	0,126
Bode	0,599	0,369	1,626	0,179
Lif	3,24E-06	4,73E-06	0,686	0,531
hoDim	-0,367	0,361	-1,017	0,367
veDim	-0,85	0,688	-1,232	0,285
Licht	0,066	0,183	0,365	0,734
H2OF	7,71E-05	5,06E-05	1,525	0,202
<b>(2)</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>P</b>
Wind	-0,619	0,163	-3,796	0,006 **
Bode	0,362	0,234	1,547	0,165
hoDim	-0,433	0,166	-2,599	0,035 *
veDim	-0,623	0,339	-1,836	0,108
H2OF	6,36E-05	2,74E-05	2,326	0,052
Abkürzungen siehe Abb. 6				

### 3.2 Fledermausaktivität

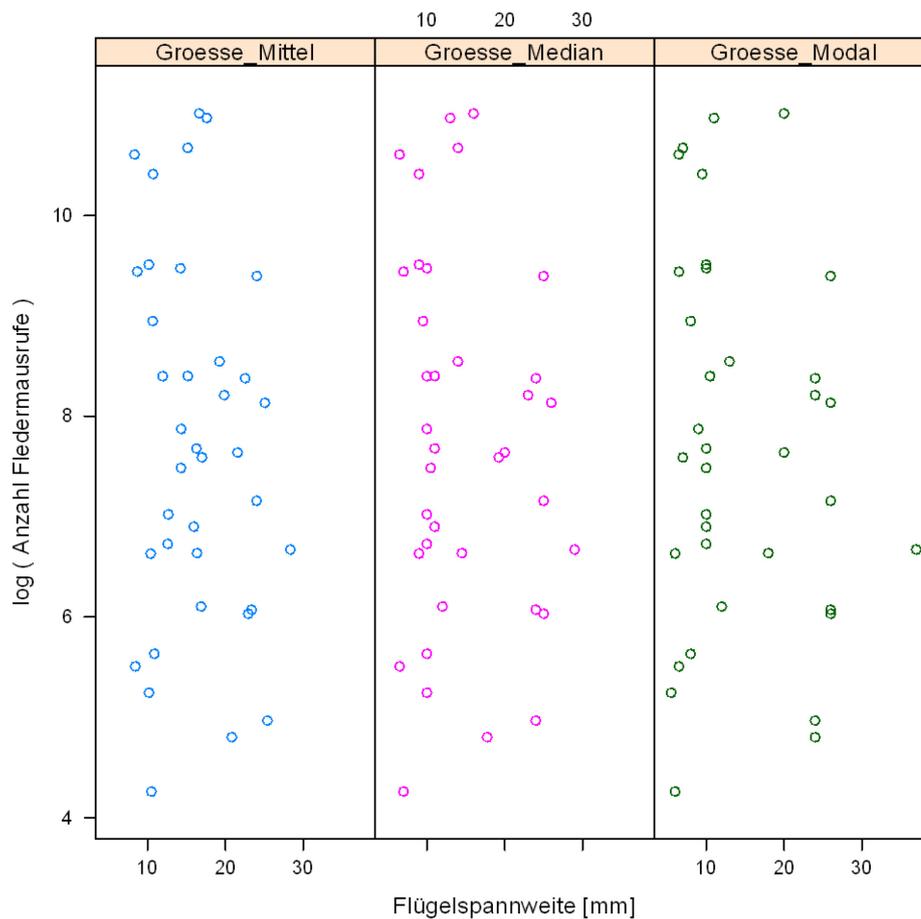
An den 37 Standorten wurden insgesamt 340045 Fledermausrufe aufgezeichnet. Es wurden 15 Fledermausarten (siehe Tab. 4) als plausibel eingestuft, wobei, wie eingangs bereits erwähnt, sowohl *M. mystacinus* und *M. brandtii* als auch *P. kuhlii* und *P. nathusii* jeweils als Rufart zusammengefasst wurden. Die statistischen Analysen in Bezug auf die Aktivität einzelner Fledermausarten wurden nur mit den 6 frequentesten Fledermausarten (*Barbastella barbastellus*, *M. mystacinus* / *brandtii*, *Nyctalus noctula*, *P. kuhlii* / *nathusii*, *P. pipistrellus*, *P. pygmaeus*) durchgeführt (siehe Anhang Tab. 3).

**Tab. 4:** Fledermausarten deren Aktivität unter Einfluss von Insektenabundanz und Standortparametern untersucht wurde

deutscher Name	lateinischer Name	Abkürzung
Mopsfledermaus	<i>Barbastella barbastellus</i> (SCHREBER, 1774)	Bbar
Nordfledermaus	<i>Eptesicus nilsonii</i> (KEYSERLING & BLASIUS, 1839)	Enil
Alpenfledermaus	<i>Hypsugo savii</i> (BONAPARTE, 1837)	Hsav
Nymphenfledermaus	<i>Myotis alcathoe</i> (HELVERSEN & HELLER, 2001)	Malc
Kleine Bartfledermaus	<i>Myotis mystacinus</i> (KUHLM, 1817)	Mbart *
Große Bartfledermaus	<i>Myotis brandtii</i> (EVERSMANN, 1845)	Mbart *
Wasserfledermaus	<i>Myotis daubentonii</i> (KUHLM, 1817)	Mdau
Wimperfledermaus	<i>Myotis emarginatus</i> (GEOFFROY, 1806)	Mema
Großes Mausohr	<i>Myotis myotis</i> (BORKHAUSEN, 1797)	Mmyo
Kleiner Abendsegler	<i>Nyctalus leisleri</i> (KUHLM, 1817)	Nlei
Großer Abendsegler	<i>Nyctalus noctula</i> (SCHREBER, 1774)	Nnoc
Weißrandfledermaus	<i>Pipistrellus kuhlii</i> (KUHLM, 1817)	Pkuh_Pnat *
Rauhautfledermaus	<i>Pipistrellus nathusii</i> (KEYSERLING & BLASIUS, 1839)	Pkuh_Pnat *
Zwergfledermaus	<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (SCHREBER, 1774)	Ppip
Mückenfledermaus	<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (LEACH, 1825)	Ppyg
Arten mit * wurden zu Rufarten zusammengefasst		

### 3.2.1 Zusammenhang Fledermausaktivität und Insektengröße

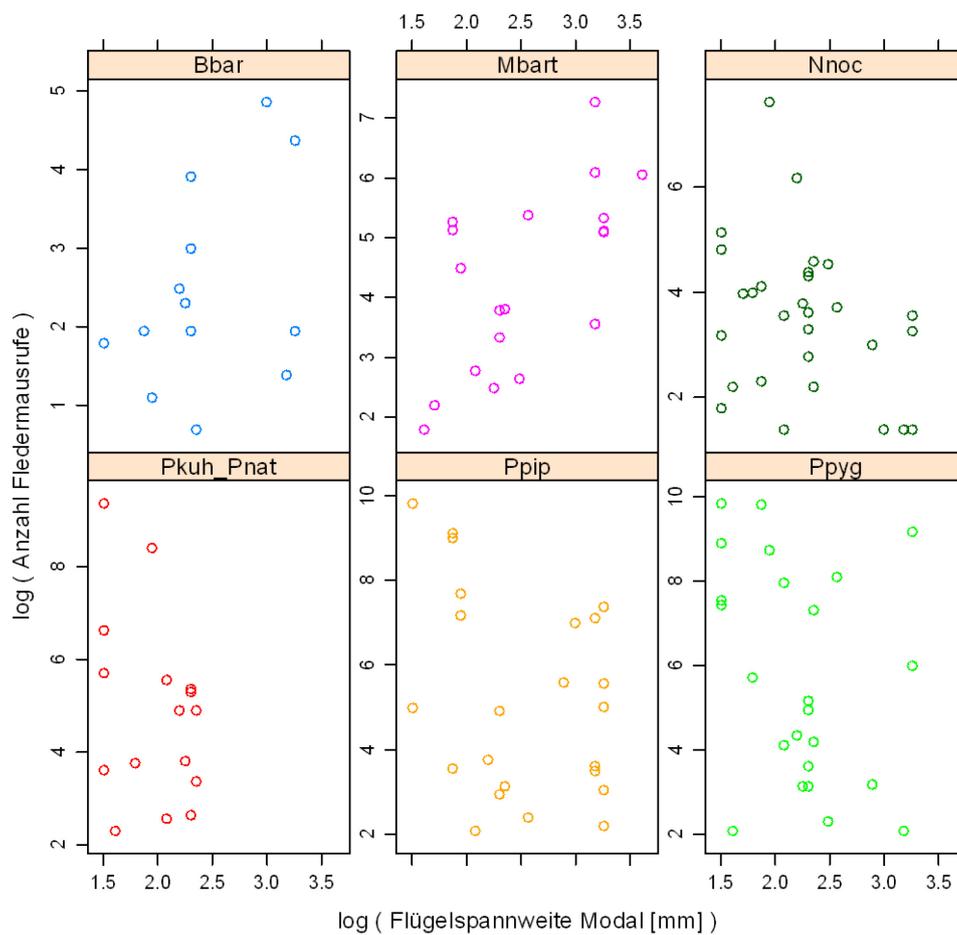
Die Fledermausaktivität an den einzelnen Standorten ließ sich weder über das arithmetische Mittel, den Median oder den Modalwert der Flügelspanweiten der Insekten erklären (jeweils lineare bivariate Regression zwischen log-transformierten Werten der Fledermausaktivität und Mittel-, Median- und Modalwerten der Flügelspanweiten; **Mittelwert:** Koeffizient = -0,059, SE = 0,057, t = -1,038, korrigiertes  $R^2 = 0,002$ , P = 0,306, N = 37; **Medianwert:** Koeffizient = -0,060, SE = 0,045, t = -1,307, korrigiertes  $R^2 = 0,019$ , P = 0,2, N = 37; **Modalwert:** Koeffizient = -0,057, SE = 0,033, t = -1,691, korrigiertes  $R^2 = 0,049$ , P = 0,099, N = 37; siehe Abb. 8 & Anhang Tab. 4).



**Abb. 8:** Verteilung mittlerer, medianer und modaler Flügelspanweiten [mm] von Insekten (N = 10702) und ihr Einfluss auf die Aktivität von Fledermäusen (Anzahl Rufe, N = 340054)

### 3.2.2 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Insektengröße

Beim Vergleich der Aktivität einzelner Fledermausarten (6 frequenteste Arten) und den Flügelspanweiten (Modalwerte) der Insekten an den Untersuchungsstandorten konnte festgestellt werden, dass die Aktivität von *M. mystacinus / brandtii* höher an Standorten mit Insekten größerer Flügelspanweiten war (siehe Tab. 5). Die Aktivität von *N. noctula*, *P. kuhlii / nathusii* und *P. pygmaeus* hingegen war deutlich geringer, je größer die Flügelspanweiten der Insekten waren (siehe Abb. 9 & Tab. 5).



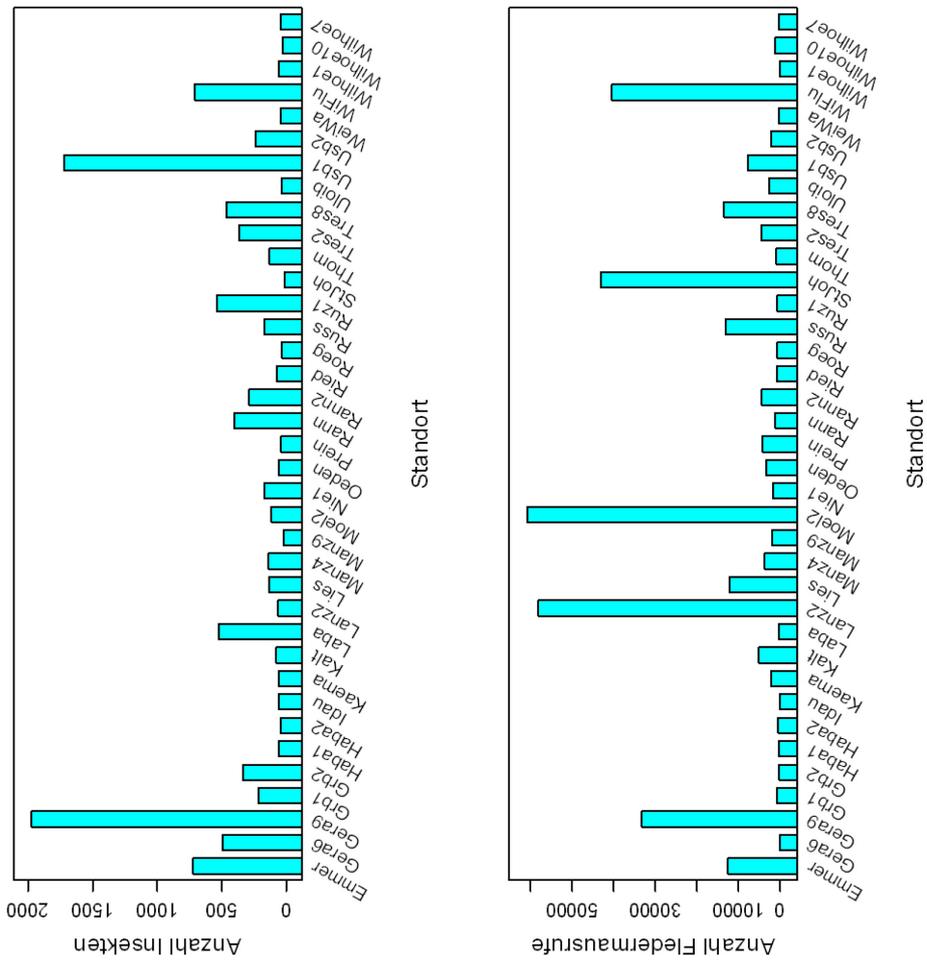
**Abb. 9:** Flügelspanweiten (Modalwerte [mm]) von Insekten (N = 10702) und ihr Einfluss auf die Aktivität (Anzahl Rufe) einzelner Fledermausarten (Abkürzungen sie Tab. 4) (Werte log-transformiert)

**Tab. 5:** Zusammenhang zwischen Aktivität einzelner Fledermausarten (Anzahl Rufe) und Flügelspannweiten (Modalwerte [mm]) von Insekten (N = 10702) (jeweils lineare bivariate Regression mit log-transformierten Werten, korrigierte P – Werte nach Hochberg-Methode, N = 37)

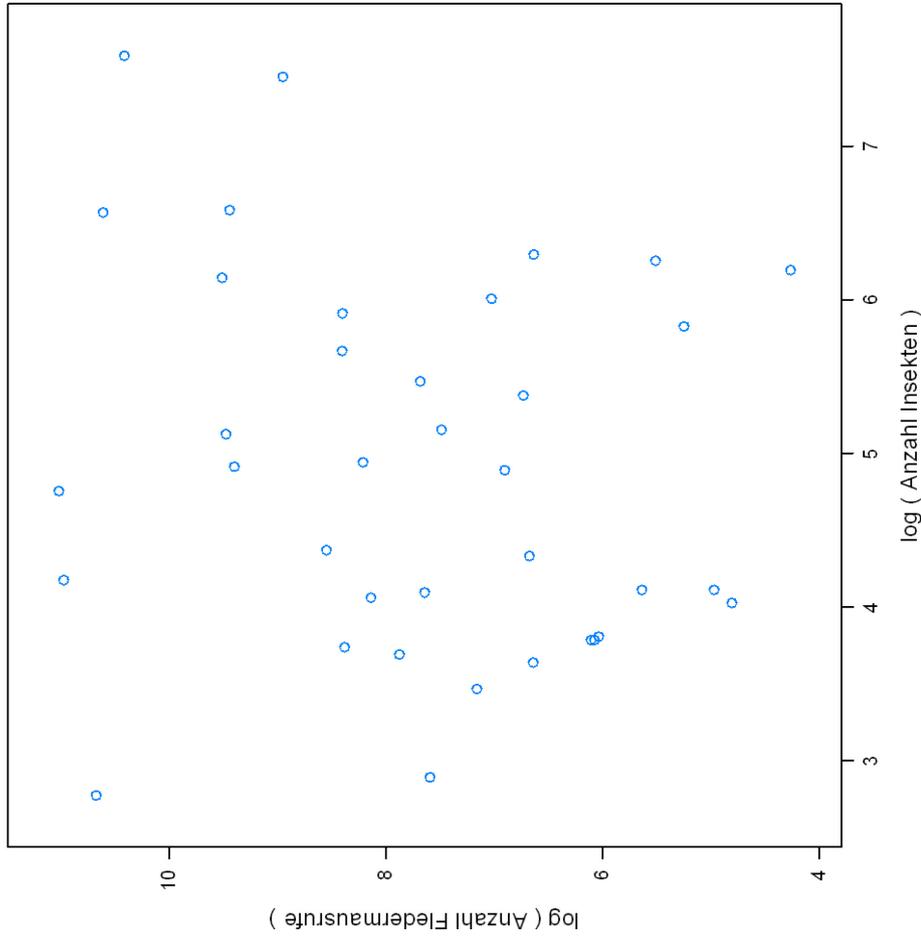
<b>Bbar</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Flügelspannweite (korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,006)	0,415	0,372	1,116	0,272	0,544
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Flügelspannweite (korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,128)	1,499	0,596	2,516	0,016 *	0,048 *
<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Flügelspannweite (korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,22)	-1,499	0,448	-3,345	0,001 **	0,005 **
<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Flügelspannweite (korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,322)	-2,562	0,601	-4,261	< 0,001 ***	0,006 **
<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Flügelspannweite (korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,025)	0,271	0,845	0,321	0,75	0,75
<b>Ppyg</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Flügelspannweite (korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,17)	-2,416	0,832	-2,902	0,006 **	0,024 *
Abkürzungen siehe Tab. 4					

### 3.2.3 Zusammenhang Fledermausaktivität und Insektenabundanz

Die Fledermausaktivität zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit der Insektenabundanz (lineare bivariate Regression mit log-transformierten Werten: Koeffizient = 0,249, SE = 0,247, t = 1,007, korrigiertes R<sup>2</sup> = 0,0004, P = 0,321, N = 37; siehe Abb. 10 & 11 & Anhang Tab. 5).



**Abb. 10:** Verteilung von Insektenabundanz (oben) und Fledermausaktivität (unten) an 37 Standorten



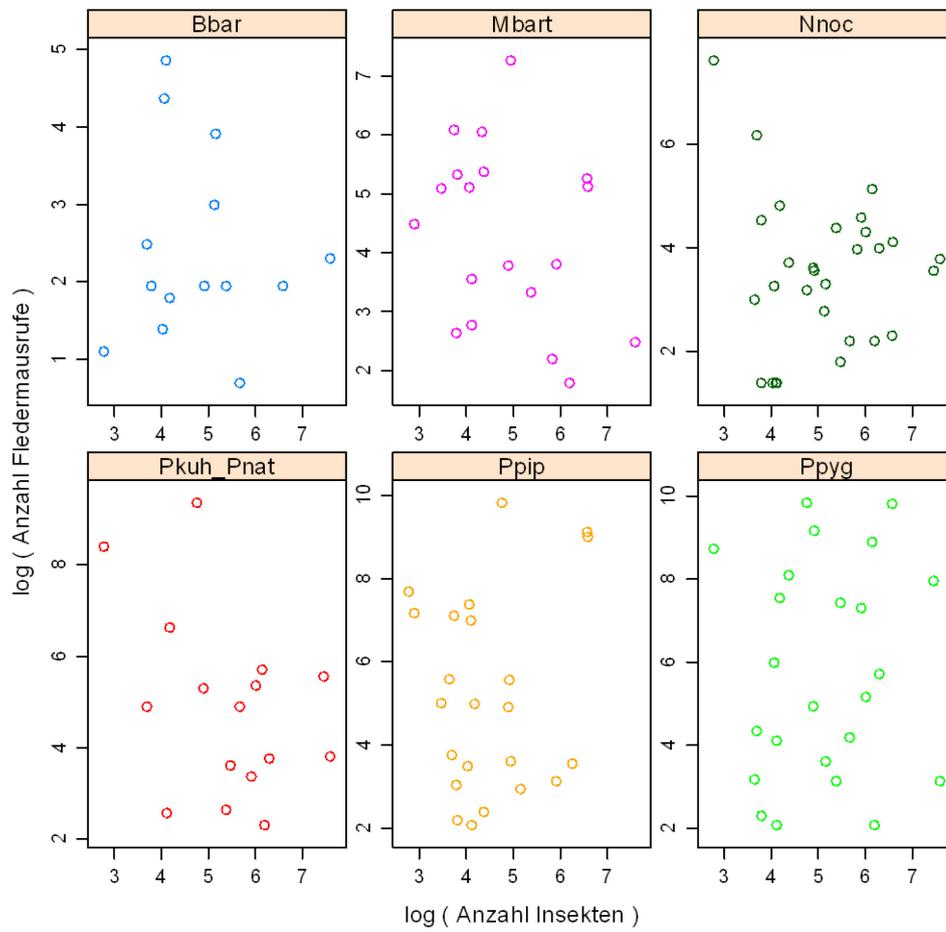
**Abb. 11:** Einfluss von Insektenabundanz (N = 10702) auf die Aktivität von Fledermäusen (Anzahl Rufe, N = 340054) (Werte log-transformiert)

### 3.2.4 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Insektenabundanz

Die Aktivität einzelner Fledermausarten (6 frequenteste Arten) zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit der Insektenabundanz (siehe Tab. 6 & Abb. 12).

**Tab. 6:** Zusammenhang zwischen der Aktivität einzelner Fledermausarten (Anzahl Rufe) und Insektenabundanz (jeweils lineare bivariate Regression mit log-transformierten Werten der Insektenabundanz, korrigierte P – Werte nach Hochberg-Methode)

<b>Bbar</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Insektenabundanz	-2,82	3,467	-0,814	0,421	0,601
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,009)					
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Insektenabundanz	-18,48	34,63	-0,534	0,597	0,601
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,02)					
<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Insektenabundanz	-80,59	44,63	-1,806	0,079	0,474
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,059)					
<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Insektenabundanz	-196,9	277,5	-0,709	0,483	0,601
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,013)					
<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Insektenabundanz	255,71	484,85	0,527	0,601	0,601
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,02)					
<b>Ppyg</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Insektenabundanz	545,6	626,4	0,871	0,39	0,601
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,021)					
Abkürzungen siehe Tab. 4					



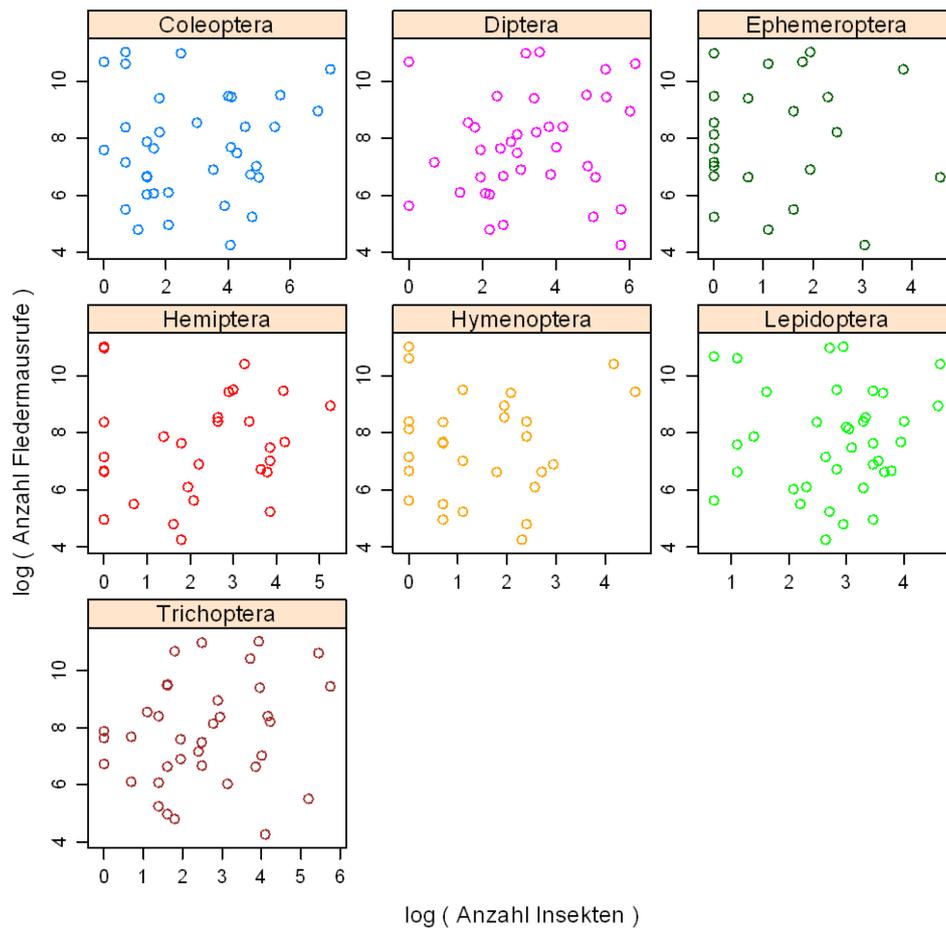
**Abb. 12:** Einfluss von Insektenabundanz auf die Aktivität (Anzahl Rufe) einzelner Fledermausarten (Abkürzungen sie Tab. 4) (wegen der besseren Übersichtlichkeit wurden für die Abbildung alle Werte log-transformiert)

### 3.2.5 Zusammenhang Fledermausaktivität und Abundanz einzelner Insektenordnungen

Die Fledermausaktivität an den einzelnen Standorten zeigte keinen signifikanten Zusammenhang mit der Abundanz einzelner Insektenordnungen (Neuroptera und Psocoptera wurden von der Berechnung ausgeschlossen; siehe Tab. 7 (1) und Abb. 12). Auch bei dem nach dem Akaike Informationskriterium gewählten optimalen Modell (siehe Tab. 7 (2)), in welches nur Trichoptera in die Regression einfließen, konnte kein signifikanter Zusammenhang mit der Fledermausaktivität gefunden werden.

**Tab. 7:** (1) Zusammenhang zwischen Fledermausaktivität (Anzahl Rufe) und Abundanzen einzelner Insektenordnungen (lineare multiple Regression mit log-transformierten Werten; N = 37, korrigiertes  $R^2 = -0,105$ , F = 0,51, P = 0,818; (2) Modell mit niedrigstem AIC (N = 37, korrigiertes  $R^2 = 0,043$ , F = 2,639, P = 0,113)

<b>(1)</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>P</b>
Coleoptera	0,37	0,38	0,975	0,338
Diptera	-0,232	0,369	-0,628	0,535
Ephemeroptera	0,016	0,366	0,044	0,965
Hemiptera	-0,229	0,42	-0,545	0,59
Hymenoptera	-0,161	0,313	-0,516	0,61
Lepidoptera	-0,004	0,411	-0,012	0,991
Trichoptera	0,478	0,375	1,273	0,213
<b>(2)</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>P</b>
Trichoptera	0,34	0,209	1,624	0,113



**Abb. 13:** Einfluss der Abundanz einzelner Insektenordnungen auf Fledermausaktivität (Anzahl Rufe) (Werte log-transformiert)

### 3.2.6 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Abundanz einzelner Insektenordnungen

Beim Vergleich der Rufaktivität einzelner Fledermausarten (6 frequenteste Arten) und den Abundanzen der Insektenordnungen (Insektenordnungen mit > 10 Individuen an allen Standorten) konnten keine signifikanten Zusammenhänge gefunden werden. Nach der Modelloptimierung mit dem Akaike Informationskriterium und der Korrektur der P-Werte nach der Hochberg-Methode konnte festgestellt werden, dass die Aktivität von *N. noctula* positiv mit der Coleopterenabundanz korrelierte, während *P. pipistrellus* den gegenteiligen Zusammenhang zeigte (siehe Tab. 8).

**Tab. 8:** (1) Zusammenhang zwischen der Aktivität einzelner Fledermausarten (Anzahl Rufe) und Abundanz einzelner Insektenordnungen (jeweils lineare multiple Regression mit log-transformierten Werten, korrigierte P-Werte nach Hochberg-Methode; N = 37); (2) Modelle mit niedrigstem AIC

<b>(1)</b>					
<b>Bbar</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Coleoptera	-0,333	0,3	-1,11	0,276	0,976
Diptera	-0,009	0,291	-0,031	0,976	0,976
Ephemeroptera	0,044	0,289	0,152	0,88	0,976
Hemiptera	0,269	0,332	0,811	0,424	0,976
Hymenoptera	-0,014	0,247	-0,058	0,954	0,976
Lepidoptera	0,344	0,324	1,062	0,297	0,976
Trichoptera	-0,131	0,296	-0,442	0,662	0,976
(korrigiertes $R^2 = -0,131$ , $F = 0,403$ , $P = 0,892$ )					
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Coleoptera	0,432	0,486	0,889	0,381	0,976
Diptera	-0,378	0,472	-0,8	0,43	0,976
Ephemeroptera	-0,355	0,468	-0,758	0,454	0,976
Hemiptera	-0,786	0,538	-1,46	0,155	0,976
Hymenoptera	0,24	0,401	0,599	0,554	0,976
Lepidoptera	-0,072	0,526	-0,137	0,892	0,976
Trichoptera	0,501	0,481	1,043	0,306	0,976
(korrigiertes $R^2 = -0,014$ , $F = 0,924$ , $P = 0,502$ )					
<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Coleoptera	0,244	0,358	0,683	0,5	0,976
Diptera	0,146	0,348	0,419	0,678	0,976
Ephemeroptera	0,301	0,345	0,872	0,39	0,976
Hemiptera	0,189	0,397	0,477	0,637	0,976
Hymenoptera	0,244	0,295	0,826	0,415	0,976
Lepidoptera	-0,676	0,388	-1,744	0,091	0,976
Trichoptera	-0,421	0,354	-1,188	0,244	0,976
(korrigiertes $R^2 = 0,127$ , $F = 1,752$ , $P = 0,135$ )					
<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Coleoptera	0,693	0,555	1,248	0,222	0,976
Diptera	0,07	0,54	0,131	0,897	0,976
Ephemeroptera	0,765	0,535	1,43	0,163	0,976
Hemiptera	-0,205	0,615	-0,334	0,741	0,976
Hymenoptera	-0,531	0,458	-1,161	0,255	0,976
Lepidoptera	-0,3	0,601	-0,5	0,621	0,976
Trichoptera	-0,345	0,549	-0,629	0,535	0,976
(korrigiertes $R^2 = 0,174$ , $F = 0,935$ , $P = 0,494$ )					

Fortsetzung **Tab. 8**

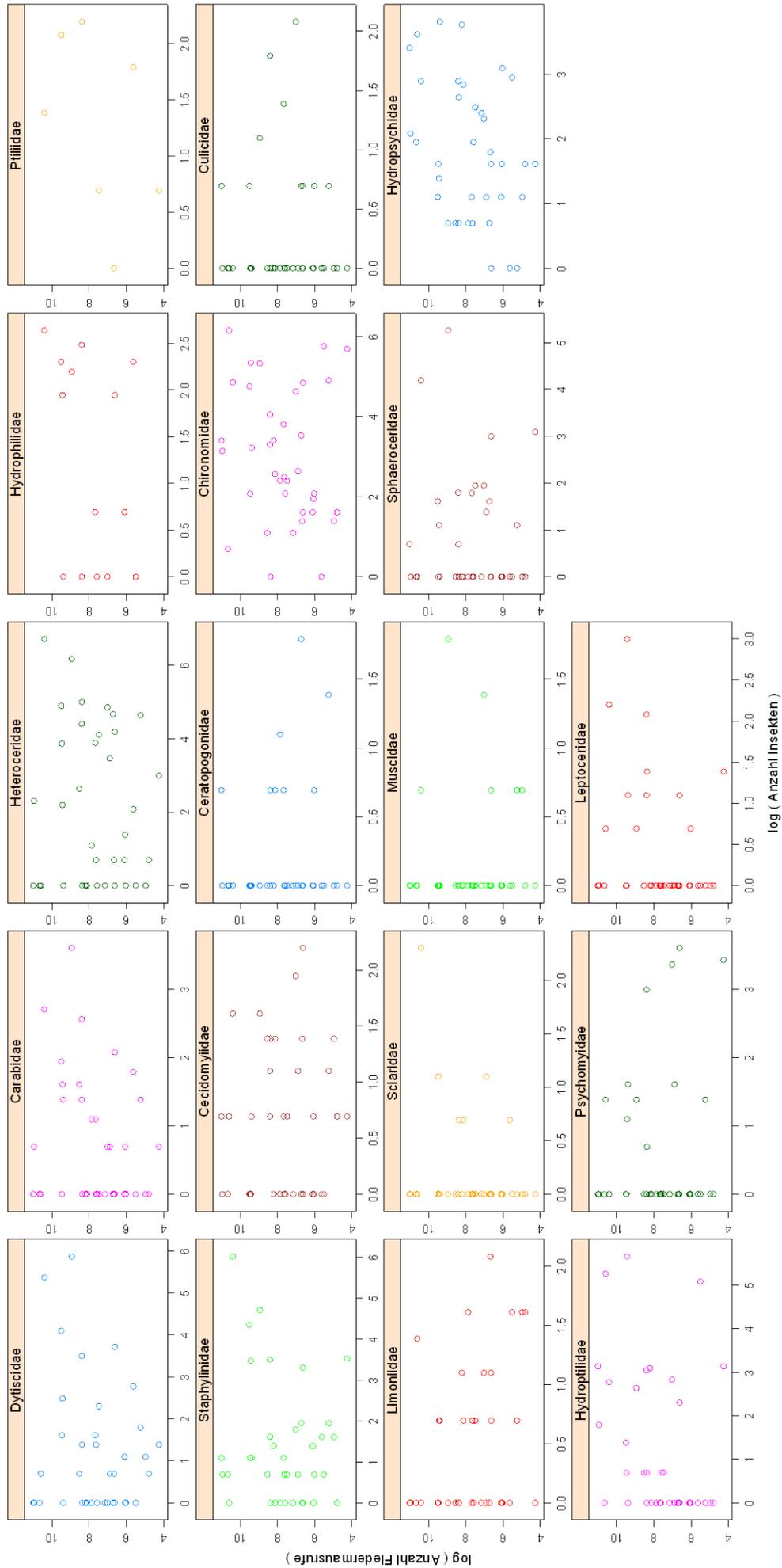
<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Coleoptera	-0,874	0,468	-1,866	0,072	0,976
Diptera	-0,075	0,455	-0,165	0,869	0,976
Ephemeroptera	0,119	0,451	0,265	0,792	0,976
Hemiptera	-0,091	0,518	-0,177	0,86	0,976
Hymenoptera	0,41	0,386	1,062	0,297	0,976
Lepidoptera	-0,89	0,507	-1,757	0,089	0,976
Trichoptera	0,525	0,463	1,133	0,266	0,976
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,448, F = 5,182, P < 0,001 ***)					
<b>Ppyg</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Coleoptera	0,517	0,739	0,699	0,49	0,976
Diptera	0,646	0,719	0,899	0,376	0,976
Ephemeroptera	0,093	0,712	0,131	0,896	0,976
Hemiptera	-0,57	0,818	-0,697	0,491	0,976
Hymenoptera	-0,158	0,609	-0,259	0,797	0,976
Lepidoptera	-0,045	0,8	-0,057	0,955	0,976
Trichoptera	-0,402	0,731	-0,551	0,586	0,976
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,144, F = 0,35, P = 0,923)					
<b>(2)</b>					
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Hemiptera	-0,548	0,245	-2,233	0,032 *	0,066
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,099, F = 4,989)					
<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Coleoptera	0,555	0,183	3,027	0,004 **	0,024 *
Lepidoptera	-0,706	0,372	-1,897	0,066	0,066
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,168, F = 4,657, P = 0,016 *)					
<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Coleoptera	0,477	0,237	2,009	0,052	0,066
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,077, F = 4,038)					
<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Coleoptera	-0,842	0,237	-3,555	0,001 **	0,007 **
Lepidoptera	-0,95	0,482	-1,972	0,057	0,066
Trichoptera	0,607	0,268	2,261	0,03 *	0,066
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,487, F = 12,42, P < 0,001 ***)					
Abkürzungen siehe Tab. 4					

### 3.2.7 Zusammenhang Fledermausaktivität und Abundanz einzelner Insektenfamilien

Die Fledermausaktivität korrelierte nicht mit den Abundanz der Insektenfamilien (nur Insektenfamilien mit >10 Individuen an allen Standorten; siehe Abb. 14 & Tab. 9 (1)). Bei dem mit dem Akaike Informationskriterium optimierten Modell wurde ein signifikant positiver Einfluss der Abundanz von Hydropsychiden und ein negativer Einfluss der Abundanz von Psychomyiden auf die Fledermausaktivität festgestellt (siehe Tab. 9 (2)).

**Tab. 9: (1)** Zusammenhang zwischen Fledermausaktivität (Anzahl Rufe) und der Abundanz von 18 Insektenfamilien (jeweils lineare multiple Regression mit log-transformierten Werten; N = 37, korrigiertes  $R^2 = 0,06$ ,  $F = 1,128$ ,  $P = 0,4$ ); **(2)** Modell mit niedrigstem AIC (N = 37, korrigiertes  $R^2 = 0,345$ ,  $F = 4,795$ ,  $P = 0,002$  \*\*)

<b>(1)</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
Dytiscidae	0,509	0,611	0,833	0,415
Carabidae	0,926	0,75	1,235	0,232
Heteroceridae	0,327	0,408	0,802	0,433
Hydrophilidae	-0,213	0,909	-0,235	0,816
Ptiliidae	-0,923	0,792	-1,166	0,258
Staphylinidae	0,053	0,582	0,092	0,928
Cecidomyiidae	0,074	0,669	0,112	0,912
Ceratopogonidae	0,367	1,092	0,337	0,74
Chironomidae	-0,205	0,455	-0,45	0,657
Culicidae	-0,295	1,213	-0,243	0,81
Limoniidae	-0,764	0,666	-1,147	0,266
Sciaridae	-0,116	1,002	-0,116	0,909
Muscidae	-0,43	1,181	-0,364	0,719
Sphaeroceridae	-0,695	0,624	-1,114	0,28
Hydropsychidae	1,099	0,56	1,96	0,065
Hydroptilidae	0,413	0,364	1,135	0,271
Psychomyidae	-0,302	0,573	-0,528	0,604
Leptoceridae	-0,369	0,749	-0,494	0,627
<b>(2)</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
Carabidae	0,665	0,326	2,037	0,05
Limoniidae	-0,764	0,414	-1,846	0,07
Hydropsychidae	0,756	0,285	2,651	0,012 *
Hydroptilidae	0,263	0,186	1,415	0,167
Psychomyidae	-0,542	0,251	-2,159	0,038 *



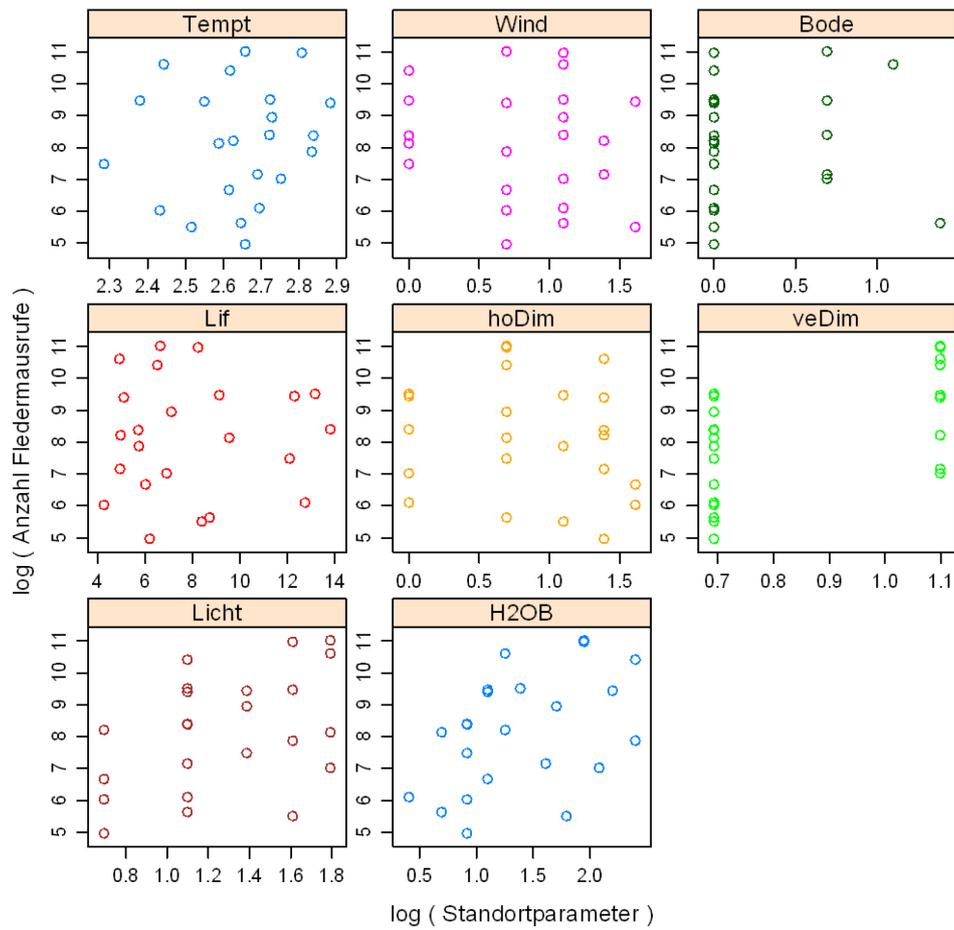
**Abb. 14:** Einfluss der Abundanz von 18 Insektenfamilien auf Fledermausaktivität (Anzahl Rufe) (Werte log-transformiert)

### **3.2.8 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Abundanz einzelner Insektenfamilien**

Nach der Korrektur der P-Werte nach der Hochberg-Methode konnten keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Rufaktivität der einzelnen Arten (6 frequentesten) und den Abundanzen der unterschiedlichen Insektenfamilien gefunden werden (siehe Anhang Tab. 6 (1)). Nach der Modelloptimierung mit dem Akaike Informationskriterium und der Korrektur der P-Werte mit der Hochberg-Methode konnte allein für *P. pygmaeus* ein signifikant positiver Zusammenhang mit der Abundanz von Carabiden festgestellt werden (siehe Anhang Tab. 6 (2)).

### **3.2.9 Zusammenhang Fledermausaktivität und Standortparameter**

An Fließgewässern (N = 24) konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Fledermausaktivität und den vertikalen Dimensionen am Standort festgestellt werden (siehe Abb. 15 & Tab. 10 (1)). Nach der Modelloptimierung mit dem Akaike Informationskriterium verstärkte sich dieser Zusammenhang (siehe Tab 10 (2)). An stehenden Gewässern (N = 13; die Parameter Besonnungsgrad, Macrophytenanteil und Ufervegetation mussten aus den Berechnungen entfernt werden da sie die Normalverteilung der Daten zu stark beeinflussten) konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Fledermausaktivität und den Standortparametern gefunden werden (siehe Abb. 16 & Tab. 11 (1)). Nach der Modelloptimierung mit dem Akaike Informationskriterium konnte festgestellt werden, dass auch bei stehenden Gewässern die vertikalen Dimensionen einen positiven Einfluss auf die Fledermausaktivität hatten (siehe Tab. 11 (2)).

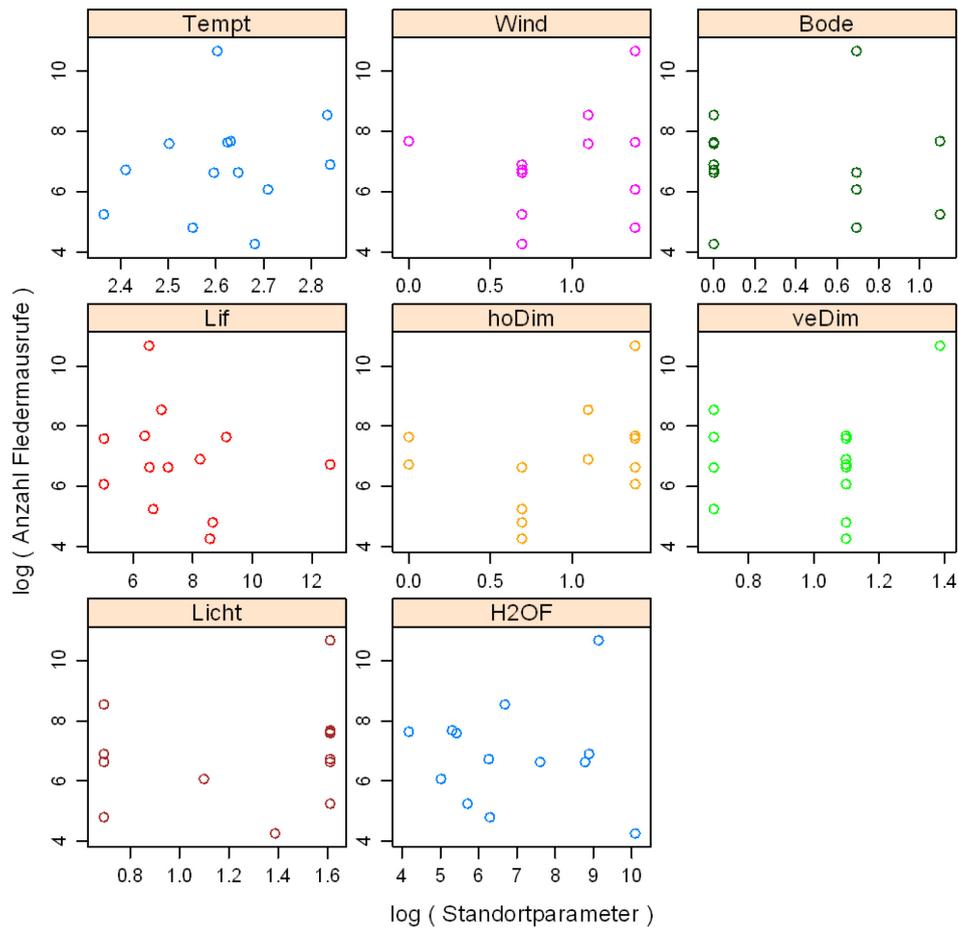


**Abb. 15:** Einfluss diverser Standortparameter auf Fledermausaktivität (Anzahl Rufe, N = 340054) an Fließgewässern (N = 24) (Werte log-transformiert; Abkürzungen siehe Abb. 6)

**Tab. 10:** (1) Zusammenhang zwischen Fledermausaktivität (Anzahl Rufe) und diverser Standortparametern an Fließgewässern (lineare multiple Regression mit log-transformierten Werten; N = 24, korrigiertes  $R^2 = 0,342$ ,  $F = 2,432$ ,  $P = 0,069$ ; (2) Modell mit niedrigstem AIC (N = 25, korrigiertes  $R^2 = 0,307$ ,  $F = 4,259$ ,  $P = 0,018$ )

(1)	Koeffizient	SE	t	p
Tempt	2,44	2,511	0,972	0,347
Wind	-0,837	0,685	-1,223	0,241
Bode	-0,214	0,94	-0,228	0,823
Lif	0,398	0,275	1,447	0,169
hoDim	1,1	1,415	0,777	0,449
veDim	5,523	2,018	2,736	0,016 *
Licht	0,857	1,081	0,793	0,441
H2OB	1,048	0,809	1,295	0,216
(2)	Koeffizient	SE	t	p
Wind	-0,996	0,582	-1,711	0,103
Lif	0,205	0,108	1,899	0,072
veDim	4,777	1,639	2,914	0,008 **
H2OB	1,076	0,555	1,938	0,067

Abkürzungen siehe Abb. 6



**Abb. 16:** Einfluss diverser Standortparameter auf Fledermausaktivität (Anzahl Rufe, N = 340054) an stehenden Gewässern (N = 13) (Werte log-transformiert; Gewässerfläche (H2OF), restliche Abkürzungen siehe Abb. 6)

**Tab. 11:** (1) Zusammenhang zwischen Fledermausaktivität (Anzahl Rufe) und diverser Standortparametern an stehenden Gewässern (lineare multiple Regression; N = 13, korrigiertes  $R^2 = -0,138$ , F = 0,817, P = 0,626; (2) Modell mit niedrigstem AIC (N = 13, korrigiertes  $R^2 = 0,36$ , F = 3,258, P = 0,073)

(1)	Koeffizient	SE	t	p
Tempt	2199	3374	0,652	0,55
Wind	5686	5215	1,09	0,337
Bode	3983	7299	0,546	0,614
Lif	0,021	0,093	0,233	0,827
hoDim	1653	7145	0,231	0,828
veDim	6451	13610	0,474	0,66
Licht	4363	3627	1,203	0,295
H2OF	0,35	1,001	0,35	0,744
(2)	Koeffizient	SE	t	p
Wind	4021	2,67E+03	1,504	0,166
veDim	10545	4556	2,314	0,045 *
Licht	2580	1944	1,327	0,217

Gewässerfläche (H2OF), restliche Abkürzungen siehe Abb. 6

### **3.2.10 Zusammenhang Aktivität einzelner Fledermausarten und Standortparameter**

Nach der Korrektur der P-Werte nach der Hochberg-Methode konnten weder an Fließ- noch an Stehgewässern signifikante Zusammenhänge zwischen der Aktivität einzelner Fledermausarten und den erhobenen Standortparametern festgestellt werden (siehe Anhang Tab. 7 (1)). Diese Zusammenhänge fanden sich auch nicht nach der Modelloptimierung mit dem Akaike Informationskriterium und der Korrektur der P-Werte nach der Hochberg-Methode (siehe Anhang Tab. 7 (2)).

## **4 Diskussion**

### **4.1. Insektenabundanz**

In dieser Arbeit konnten keine Unterschiede der Fängigkeit von Weiß- und Schwarzlichtfallen nachgewiesen werden. Dieses Ergebnis widerspricht der Studie von Ramamurthy et al. (2010), in welcher festgestellt wurde, dass im allgemeinen Weißlicht attraktiver auf Insekten wirkt als Schwarzlicht. Dass in vorliegender Arbeit keine Unterschiede in der Fängigkeit einzelner Insektenordnungen festgestellt werden konnten steht ebenfalls im Gegensatz zu Studien von Blomberg et al. (1976), Nabli et al (1999) und Ramamurthy et al. (2010). Hier wurden in Weißlichtfallen mehr Lepidopteren, Hymenopteren, Hemipteren, Dipteren (Blomberg et al. 1976, Ramamurthy et al. 2010) und Trichopteren (Blomberg et al. 1976) gefangen als in Schwarzlichtfallen, wohingegen Coleopteren stärker von Schwarzlicht angezogen wurden (Nabli et al. 1999). Auf Grund dieser unterschiedlichen Ergebnisse empfiehlt es sich, sowohl Weißlicht- als auch Schwarzlichtfallen zu verwenden, um möglichst alle Insekten eines Standortes zu besammeln.

#### **4.1.1 Zusammenhang Insektengröße und -biomasse**

Um die Profitabilität von Beutetieren abzuschätzen, wird für ökologische Fragestellungen in der Regel deren Biomasse abgeschätzt. In zahlreichen Studien konnte ein Zusammenhang zwischen der Körperlänge von Insekten und deren Körpergewicht nachgewiesen werden (Rogers et al. 1976, Schoener 1980, Smock 1980, Sage 1982, Sample et al. 1993, Johnston & Cunjak 1999). Daher wird mittlerweile häufig für Forschungsfragen nur noch die Körperlänge erhoben, da diese schneller festgestellt werden kann als das Körpergewicht. In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass auch die Flügelspannweite höchst signifikant mit dem Körpergewicht korreliert. Sie ist daher in der praktischen Arbeit dem Körpergewicht vorzuziehen da sie das vertrauenswürdigere Maß ist, da sie nicht mit dem Dehydrierungsgrad oder dem Ernährungszustand variiert.

#### **4.1.2 Zusammenhang Insektenabundanz und Standortparameter**

In dieser Arbeit wurde an breiten Fließgewässern eine signifikant höhere Insektenabundanz festgestellt als an schmalen. Dieses Ergebnis ist naheliegend, da breite Fließgewässer aufgrund ihrer größeren Fläche eine höhere Produktivität haben. Es überrascht mich hingegen, dass an Fließgewässern nicht ebenfalls der negative Effekt von hohen Windstärken auf die Insektenabundanz gefunden wurde, wie es für stehende Gewässern der Fall war. In diversen Studien (Lewis & Stephenson 1966, Lewis 1969, Lewis 1970, Verboom & Huitema 2010) wurde darauf hingewiesen, dass die Aktivität fliegender Insekten bei hohen Windstärken reduziert ist, da dann gerade für kleine Insekten kein kontrollierter Flug mehr möglich ist.

Die Anzahl der Insekten in den Lichtfallen nahm signifikant ab, je dichter die Vegetation um die stehenden Gewässer war. Dieser Zusammenhang konnte an Fließgewässern nicht gefunden werden. Auf Grund des geringen Stichprobenumfangs stehender Gewässer (N = 13) halte ich diese Korrelation für Zufall, sie wird daher nicht weiter diskutiert.

## **4.2 Fledermausaktivität**

### **4.2.1 Zusammenhang Fledermausaktivität bzw. Aktivität einzelner Fledermausarten und Insektenabundanz**

Die Haupthypothese dieser Studie, dass nämlich die Fledermausaktivität mit der Insektenabundanz korreliert, konnte nicht bestätigt werden. Auch für die einzelnen Fledermausarten konnte kein signifikanter Zusammenhang festgestellt werden. Da es keine Vergleichsliteratur zu diesem Thema gibt, kann nur gemutmaßt werden, warum dieser Zusammenhang nicht gefunden werden konnte. Als erstes ist es möglich, dass es diesen Zusammenhang tatsächlich nicht gibt. Diese Vermutung wurde im Rahmen anderer Studien (de Jong & Ahlen 1991, Kalcounis et al. 1999, Verboom & Spoelstra 1999, Kusch et al. 2004, Milne et al. 2006, Ciechanowski et al. 2007, Duff & Morrell 2007) allerdings nahegelegt. Ich denke nicht, dass dieses Ergebnis auf Fehler in der Methodik zurückzuführen ist. Es gibt

derzeit auch keine geeigneteren Methoden zur Erfassung von Fledermäusen und Insekten. Andere Methoden zur Erhebung der Insektenabundanz, beispielsweise Malaise- oder Klebefallen, sind wesentlich aufwändiger in der Handhabung und liefern eine geringere Anzahl von Insekten. Auf der anderen Seite existiert dieser Zusammenhang vielleicht doch, konnte aber nicht festgestellt werden. Da die Fledermausaktivität über die gesamte Nacht, die Insektenabundanz aber nur 3 mal für eine halbe Stunde erhoben wurden, könnte möglicherweise ein Zusammenhang gefunden werden, wenn der zeitliche Bezug in der statistischen Analyse übereinstimmt. Eine weitere Möglichkeit ist, dass in der näheren Umgebung der Untersuchungsstandorte keine oder wenige geeignete Quartiere für die unterschiedlichen Fledermausarten zur Verfügung stehen und daher die Habitate wenig attraktiv sind, auch wenn eine hohe Beuteverfügbarkeit gegeben ist.

#### **4.2.2 Zusammenhang Fledermausaktivität bzw. Aktivität einzelner Fledermausarten und Abundanz einzelner Insektenordnungen**

Neben der Insektenabundanz hatten die Abundanzen der verschiedenen Insektenordnungen ebenfalls keinen Effekt auf die gesamte Fledermausaktivität. Mich überrascht, dass nicht zumindest für Dipteren ein Zusammenhang gefunden werden konnte, da diese Insektenordnung laut Literatur von fast allen Arten in hohem Maß gejagt wird (Vaughan 1997, Waters et al. 1999, Flavin et al. 2001, Swift & Racey 2002, Goiti et al. 2003, Dietz et al. 2007, Bartoniča et al. 2008).

Futterpräferenzen auf Ordnungsniveau waren in dieser Studie allerdings nur bei wenigen Fledermausarten signifikant festzustellen. Die Aktivität von *N. noctula* korrelierte positiv mit Coleopteren, dieser Zusammenhang ist allerdings in Frage zu stellen. *N. noctula* jagt hauptsächlich in Höhen von 10-50 Metern (Dietz et al. 2007) und die Rufe sind tief und lang gestaltet, wodurch sie weithin wahrnehmbar sind. Es ist daher nicht auszuschließen, dass die vom batcorder-System erfassten Rufe nicht auf Aktivität im unmittelbaren Umkreis des Untersuchungsstandortes zurückzuführen sind. Somit sind alle Ergebnisse, die in dieser Studie im Zusammenhang mit dieser Art gefunden wurden, mit Vorsicht zu interpretieren. Möchte man nur die kleinräumige Aktivität von *N. noctula* untersuchen, wäre es für künftige

Studien anzuraten, ausschließlich „Feeding Buzzes“ (terminaler Teil einer Rufsequenz beim Anflug auf ein Beuteinsekt; zeichnet sich durch sehr kurze und stark frequenzmodulierte Rufe aus) in die Analyse zu übernehmen oder das von Schminke (1992) entwickelte Maß für Jagdaktivität (JAK) zu verwenden. Im Gegensatz dazu nimmt die Aktivität von *P. pipistrellus* mit zunehmender Coleopterenabundanz ab. Diverse Studien (Swift & Racey 1985, Hoare 1991, Sullivan et al. 1993) fanden zwar Coleopteren im Kot von *P. pipistrellus*, der Anteil dieser Insektenordnung überstieg aber nie 1%. Unter Umständen ist diese Ordnung auf Grund des harten Chitinpanzers (Dathe 2003) nicht oder wenig als Beute geeignet.

#### **4.2.3 Zusammenhang Fledermausaktivität bzw. Aktivität einzelner Fledermausarten und Abundanz einzelner Insektenfamilien**

Es hatten ausschließlich Hydropsychidae und Psychomyidae einen signifikanten Einfluss auf die Fledermausaktivität. Dass diese beiden Trichopterenfamilien die Fledermausaktivität auf unterschiedliche Weise (positiv und negativ) beeinflussen kann nicht erklärt werden.

Betrachtete man die Aktivität einzelner Fledermausarten, konnten nach der Korrektur der P-Werte weder beim gesättigten noch beim nach Akaike optimierten Modell signifikante Zusammenhänge mit der Abundanz einzelner Insektenfamilien festgestellt werden. Da schon auf Ordnungsniveau nur bei 2 Fledermausarten eine Korrelation festgestellt werden konnte, finde ich es nicht verwunderlich, dass es auf Familienniveau keine Zusammenhänge gibt.

#### **4.2.4 Zusammenhang Fledermausaktivität / Aktivität einzelner Fledermausarten und Insektengröße**

Die gesamte Fledermausaktivität an den Untersuchungsstandorten war nicht über die Größe der vorhandenen Insekten erklärbar. Dies verwundert mich nicht weiter, da die Spannweite der Körpergrößen der heimischen Fledermausfauna recht groß ist. Eine einheitliche Präferenz bezüglich der Beutegröße ist daher nicht zu erwarten. Verschiedene Präferenzen wurden zumindest für *M. mystacinus* / *brandtii*, *P. kuhlii* / *nathusii*, *N. noctula* und *P.*

*pygmaeus* deutlich. *M. mystacinus* / *brandtii* zeigte die höchste Aktivität an Standorten, an welchen Insekten mit Flügelspannweiten > 20 mm am häufigsten waren. Dieses Ergebnis kann nicht erklärt werden, da diese Fledermausarten zu den kleinsten im mitteleuropäischen Raum gehören und daher kleinere Beutetiere bevorzugen sollten. Auch wenn *M. mystacinus* / *brandtii* nicht als Nahrungsspezialisten angesehen werden, finden sich hauptsächlich Dipteren, Lepidopteren und Hemipteren in ihrem Kot (Rindle & Zahn 1997, Vaughan 1997, Dietz et al. 2007). Zumindest die Flügelspannweiten von Dipteren und Hemipteren rangierten in vorliegender Studie hauptsächlich < 20 mm, während jene von Lepidopteren stark streuten.

*N. noctula* war am aktivsten an Standorten, an welchen Insekten mit Flügelspannweiten zwischen 7 und 11 mm am häufigsten waren. Dieses Ergebnis deckt sich weitestgehend mit vorhandener Literatur, in welcher beschrieben wird, dass diese Fledermausart trotz ihrer Körpergröße (*N. noctula* zählt zu den größeren Arten im mitteleuropäischen Raum), vorwiegend Jagd auf kleine und mittelgroße Insekten macht (Gebhard & Bogdanowicz 2004, Dietz et al. 2007). Rydell & Petersons (1998) hatten allerdings herausgefunden, dass die kleinsten von *N. noctula* konsumierten Beutetiere eine Flügelspannweite von 9 mm haben und diese sich auch nur in geringem Ausmaß in Kotproben finden ließen. Rydell & Petersons (1998) führten den Umstand, dass keine kleineren Insekten im Kot zu finden waren, auf Einschränkungen in der Wahrnehmungsfähigkeit auf Grund der Art der Ortungsrufe von *N. noctula* zurück. Wie bereits weiter oben erwähnt, ist dieser Zusammenhang mit Vorsicht zu interpretieren. *P. kuhlii* / *nathusii* und *P. pygmaeus* waren vor allem an Standorten aktiv, an welchen Insekten mit Flügelspannweiten < 13 mm dominierten. Diese Bevorzugung von kleinen Beutetieren deckt sich mit Angaben aus der Literatur (Goiti et al. 2003, Bartoniča et al. 2008, Ciechanowski et al. 2009), der zufolge sich diese kleinen Fledermausarten von kleinen Fluginsekten ernähren.

### **4.3 Standortparameter**

Sowohl an Fließ- als auch an Stehgewässern konnte festgestellt werden, dass die Fledermausaktivität mit der Anzahl der Vegetationsstockwerke zunimmt. Vermutlich bietet

eine strukturreiche Vegetation ein höheres Futterangebot (auch wenn dieser Zusammenhang in dieser Studie nicht nachgewiesen werden konnte), einen besseren Schutz vor Raubfeinden und einen besseren Schutz vor Wind.

Dass keine Zusammenhänge zwischen der Aktivität einzelner Fledermausarten und Standortparametern gefunden werden konnten, überrascht mich. Zumindest für *P. pipistrellus* hätte ich mir einen Effekt der Lichtverhältnisse erwartet, da für diese Art bekannt ist, dass sie sehr häufig an Straßenlaternen Jagd auf Insekten macht (Dietz et al. 2007 und persönliche Beobachtungen). Auf Grund der unterschiedlichen Jagdstrategien der Arten hätte ich ebenfalls einen Effekt der Vegetationsstruktur erwartet.

## 5 Literaturverzeichnis

Akasaka T., Nakano D. & Nakamura F. (2009): Influence of prey variables, food supply, and river restoration on the foraging activity of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) in the Shibetsu River, a large lowland river in Japan. *Biological Conservation* **142**: 1302-1310.

Anthony E.L.P., Stack M.H. & Kunz T.H. (1981): Night roosting and the nocturnal time budget of the little brown bat, *Myotis lucifugus*: effects of reproductive status, prey density, and environmental conditions. *Oecologia* **51**: 151-156.

Bährmann R. (2008): Bestimmung wirbelloser Tiere. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.

Bartonička T., Řehák Z. & Andreas M. (2008): Diet composition and foraging activity of *Pipistrellus pygmaeus* in a floodplain forest. *Biologia* **63** (2): 1-7.

Blomberg O., Itamies J. & Kuusela K. (1976): Insect catches in a blended and a black light-trap in northern Finland. *Oikos* **27**: 57-63.

Chinery M. (1993): Collins Field Guide – Insects of Britain & Northern Europe. HarperCollins Publishers, London.

Ciechanowsky M., Zając T., Biłas A. & Dunajski R. (2007): Spatiotemporal variation in activity of bat species differing in hunting tactics: effects of weather, moonlight, food abundance, and structural clutter. *Canadian Journal of Zoology* **85**: 1249-1263.

Ciechanowsky M., Zając T., Biłas A. & Dunajski R. (2009): Nathusius' pipistrelles *Pipistrellus nathusii* (Chiroptera) reveal different temporal activity patterns in wooded and open riparian sites. *Mammalia* **73**: 105-109.

Dathe H.H. (Hrsg.)(2003): Kästner – Lehrbuch der speziellen Zoologie, Band 1: Wirbellose Tiere, Teil 5: Insecta. Spektrum Akademischer Verlag GmbH, Heidelberg.

de Jong J. & Ahlén I. (1991): Factors affecting the distribution patterns of bats in Uppland, central Sweden. *Holarctic Ecology* **14**: 92-96.

Dietz C., Helversen O. & Nill D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas – Biologie, Kennzeichen, Gefährdung. Franckh-Kosmos Verlags GmbH & Co. KG, Stuttgart.

Duff A.A. & Morrell T.E. (2007): Predictive occurrence models for bat species in California. *Journal of Wildlife Management* **71** (3): 693-700.

Flavin D.A., Biggane S.S., Shiel C.B., Smiddy P. & Fairley J.S. (2001): Analysis of the diet of Daubenton's bat *Myotis daubentonii* in Ireland. *Acta Theriologica* **46** (1): 43-52.

Fukui D., Murakami M., Nakano S. & Aoi T. (2006): Effect of emergent aquatic insects on bat foraging in a riparian forest. *Journal of Animal Ecology* **75**: 1252-1258.

Goiti U., Vecin P., Garin I., Salona M. & Aihartza J.R. (2003): Diet and prey selection in Kuhl's pipistrelle *Pipistrellus kuhlii* (Chiroptera: Vespertilionidae) in south-western Europe. *Acta Theriologica* **48** (4): 457-468.

Graclik A. & Wasielewski O. (2012): Diet composition of *Myotis myotis* (Chiroptera, Vespertilionidae) in western Poland: results of fecal analyses. *Turkish Journal of Zoology* **36** (2): 209-213.

Greaves G.J., Mathieu R. & Seddon P.J. (2006): Predictive modelling and ground validation of the spatial distribution of the New Zealand long-tailed bat (*Chalinolobus tuberculatus*). *Biological Conservation* **132**: 211-221.

Grindal S.D., Morissette J.L. & Brigham R.M. (1999): Concentration of bat activity in riparian habitats over an elevational gradient. *Canadian Journal of Zoology* **77**: 972-977.

Hagen E.M. & Sabo J.L. (2011): A landscape perspective on bat foraging ecology along rivers: does channel confinement and insect availability influence the response of bats to aquatic resources in riverine landscapes?. *Oecologia* **166**: 751-760.

Hammer M. & Zahn A. (2009): Kriterien für die Wertung von Artnachweisen basierend auf Lautaufnahmen. [http://www.ecoobs.de/downloads/Kriterien\\_Lautzuordnung\\_10-2009.pdf](http://www.ecoobs.de/downloads/Kriterien_Lautzuordnung_10-2009.pdf)

Harde K.W. & Severa F. (1984): Der Kosmos-Käferführer – Die mitteleuropäischen Käfer. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart.

Haupt J. & Haupt H. (1998): Fliegen und Mücken – Beobachtung, Lebensweise. Naturbuchverlag, Augsburg.

Hayes J.P. (1997): Temporal variation in activity of bats and the design of echolocation-monitoring studies. *Journal of Mammalogy* **78**: 514-524.

Hoare L.R. (1991): The diet of *Pipistrellus pipistrellus* during the pre-hibernal period. *Journal of Zoology (London)* **225**: 665-670.

Johnston T.A. & Cunjak R.A. (1999): Dry mass-length relationships for benthic insects: a review with new data from Catamaran Brook, New Brunswick, Canada. *Freshwater Biology* **41**: 653-674.

Kalcounis M.C., Hobson K.A., Brigham R.M. & Hecker K.R. (1999): Bat activity in the boreal forest: importance of stand type and vertical strata. *Journal of Mammalogy* **80** (2): 673-682.

Kervyn T. & Libois R. (2008): The Diet of the serotine bat – A Comparison between rural and urban environments. *Belgian Journal of Zoology* **138** (2): 41-49.

Kusch J., Weber C., Idelberger S. & Koob T. (2004): Foraging habitat preferences of bats in relation to food supply and spatial vegetation structures in a western European low mountain range forest. *Folia Zoologica* **53** (2): 113-128.

Lewis T. (1969): The distribution of flying insects near a hedgerow. *Journal of Applied Ecology* **6**: 443-452.

Lewis T. (1970): Air movement near windbreaks and a hypothesis of the mechanism of the accumulation of airborne insects. *Annals of Applied Biology* **66**: 477-484.

Lewis T. & Stephenson J.W. (1966): The permeability of artificial windbreaks and the distribution of flying insects in the leeward sheltered zone. *Annals of Applied Biology* **58**: 355-363.

Markmann U. & Runkel V. (2010a): bcAdmin 2.0 Benutzerhandbuch. <http://ecoobs.de/bcAdmin/Manual-bc-Admin2.pdf>

Markman U. & Runkel V. (2010b): batident Version 1.02. <http://www.batident.eu/Manual-batIdent.pdf>

Markmann U. & Runkel V. (2010c): bcAnalyze Handbuch Version 1.1. <http://ecoobs.de/bcAnalyze/bcAnalyzeManualV1.1.pdf>

Markmann U. & Runkel V. (2010d): Die automatische Rufanalyse mit dem batcorder-System Version 1.01. <http://ecoobs.de/downloads/Automatische-Rufanalyse-1-0.pdf>

Markmann U. & Runkel V. (2010e): batcorder 2.0 Bedienungsanleitung. <http://ecoobs.de/batcorder/batcorder-Manual-205de.pdf>

Milne D.J., Fisher A. & Pavey C.R. (2006): Models of the habitat associations and distributions of insectivorous bats of the Top End of the Northern Territory, Australia. *Biological Conservation* **130**: 370-385.

Nabli H., Bailey W.C. & Necibi S. (1999): Beneficial Insect Attraction to Light Traps with Different Wavelengths. *Biological Control* **16**: 185-188.

Ober H.K. & Hayes J.P. (2008): Prey selection by bats in forests of western Oregon. *Journal of Mammalogy* **89** (5): 1191-1200.

O'Donnel C.F. (2000): Influence of season, habitat, temperature and invertebrate availability on nocturnal activity of the New Zealand log-tailed bat (*Chalinolobus tuberculatus*). *New Zealand Journal of Zoology* **27**: 207-221.

Quinn G.P. & Keough M. (2007): Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge University Press, Cambridge.

Ramamurthy V.V., Akhtar M.S., Patankar N.V., Menon P., Kumar R., Kumar Singh S., Ayri S., Parveen S. & Mittal V. (2010): Efficiency of different light sources in light traps in monitoring insect diversity. *Munis Entomology & Zoology* **5** (1): 109-114.

R Development Core Team (2010): R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-90051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.*

Rindle U. & Zahn A. (1997): Untersuchungen zum Nahrungsspektrum der Kleinen Bartfledermaus (*Myotis mystacinus*). *Nyctalus (N.F.)* **6** (3): 304-308.

Rogers L.E., Hinds W.T. & Buschbom R.L. (1976): A general weight vs. length relationship for insects. *Annals of the Entomological Society of America* **69** (2): 387-389.

Rostovskaya M.S., Zhukova D.V., Illarionova A.E., Ustyugova S.V., Borissenko A.V. & Sviridov A.V. (2000): Insect prey of the Long-eared bat *Plecotus auritus* (L.) (Chiroptera: Vespertilionidae) in Central Russia. *Russian Entomological Journal* **9** (2): 185-189.

Rydell J., Natuschke G., Theiler A. & Zingg P.E. (1996): Food habits of the barbastelle bat *Barbastella barbastellus*. *Ecography* **19**: 62-66.

Rydell J. & Petersons G. (1998): The diet of the Noctule bat *Nyctalus noctula* in Latvia. *Zeitschrift für Säugetierkunde* **63** (2): 79-83.

Sage R.D. (1982): Wet and dry-weight estimates of insects and spiders based on length. *American Midland Naturalist* **108**: 407-411.

Sample B.E., Cooper R.J., Greer R.D. & Whitmore R.C. (1993): Estimation of insect biomass by length and width. *American Midland Naturalist* **129**: 234-240.

Schäfer M. (2006): Brohmer: Fauna von Deutschland – Ein Bestimmungsbuch unserer heimischen Tierwelt. Quelle & Meyer Verlag, Wiebelsheim

Schminke M. (1992): Einnischungsmöglichkeiten sympatrischer Fledermausarten und Einfluss von Zeit und Klima auf die Jagdaktivitäten von Luftjägern. *Unveröffentlichte Diplomarbeit an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen, Nürnberg.*

Schoener T.W. (1980): Length-weight regressions in tropical and temperate forest-understory insects. *Annals of the Entomological Society of America* **73**: 106-109.

Sierro A. & Arlettaz R. (1997): Barbastelle bats (*Barbastella* spp.) specialize in the predation of moths: implications for foraging tactics and conservation. *Acta Oecologica* **18** (2): 91-106.

Skiba R. (2003): Europäische Fledermäuse. Westarp Wissenschaften – Verlagsgesellschaft mbH, Hohenwarsleben.

Smock L.A. (1980): Relationships between body size and biomass of aquatic insects. *Freshwater Biology* **10**: 375-383.

- Sullivan C.M., Shiel C.B., McAney C.M. & Fairley J.S. (1993): Analysis of the diets of Leisler's *Nyctalus leisleri*, Daubenton's *Myotis daubentonii* and Pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* bats in Ireland. *Journal of Zoology (London)* **231**: 656-663.
- Swift S.M. & Racey P.A. (1985): Feeding ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during pregnancy and lactation. *Journal of Animal Ecology* **54**: 217-225.
- Swift S.M. & Racey P.A. (2002): Gleaning as foraging strategy in Natterer's bat *Myotis nattereri*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* **52**: 408-416.
- Vaughan N. (1997): The diets of British bats (Chiroptera). *Mammal Review* **27** (2): 77-94.
- Verboom B. & Huitema H.H. (2010): The influence of treeline structure and wind protection on communit and foraging common pipistrelles (*Pipistrellus pipistrellus*). *Lutra* **53**: 63-80.
- Verboom B. & Spoelstra K. (1999): Effect of food abundance and wind on the use of tree lines by an insectivorous bat, *Pipistrellus pipistrellus*. *Canadian Journal of Zoology* **77**: 1393-1401.
- Waters D., Jones G. & Furlong M. (1999): Foraging ecology of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) at two sites in southern Britain. *Journal of Zoology (London)* **249**: 173-180.
- Whitaker J.O. (2004): Prey selection in a temperate zone insectivorous bat community. *Journal of Mammalogy*, **85** (3): 460-469.
- Zahn A. & Maier S. (1997): Jagdaktivität von Fledermäusen an Bächen und Teichen. *Zeitschrift für Säugetierkunde* **62**: 1-11.

## 6 Anhang

**Tab. 1:** Individuenanzahlen diverser Insektenordnungen an 37 Standorten zur Untersuchung deren Einflusses auf Fledermausaktivität

Standort	Col	Dip	Eph	Hem	Hym	Lep	Neu	Pso	Tri
Emmer	61	215	10	18	101	5	0	0	313
Gera6	59	318	21	6	10	14	0	1	60
Gera9	1483	210	46	26	65	103	0	0	41
Grb1	113	47	0	38	0	17	0	0	1
Grb2	119	150	1	47	3	15	0	0	4
Haba1	49	1	0	8	1	2	0	0	0
Haba2	8	4	0	7	13	10	0	0	2
Idau	8	13	0	1	2	32	0	0	5
Kaema	5	12	1	6	2	32	1	0	1
Kalt	20	5	1	14	7	28	0	1	3
Laba	2	320	5	2	2	9	0	0	180
Lanz2	12	24	1	1	0	15	0	0	12
Lies	6	30	2	0	8	38	0	0	52
Manz4	6	32	12	0	0	20	0	2	68
Manz9	1	7	0	0	0	3	0	0	7
Moel2	2	35	7	1	1	19	0	0	51
Nie1	73	19	0	47	0	22	0	0	12
Oeden	0	19	1	0	1	21	0	0	16
Prein	2	6	0	1	2	12	0	0	19
Rann	136	129	1	47	3	35	0	0	55
Rann2	95	45	0	29	1	55	0	0	64
Ried	4	13	1	1	1	44	0	0	12
Roeg	4	7	2	1	15	3	0	1	5
Russ	55	11	1	64	0	32	0	0	5
Ruz1	147	160	97	44	6	39	1	0	47
StJoh	1	1	6	0	0	2	0	0	6
Thom	34	21	7	9	19	32	3	1	7
Tres2	247	66	0	14	11	27	0	0	4
Tres8	295	125	0	20	3	17	0	0	5
Uloib	4	16	0	4	11	4	0	0	1
Usb1	994	408	5	190	7	99	0	0	18
Usb2	60	55	0	66	2	52	0	0	2
WeiWa	4	9	0	0	0	8	0	1	23
WiFlu	2	471	3	0	1	3	0	0	232
Wilhoe1	3	9	3	5	11	19	0	0	6
Wilhoe10	2	2	1	1	1	14	0	0	11
Wilhoe7	5	8	0	0	0	27	0	0	4
<b>Gesamt</b>	<b>4121</b>	<b>3023</b>	<b>235</b>	<b>718</b>	<b>310</b>	<b>929</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>1354</b>
Coleoptera (Col), Diptera (Dip), Ephemeroptera (Eph), Hemiptera (Hem), Hymenoptera (Hym), Lepidoptera (Lep), Neuroptera (Neu), Psocoptera (Pso), Trichoptera (Tri)									

**Tab. 2:** Individuenanzahlen von 18 Insektenfamilien an 37 Standorten zur Untersuchung deren Einflusses auf Fledermausaktivität

Standort	Dyt	Car	Het	Hyd	Pti	Sta	Cec	Cer	Chi	Cul	Lim	Sci	Mus	Sph	Hydps	Hydpt	Psy	Lep
Emmer	11	4	8	7	0	31	0	0	209	0	1	0	0	2	3	286	2	19
Gera6	3	1	19	0	2	33	1	0	294	0	0	0	0	21	4	22	30	3
Gera9	213	14	827	14	4	409	4	0	127	0	0	9	1	65	17	15	0	8
Grb1	0	0	106	0	0	6	0	5	33	1	0	0	0	4	1	0	0	0
Grb2	5	3	103	0	0	6	2	3	133	1	1	0	1	2	0	0	3	0
Haba1	15	5	7	10	6	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Haba2	2	0	1	2	0	3	0	0	4	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Idau	2	0	0	0	0	4	3	0	3	0	4	0	1	0	2	0	0	0
Kaema	3	0	1	0	0	1	0	0	11	0	1	0	0	0	1	0	0	0
Kalt	1	4	13	0	0	1	3	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Laba	0	0	0	1	0	1	0	0	314	0	4	0	0	0	18	160	0	0
Lanz2	0	1	9	0	0	1	0	0	22	0	0	0	0	0	7	5	0	0
Lies	0	3	0	1	0	2	1	0	24	0	1	0	0	0	44	0	4	2
Manz4	0	0	0	0	0	3	0	0	29	0	2	0	0	0	42	21	0	0
Manz9	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	6	1	0	0
Moel2	0	0	0	0	0	2	1	1	29	1	0	0	0	1	29	22	0	0
Nie1	9	0	60	0	2	1	1	0	10	0	1	0	0	6	11	1	0	0
Oeden	0	0	0	0	0	0	3	1	12	0	1	1	0	0	16	0	0	0
Prein	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	13	0	1	3
Rann	0	1	128	1	0	5	6	0	101	7	2	0	3	6	9	16	28	0
Rann2	3	3	81	1	0	4	1	0	26	5	0	0	0	5	17	20	19	7
Ried	1	0	1	0	1	0	3	0	3	0	7	0	0	0	5	0	0	0
Roeg	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	2	0	1	0	4	0	0	0
Russ	4	0	47	0	0	2	0	0	7	0	0	2	0	0	4	1	0	0
Ruz1	40	7	65	7	0	26	8	0	126	1	1	0	0	19	0	9	36	2
StJoh	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0	0
Thom	1	1	31	0	0	1	2	0	13	0	0	2	0	3	2	0	4	0
Tres2	32	12	148	12	9	32	2	0	56	0	0	0	0	1	1	1	0	2
Tres8	59	6	133	10	8	76	0	0	115	1	0	0	0	4	2	3	0	0
Uloib	0	2	2	0	0	0	0	2	10	0	4	0	0	0	1	0	0	0
Usb1	352	36	482	9	0	110	4	0	205	2	0	0	5	191	1	13	3	1
Usb2	4	2	48	2	0	2	1	1	44	3	0	0	0	5	2	0	0	0
WeiWa	0	0	0	0	0	1	0	1	7	1	0	0	0	0	21	0	0	1
WiFlu	1	0	0	0	0	0	1	0	467	0	3	0	0	0	36	192	3	1
Wilhoe1	1	0	1	0	0	0	1	0	4	0	4	0	0	0	4	0	0	0
Wilhoe10	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	10	0	0	0
Wilhoe7	0	1	3	0	0	0	1	0	6	0	0	0	0	0	4	0	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>762</b>	<b>106</b>	<b>2324</b>	<b>78</b>	<b>32</b>	<b>768</b>	<b>52</b>	<b>15</b>	<b>2460</b>	<b>23</b>	<b>39</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>335</b>	<b>346</b>	<b>789</b>	<b>133</b>	<b>49</b>
<b>Coleoptera:</b> Dytiscidae (Dyt), Carabidae (Car), Heteroceridae (Het), Hydrophilidae (Hyd), Ptiliidae (Pti), Staphylinidae (Sta); <b>Diptera:</b> Cecidomyiidae (Cec), Chironomidae (Chi), Culicidae (Cul), Limoniidae (Lim), Sciariidae (Sci), Muscidae (Mus), Sphaeroceridae (Sph); <b>Trichoptera:</b> Hydropsychidae (Hydps), Hydroptilidae (Hydpt), Psychomyidae (Psy), Leptoceridae (Lep)																		

**Tab. 3:** Aktivität einzelner Fledermausarten (Anzahl Rufe) an 37 Standorten

Standort	RufeTotal	Bbar	Enil	Hsav	Malc	Mbart	Mdau	Mema	Mmyo	Nlei	Nnoc	Pkuh_Pnat	Ppip	Ppyg
Emmer	12605	7	0	0	0	168	39	0	8	0	61	0	8110	0
Gera6	71	0	0	0	0	6	0	0	0	0	9	10	0	8
Gera9	33325	10	0	0	0	12	0	0	0	0	44	45	0	23
Grb1	837	7	38	0	0	28	0	0	0	0	80	14	0	23
Grb2	190	0	18	0	0	9	18	0	0	0	53	0	0	0
Haba1	280	0	0	0	0	16	0	0	0	0	4	13	8	61
Haba2	448	0	0	9	0	14	7	0	16	0	93	0	0	10
Idau	144	0	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0	0	8
Kaema	2080	129	10	0	0	0	0	27	0	0	4	0	1090	0
Kalt	5150	0	0	18	0	216	0	0	13	0	41	0	11	3281
Laba	248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0
Lanz2	58223	6	0	0	0	0	0	0	6	0	123	757	147	1892
Lies	12069	7	0	0	0	0	0	0	0	0	35	0	261	9575
Manz4	3682	0	0	0	0	1433	0	0	0	0	0	0	37	0
Manz9	1981	0	0	0	19	89	0	0	0	0	0	0	1302	0
Moel2	60890	0	0	0	18	0	29	0	0	0	24	11651	18417	18786
Nie1	1782	50	0	0	0	0	22	0	27	0	27	0	19	37
Oeden	3414	79	0	0	0	166	148	9	0	0	26	0	1599	401
Prein	4358	0	0	0	0	441	202	0	0	0	0	0	1225	0
Rann	1123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	213	0	175
Rann2	4455	2	0	0	0	0	0	13	0	0	9	134	0	66
Ried	791	0	0	0	0	426	0	0	0	0	0	0	0	0
Roeg	764	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	266	24
Russ	13035	20	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0
Ruz1	760	0	0	0	0	0	0	0	0	0	54	43	0	304
StJoh	43190	3	0	0	0	0	262	0	0	0	2037	4461	2183	6191
Thom	993	0	0	0	0	44	0	0	0	0	37	200	136	140
Tres2	4444	0	0	62	22	45	0	0	0	77	98	29	23	1493
Tres8	13509	0	0	141	0	0	0	0	0	0	170	301	0	7300
Uloib	2628	12	50	0	0	0	0	0	5	0	480	134	43	77
Usb1	7708	0	0	0	0	0	0	0	0	0	35	259	0	2856
Usb2	2166	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	37	0	1693
WeiWa	417	0	0	0	0	206	0	0	0	0	0	0	9	0
WiFlu	40454	0	0	0	0	193	137	0	0	0	10	0	9119	18309
Wilhoe1	122	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	33	0
Wilhoe10	1285	0	0	0	0	163	0	0	0	0	0	0	150	0
Wilhoe7	434	7	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	21	0
<b>Gesamt</b>	<b>340055</b>	<b>343</b>	<b>116</b>	<b>230</b>	<b>59</b>	<b>3710</b>	<b>864</b>	<b>49</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>3678</b>	<b>18301</b>	<b>44244</b>	<b>72733</b>
Mopsfledermaus ( <i>B. barbastellus</i> (Bbar)), Nordfledermaus ( <i>E. nillsonii</i> (Enil)), Alpenfledermaus ( <i>H. savii</i> (Hsav)), Nymphenfledermaus ( <i>M. alcaethoe</i> (Malc)), Kleine Bartfledermaus / Brandtfledermaus ( <i>M. mystacinus</i> / <i>brandtii</i> (Mbart)), Wasserfledermaus ( <i>M. daubentonii</i> (Mdau)), Kleiner Abendsegler ( <i>N. leisleri</i> (Nlei)), Großer Abendsegler ( <i>N. noctula</i> (Nnoc)), Weißrandfledermaus / Rauhhaufledermaus ( <i>P. kuhlii</i> / <i>nathusii</i> (Pkuh_Pnat; Rufart)), Zwergfledermaus ( <i>P. pipistrellus</i> (Ppip)) und Mückenfledermaus ( <i>P. pygmaeus</i> (Ppyg))														

**Tab. 4:** Mittlere, mediane und modale Flügelspannweiten von Insekten (N = 10702) an 37 Standorten um deren Einfluss auf Fledermausaktivität zu untersuchen

Standort	Mittel [mm]	Median [mm]	Modal [mm]
Emmer	7,6	6,5	6,5
Gera6	6,8	5	5
Gera9	9,9	9	9,5
Grb1	11,2	10	10
Grb2	9	9	5,5
Haba1	10	10	8
Haba2	16,3	12	12
Idau	23	24	24
Kaema	18,6	16	20
Kalt	18,8	14	13
Laba	6,6	6	6,5
Lanz2	13,9	9,5	4,5
Lies	20,6	24	26
Manz4	16,5	14,2	24
Manz9	15,5	14,2	7
Moel2	12,8	8,2	4,5
Nie1	13,2	10	10
Oeden	20,7	24,5	26
Prein	19	22	24
Rann	10,5	9,5	10
Rann2	13,9	10,5	10,5
Ried	26,8	28,5	37
Roeg	15,4	13,2	18
Russ	13,8	10	10
Ruz1	9	7	6
StJoh	14,5	11,5	7
Thom	14,9	10,5	10
Tres2	10,8	10	10,5
Tres8	9	8	4,5
Uloib	12,2	9	9
Usb1	9,3	9	8
Usb2	13,7	10	4,5
WeiWa	20,4	24	26
WiFlu	6,2	5	6,5
Wilhoe1	19,6	16	24
Wilhoe10	23,3	24	26
Wilhoe7	22,1	24	26

**Tab. 5:** Insektenabundanz und Fledermausaktivität an 37 Standorten

Standort	Insektenabundanz [Anzahl Individuen]	Fledermausaktivität [Anzahl Rufe]
Emmer	661	12605
Gera6	459	71
Gera9	1906	33325
Grb1	207	837
Grb2	287	190
Haba1	57	280
Haba2	37	448
Idau	54	144
Kaema	52	2080
Kalt	74	5150
Laba	503	247
Lanz2	62	58223
Lies	127	12069
Manz4	112	3682
Manz9	15	1981
Nie1	164	1782
Oeden	55	3414
Prein	36	4358
Rann	373	1123
Rann2	273	4455
Ried	67	791
Roeg	33	764
Russ	162	13035
Ruz1	490	760
StJoh	10	43190
Thom	116	993
Tres2	349	4444
Tres8	425	13509
Uloib	33	2628
Usb1	1628	7708
Usb2	231	2166
Weiwa	42	417
WiFlu	572	40454
Wilhoe1	49	122
Wilhoe10	27	1285
Wilhoe7	27	434
<b>Gesamt</b>	<b>10 702</b>	<b>340 054</b>

**Tab. 6: (1)** Zusammenhang zwischen der Aktivität einzelner Fledermausarten (Anzahl Rufe) und der Abundanz von 18 Insektenfamilien (jeweils lineare bivariate Regression mit log-transformierten Werten; N = 37); **(2)** Modelle mit niedrigstem AIC

<b>(1)</b>					
<b>Bbar</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Dytiscidae	0,337	0,545	0,619	0,544	1
Carabidae	-0,165	0,669	-0,247	0,808	1
Heteroceridae	0,431	0,364	1,184	0,252	1
Hydrophilidae	-0,28	0,81	-0,346	0,733	1
Ptiliidae	-0,713	0,706	-1,01	0,326	1
Staphylinidae	-0,212	0,52	-0,408	0,688	1
Cecidomyiidae	-0,575	0,597	-0,963	0,348	1
Ceratopogonidae	-0,107	0,974	-0,111	0,913	1
Chironomidae	0,137	0,406	0,339	0,738	1
Culicidae	-0,604	1,082	-0,558	0,584	1
Limoniidae	0,575	0,594	0,967	0,346	1
Sciaridae	0,332	0,894	0,372	0,714	1
Muscidae	-0,611	1,054	-0,58	0,569	1
Sphaeroceridae	0,019	0,557	0,035	0,972	1
Hydropsychidae	0,339	0,5	0,679	0,506	1
Hydroptilidae	-0,367	0,325	-1,131	0,273	1
Psychomyidae	-0,197	0,512	-0,387	0,704	1
Leptoceridae	0,533	0,668	0,798	0,435	1
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,229, F = 0,627, P = 0,834)					
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Dytiscidae	-0,004	0,927	-0,005	0,996	1
Carabidae	-0,787	1,138	-0,692	0,498	1
Heteroceridae	-0,075	0,619	-0,122	0,904	1
Hydrophilidae	0,277	1,379	0,201	0,843	1
Ptiliidae	0,492	1,202	0,41	0,687	1
Staphylinidae	0,139	0,884	0,27	0,79	1
Cecidomyiidae	1,739	1,016	1,711	0,104	1
Ceratopogonidae	1,895	1,657	1,144	0,268	1
Chironomidae	-0,375	0,69	-0,543	0,594	1
Culicidae	-1,554	1,842	-0,844	0,41	1
Limoniidae	-0,781	1,012	-0,773	0,45	1
Sciaridae	-0,461	1,521	-0,303	0,765	1
Muscidae	0,718	1,793	0,4	0,694	1
Sphaeroceridae	-0,758	0,947	-0,8	0,343	1
Hydropsychidae	0,059	0,85	0,07	0,945	1
Hydroptilidae	0,522	0,552	0,945	0,357	1
Psychomyidae	-0,166	0,871	-0,191	0,85	1
Leptoceridae	0,763	1,137	0,671	0,511	1
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,216, F = 0,644, P = 0,82)					

Fortsetzung **Tab. 6**

<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Dytiscidae	-0,471	0,753	-0,625	0,54	1
Carabidae	0,727	0,924	0,787	0,442	1
Heteroceridae	0,696	0,503	1,383	0,182	1
Hydrophilidae	0,487	1,12	0,435	0,668	1
Ptiliidae	-0,742	0,976	-0,76	0,457	1
Staphylinidae	0,514	0,718	0,716	0,483	1
Cecidomyiidae	-0,516	0,825	-0,626	0,539	1
Ceratopogonidae	0,861	1,346	0,64	0,53	1
Chironomidae	-0,201	0,561	-0,358	0,724	1
Culicidae	-1,573	1,496	-1,051	0,307	1
Limoniidae	0,066	0,822	0,081	0,936	1
Sciaridae	-0,666	1,235	-0,54	0,596	1
Muscidae	-0,128	1,456	-0,088	0,931	1
Sphaeroceridae	-0,296	0,769	-0,385	0,705	1
Hydropsychidae	0,298	0,691	-0,431	0,671	1
Hydroptilidae	-0,01	0,449	-0,022	0,982	1
Psychomyidae	0,514	0,707	0,728	0,476	1
Leptoceridae	-0,767	0,923	-0,83	0,417	1
(korrigiertes $R^2 = -0,268$ , $F = 0,576$ , $P = 0,874$ )					
<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Dytiscidae	-1,118	0,938	-1,191	0,248	1
Carabidae	2,084	1,152	1,809	0,087	1
Heteroceridae	-0,545	0,627	-0,87	0,395	1
Hydrophilidae	-0,833	1,395	-0,597	0,557	1
Ptiliidae	0,85	1,216	0,699	0,493	1
Staphylinidae	0,855	0,895	0,955	0,352	1
Cecidomyiidae	-0,356	1,028	-0,347	0,733	1
Ceratopogonidae	-0,189	1,677	-0,113	0,911	1
Chironomidae	-0,591	0,698	-0,847	0,408	1
Culicidae	2,742	1,863	1,472	0,158	1
Limoniidae	-0,354	1,024	-0,346	0,733	1
Sciaridae	1,299	1,539	0,844	0,409	1
Muscidae	-2,027	1,814	-1,117	0,278	1
Sphaeroceridae	1,289	0,958	1,345	0,195	1
Hydropsychidae	-0,353	0,86	-0,41	0,686	1
Hydroptilidae	0,742	0,559	1,327	0,201	1
Psychomyidae	-0,184	0,881	-0,209	0,836	1
Leptoceridae	-1,807	1,15	-1,57	0,133	1
(korrigiertes $R^2 = 0,048$ , $F = 1,103$ , $P = 0,419$ )					

Fortsetzung **Tab. 6**

<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Dytiscidae	0,153	0,894	0,171	0,866	1
Carabidae	0,243	1,098	0,222	0,827	1
Heteroceridae	-0,84	0,597	-1,406	0,176	1
Hydrophilidae	0,488	1,33	0,367	0,717	1
Ptiliidae	0,477	1,159	0,412	0,685	1
Staphylinidae	-1,816	0,853	-2,129	0,047 *	1
Cecidomyiidae	0,395	0,98	0,403	0,691	1
Ceratopogonidae	0,926	1,598	0,579	0,569	1
Chironomidae	0,566	0,666	0,851	0,406	1
Culicidae	-1,757	1,776	-0,989	0,335	1
Limoniidae	-2,081	0,976	-2,132	0,047 *	1
Sciaridae	-0,01	1,467	-0,007	0,994	1
Muscidae	1,697	1,729	0,981	0,339	1
Sphaeroceridae	-0,011	0,914	-0,012	0,99	1
Hydropsychidae	-0,008	0,82	-0,11	0,991	1
Hydroptilidae	0,59	0,533	1,108	0,282	1
Psychomyidae	-0,354	0,84	-0,422	0,678	1
Leptoceridae	1,095	1,097	0,999	0,331	1
(korrigiertes $R^2 = 0,337$ , $F = 2,019$ , $P = 0,072$ )					
<b>Ppyg</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Dytiscidae	-0,021	1,247	-0,017	0,986	1
Carabidae	2,93	1,53	1,914	0,071	1
Heteroceridae	-0,345	0,833	-0,415	0,683	1
Hydrophilidae	-0,145	1,854	-0,079	0,938	1
Ptiliidae	0,482	1,615	0,298	0,768	1
Staphylinidae	-0,044	1,189	-0,038	0,97	1
Cecidomyiidae	1,31	1,366	0,959	0,35	1
Ceratopogonidae	0,489	2,227	0,22	0,828	1
Chironomidae	0,147	0,928	0,159	0,875	1
Culicidae	0,432	2,475	0,157	0,863	1
Limoniidae	-1,416	1,36	-1,041	0,311	1
Sciaridae	-1,099	2,045	-0,538	0,597	1
Muscidae	-1,799	2,41	-0,747	0,465	1
Sphaeroceridae	-0,026	1,273	-0,02	0,983	1
Hydropsychidae	1,155	1,143	1,01	0,325	1
Hydroptilidae	0,311	0,743	0,419	0,68	1
Psychomyidae	0,232	1,17	0,198	0,845	1
Leptoceridae	-2,635	1,528	-1,724	0,101	1
(korrigiertes $R^2 = -0,071$ , $F = 0,865$ , $P = 0,618$ )					

Fortsetzung **Tab. 6**

<b>(2)</b>						
<b>Bbar</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>	
Heteroceridae	0,555	0,188	2,949	0,006 **	0,216	
Ptiliidae	-0,75	0,407	-1,842	0,075	0,577	
Cecidomyiidae	-0,632	0,387	-1,63	0,113	0,577	
Culicidae	-1,295	0,532	-2,435	0,021 *	0,577	
Limoniidae	0,52	0,403	1,289	0,207	0,577	
Hydropsychidae	0,527	0,262	2,004	0,054	0,577	
Hydroptilidae	-0,294	0,154	-1,9	0,067	0,577	
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,137, F = 1,819, P = 0,121)						
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>	
Cecidomyiidae	1,015	0,599	1,696	0,099	0,577	
Ceratopogonidae	1,955	0,956	2,044	0,049 *	0,577	
Chironomidae	-0,737	0,37	-1,989	0,055	0,577	
Culicidae	-1,881	0,777	-2,421	0,021 *	0,577	
Hydroptilidae	0,775	0,367	2,109	0,043 *	0,577	
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,171, F = 2,486, P = 0,052)						
<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>	
Dytiscidae	-0,487	0,343	-1,418	0,165	0,577	
Carabidae	0,798	0,548	1,457	0,154	0,577	
Heteroceridae	0,394	0,21	1,876	0,069	0,577	
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,173, F = 3,526, P = 0,025 *)						
<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>	
Dytiscidae	-1,229	0,584	-2,102	0,045 *	0,577	
Carabidae	1,602	0,767	2,087	0,046 *	0,577	
Staphylinidae	1,071	0,621	1,724	0,096	0,577	
Chironomidae	-0,9	0,441	-2,038	0,051	0,577	
Culicidae	1,526	0,906	1,683	0,103	0,577	
Muscidae	-2,303	1,231	-1,871	0,072	0,577	
Sphaeroceridae	1,131	0,622	1,819	0,08	0,577	
Hydroptilidae	0,751	0,396	1,896	0,068	0,577	
Leptoceridae	-1,997	0,741	-2,693	0,012 *	0,396	
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,313, F = 2,829, P = 0,017 *)						
<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>	
Carabidae	0,677	0,687	0,985	0,333	0,577	
Heteroceridae	-0,725	0,333	-2,177	0,038 *	0,577	
Staphylinidae	-1,106	0,503	-2,199	0,036 *	0,577	
Cecidomyiidae	0,418	0,743	0,563	0,577	0,577	
Culicidae	-1,086	0,924	-1,175	0,25	0,577	
Limoniidae	-1,489	0,712	-2,091	0,046 *	0,577	
Hydroptilidae	0,817	0,301	2,71	0,011 *	0,374	
Psychomyidae	-0,452	0,499	-0,905	0,373	0,577	
Leptoceridae	0,715	0,726	0,985	0,333	0,577	
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,494, F = 4,914, P < 0,001 ***)						

Fortsetzung **Tab. 6**

<b>Ppyg</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Carabidae	2,706	0,693	3,902	< 0,001 ***	0,014 *
Hydropsychidae	1,387	0,554	2,502	0,017 *	0,544
Psychomyidae	0,533	0,506	1,053	0,3	0,577
Leptoceridae	-2,411	0,879	-2,743	0,009 **	0,315
(korrigiertes $R^2 = 0,266$ , $F = 4,277$ , $P = 0,006$ **)					
Abkürzungen siehe Anhang Tab. 3					

**Tab. 7: (1)** Zusammenhang zwischen der Aktivität einzelner Fledermausarten (Anzahl Rufe) und diversen Standortparametern an Fließgewässern (jeweils lineare multiple Regression;  $N = 24$ ); **(2)** Modelle mit niedrigstem AIC

<b>(1)</b>					
<b>Bbar</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	-2,485	1,623	-1,531	0,148	0,972
Wind	-6,135	2,801	-2,19	0,045 *	0,972
Bode	-8,041	4,575	-1,758	0,1	0,972
Lif	-1,41E-05	1,98E-05	-0,709	0,49	0,972
hoDim	-4,367	3,709	-1,178	0,258	0,972
veDim	-4,177	7,468	-0,559	0,584	0,972
Licht	5,47	3,015	1,815	0,091	0,972
H2OB	-2,035	1,445	-1,408	0,18	0,972
(korrigiertes $R^2 = 0,393$ , $F = 2,78$ , $P = 0,045$ *)					
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	-9,755	33,59	-0,29	0,776	0,972
Wind	75,94	57,98	1,31	0,211	0,972
Bode	-84,99	94,68	-0,898	0,385	0,972
Lif	-9,09E-05	4,10E-04	-0,222	0,828	0,972
hoDim	52,81	76,75	0,688	0,503	0,972
veDim	183	154,6	1,184	0,256	0,972
Licht	-58,58	62,39	-0,939	0,365	0,972
H2OB	-22,83	29,91	-0,764	0,458	0,972
(korrigiertes $R^2 = 0,025$ , $F = 1,073$ , $P = 0,433$ )					
<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	17,67	8,943	1,976	0,068	0,972
Wind	-15,44	15,43	-1	0,334	0,972
Bode	3,963	25,2	0,157	0,877	0,972
Lif	1,83E-04	1,09E-04	1,676	0,116	0,972
hoDim	21,72	20,43	1,063	0,305	0,972
veDim	-74,43	41,15	-1,809	0,092	0,972
Licht	22,01	16,61	1,325	0,206	0,972
H2OB	22,42	7,961	2,816	0,013 *	0,624
(korrigiertes $R^2 = 0,372$ , $F = 2,632$ , $P = 0,054$ )					

Fortsetzung Tab. 7

<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	54,8	301	0,182	0,858	0,972
Wind	-254,6	519,5	-0,49	0,632	0,972
Bode	232,5	848,4	0,274	0,788	0,972
Lif	3,45E-04	3,68E-03	0,094	0,927	0,972
hoDim	-64,12	687,8	-0,093	0,927	0,972
veDim	847	1385	0,612	0,551	0,972
Licht	434,2	559,1	0,777	0,45	0,972
H2OB	68,83	268	0,257	0,801	0,972
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,286, F = 0,388, P = 0,909)					
<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	-248,2	510,2	-0,487	0,634	0,972
Wind	194,1	880,5	0,22	0,829	0,972
Bode	836	1438	0,581	0,57	0,972
Lif	2,74E-03	6,23E-03	0,44	0,667	0,972
hoDim	564	1166	0,484	0,636	0,972
veDim	851,1	2347	0,363	0,722	0,972
Licht	1351	947,6	1,426	0,176	0,972
H2OB	230,2	454,2	0,507	0,62	0,972
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,1179, F = 0,71, P = 0,679)					
<b>Ppyg</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	302,6	601,1	0,503	0,623	0,972
Wind	-36,44	1037	-0,035	0,972	0,972
Bode	1087	1694	0,641	0,532	0,972
Lif	8,39E-03	7,34E-03	1,143	0,272	0,972
hoDim	1556	1373	1,133	0,276	0,972
veDim	3417	2766	1,236	0,237	0,972
Licht	2085	1116	1,867	0,083	0,972
H2OB	-166,7	535,1	-0,312	0,76	0,972
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,036, F = 1,105, P = 0,415)					
<b>(2)</b>					
<b>Bbar</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	-2,535	1,595	-1,59	0,132	0,624
Wind	-6,39	2,732	-2,339	0,033 *	0,495
Bode	-7,99	4,498	-1,776	0,095	0,624
hoDim	-2,639	2,748	-0,96	0,352	0,624
veDim	-3,647	7,306	-0,499	0,624	0,624
Licht	6,215	2,778	2,237	0,04 *	0,528
H2OB	-1,707	1,346	-1,268	0,224	0,624
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,413, F = 3,214, P = 0,027 *)					
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
hoDim	100,1	46	2,176	0,041 *	0,528
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,145, F = 4,735, P = 0,041 *)					

Fortsetzung **Tab. 7**

<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	16,575	8,508	1,948	0,066	0,624
veDim	-70,899	35,785	-1,981	0,062	0,624
H2OB	19,094	6,335	3,014	0,007 **	0,119
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,39, F = 5,691, P = 0,005 **)					
<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Licht	613,4	351,6	1,744	0,095	0,624
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,084, F = 3,043, P = 0,095)					
<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Licht	1467,6	604,4	2,428	0,024 *	0,384
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,182, F = 5,896, P = 0,024 *)					
<b>Ppyg</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Lif	9,59E-03	6,26E-03	1,531	0,143	0,624
hoDim	1659	1148	1,445	0,165	0,624
veDim	3800	2341	1,623	0,122	0,624
Licht	2097	968,3	2,165	0,044 *	0,528
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,206, F = 2,431, P = 0,085)					
Tiefsttemperatur (Tempt), Windstärke (Wind), Bodendeckung (Bode), Lichtfläche (Lif), horizontale / vertikale Dimension (hoDim / veDim), Lichtverhältnisse (Licht), Gewässerbreite (H2OB), Gewässerfläche (H2OF), restliche Abkürzungen siehe Anhang Tab. 3					

**Tab. 8:** (1) Zusammenhang zwischen der Aktivität einzelner Fledermausarten (Anzahl Rufe) und diversen Standortparametern an stehenden Gewässern (jeweils lineare multiple Regression; N = 13); (2) Modelle mit niedrigstem AIC

<b>(1)</b>					
<b>Bbar</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	11,27	9,085	1,241	0,282	0,986
Wind	6,205	14,04	0,442	0,681	0,986
Bode	-4,507	19,66	-0,229	0,83	0,986
Lif	-2,29E-04	2,52E-04	-0,908	0,415	0,986
hoDim	-31,02	18,24	-1,612	0,182	0,986
veDim	24,75	36,65	0,675	0,536	0,986
Licht	15,55	9,768	1,592	0,187	0,986
H2OF	-3,37E-03	2,70E-03	-1,25	0,279	0,986
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,097, F = 1,162, P = 0,473)					
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	3,814	19,02	0,201	0,851	0,986
Wind	13,37	29,4	0,455	0,673	0,986
Bode	-23,58	41,15	-0,573	0,597	0,986
Lif	4,36E-04	5,27E-04	0,826	0,455	0,986
hoDim	47,06	40,28	1,168	0,308	0,986
veDim	-88,74	76,72	-1,157	0,312	0,986
Licht	-7,36	20,45	-0,36	0,737	0,986
H2OF	1,41E-03	5,64E-03	0,25	0,815	0,986
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,303, F = 0,65, P = 0,72)					
<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	81,17	159,9	0,508	0,638	0,986
Wind	261,8	247,1	1,06	0,349	0,986
Bode	205,9	345,9	0,595	0,584	0,986
Lif	1,06E-03	4,43E-03	0,239	0,823	0,986
hoDim	58,52	338,6	0,173	0,871	0,986
veDim	338,7	644,9	0,525	0,627	0,986
Licht	189,8	171,9	1,104	0,331	0,986
H2OF	0,02	0,047	0,433	0,688	0,986
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,122, F = 0,836, P = 0,617)					
<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	200,7	342,5	0,586	0,589	0,986
Wind	535,4	529,5	1,011	0,369	0,986
Bode	417,3	741,1	0,563	0,603	0,986
Lif	1,19E-03	9,49E-03	0,125	0,907	0,986
hoDim	66,09	725,4	0,091	0,932	0,986
veDim	912	1382	0,66	0,545	0,986
Licht	428,5	368,3	1,164	0,309	0,986
H2OF	0,036	0,101	0,358	0,738	0,986
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,059, F = 0,915, P = 0,577)					

Fortsetzung Tab. 8

<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	-2,705	149,8	-0,018	0,986	0,986
Wind	197,7	231,6	0,854	0,441	0,986
Bode	-378,5	324,1	-1,168	0,308	0,986
Lif	-4,31E-03	4,15E-03	-1,039	0,357	0,986
hoDim	-28,63	317,2	-0,09	0,932	0,986
veDim	774,5	604,2	1,282	0,269	0,986
Licht	303,2	161	1,883	0,133	0,986
H2OF	-0,032	0,044	-0,737	0,502	0,986
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,362, F = 1,853, P = 0,288)					
<b>Ppyg</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	636,9	625,4	1,018	0,366	0,986
Wind	888,2	966,8	0,919	0,41	0,986
Bode	1058	1353	0,782	0,478	0,986
Lif	9,38E-03	0,017	0,541	0,617	0,986
hoDim	606,5	1324	0,458	0,671	0,986
veDim	-93,81	2523	-0,037	0,972	0,986
Licht	703,9	672,4	1,047	0,354	0,986
H2OF	0,069	0,185	0,377	0,725	0,986
(korrigiertes R <sup>2</sup> = -0,544, F = 0,471, P = 0,83)					
<b>(2)</b>					
<b>Bbar</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Tempt	13,31	6,965	1,91	0,104	0,292
Lif	-2,72E-04	1,51E-04	-1,796	0,122	0,292
hoDim	-37,2	13,6	-2,736	0,033 *	0,292
veDim	34,04	23,76	1,433	0,201	0,292
Licht	16,15	8,351	1,934	0,101	0,292
H2OF	-3,93E-03	1,73E-03	-2,267	0,064	0,292
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,33, F = 1,987, P = 0,212)					
<b>Mbart</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Bode	-41,81	21,53	-1,942	0,084	0,292
hoDim	30,7	16,34	1,879	0,093	0,292
veDim	-53,72	30,04	-1,788	0,107	0,292
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,248, F = 2,321, P = 0,143)					
<b>Nnoc</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Wind	178,16	123,82	1,439	0,18	0,292
veDim	532,9	210,98	2,526	0,032 *	0,292
Licht	130,81	90,03	1,453	0,18	0,292
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,398, F = 3,647, P = 0,057)					
<b>Pkuh_Pnat</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Wind	391,2	269,3	1,452	0,18	0,292
veDim	1212,3	458,9	2,642	0,026 *	0,292
Licht	273,1	195,8	1,395	0,196	0,292
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,414, F = 3,834, P = 0,05 *)					

Fortsetzung **Tab. 8**

<b>Ppip</b>	<b>Koeffizient</b>	<b>SE</b>	<b>t</b>	<b>p</b>	<b>korr. P</b>
Wind	211,7	152,6	1,387	0,214	0,292
Bode	-366,6	229,7	-1,596	0,151	0,292
Lif	-3,97E-03	2,04E-03	-1,942	0,1	0,292
veDim	726,3	270,3	2,687	0,036 *	0,292
Licht	305,6	100,2	3,051	0,022 *	0,292
H2OF	-0,029	0,025	-1,154	0,292	0,292
(korrigiertes R <sup>2</sup> = 0,573, F = 3,694, P = 0,068)					
Tiefsttemperatur (Tempt), Windstärke (Wind), Bodendeckung (Bode), Lichtfläche (Lif), horizontale / vertikale Dimension (hoDim / veDim), Lichtverhältnisse (Licht), Gewässerbreite (H2OB), Gewässerfläche (H2OF), restliche Abkürzungen siehe Anhang Tab. 3					

# CURRICULUM VITAE

---

**Nadja Santer, Bakk<sup>a</sup>. Biol.**

[nadja.santer@gmail.com](mailto:nadja.santer@gmail.com)

Date of birth: 08.11.1983, Kufstein, Austria  
Nationality: Austria



## EDUCATION

---

- March 2009 – 2012      University of Vienna, **Master study „Behaviour, Neurology and Cognition“** with focus on Behaviour
- Master thesis: *„Correlation between insect abundance and bat activity“*,  
Supervised by Ao. Univ.-Prof. Dr. Eva Millesi (University of Vienna) and Ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Alexander Bruckner (University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna)
- Oct. 2004 – Dec. 2008      University of Innsbruck, **Bachelor study „Biology“** with the focus on Zoology
- Sep. 1994 – June 2003      Secondary school Kufstein

## WORK EXPERIENCE

---

- May 2010 – ongoing      **Member of staff** of the **zoo-pedagogic division** at the Tiergarten Schönbrunn, Team „Narrated Feeding“
- March 2011/12 – July 2011/12      **Tutor** at the **Univ. of Natural Resources and Life Sciences** for the Project „Agricultural biologie“
- Sep. 2009 – Feb. 2010      Product acquisition for the homepage of Second-hand bookshop Buchseite, Vienna
- March 2008 – July 2008      **Tutor** at the **University of Innsbruck** for the course „Construction plans of the animal kingdom“
- Nov. 2005 – Apr. 2008      Member of staff at the Tanning salon City Sun, Kufstein
- Jan. 2004 – Dec. 2004      Product acquisition for the homepage of the Öko-Insel, Kufstein
- July 2003 – Jan. 2004      Cinema-Hallmanager at Funplexxx, Kufstein

## ADDITIONAL QUALIFICATIONS

---

Internships	<p><b>Internship</b> „Cataloguing bat species at Utila“, Honduras</p> <p><b>Project-Internship</b> „Plant-Animal-Interaction in a low-land rainforest, Costa Rica“, University of Vienna</p> <p><b>Project-Internship</b> „Learning experiments“, University of Vienna</p> <p><b>Internship</b> „Behavioural biology project-internship“, University of Vienna</p> <p><b>Zookeeper-Internship</b> (each 1 week) at the Alpenzoo, Innsbruck, and at Rarityzoo, Ebbs</p> <p><b>Nationalpark-Ranger-Internship</b> (2 Weeks) at the Oasis Bianello, Quattro Castello, Italy</p>
Workshops	<p><b>Scientific English</b> - Research reports, talks, style and grammar, University of Vienna</p> <p><b>Projects</b> - Planning, Funding, Public Relations, University of Vienna</p> <p><b>Scientific sketching and illustration</b> , University of Vienna</p>

## LANGUAGES, COMPUTER LITERACY AND OTHER SKILLS

---

German	native language
English	good knowledge
French	basic knowledge
PC	MS Office, basic knowledge in R
Driving licence	Class B

- since 6 years: care of injured and diseased bats, as well as orphaned pups – **experience in handling bats**
- since 2009 member of staff at projects of the KFFOE (Austrian Coordination Centre for Bat Conservation and Research) – **experience in the use of mist nets and bat-identification**
- since 2011 representative leader of the team „Bat-Care“ of the KFFOE