



Das Beutespektrum der Großen Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum*

Ergebnisse der Nahrungsanalysen
2008 bis 2017 in Hohenburg (Oberpfalz)



natur



**Das Beutespektrum der
Großen Hufeisennase
*Rhinolophus ferrumequinum***

**Ergebnisse der Nahrungsanalysen
2008 bis 2017 in Hohenburg (Oberpfalz)**

Impressum

Das Beutespektrum der Großen Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* – Ergebnisse der Nahrungsanalysen 2008 bis 2017 in Hohenburg (Oberpfalz)

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg
Tel.: 0821 9071-0
Fax: 0821 9071-5556
E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de
Internet: www.lfu.bayern.de/

Text:

Dr. Irmhild Wolz, Kreuzstraße 5, D-91077 Neunkirchen/Brand

Redaktion:

LfU, Referat 55, Bernd-Ulrich Rudolph

Bildnachweis:

Dr. Irmhild Wolz

Stand:

September 2018

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.

Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung	5
1	Einleitung	6
2	Das Jagdgebiet	7
3	Material und Methode	9
3.1	Material	9
3.2	Methode	10
4	Ergebnisse	11
4.1	Gesamtübersicht der Jahre 2012 bis 2017	11
4.2	Die Käferphase im Frühjahr	14
4.2.1	Der Hauptbeutekäfer <i>Rhizotrogus cicatricosus</i>	14
4.2.2	Weitere Käferarten in den Frühjahrsproben	17
4.3	Die Tipulidenphase	19
4.4	Die Schmetterlingsphase	21
4.5	Die Käferphase im Herbst	27
4.6	Die Hautflüglerphase	29
4.7	Das Ende der Fledermaussaison Anfang/Mitte November	32
4.8	Kotproben aus dem Winter	34
4.9	Weitere Beutetiergruppen der Großen Hufeisennasen	39
4.9.1	Fliegen und Mücken	39
4.9.1.1	Mücken	39
4.9.1.2	Fliegen	41
4.9.2	Köcherfliegen (Trichoptera)	42
4.9.3	Rindenläuse (Psocoptera)	43
4.9.4	Wanzen	43
4.9.5	Netzflügler (Planipennia)	44
4.9.6	Schaben (Blattariae)	45

4.10	Seltene Beute und besondere Funde	45
4.10.1	Seltene Beute	45
4.10.2	Besondere Funde	46
4.10.3	Nicht identifizierbare Beutetierreste	47
5	Diskussion	49
6	Danksagung	55
7	Literatur	56
8	Anhang	61
8.1	Gesamtbeutespektren der Jahre 2008 und 2012 bis 2017	61
8.2	Die vier Hauptbeutetierordnungen in den Jahren 2012 bis 2017	65
8.2.1	Lepidoptera	65
8.2.2	Coleoptera	66
8.2.3	Diptera	66
8.2.4	Hymenoptera	67
8.3	Beutetierliste der Jahre 2008 bis 2017	68
8.3.1	Klasse Hexapoda	68
8.3.2	Klasse Arachnida	70

Zusammenfassung

Die Oberpfälzer Wochenstubenkolonie der Großen Hufeisennasen (*Rhinolophus ferrumequinum*) am Rande des Truppenübungsplatzes Hohenfels ist derzeit das einzige in Deutschland bekannte Fortpflanzungsvorkommen dieser Fledermausart. Seit Beginn der Kotanalysen im Jahr 2008 hat sich der Bestand der Hufeisennasen im Sommer von 27 adulten und 21 neugeborenen Fledermäusen auf 184 Erwachsene und 70 überlebende Jungtiere im Juni 2017 erhöht.

Um das Beutespektrum der Kolonie zu ermitteln, wurden in der Zeit vom 19. März 2008 bis zum 2. November 2017 insgesamt 159 Kotproben im Quartierhaus in Hohenburg gesammelt und daraus 4167 Pellets analysiert. Mit weiteren Proben von Sommerquartieren einzelner Tiere aus dem Truppenübungsplatz Hohenfels, eines Netzfangs und von Kotproben, die außerhalb der Fledermausaison im Winter gesammelt wurden, ergaben sich insgesamt 4350 analysierte Pellets. Die Untersuchungen ergaben ein Beutespektrum, das Arthropoden aus den Klassen Insecta und Arachnida mit 15 Ordnungen und 40 Familien umfasste. Mit verschiedenen Methoden (Aufsammlung und Bestimmung von Fraßresten, Bestimmung mit Hilfe von Chitinfragmenten im Kot der Fledermäuse) konnten insgesamt 69 Beutetierarten und 13 Gattungen identifiziert werden.

In allen Untersuchungsjahren stellten nur vier Insektenordnungen in den Kotproben die Hauptbeute: Die Schmetterlinge, Käfer, Zweiflügler und Hautflügler. Die Schmetterlinge erreichten dabei in der Regel die höchsten Nachweisraten von 70 bis maximal 82 Prozent Häufigkeit im Jahr. Zweiflügler und Käfer wechselten sich auf dem zweiten und dritten Platz der Bedeutung im Beutespektrum in den verschiedenen Untersuchungsjahren ab, während die Hautflügler mit Nachweisraten regelmäßig unter 50 Prozent Häufigkeit stets nur den vierten Platz einnahmen. Die große Bedeutung der Käfer als Beute für die Großen Hufeisennasen aus Hohenburg wurde durch die Betrachtung der Pellets mit der jeweiligen Hauptbeute besonders deutlich. Im Jahr 2015 war die Zahl der Kotkrümel mit Hauptbeute Schmetterling bzw. Käfer nahezu gleich groß, in allen anderen Jahren lag die Zahl der Pellets mit Hauptbeute Käfer zum Teil erheblich über der mit Hauptbeute Schmetterling.

In jedem Jahr folgte die Beutewahl der Großen Hufeisennasen einem stets ähnlichen zeitlichen Muster: Nach einer Käferphase nach der Rückkehr aus dem Winterquartier, die in der Regel bis Mitte Mai dauerte, folgte eine Zeit, in der große Mücken der Familie Tipulidae die Hauptbeute in den meisten Kotpellets stellten. Dieser Zeitraum war jeweils relativ kurz und umfasste nur ein bis zwei Probenentnahmetermine. Ab Mitte Juni bis spätestens Anfang Juli begann die Schmetterlingsphase, ein langer Zeitraum, der sich bis Anfang oder Mitte September erstreckte und von Schmetterlingsbeute dominiert war. An die Schmetterlingsphase schloss sich eine zweite kurze Käferphase an, die durch die Erbeutung vieler Dungkäfer charakterisiert ist. Nach der Dungkäferphase ernährten sich die Großen Hufeisennasen aus Hohenburg vorwiegend von Hautflüglern der Familie Ichneumonidae. Ab Anfang/Mitte November, gegen Ende der Fledermausaison, konnten alle vier Beutetierordnungen wieder als Hauptbeute auftreten.

Wenn die Fledermäuse aus dem Winterquartier in ihre Wochenstubenkolonie zurückkehren, ist ein stabiles Nahrungsangebot auch in Zeiten, in denen noch kein Laubaustrieb erfolgt ist und noch Spätfröste auftreten können, ganz besonders wichtig. Anfang bis Mitte März, wenn sich die ersten Großen Hufeisennasen im Quartierhaus in Hohenburg einfinden, wirkt die Landschaft noch winterlich kahl. Trotzdem steht den Tieren dort mit dem Käfer *Rhizotrogus cicatricosus* ein Beutetier zur Verfügung, das bereits zu dieser Jahreszeit zahlreich fliegt und den Fledermäusen mehrere Wochen lang als Grundnahrung dienen kann. Dieser Käferart und den Biotopen, in denen sie sich entwickelt, kommt daher für das Überleben der Großen Hufeisennasen an diesem Standort eine ganz besondere Bedeutung zu.

1 Einleitung

Die Verbreitung der Großen Hufeisennasen (*Rhinolophus ferrumequinum*) in Mittel- und Osteuropa erstreckte sich früher von den südlichen Bereichen der Niederlande über den Süden Deutschlands, Polens und der Ukraine. Katastrophale Bestandseinbrüche vor allem in Mitteleuropa sorgten jedoch dafür, dass in Deutschland nur noch eine kleine Wochenstubenkolonie verblieb, daneben finden sich noch einzelne Kolonien in den Nachbarländern Schweiz und Luxemburg sowie in Frankreich (Lothringen; DIETZ et al. 2007).

Die letzte Kolonie der Großen Hufeisennasen in Bayern wurde im Jahr 1992 durch Telemetrieversuche mitten im Ort Hohenburg in der Oberpfalz entdeckt. Sie befand sich in einer baufälligen Scheune, direkt an der Grenze zum Truppenübungsplatz Hohenfels gelegen. Am 21. Juli 1992 wurden in der kleinen Wochenstubenkolonie 21 adulte Weibchen und zehn Jungtiere gezählt (GEIGER & HAMMER 1993).

In den folgenden Jahren wurde dieses letzte Wochenstubenquartier intensiv betreut. Nach dem Ankauf der Gebäude konnten mit Hilfe des Konjunkturpaketes II in den Jahren 2009 bis 2011 umfangreiche Renovierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Schließlich mündeten die Bemühungen um den Schutz der seltenen Fledermäuse an diesem Standort in ein von der Europäischen Union gefördertes LIFE+ - Projekt unter Trägerschaft des Landesbundes für Vogelschutz (LBV) und der BImA/Bundesforstbetrieb Hohenfels, das neben der Optimierung von Quartiergebäude und Jagdgebieten auch der Öffentlichkeitsarbeit große Bedeutung beimaß: „Greater horseshoe bats in Upper Palatinate: Optimization of habitats and public perception“.

Die Kolonie der Fledermäuse entwickelte sich während der Zeit der vorliegenden Untersuchungen in erfreulicher Weise und übertraf alle Erwartungen: Der Sommerbestand erhöhte sich von 27 adulten Weibchen und 21 Jungtieren im Jahr 2008 auf 184 adulte Individuen vor der Geburt der ersten Jungen am 4. Juni 2017. Bis zum 28. Juni 2017 kamen 72 Fledermäuse zur Welt, von denen 70 Jungtiere überlebten (R. Leitl, mdl. Mitt.).

Um eine Fledermauskolonie dauerhaft zu schützen, genügt es nicht, nur das Quartiergebäude zu sichern, auch die Jagdgebiete und die Vorkommen potentieller Beutetiere müssen dauerhaft erhalten werden. Um die Beute der Hohenburger Hufeisennasen zu erfassen, wurden daher ab dem Frühjahr 2008 regelmäßige Kotanalysen durchgeführt. Mit diesen Untersuchungen sollte geklärt werden, wie sich die Beute der Fledermäuse zusammensetzt, wie sie sich im Jahresverlauf verändert und welche Schlüsselinsekten für das Vorkommen der Großen Hufeisennasen in Hohenburg maßgeblich sind. BECK et al. (1997) beschrieben bereits früher, dass sich „... Große Hufeisennasen in kritischen und entscheidenden Lebensphasen (Ende des Winterschlafs und Trächtigkeit der Weibchen) hauptsächlich von ein bis zwei Beutetierarten ernähren“. Der Ermittlung dieser wichtigen Frühjahrsbeute kam daher von Anfang an bei den Kotanalysen eine große Bedeutung zu.

Die häufige Anwesenheit des Quartierbetreuers Rudolf Leitl, bedingt durch die Arbeiten an den Gebäuden, die Überwachung der Kolonie mit Hilfe eines Kamerasystems und später durch die wachsende Öffentlichkeitsarbeit, erwies sich als optimal für die geplanten Untersuchungen. Während der langen Zeitspanne der Kotanalysen zwischen dem 19. März 2008 und dem 2. November 2017 konnten die Proben mit großer Regelmäßigkeit gesammelt und jeweils mit Informationen aus dem Quartier verknüpft werden.

Im Artenschutzkonzept für die Große Hufeisennase wiesen HAMMER & MATT bereits im Jahr 1996 darauf hin, dass dem Truppenübungsplatz Hohenfels eine „überragende Bedeutung als Nahrungsgrundlage für die gesamte Population“ zukommt. Der enorme Artenreichtum der Flächen innerhalb des

Truppenübungsplatzes, die seit mehr als 80 Jahren keinerlei landwirtschaftlicher Nutzung unterliegen und daher niemals mit Dünger oder Pflanzengiften in Berührung kamen, wurde schon mehrfach dokumentiert (z. B. BOLZ 2013, BÜTTNER 2017). Die Telemetrieexperimente aus dem Jahr 1992 zeigten bereits bei wenigen Tieren, dass sich die Fledermäuse auf der Jagd oft und ausdauernd im Bereich des Truppenübungsplatzes bewegten. Die vorliegenden Kotanalysen sollten die Bedeutung dieser Flächen für die Fledermäuse erfassen und durch die ermittelten Beutespektren sichtbar machen. Um zu erkennen, ob die Großen Hufeisennasen tatsächlich häufig oder regelmäßig innerhalb des Übungsgeländes jagen, ist es besonders wichtig, möglichst viele Beutetiere mit Hilfe der verbliebenen Fragmente bis zur Art zu bestimmen. Lebensweise und Lebensraum der Beutetiere liefern Hinweise auf Jagdraum und Jagdweise der Fledermäuse und machen die Raumnutzung in der Quartierumgebung sichtbar.

2 Das Jagdgebiet

Alle Kotproben, die den Blockdiagrammen zugrunde liegen, wurden im Quartierhaus der Fledermäuse in Hohenburg gesammelt. Die Quartiersscheune liegt mit ihrer Hinterwand direkt am Grenzzaun des Truppenübungsplatzes Hohenfels. Steil ansteigendes, mit Mischwald bestocktes Gelände führt nach oben auf die Hochfläche des Übungsareals. Diese ist geprägt von Dolomitkuppen des Oberpfälzer Jura und dazwischen liegenden flachen Trockentälern. Das Kalkgestein ist verkarstet, zerklüftete Felsen und Höhlen sind daher überall zu finden. Die steileren Hänge sind bewaldet, die Tallagen von Grünland dominiert. Ausgedehnte Halbtrockenrasen, Magerwiesen, thermophile Säume und lichte Wälder kennzeichnen das Gebiet (IVL 2007). Durch ausgedehnte Schafbeweidung und den Übungsbetrieb des Militärs werden die unbewaldeten Bereiche im Gelände freigehalten. Niederschläge von 650 mm im Süden und 800 mm im Norden kennzeichnen die Flächen des Truppenübungsplatzes Hohenfels als eines der Trockengebiete Bayerns (IVL 2007). Abgesehen von wenigen künstlich angelegten Tümpeln und Regenrückhaltebecken finden sich dort keine Feuchtgebiete.

Die Jagdgebiete der Großen Hufeisennasen liegen in der Nähe ihrer Tagesquartiere. BONTADINA et al. (1997) geben einen Umkreis von 3,5 km um das Übertagungsquartier an, GEIGER (1996) ermittelte für die Großen Hufeisennasen aus Hohenburg einen mittleren Abstand der Jagdareale von 1,7 km mit einer maximalen Entfernung von bis zu 3,8 km vom Quartiergebäude. Zur erforderlichen Struktur dieser Flächen heißt es bei BONTADINA et al. (1997): „Für die Großen Hufeisennasen sind Laubwälder, Dauerwiesen und Weiden Lebensräume von großer Bedeutung. Sie brauchen zudem in der unmittelbaren Umgebung des Wochenstubenquartiers eine vielfältige Landschaft, in welcher sich Auen- und andere Laubwälder, blumenreiche Wiesen, Weiden ... mosaikartig verzahnen und Hecken, Gebüsche, Baumgruppen sowie Einzelbäume die offene Fläche bereichern.“ Weiterhin geben BONTADINA et al. als Anforderungen an das Jagdgebiet Großer Hufeisennasen an: „1. Geeignete Lebensräume müssen über 30 % der Fläche im Umkreis von 3,5 km um das Wochenstubenquartier ausmachen und 2. Diese Gebiete müssen kleinräumig eine hohe Diversität an Habitattypen und dadurch einen großen Anteil an Grenzflächen aufweisen.“

Abb. 1 zeigt einen Blick von der Burgruine Hohenburg hoch über der Ortschaft in Richtung Süden über das Übungsgelände. Zahlreiche Büsche, Einzelbäume und kleine Gehölzgruppen oder Hecken bieten die erforderliche Vielfalt für die Jagdgebiete der Fledermäuse in unmittelbarer Quartiernähe. Seit den 1930iger Jahren wird dieses Gelände militärisch genutzt. In dieser langen Zeit unterlag es keinerlei landwirtschaftlicher Nutzung, die Flächen innerhalb des Übungsgeländes wurden weder mit Düngemitteln noch mit Pflanzenschutzmitteln behandelt. Dies sind beste Voraussetzungen für eine arten- und individuenreiche Insektenpopulation als Nahrungsgrundlage für die jagenden Fledermäuse.



Abb. 1: Blick nach Süden in das Jagdgebiet der Großen Hufeisennasen im Truppenübungsplatz in unmittelbarer Quartiernähe. Zahlreiche Büsche, Einzelbäume, Gehölzgruppen und Hecken sorgen für langgezogene Randstrukturen.

Auch außerhalb des Truppenübungsplatzes ist die Landschaft strukturreich und vielfältig: In Quartiernähe der Hohenburger Fledermäuse fließt die Lauterach durch den Ort Hohenburg. In ihrer Aue gibt es feuchte Wiesen, teils dichte Ufervegetation sowie einige Kleingewässer und Teiche. Auf den bachbegleitenden Wiesen stehen die im Rahmen des LIFE+ - Projektes angeschafften Rinder der Rasse „Oberpfälzer Rotvieh“ auf einer Weide und sorgen dort mit ihren Kuhfladen für eine gute Nahrungsgrundlage für die Dungkäfer der Gattung *Aphodius*, die im Herbst eine wichtige Beute für die Fledermäuse sind. Weideflächen wurden auch an den mit Wacholderheiden und lichten Kiefernwäldern bestandenen nördlichen Hängen des Lauterachtals geschaffen.

Abb. 2 zeigt einen Blick über das Lauterachtal. Im Vordergrund der steil ansteigende Hangwald, der links am Bildrand im Tal mit der Rückwand der Quartierscheune abschließt. Im Bildhintergrund erkennt man in ca. 750 m Entfernung hinter der Kapelle am Straßenrand den Stettkirchener Hang, der steil aus dem Lauterachtal aufsteigt und locker mit Wacholderbüschen bewachsen ist. Dieses Steilgelände erwies sich als einer der besten Fangplätze für das Hauptbeutetier der Großen Hufeisennasen im Frühjahr, den Brachkäfer *Rhizotrogus cicatricosus*.



Abb. 2: Blick von der Ruine Hohenburg über das Lauterachtal Richtung Osten. Im Vordergrund der vom Ort Hohenburg aus steil ansteigende Hangwald in unmittelbarer Quartiernähe. Im Hintergrund links der Bildmitte hinter der Kapelle der mit Wacholderbüschen bewachsene Stettkirchener Hang.

3 Material und Methode

3.1 Material

Die erste Kotprobe der vorliegenden Untersuchung wurde am 19. März 2008 gesammelt, daraus wurden 20 Pellets analysiert. Darauf folgten während der gesamten Fledermaussaison bis einschließlich 26. Oktober 2008 weitere Proben im Abstand von jeweils zwei Wochen. Leider musste in den folgenden Jahren die Zahl der Proben und damit zusammenhängend die analysierte Pelletzahl aus finanziellen Gründen eingeschränkt werden; so ergaben sich in den Jahren 2009, 2010 und 2011 in den Sommermonaten größere Sammelintervalle. Die Ergebnisse der Kotanalysen aus dem Zeitraum 2008 bis 2011 wurden 2011 veröffentlicht (WOLZ 2011a). Ab dem Jahr 2012 konnte regelmäßig während der gesamten Aufenthaltszeit der Fledermäuse im Quartiergebäude jeweils alle zwei Wochen eine Kotprobe gesammelt werden, der Umfang der analysierten Pellets pro Probe betrug ab dem 4. März 2012 bis zum 2. November 2017 je 30 Pellets pro Probe, falls ausreichend große Proben gesammelt werden konnten. Im zeitigen Frühjahr oder im späten Herbst nach Anfang November waren die anfallenden Kotmengen oft gering und es standen keine 30 Pellets zur Analyse zur Verfügung.

Neben den Kotproben aus dem Quartierhaus in Hohenburg wurden weitere 15 Pellets eines Netzfangs vom 18. August 2009 sowie 20 Pellets aus einem Gebäude innerhalb des Truppenübungsplatzes analysiert, in dem sich regelmäßig eine einzelne Hufeisennase aufhielt. Die Ergebnisse dieser Analysen wurden bei der Beurteilung der Beutezusammensetzung der Hohenburger Kolonie nicht berücksichtigt.

Um Fehlerursachen bei der Pelletauswahl beurteilen zu können, wurden am 2. Juli 2009 zusätzlich zu bereits 30 analysierten Pellets weitere 70 Kotkrümel untersucht. Das Analyseergebnis der 70 Pellets wurde lediglich für diese Fehlerbeurteilung verwendet (WOLZ 2011a).

Tab. 1 zeigt die Probenentnahmen, die Zahl der analysierten Pellets und die Intervallunterschiede der Sammeltermine während der Jahre 2008 bis 2017.

Tab. 1: Überblick über Probenentnahmen und Probengrößen während der Jahre 2008 bis 2017

Jahr	Erste Probe	Letzte Probe	Angestrebte maximale Pelletzahl	Zahl der Proben	Zahl der analysierten Pellets	Bemerkungen
2008	19. März	26. Oktober	20	16	306	
2009	20. März	18. Oktober	20/30	11	262	Zwischen 31.05. und 07.09. monatlicher Abstand der Sammeltermine; Analyse von 70 weiteren Pellets am 02.07. zur Fehlerbeurteilung
2010	22./23. März	6./11. November	20	13	260	Keine Probenentnahme zwischen 31. Mai und 18. August
2011	14. März	17. November	20/30	14	288	Probenentnahme monatlich zwischen dem 31. Mai und 29. August
2012	04. März	14. November	30	18	515	20 Pellets Winterkot am 05. Januar 2012; 15 Pellets vom 21. Nov. bis 10. Dez. 2012 an drei Sammelterminen
2013	13. März	16. November	30	16	480	23 Pellets Winterkot im Dezember, Kotprobe von Anfang April fehlt wegen Kälteeinbruch
2014	07. März	18. November	30	18	515	
2015	13. März	13. November	30	17	510	20 Pellets Winterkot am 23. Dezember 2015
2016	26. Februar	14. November	30	19	550	Die ersten Kotkrümel stammten vom 20./21. Februar
2017	03. März	02. November	30	17	481	

In allen Untersuchungsjahren wurden im Quartiergebäude regelmäßig auch andere Fledermausarten beobachtet. Dies waren Braune und Graue Langohren (*Plecotus auritus* und *austriacus*), Fransenfledermäuse (*Myotis nattereri*), Zwergfledermäuse (*Pipistrellus pipistrellus*) und eine Wimperfledermaus (*Myotis emarginatus*), die sich regelmäßig besonders gerne direkt in der Spitze der Wärmeglocke bei den Hufeisennasenfledermäusen aufhielt (R. Leidl, mdl. Mitt.). Es war daher darauf zu achten, keinen fremden Kot zu bearbeiten und diese Ergebnisse fälschlicherweise in das Beutespektrum der Hufeisennasen aufzunehmen.

Ohne jegliche Kenntnis des Beutespektrums der Fledermäuse aus Hohenburg war es anfangs schwierig, solche fremden Pellets sicher zu erkennen. So wurde erst nach Jahren deutlich, dass am 27. April 2008 zweifellos ein Kotkrümel eines Braunen Langohrs in das Beutespektrum der Hufeisennasen aufgenommen worden war. Er enthielt fast ausschließlich Reste eines Rüsselkäfers sowie einige Raupenbruchstücke. Es zeigte sich jedoch später, dass Rüsselkäfer und Raupen nicht zur Beute der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg gehören (nur ein weiterer Fund von Rüsselkäferfragmenten am 2. August 2016), daher wurde dieses Pelletergebnis verworfen und durch die Analyse eines anderen Kotkrüfels dieser Probe ersetzt.

Im Herbst des Jahres 2009 wurden insgesamt sieben Kotkrümel als Fremdkot klassifiziert, die sehr viele Fliegenreste enthielten und so als typische Fransenfledermauspellets eingeordnet wurden. Es zeigte sich jedoch in den letzten Jahren der Kotanalysen, dass auch Große Hufeisennasen teils sehr viele Fliegen fressen und ihre Kotkrümel daher denen von *Myotis nattereri* stark ähneln können. Deshalb wurde später darauf geachtet, ob neben den Fliegen (eine regelmäßige Herbstbeute der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg) auch Beutetiere enthalten waren, die für Hufeisennasen zu dieser Jahreszeit typisch sind (z. B. Mistkäfer).

Insgesamt wurden im Quartierhaus in Hohenburg in den Jahren 2008 bis 2017 159 Proben gesammelt und daraus 4167 Kotkrümel untersucht. Mit den oben erwähnten weiteren Pellets (Winterkot, Netzfang, Probe aus dem Truppenübungsplatz, erweiterte Probe vom 2. Juli 2009) ergibt sich eine Gesamtsumme von 4350 analysierten Pellets der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg.

3.2 Methode

Jedes der 4350 analysierten Pellets wurde über Nacht in 10 ml Wasser aufgeweicht, um die Schleimhülle der Kotkrümel zu lockern und die eingeschlossenen Fragmente leichter zugänglich zu machen. Anschließend wurden die aufgeweichten Proben unter dem Binokular (Vergrößerung 25fach bis 40fach) zerzupft und die zur Bestimmung der Beutetiere brauchbaren Bruchstücke ausgesammelt. Gleichzeitig mit der Bearbeitung der einzelnen Pellets wurde für jeden Kotkrümel ein dem Nahrungsspektrum der Großen Hufeisennasen angepasstes Analyseprotokoll erstellt, welches gewährleistete, dass keine Fragmente übersehen oder vergessen wurden. Diese Protokolle ermöglichen auch noch später, Korrekturen am Beutespektrum vorzunehmen, wenn z. B. unbekannte Bruchstücke aufgrund weiterer Funde nachträglich noch bestimmten Beutetieren zugeordnet werden können.

Kleine bzw. dünne Fragmente wurden anschließend in Polyvinyl-Lactophenol eingebettet. Große Bruchstücke z. B. von Käfern oder großen Schmetterlingen sind jedoch nur schlecht unter Deckgläsern konservierbar. Sie wurden vorsichtig auf doppelseitiges Klebeband aufgebracht, damit die Fragmente für eine spätere genaue Bestimmung leichter zugänglich sind. Alle Fotos wurden mit einer CANON-Kamera EOS 600D angefertigt, die über einen Fototubus auf einem Olympus-CH-2-Mikroskop montiert ist.

Die Ergebnisse der Analysen wurden für die einzelnen Sammeltermine in Blockdiagrammen zusammengefasst. Die Höhe der Säulen dieser Diagramme gibt jeweils an, in welchem Prozentsatz der Pel-

lets einer Probe Fragmente einer bestimmten Beutetiergruppe nachweisbar waren, die Zahl über der Säule, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete.

Es zeigte sich, dass sich die Feststellung einer Hauptbeute in den Pellets sehr gut dazu eignete, die Bedeutung wichtiger Beutetiergruppen besonders herauszustellen. Wenn in den Kotkrümeln daher die Bruchstücke einer Beutetiergruppe alle anderen an Größe und/oder Zahl übertrafen, so wurde diese Beutetiergruppe als Hauptbeute bezeichnet. Diese Hauptbeutebestimmung bildete die Grundlage für die Beuteübersicht der Jahre 2012 bis 2017 (Abb. 3). Überwog die Zahl der Pellets mit einer bestimmten Hauptbeute (z. B. der Käfer) in einer Probe die Zahl an Pellets, die durch andere Hauptbeute charakterisiert war, so wurde die gesamte Probe als von Käfern dominiert registriert. War die Zahl der Pellets mit unterschiedlicher Hauptbeute gleich groß oder unterschied sich maximal um ein Pellet, so wurden beide Insektengruppen als Hauptbeute der entsprechenden Probe angegeben.

Kotanalysen unterliegen einer Reihe von Fehlerquellen. Dies kann z.B. die fehlerhafte Auswahl der zu analysierenden Pellets einer Probe oder die fehlerhafte Bewertung einzelner Beutetierordnungen (z. B. der Schmetterlinge) sein. Auch die unterschiedlich gute Nachweisbarkeit einzelner Beutetiergruppen kann zu einem Ergebnis führen, das die Beutewahl der Fledermäuse nicht richtig abbildet. Die Analyseergebnisse sind daher unter Vorbehalt zu sehen. Trotzdem ermöglicht die Kotanalyse einen guten Einblick in die Ernährungsgewohnheiten von Fledermäusen (WOLZ 2011a).

4 Ergebnisse

Nach einer Gesamtübersicht der im jeweiligen Jahresverlauf registrierten Hauptbeute sollen im Anschluss die einzelnen Beutetierphasen vorgestellt werden. Neben typischen Beutespektren der verschiedenen Jahreszeiten werden die wichtigsten Beutetiere mit ihren Erkennungsmerkmalen und charakteristischen Fragmenten gezeigt.

Im Anschluss daran werden weitere Beutetierordnungen vorgestellt, die im Beutespektrum der Großen Hufeisennasen von untergeordneter Bedeutung sind, aber regelmäßig in den Kotproben zu finden waren.

Den Abschluss bilden die Analyseergebnisse von drei Kotproben, die im Winter gesammelt werden konnten, sowie Hinweise auf seltene Beute, noch ungeklärte Fragmente oder Funde, die sich nicht auf Beutetiere beziehen.

4.1 Gesamtübersicht der Jahre 2012 bis 2017

Vom 4. März 2012 bis zum 2. November 2017 wurden insgesamt 105 Proben gesammelt und 3051 Kotpellets daraus analysiert. Der früheste Sammeltermin eines Jahres war der 26. Februar (im Jahr 2016, die ersten Kotkrümel fanden sich bereits am 20. und 21. Februar in der Quartierscheune), die späteste Kotprobe wurde am 18. November 2014 entnommen. Wie Abb. 3 zeigt, wurde Anfang April des Jahres 2013 keine Kotprobe gesammelt. Aufgrund des sehr kalten Wetters ab Mitte März flogen die Fledermäuse damals über längere Zeit nicht zur Jagd aus. Vielerorts wurde der kälteste Frühlingsanfang seit 26 Jahren registriert (MEYER 2013). Dies war das einzige Mal in allen Untersuchungsjahren, dass nach dem Start der Fledermausaison mit der Besetzung des Quartiers im März eine mehrwöchige Pause der Aktivität zu beobachten war.

Vier Beutetierordnungen bestimmen das Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg: Käfer, Schmetterlinge, Zweiflügler und Hautflügler. Das gilt auch für die Jahre 2008 bis 2011. In keiner

Kotprobe aus allen Untersuchungsjahren dominierte eine andere Beutetierordnung das Beutespektrum der Fledermäuse. Lediglich in einzelnen Kotpellets wurden in seltenen Fällen andere Beutetiere als Hauptbeute registriert: In den Jahren 2008, 2012, 2013, 2015 und 2016 stellten die Köcherfliegen in insgesamt 13 Pellets die Hauptbeute, am 18. August 2010 waren in einem Kotkrümel vor allem die Bruchstücke von Wanzen zu finden. Andere Insekten wurden nicht als Hauptbeute registriert.

Betrachtet man die Gesamtbeutespektren der einzelnen Jahre, ermittelt aus den Nachweishäufigkeiten in allen Pellets einer Saison, so zeigte sich, dass die Schmetterlinge stets am häufigsten von allen Beutetierordnungen nachweisbar waren. Dabei wurden nur die Kotkrümel als Pellets mit Schmetterlingsinhalt gewertet, die neben den Schuppen der Lepidoptera auch Bruchstücke dieser Insekten enthielten. Schmetterlingsschuppen können sich noch längere Zeit nach der Erbeutung eines Falters im Darm der Fledermaus befinden (WOLZ 1992).

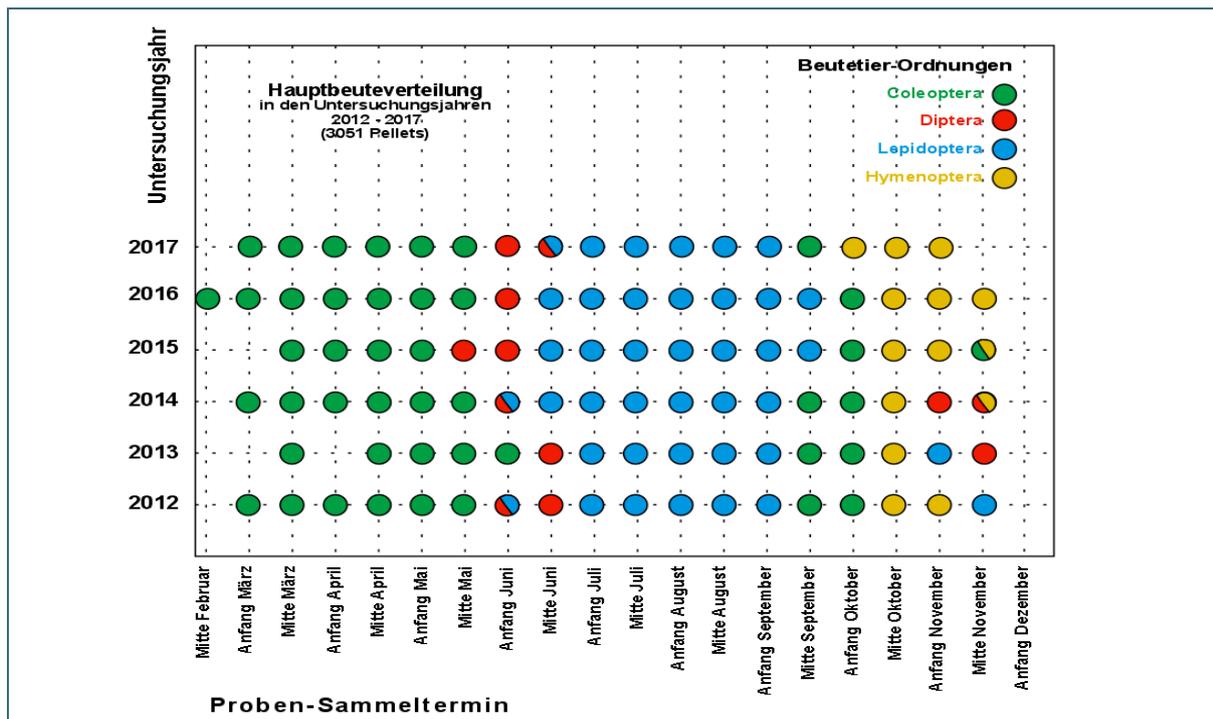


Abb. 3: Hauptbeuteverteilung in den Kotproben der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) aus den Jahren 2012 bis 2017.

Die Nachweiswerte lagen im Bereich zwischen 70 % Häufigkeit (2014) bis 82 % Häufigkeit im Jahr 2015. Zweitwichtigste Beutetierordnungen waren in den Jahren 2012, 2013, 2015 und 2016 die Zweiflügler mit mindestens 64 % Häufigkeit im Jahr 2016 und maximal 76 % Häufigkeit im Jahr 2015. Die Käfer stellten in den Jahren 2017 (72 % Häufigkeit) und 2014 (69 % Häufigkeit) die zweitwichtigste Beute. Betrachtet man jedoch die Zahl der Pellets mit den entsprechenden Beutetierordnungen als Hauptbeute, so zeigte sich ein anderes Bild: Nur im Jahr 2015 waren die Schmetterlinge nicht nur nach den Werten für die Nachweishäufigkeit, sondern auch anhand der Pelletzahl mit Hauptbeute Schmetterlinge (166) an erster Stelle im Beutespektrum zu finden, allerdings nahezu gleichauf mit den Käfern (165 Pellets mit Hauptbeute Käfer). In allen anderen Untersuchungsjahren dominierten die Käfer im Jahresverlauf jeweils die meisten Pellets, teils sogar mit sehr deutlichem Abstand vor den Schmetterlingen (z. B. im Jahr 2012: Coleoptera in 190 Pellets Hauptbeute, Schmetterlinge in 144 Pellets Hauptbeute). Die Betrachtung der Hauptbeuteverteilung in den Beutespektren der Großen Hufeisennasen macht die besondere Bedeutung der Käfer für diese Fledermausart deutlich.

Die Hautflügler waren in allen Untersuchungsjahren lediglich mit Nachweiswerten zwischen 40% und 50 % Häufigkeit vertreten. Der niedrigste Wert wurde mit 41% Häufigkeit im Jahr 2014, der höchste mit 49 % Häufigkeit im Jahr 2012 registriert. Bei der Auszählung der Hauptbeutepellets ergab sich jedoch, dass in den Jahren 2016 und 2017 die Zahl der Pellets mit Hauptbeute Hymenoptera die der Pellets mit Hauptbeute Diptera überwog, obwohl die Nachweiswerte der Hautflügler jeweils deutlich unter der der Zweiflügler lag (siehe Blockdiagramme im Anhang, Kap. 8.1).

Abb. 3 zeigt, dass die Beutewahl der Hufeisennasen im Verlauf der Jahre einem bestimmten Muster folgt: Nach einer Käferphase im Frühjahr (vor allem Brachkäfer der Gattung *Rhizotrogus*), die sich in der Regel bis Mitte Mai erstreckt, folgt ein relativ kurzer Zeitraum, in dem Zweiflügler dominieren. Entweder bestimmen sie allein das Beutespektrum (2013, 2015 und 2016) oder bereits zusammen mit Schmetterlingen (2012, 2014 und 2017). Bei den Zweiflüglern handelte es sich dabei meist um große Tipuliden verschiedener Arten, vor allem im Jahr 2015 war diese Tipulidenphase deutlich ausgeprägt.

An die Tipulidenphase schließt sich eine Zeit an, in der Schmetterlinge die Hauptbeute der Fledermäuse bilden. Diese dauert mindestens von Anfang Juli bis Anfang September, beginnt in einzelnen Jahren aber bereits Anfang Juni (2012, 2014) oder erstreckt sich bis Mitte September (2015, 2016). Die am stärksten ausgeprägten Schmetterlingsphasen zeigen die Jahre 2015 und 2016: In beiden Jahren wurden im Sommer in einer Zeit von 14 Wochen jeweils sieben Kotproben hintereinander von Schmetterlingen dominiert.

Ab Mitte September erbeuten die Hufeisennasen abermals vorwiegend Käfer (Dungkäfer der Gattung *Aphodius*), die herbstliche Käferphase ist jedoch im Vergleich zum Frühjahr kurz und umfasst maximal zwei Sammeltermine; in den Jahren 2015 bis 2017 wurde nur jeweils eine Kotprobe im Herbst von den Käfern dominiert.

Obwohl Hautflügler das ganze Jahr über als Hauptbeute einzelner Pellets im Beutespektrum der Hufeisennasen präsent sind, werden sie regelmäßig erst im Herbst so häufig erbeutet, dass sie einzelne Kotproben dominieren. Wie die Jahresübersicht zeigt, ist vor allem Mitte Oktober damit zu rechnen, dass diese Insekten die Hauptbeute der Fledermäuse stellen. In den Jahren 2016 und 2017 war die Hautflüglerphase besonders ausgeprägt und umfasste jeweils drei Sammeltermine, im Herbst 2013 wurde die geringste Hautflüglerpräsenz ermittelt mit nur einer Kotprobe, die eindeutig von diesen Insekten dominiert war.

Neben den Hautflüglern stellen ab Anfang November auch wieder die anderen drei Beutetierordnungen in einzelnen Kotproben die Hauptbeute. Abhängig vom Wetter und dem Eintreten der ersten Nachtfröste waren dies bei den Diptera vor allem Fliegen und Wintermücken, bei den Käfern Mistkäfer und bei den Schmetterlingen Frostspanner, Pappelglucke und andere Herbstarten. Zu dieser Jahreszeit ist keine Voraussage mehr darüber möglich, welche Insektengruppen als Hauptbeute zu erwarten sind.

In den Jahren 2012 bis 2016 wurde die letzte (meist wenig umfangreiche) Kotprobe jeweils Mitte November gesammelt, anschließend flogen die verbliebenen Tiere ins Winterquartier ab oder zogen sich in den Überwinterungskeller unterhalb der Quartierscheune zurück. Im Jahr 2017 endete die Fledermauszeit bereits Anfang November. Die verbliebenen Fledermäuse flogen nicht mehr zur Jagd aus und es fiel kein Kot mehr im Quartiergebäude an.

4.2 Die Käferphase im Frühjahr

4.2.1 Der Hauptbeutekäfer *Rhizotrogus cicatricosus*

In jedem Untersuchungsjahr waren alle Kotproben, die nach dem Eintreffen der Hufeisennasen aus dem Winterquartier im zeitigen Frühjahr gesammelt wurden, von nur einer Käferart dominiert, dem Brachkäfer *Rhizotrogus cicatricosus*. Erst später im Frühjahr (in der Regel ab Mitte April) kamen andere Käfer als Beute dazu: Maikäfer (*Melolontha melolontha*), Balkenbohrer (*Calopus serraticornis*) oder Schnellkäfer (*Melanotus castanipes*). Am stärksten war diese Fokussierung auf nur eine Beutetierart im Frühjahr 2008 ausgeprägt. In der Zeit vom 19. März bis zum 16. Mai wurden vier Kotproben gesammelt und je 20 Pellets analysiert. In allen Kotkrümeln stellten die Brachkäfer die Hauptbeute, die anderen Beutetiergruppen wie Schmetterlinge, Hautflügler und Zweiflügler waren nur von untergeordneter Bedeutung und erreichten Nachweiswerte von lediglich maximal 20 % Häufigkeit. Aus diesem Grund wurden die Ergebnisse der vier Kotproben in einem Beutespektrum zusammengefasst (Abb. 4).

Wie wichtig es ist, Kotanalysen durch Insektenfänge im Jagdgebiet zu begleiten, wurde am Brachkäfer *Rhizotrogus cicatricosus* besonders deutlich. Im Frühjahr 2008 wurde der Käfer aus dem Bruchstückmaterial der Kotproben zuerst als *Rhizotrogus aestivus* bestimmt (WOLZ 2011a). Untersuchungen im Rahmen einer Bachelorarbeit (LETTENMEIER 2013) ergaben jedoch, dass nicht *Rhizotrogus aestivus*, sondern *Rhizotrogus cicatricosus* im Jagdgebiet der Fledermäuse zahlreich vorkommt.

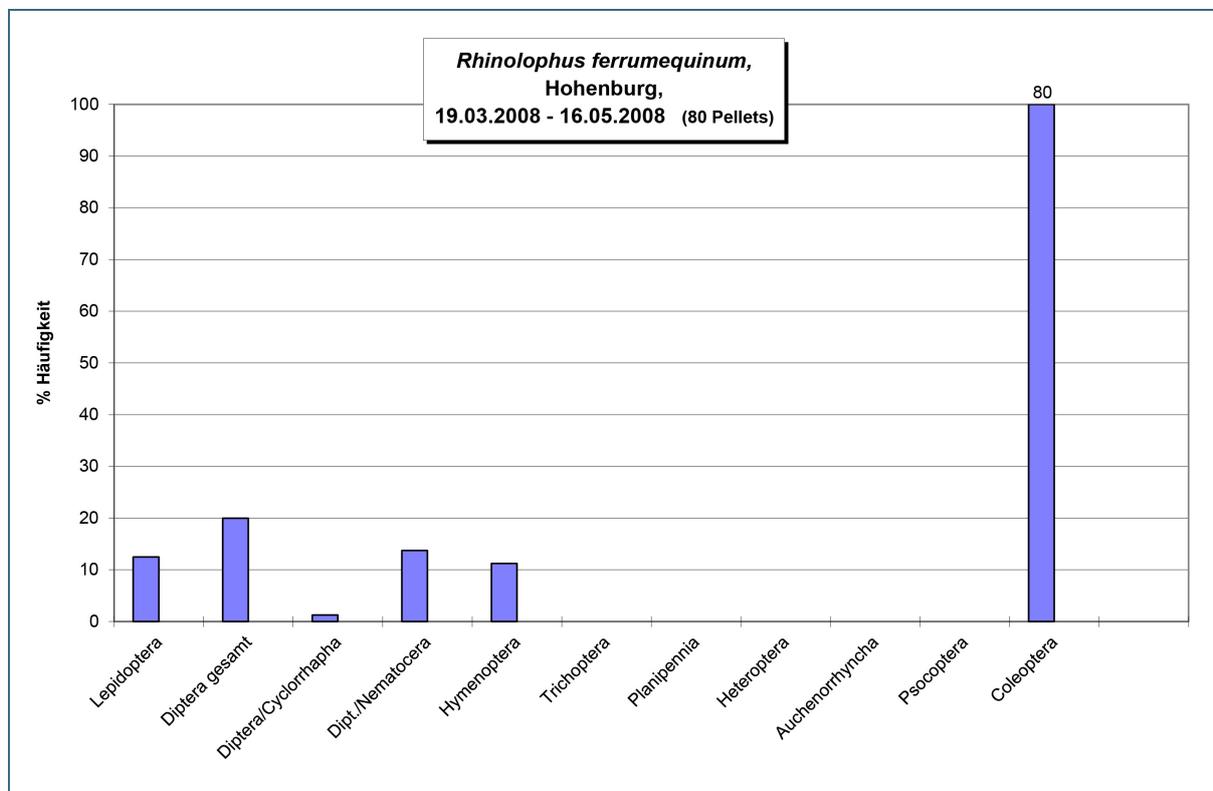


Abb. 4: Beutespektrum von *Rhinolophus ferrumequinum* aus Hohenburg, 19. März bis 16. Mai 2008.

Die Zahl über der Säule gibt an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

So wurden in der Zeit vom 14. April bis zum 12. Juni 2013 210 Exemplare von *R. cicatricosus* an verschiedenen Standorten in der Umgebung Hohenburgs gefangen, doch nur ein einziges Exemplar von *R. aestivus* ging im Lauterachtal in die Fallen (LETTENMEIER 2013). *Rhizotrogus cicatricosus* besitzt nur

„sehr wenige, stark isolierte Vorkommen in Nordbayern und Thüringen“ (RÖSSNER 1996, JUNGWIRTH 2002), das zahlenmäßig große Vorkommen in Hohenburg war bisher nicht bekannt (D. Jungwirth, mdl. Mitt.). In der Roten Liste Bayerns wird diese Käferart als „vom Aussterben bedroht“ geführt (JUNGWIRTH 2003).

RÖSSNER (2012) nennt für diese Käferart eine Präsenzzeit vom 26. März bis zum 24. Juni (besonders April und Mai) und gibt an, dass *Rhizotrogus cicatricosus* von allen Melolonthinae am frühesten fliegt. Diese Zeitangabe muss für die Population der Umgebung von Hohenburg um mehr als einen Monat nach vorne korrigiert werden, denn die frühesten Brachkäferfunde im Kot der Großen Hufeisennasen stammen vom 20. Februar 2016. RÖSSNER (1996) beschreibt weiterhin: „Anschließend an die Flugzeit von *R. cicatricosus* erscheint *R. aestivus*. ..., doch treffen die Imagines aufgrund der unterschiedlichen Flugzeiten nicht aufeinander“. Auch dies trifft für die Umgebung von Hohenburg nicht zu, denn beide *Rhizotrogus*-Arten wurden im gleichen Zeitraum gefangen.

Die ökologischen Ansprüche von *Rhizotrogus cicatricosus* nennt RÖSSNER (1996) stenotop und xerothermophil. Die Käfer entwickeln sich auf wasserdurchlässigen, leicht erwärmbaren Böden (z. B. Muschelkalk oder Gips). Während er angibt: „Imagines wahrscheinlich phytophag, doch liegen offenbar keine Beobachtungen über die Nahrungsaufnahme vor“, beschreibt HORION (1985), dass sich *Rhizotrogus cicatricosus* häufig an Kiefern finden, nach D. Jungwirth (mdl. Mitt.) liegt es daher nahe, dass sie sich von Kiefernadeln ernähren. Tatsächlich wurden mehrere Exemplare dabei beobachtet, wie sie Kiefernadeln fraßen, die ihnen angeboten wurden (LETTENMEIER 2013). Dies würde dem Käfer ein Überleben im nachwinterlichen Biotop vor dem Laubaustrieb ermöglichen.

So war auch im kalten Frühjahr des Jahres 2013 die weitgehende Beschränkung der Hufeisennasen auf das Beutetier *Rhizotrogus cicatricosus* deutlich sichtbar, wenn auch nicht so ausgeprägt wie im Jahr 2008. Bis Ende März war in diesem Jahr keinerlei Blattaustrieb erfolgt, die Tagestemperaturen erreichten maximal 0 Grad und die Landschaft im Jagdgebiet der Fledermäuse wirkte winterlich kahl. Im Hof des Quartiergebäudes lag an schattigen Stellen noch Schnee. Trotzdem waren die Brachkäfer in der Kotprobe vom 12. März 2013 in jedem der 30 analysierten Pellets nachweisbar, sie stellten in 27 Kotkrümeln auch die Hauptbeute.

Beide Käferarten sind in der Hand leicht unterscheidbar. Während *R. aestivus* ein vor den Hinterwinkeln als auch am Seitenrand stärker ausgebuchtetes Halsschild aufweist, sind diese Halsschildseiten bei *R. cicatricosus* fast gerade. Die Männchen von *R. aestivus* haben in der Mitte des Halsschildes meist eine deutlich dunkelbraune Zeichnung, diese fehlt bei *R. cicatricosus*, doch zeigt sich bei dieser Käferart in der Mitte des Halsschildes eine längliche, glatte, unpunktete Fläche.

Auch die Punktierungen der Halsschilder beider Käfer sind unterschiedlich: Bei *R. aestivus* sehr dicht, bestehend aus groben und feinen Punkten, sodass die Fläche insgesamt matt wirkt, bei *R. cicatricosus* einfach und kräftig, die Mikropunktur ist so fein, dass die Halsschildfläche glänzend erscheint.

Anhand der Fragmente in den Kotkrümeln beide Käferarten zu unterscheiden, ist jedoch schwierig. Wie die Fraßreste (Abb. 22) zeigen, ist es für die Großen Hufeisennasen typisch, sperrige Bestandteile ihrer Beutetiere vor dem Verschlucken abzubeißen. Häufig fallen daher relativ große Reste der Beute unter den Hangplätzen zu Boden. Köpfe, Pronotum und Deckflügel, teilweise auch große Beinfragmente hängen noch aneinander. Daher finden sich im Fledermauskot erheblich weniger Bruchstücke von Kopf und Vorderkörper als vom Abdomen und z. B. den Hinterflügeln. Dennoch konnten in wenigen Fällen Abschnitte der länglichen, glatten und unpunkteten Fläche erkannt werden, die für das Pronotum der Art *Rhizotrogus cicatricosus* typisch ist (siehe Abb. 7). Diese Käferart konnte daher eindeutig als Beutetier der Großen Hufeisennasen identifiziert werden. Ein sicherer Nachweis für *Rhizotrogus aestivus* fehlt dagegen bisher. Dass die Fledermäuse auch diesen Käfer fangen, ist nicht

auszuschließen, vermutlich wird erst ein Fraßrest unterhalb des Hangplatzes der Großen Hufeisennasen mit deutlich erkennbaren Resten von *Rhizotrogus aestivus*, z. B. der Braunfärbung auf dem Halschild, darüber Aufklärung geben können.

Gegen Ende der Flugzeit der *Rhizotrogus*-Arten im Juni ist es schwierig, diese Beutetiere gegen den Käfer abzugrenzen, der im Frühsommer zahlreich im Jagdgebiet der Großen Hufeisennasen fliegt, den Rauhen Brachkäfer oder Junikäfer *Amphimallon solstitialis*. Die Gattung *Amphimallon* ist gut zu erkennen an einem dicht behaarten Pronotum, von der Gattung *Rhizotrogus* unterscheidet sie sich auch durch die Zahl der Antennenglieder: Ihre Fühler sind neungliedrig, das heißt zwischen Schaft und Keule sind fünf kurze Glieder erkennbar. Die Antennen der *Rhizotrogus*-Arten sind dagegen zehngliedrig, zwischen Schaft und Keule befinden sich sechs Glieder. Obwohl in allen Untersuchungsjahren jeweils etliche Käferbruchstücke im Fledermauskot zu finden waren, die eindeutig nach dem Ende der Flugzeit von *Rhizotrogus sp.* auftauchten und die den Fragmenten dieser Käfer sehr ähnlich sahen, konnte *Amphimallon* aus dem Bruchstückmaterial bisher nicht identifiziert werden. Behaarte Pronotum-Fragmente fanden sich in keinem Fall, ganze Antennen wurden in allen Untersuchungsjahren nur dreimal gefunden. Dies waren immer die Antennen von *Rhizotrogus sp.* *Amphimallon solstitialis* wurde jedoch durch einen Fraßrestfund am 26. Juni 2015 unter dem Hangplatz der Fledermäuse als Beute der Großen Hufeisennasen identifiziert (Abb. 22).

Die Abbildungen 5 bis 10 zeigen typische Bruchstücke von *Rhizotrogus cicatricosus*.



Abb. 5: Tarsenkrallenpaare von zwei Brachkäfern unterschiedlicher Größe



Abb. 6: Antenne eines Weibchens



Abb. 7: Pronotum-Bruchstück mit mittlerer Fläche ohne Punktnarben



Abb. 8: Elytrenrand mit großen Borsten



Abb. 9: Fragment aus dem weiblichen Genital



Abb. 10: Fragment aus dem männlichen Genital

Ab dem Jahr 2014 war es auch möglich, anhand des Bruchstückmaterials männliche und weibliche Käfer zu unterscheiden. Es zeigte sich, dass bei *Rhizotrogus cicatricosus* die Männchen zuerst fliegen und die Weibchen später schlüpfen (Protandrie). In den Kotproben im März waren in der Regel nur männliche Käfer nachweisbar, erst ab Anfang bis Mitte April kamen vermehrt weibliche Tiere hinzu. Bei einem großen Anteil von Käferweibchen in den Kotproben sind auch Eihüllen im Bruchstückmaterial zu finden. Die Eier von *Rhizotrogus cicatricosus* sind ca. 2,5 mm lang, weiß und von länglich ovaler Form. Diese Eier sind sehr empfindlich, die Eihüllen bilden keinen festen dickwandigen Schutz um das Innere, sondern ähneln eher einer dünnen Klarsichtfolie. Solche „Folienstücke“ von zäher Konsistenz fanden sich häufig in den Kotproben mit *Rhizotrogus*-Resten, können aber aufgrund der Tatsache, dass sie farblos sind, leicht übersehen werden.

Die Abb. 11 und Abb. 12 zeigen die beiden Käferarten *Rhizotrogus cicatricosus* und *Rhizotrogus aestivus* im Vergleich.

Abb. 11: Männchen von *Rhizotrogus aestivus* mit deutlich erkennbarer dunkelbrauner Zeichnung auf der Mitte des Halsschildes.Abb. 12: *Rhizotrogus cicatricosus*. Beide Käfer wurden in der Umgebung von Hohenburg am 6. Mai 2013 gefangen (L. Lettenmeier, mdl. Mitt.).

4.2.2 Weitere Käferarten in den Frühjahrsproben

Neben den vielen *Rhizotrogus*-Fragmenten, die die Kotproben der Monate März und April bestimmen, spielen die Bruchstücke anderer Käferarten in der Regel nur eine geringe Rolle. Dies waren die Maikäfer, deren frühester Fund im Jahr 2013 vom 12. April stammte. Maikäferreste sind eindeutig an der weißen Dreieckszeichnung an den Abdomenseiten zu erkennen. Zwar sind diese „Dreiecke“ häufig beschädigt, doch sind auch kleinere schwarze Panzerbruchstücke, dicht besetzt mit auffallend weißen Schuppen, eindeutig zuordenbar (WOLZ 2011a). Nur selten waren Tarsenkralen im Bruchstückmaterial erhalten, da die sperrigen Beine meistens von den Fledermäusen abgebissen werden und mit dem

Kopf und dem Vorderkörper zum Teil noch verbunden, unter dem Hangplatz zu Boden fallen. Dort findet man ab und zu die großen Fraßreste dieser sperrigen Beute.

Auch der Balkenbohrer *Calopus serraticornis* (Fam. Scheinbockkäfer, Oedemeridae) war regelmäßig in den Frühjahrsproben vertreten (frühester Fund in einem Jahr: 13. April 2017). Die auffallenden, sehr breiten und flachen Antennenglieder, dicht mit Punktnarben besetzte Elytren, in denen kurze Borsten inserieren und dicht behaarte, dunkelbraune Beinbruchstücke charakterisieren diese Käferart (WOLZ 2011a). Vor allem im Jahr 2013 waren Balkenbohrer eine von den Hufeisennasen bevorzugte Beute: Am 25. April konnten sie in 83,3 % der Pellets nachgewiesen werden, in sieben Kotkrümeln stellten sie sogar die Hauptbeute. Dies war die höchste Nachweisrate aller Untersuchungsjahre.

Am 16. Mai 2009 konnte der Quartierbetreuer zwei kleine Diebskäfer (Fam. Ptinidae) aufsammeln, die über den herabgefallenen Fledermauskot im Quartierhaus krabbelten. Dabei handelte es sich um die Art *Ptinus fur* (A. Niedling, mdl. Mitt.), den Kräuterdieb, der nur etwa 3 mm Länge erreicht. Diese kleinen Käfer ernähren sich von pflanzlichen und tierischen Substanzen und sind als Kulturfolger häufig auch in menschlichen Behausungen anzutreffen. Es zeigte sich, dass die winzigen Käferbruchstücke, die hin und wieder in den Frühjahrskotproben der Fledermäuse zu finden waren, zu diesen Diebskäfern gehörten. Der früheste Fund dieser Käferart stammt vom 13. März, der späteste vom 15. Juni 2015. In diesem Jahr war der kleine Diebskäfer am häufigsten nachweisbar, seine Fragmente fanden sich in zwölf der insgesamt 210 Pellets aus den sieben Kotproben, die zwischen dem 13. März und dem 15. Juni analysiert wurden. Abb. 13 zeigt den enormen Größenunterschied der beiden Käferarten *Rhizotrogus cicatricosus* und *Ptinus fur*. Es ist schwer vorstellbar, dass die Großen Hufeisennasen auf diesen winzigen Käfer innerhalb des Quartierhauses tatsächlich aktiv Jagd machten. Evtl. krabbelten oder flogen die Diebskäfer auf die Balken und Latten des Dachstuhles und wurden dort von den Fledermäusen abgesammelt. Vielleicht gerieten die kleinen Käfer so auch auf die in der Wärmeglocke hängenden Hufeisennasen und wurden dann aus dem Fell geputzt. Allerdings konnte ein derartiges Verhalten über die Kameras der Überwachungsanlage bisher nicht beobachtet werden.

Mistkäfer werden von den Großen Hufeisennasen im Frühjahr nur selten erbeutet (nachgewiesen in drei Pellets im März 2011, in zwei Pellets im März 2012 und in einem Pellet im März 2016), obwohl sie im Jagdgebiet der Fledermäuse auch um diese Jahreszeit in größerer Zahl beobachtet werden können (G. Knipfer, mdl. Mitt.). Sie fallen durch die Größe ihrer Fragmente, vor allem aber durch die leuchtend blau oder blaugrün schillernden Panzerbruchstücke im Kotmaterial oft bereits vor dem Einweichen in Wasser schon mit bloßem Auge auf. Im Truppenübungsplatz Hohenfels kommen drei Mistkäferarten vor: *Geotrupes spiniger*, *Trypocopris vernalis* und *Anoplotrupes stercorosus* (BÜTTNER 2017). Da diese Arten anhand des Bruchstückmaterials jedoch nicht unterschieden werden konnten, wurde für alle Mistkäferfunde die alte Gattungsbezeichnung *Geotrupes* benutzt.



Abb. 13:
Einzelkralle von *Rhizotrogus cicatricosus* und
Femur/Tibia-Gelenk von *Ptinus fur* im Größenver-
gleich. In der Bildmitte oben: Elytrenbruchstück des
Diebskäfers *Ptinus fur*.

Viele der Pellets aus der Käferphase in den Frühjahrsmonaten enthielten zahlreiche, teils auffallend große Milben, die auf diesen Käfern parasitiert hatten und von den Fledermäusen mitgefressen wurden. Anhand dieser Funde wurde der Parasitierungsgrad der Beutetiere sichtbar. So fanden sich z. B. lediglich in 16 der 156 Pellets aus sieben Proben zwischen dem 3. März und dem 15. Mai 2017 die Bruchstücke von Milben, während allein die 30 Pellets umfassende Probe vom 12. März 2013 in 13 Pellets Milben enthielt.

4.3 Die Tipulidenphase

Tipuliden sind große Zweiflügler, deren Flug eher langsam und träge ist. Teilweise ist ihr Verhalten sehr auffällig, wenn sie ständig auf- und abtanzend zur Eiablage z. B. über feuchten Moospolstern dicht über dem Boden fliegen. Deshalb werden sie leicht zur Beute von Fledermäusen und sind in den Beutespektren vieler Arten zu finden: Bei Mausohren (*Myotis myotis*), Bechsteinfledermäusen (*Myotis bechsteinii*), Langohrfledermäusen (*Plecotus auritus*) oder anderen (DIETZ et al. 2007).

Als Beutetiere sind sie im Bruchstückmaterial an zahlreichen Fragmenten der langen Beine, an groben Flügelbruchstücken und den großen Halteren leicht zu erkennen. Die Familie der Tipulidae ist charakterisiert durch das sekundär geringelte, lange Tasterendglied, das zwar sehr zart ist, die Magen/Darm-Passage durch die Fledermäuse aber erstaunlich oft gut erhalten übersteht. Auch die typisch geformten Antennenglieder und die großen, schwarzen und dadurch sehr auffälligen Eier oder Eihüllenreste zeigen die Präsenz von Tipuliden im Kotmaterial an. Am besten geeignet zur Bestimmung verschiedener Tipulidenarten aus den Bruchstücken erwiesen sich die Reste der männlichen Genitalien. Alle Teile, die sich bei diesen Mückenmännchen nach hinten an das achte Abdominalsegment anschließen, werden als Hypopygium bezeichnet. Das eigentliche Hypopyg besteht aus dem meist stark entwickelten neunten Segment mit seinen sehr unterschiedlich gestalteten, artcharakteristisch ausgeprägten Anhangsgebilden sowie aus dem Begattungsorgan (Aedeagus) und den weichhäutigen Analsegmenten (MANNHEIMS in LINDNER 1951). Selbst mit teils winzigen Fragmenten dieser Bildungen war bei einigen Arten eine Identifikation der Beutetiere möglich. Insgesamt zwölf Tipulidenarten konnten so anhand der Hypopygfragmente, zwei weitere Arten mit Hilfe der Antennenform bestimmt werden (*Nephrotoma dorsalis* und *Ctenophora pectinicornis*, Artenliste siehe Kap. 8.3).

Tipuliden gehören das ganze Jahr über zur Beute der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg. Der früheste registrierte Fund eines Jahres stammt vom 13. April 2017, der späteste Fund vom Dezember 2013. Zu diesen Jahreszeiten fanden sich jedoch nur noch sehr wenige Bruchstücke dieser Mücken.

Wenn es im Frühjahr wärmer wird und die adulten Mücken schlüpfen, erhöht sich der Anteil der Tipuliden im Beutespektrum der Fledermäuse, diese Insekten stellen dann während der Tipulidenphase den Hauptteil der Beute. Abb. 3 zeigt, dass die Tipulidenphase frühestens Mitte Mai beginnt (2015) und spätestens Mitte Juni vorüber ist (2012, 2013 und 2017). Auch MANNHEIMS (in LINDNER 1951) weist den Juni als den Monat mit den meisten fliegenden Arten aus. Die Dauer der Tipulidenphase ist jeweils kurz: Sie umfasste im Jahr 2015 zwei Kotproben und war damals außerordentlich artenreich. In den anderen Jahren wurden die Tipuliden entweder nur in einer Kotprobe (2013, 2016) oder in einer zweiten Probe bereits gleich häufig mit Schmetterlingen registriert.

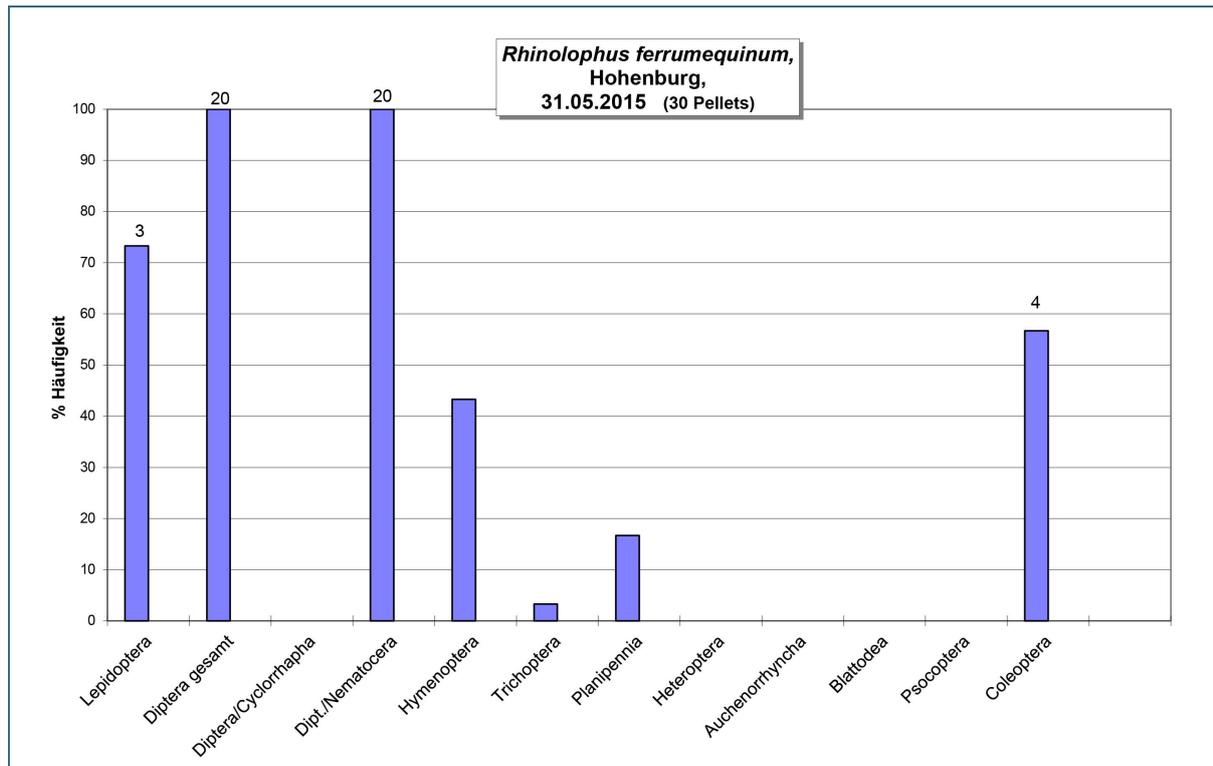


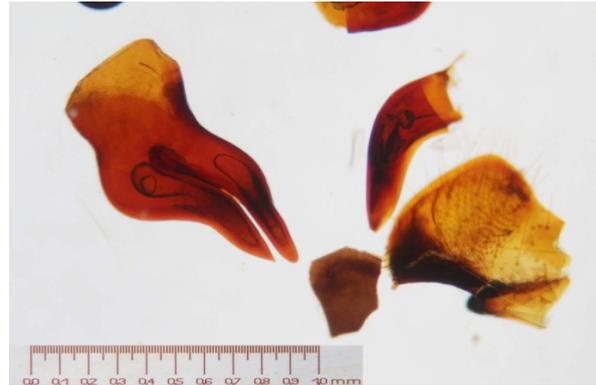
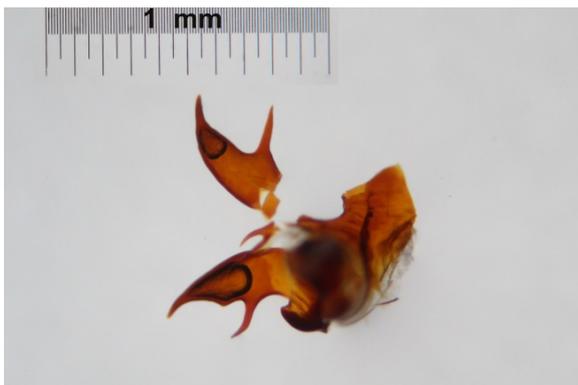
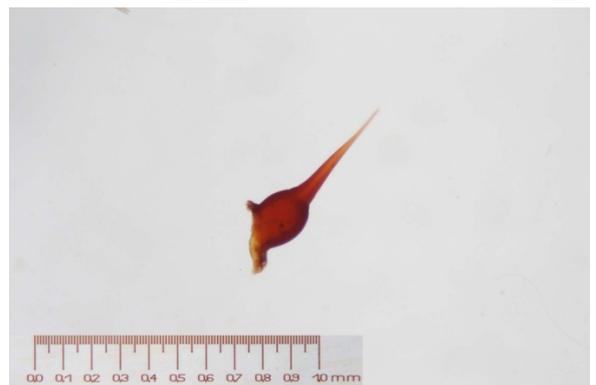
Abb. 14: Beutespektrum von *Rhinolophus ferrumequinum* aus Hohenburg, 31. Mai 2015.

Die Zahl über den Säulen gibt jeweils an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe

Abb. 14 zeigt ein typisches Beutespektrum aus einer Tipulidenphase: am 31. Mai 2015 stellten die Tipuliden in zwei Drittel der Pellets die Hauptbeute, während der Anteil der Coleoptera aus der vorherigen Käferphase deutlich zurückgegangen war und Käfer nur noch in fast 60 % der Kotkrümel nachgewiesen wurden bzw. nur noch in vier Pellets die Hauptbeute stellten. Der Anteil der Schmetterlinge lag bereits bei über 70 % Häufigkeit, die in Kürze bevorstehende Schmetterlingsphase deutete sich hier schon an. Auch andere Beutetiere waren zu dieser Jahreszeit im Jagdgebiet der Fledermäuse unterwegs und wurden erbeutet: Hautflügler, Netzflügler und Köcherfliegen.

Im Jahr 2015 gelang es, *Tipula (Lunatipula) truncata truncata* anhand der Hypopygfragmente zu bestimmen, eine Tipulidenart, deren Vorkommen in Bayern bzw. in Deutschland bisher nicht nachgewiesen worden war (WOLZ 2016). Die Abbildungen 15 bis 20 zeigen die typischen Bruchstücke dieser neu entdeckten Mücke sowie die Fragmente weiterer Tipulidenarten, die regelmäßig im Kotmaterial der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg zu finden waren.

Die meisten der nachgewiesenen Tipulidenarten scheinen an Wald gebunden. So beschreibt MANNHEIMS (in LINDNER 1951) *Tipula scripta* als häufigste *Vestiplex*-Art, die besonders in Fichtenwäldern gebirgiger Gegenden massenhaft schwärmt. *Tipula lunata* „lebt in Wäldern“, *Tipula selene* ist eine „gut fliegende Waldart“, *Tipula alpina* „scheint an Wald gebunden“. Für *Tipula pabulina* wird angegeben, dass sie aus den Wäldern vieler Teile Europas bekannt ist, die Larven von *Tipula flavolineata* leben im Holz vieler Baumarten; für *Tipula truncata* heißt es „an Waldrändern und in Auwäldern“, für *Tipula laetabilis* „an sumpfigen Waldstellen und in Auwäldern und an Flussufern“. Lediglich *Tipula paludosa* hält sich meist außerhalb von Wäldern auf, sie ist über feuchten Wiesen sehr häufig und fliegt mit einer Generation erst im Spätsommer.

Abb. 15: Hypopygfragment von *Tipula fascipennis*Abb. 16: Hypopygfragment von *Tipula truncata*Abb. 17: Hypopygfragment von *Tipula laetabilis*Abb. 18: Hypopygfragment von *Tipula paludosa*Abb. 19: Hypopygfragment von *Tipula alpina*Abb. 20: Hypopygfragment von *Tipula selene*

4.4 Die Schmetterlingsphase

Abb. 3 zeigt, dass die Schmetterlingsphase in allen Untersuchungsjahren mindestens den Zeitraum von Anfang Juli bis Anfang September umfasst. In den Jahren 2012 und 2014 begann sie bereits Anfang Juni (und überlappte zu dieser Zeit noch mit der Tipulidenphase), in den Jahren 2015 und 2016 erstreckte sie sich bis Mitte September. Schmetterlinge waren als einzige Beutetierordnung in allen untersuchten Kotproben nachweisbar. Dass diese Insekten die Basis der Ernährung der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg bilden, wird auch durch die Tatsache deutlich, dass die Schmetterlinge in den Jahren 2012 bis 2017 stets die höchsten Nachweisraten in den zusammengefassten Jahresbeutespektren erzielten (siehe Kap. 8.1).

Während der eigentlichen Schmetterlingsphasen, in der die Lepidoptera die Mehrzahl der Pellets einer Probe dominieren, ist die Analyse der Kotkrümel schwierig. Dicht in massenhaft verfilzte Schuppen eingepackt, müssen die Fragmente der Schmetterlinge oder anderer Beutetiere erst mühsam und mit größerem Zeitaufwand freigelegt werden. Ein typisches Beutespektrum aus einer Schmetterlingsphase zeigt Abb. 21.

In dieser Probe vom 17. August 2012 flogen neben den Schmetterlingen, die in 25 von 30 Kotkrümel die Hauptbeute stellten, auch viele andere Insekten im Jagdgebiet der Hufeisennasen: Mücken (meist Tipulidae), Hautflügler, Netzflügler, Wanzen, Rindenläuse und Käfer. Bei den Käfern handelte es sich Mitte August bereits um die ersten Dungkäfer (Gattung *Aphodius*), die wenig später in der zweiten Käferphase die Hauptbeute bilden werden.

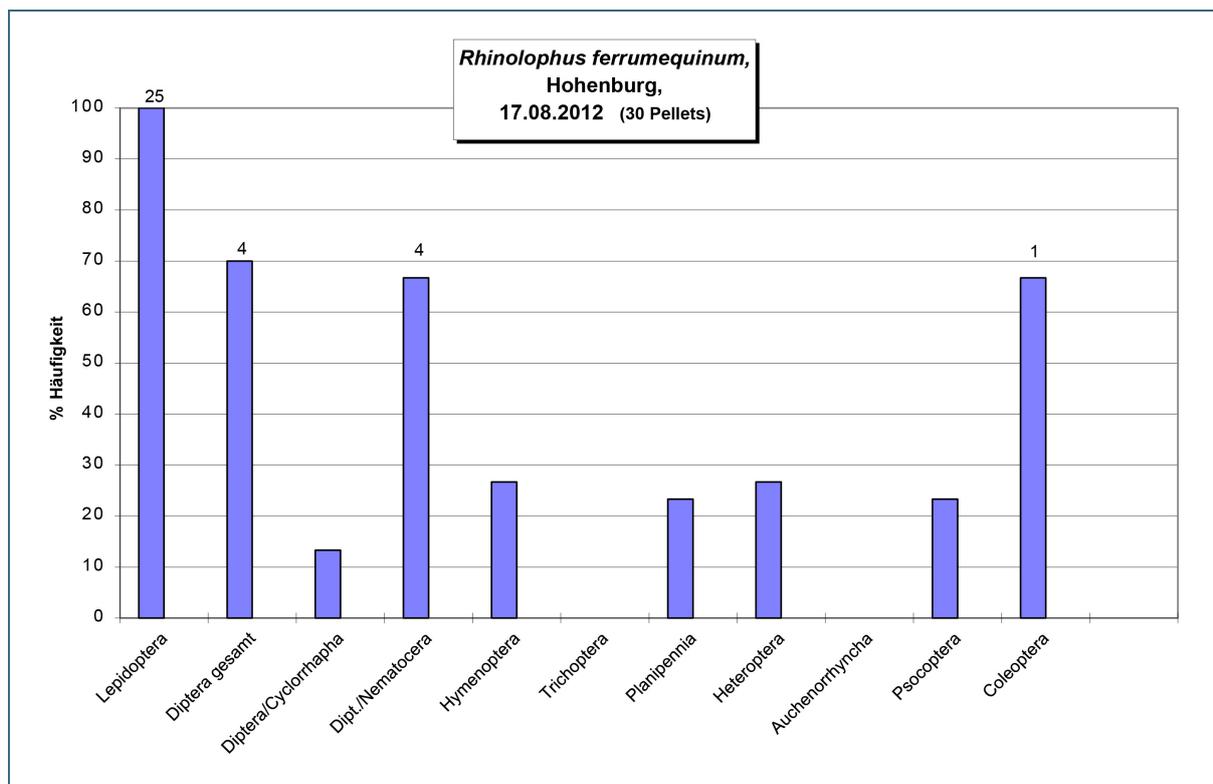


Abb. 21: Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 17. August 2012.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

Schmetterlingsarten als Beute von Fledermäusen sind besonders dann einfach zu ermitteln, wenn die Tiere diese Beute an feste bekannte Warten tragen und dort alle sperrigen Teile abbeißen und fallen lassen. Solche Sammelpätze von Insektenresten sind vor allem von Langohrfledermäusen bekannt, daher wurden von diesen Fledermäusen bereits vor Jahren umfangreiche Beutetierlisten publiziert (z. B. KRAUSS 1978, BAUEROVA 1982, MEINEKE 1991). Auch Große Hufeisennasen tragen Beute zu regelmäßig aufgesuchten Stellen, um sie dort zu verzehren (ZAHNER 1984). Von den Großen Hufeisennasen aus Hohenburg war ein derartiger Platz leider nicht bekannt, mit wachsender Koloniegröße in Hohenburg fanden sich jedoch immer häufiger Fraßreste der Fledermäuse auf den Dielenböden der Quartierscheune. Dies waren vor allem die Reste der Tagfalter Kleiner Fuchs und Tagpfauenauge, deren Flügel zahlreich unter den Hangplätzen der Hufeisennasen verstreut waren. Auch der Pappelschwärmer, das Abendpfauenauge und der Wolfsmilchschwärmer konnten auf diese Weise als Beute der Großen Hufeisennasen identifiziert werden.

Abb. 22 zeigt Fraßreste aus der Quartierscheune in Hohenburg.



Abb. 22:
Fraßreste, aufgesammelt in der Quartierscheune in Hohenburg. Man erkennt die Flügel von Kleinem Fuchs (Mitte oben), Pappelschwärmer (links oben) und Wolfsmilchschwärmer (rechts und rechts unten). Die Maikäferreste (Bildmitte) verdeutlichen den Größenunterschied zwischen dieser Käferart und den erheblich kleineren *Amphimallon*-Resten (links) und den Flügeldecken von *Rhizotrogus cicatricosus* (Mitte unten).

Aus dem Bruchstückmaterial des Fledermauskots eignen sich verschiedene Körperteile der zerkauten Schmetterlinge zur Artbestimmung. So konnten z. B. als Frühjahrsarten der Gelbe Langfühler (*Nematopegon swammerdamella*, Form und Zeichnung der Antennenglieder), der Birkenspanner (*Endromis versicolora*, Form der Schuppen) oder etwas später im Jahr der Brombeerspinner (*Macrothylacia rubi*, Eihüllen, Antennenglieder) bestimmt werden. In den Herbstmonaten wurden Pappelglucke (*Poecilocampa populi*, Eihüllen), der Frostspanner (*Erannis defoliaria*, Antennenform) oder der Federfühler-Herbstspanner (*Colotois pennaria*, Antennenform, Genitalbruchstücke) identifiziert.

Die Abb. 23 bis Abb. 28 zeigen solche typischen äußeren Merkmale verschiedener Schmetterlingsarten.



Abb. 23: Antennenbruchstück des Großen Frostspanners *Erannis defoliaria*



Abb. 24: Einzelschuppen des Birkenspanners *Endromis versicolora*

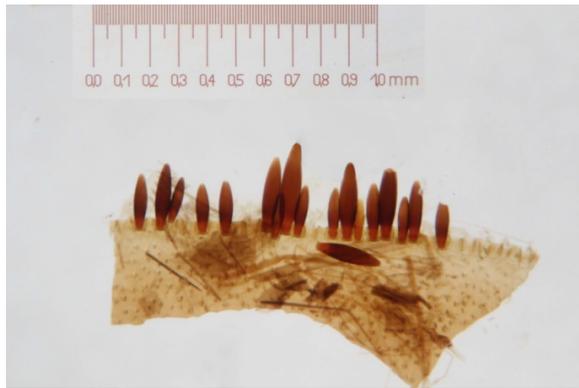


Abb. 25: Palisadenschuppen des Wolfsmilchschwärmers *Hyles euphorbiae*



Abb. 26: Antenne des Ampfer-Wurzelbohrers *Triodia sylvina*

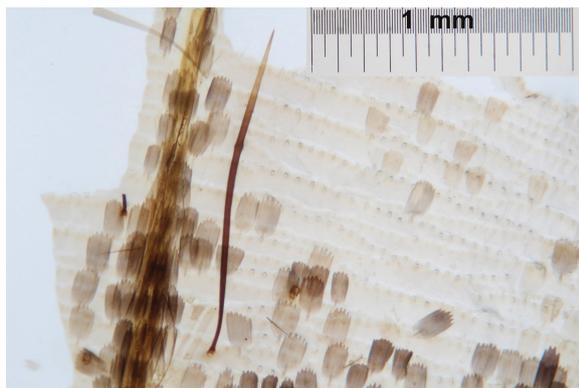


Abb. 27: Duftschuppe auf dem Flügel vom Ordensband *Catocala sp.*

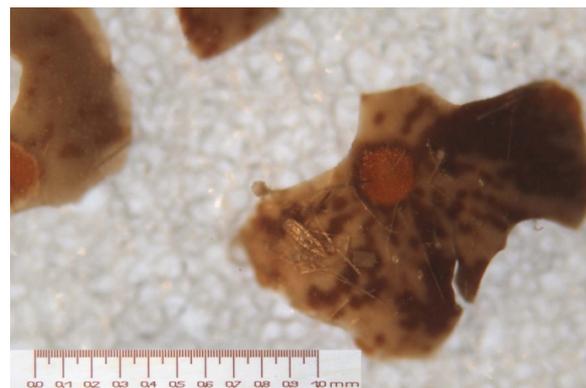


Abb. 28: Eihüllenbruchstücke des Kleespinnners *Lasio-campa trifolii*

Wie bei den Tipuliden, so liefern auch bei den Schmetterlingen die männlichen Genitalien die besten Bestimmungsmöglichkeiten für die verzehrten Beutetiere. Der männliche Genitalapparat ist ein kompliziertes Gebilde, das aus einer Vielzahl speziell geformter Strukturen besteht (Uncus, Sacculus, Juxta, Vinculum, Valven, Corona u. a., Internetquelle 1), die in ihrer Form, Anordnung und Stellung zueinander artbestimmende Merkmale bilden. Ein einziger Biss der Fledermaus auf dieses empfindliche Gebilde zerstört das Genital zumeist bis zur Unkenntlichkeit, so dass sich die Reste in der Regel nicht mehr für eine Artbestimmung aus den Fragmenten eignen. Diese ist nur möglich, wenn einzelne Bereiche dieser Strukturen so typisch und unverwechselbar sind, dass sie auch nach Zerstörung des Gesamtgebildes erkannt werden können. Dies trifft z. B. auf die Arten *Eana argentana*, *Pelochrista caecimaculana* oder *Triodia sylvina* zu. Nur in einem der 4350 Pellets fand sich ein im ganzen erhaltenes Genital eines Kleinschmetterlings, es gehörte zu dem Falter *Eana argentana*, einem Wickler (Tortricidae) mit einer Flügelspannweite von 23 mm. Abb. 29 zeigt diese Struktur.

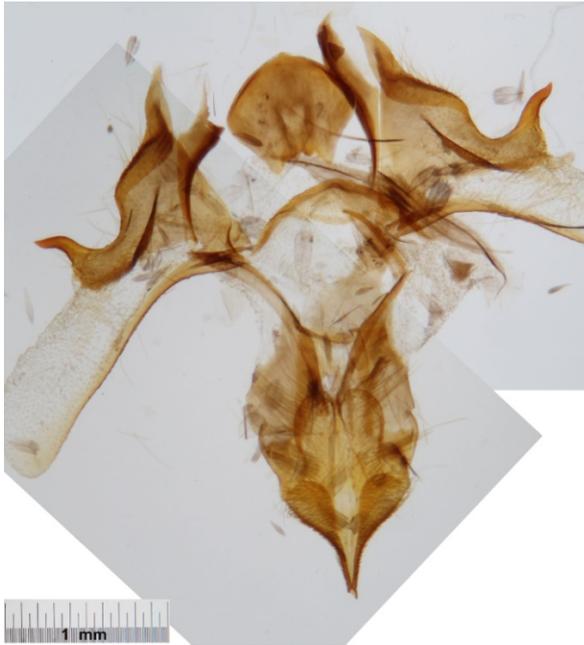


Abb. 29:
Männliches Genital des kleinen Falters *Eana argenta-na* aus dem Kot der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 01. Juni 2012. Das Bild wurde aus zwei Teil-
aufnahmen zusammengesetzt.

Zwischen den Valven sitzt (gestützt durch die Juxta) der Aedeagus, der eigentliche Penis. Dieser besteht bei größeren Faltern aus einem sehr zähen, chitinisierten Rohr, dessen innere Strukturen nicht sichtbar sind. Erst wenn man dieses Rohr vorsichtig öffnet, kommt eine dünnhäutige Schicht zum Vorschein, die sog. Vesica, die bei der Kopulation in den Ductus bursae bzw. bis in die Bursa copulatrix des Weibchens ausgestülpt wird. Die Oberfläche dieser Vesica ist häufig mit Stacheln (sog. Cornuti) oder Zähnchen besetzt, die – geschützt durch das harte röhrenförmige Gebilde des Aedeagus – die Magen/Darm-Passage durch die Fledermaus oft unversehrt übersteht. Mit Hilfe dieser Vesica-Bildungen konnte eine Reihe von Beutetieren der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg bestimmt werden. Die Abb. 30 bis Abb. 35 zeigen Beispiele solcher Strukturen.



Abb. 30: *Noctua pronuba*

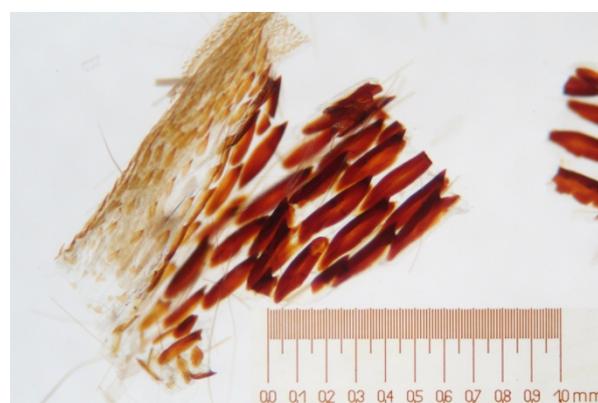


Abb. 31: *Noctua comes*

Abb. 32: *Chrysoteuchia culmella*Abb. 33: *Allophytes oxyacanthae*Abb. 34: *Luperina testacea*Abb. 35: *Laothoe populi*

In allen Untersuchungsjahren konnten insgesamt 28 Schmetterlingsarten und drei Gattungen als Beutetiere der Großen Hufeisennasen identifiziert werden (siehe Anhang, Kap. 8.3). Einige waren Einzelfunde wie z.B. das Ordensband (*Catocala sp.*), die Trockenrasen-Blättereule (*Pachetra sagittigera*), die Pappelglucke (*Poecilocampa populi*), der Weiße Schwarzaderspanner (*Siona linaeta*) oder der Große Frostspanner (*Erannis defoliaria*). Eine Reihe weiterer Arten wurde lediglich vereinzelt nachgewiesen wie z. B. die Lehmfarbige Graswurzeleule (*Luperina testacea*), die Grüneule (*Calamia tridens*) oder der Rispengraszünsler (*Chrysoteuchia culmella*). Zwölf der nachgewiesenen Arten jedoch tauchten regelmäßig bis häufig im Kotmaterial der Großen Hufeisennasen auf und waren in jedem der Untersuchungsjahre nachweisbar. In manchen Kotproben stellten einzelne Schmetterlingsarten sogar die Hauptbeute, z. B. *Eana argentana* am 15. Juni 2015 mit 23 nachgewiesenen Exemplaren, die Hausmutter *Noctua pronuba* am 16. September 2016 mit 27 Exemplaren und der Ampfer-Wurzelbohrer *Triodia sylvina* am 1. September 2017 mit 39 Exemplaren. Im Sommer 2016 wurde ein Massenaufreten von *Noctua pronuba* im Jagdgebiet der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg registriert (R. Bolz, mdl. Mitt.). Dieses Massenaufreten schlug sich auch in den Ergebnissen der Kotanalyse nieder. Die Fledermäuse hatten das Überangebot der großen Eulenfalter sofort genutzt.

4.5 Die Käferphase im Herbst

Ab Mitte September wurden die Schmetterlinge in vier der sechs Jahre von 2012 bis 2017 (Abb. 3) als Hauptbeute wieder von Käfern abgelöst. Nur in den Jahren 2015 und 2016 setzte die zweite Käferphase erst Anfang Oktober ein. Im Vergleich zur Käferphase im Frühjahr ist die Zeitspanne, in der diese Beutetierordnung im Herbst erneut die Hauptbeute stellt, recht kurz. In den Jahren 2012 bis 2014 umfasste sie zwei Kotproben, in den Jahren 2015 bis 2017 lediglich jeweils eine Kotprobe. Bei den erbeuteten Käfern handelte es sich dabei fast ausschließlich um relativ kleine Dungkäfer und zwar um die Arten *Aphodius rufipes* (KRL 9-13 mm) und *Aphodius fimetarius* (KRL 5-8 mm).

“*A. rufipes* hat im August und September sein Individuenmaximum, und fliegt bis Oktober. *A. fimetarius* verzeichnet sogar im September einen neuen Individuenschub, da zu diesem Zeitpunkt eine neue Generation schlüpft und sich auf die Überwinterung vorbereitet“ (BÜTTNER 2013). Bei einer Untersuchung zur Käferfauna im Jagdgebiet der Großen Hufeisennasen im Jahr 2012 erwies sich *Aphodius fimetarius* mit über 41 % der Gesamtindividuenzahl als die weitaus häufigste Art. Mit *Aphodius rufipes* zusammen (24 % der Gesamtindividuenzahl) stellten beide Spezies zwei Drittel der Gesamtindividuen innerhalb der Untersuchungsperiode (BÜTTNER 2013). Die Hufeisennasen erbeuteten jedoch stets mehr Individuen der größeren Dungkäferart *Aphodius rufipes*. So betrug z. B. die Nachweisrate von *A. rufipes* am 15. September 2017 86,7 % Häufigkeit, während die des kleinen *A. fimetarius* bei 26,7 % Häufigkeit lag. Am 30. September 2016 betrug dieses Verhältnis 80 % zu 30 % und am 16. September 2015 80 % zu 43,3 %. Die Ursache für die Umkehrung dieses Häufigkeitsverhältnisses liegt in der Tatsache begründet, dass *Aphodius rufipes* vorwiegend dämmerungsaktiv ist, während der kleinere und häufigere *Aphodius fimetarius* tagsüber fliegt und den Fledermäusen zur Jagdzeit daher nur eingeschränkt zur Verfügung steht (RÖSSNER 2012).

Mistkäfer, im Jagdgebiet der Fledermäuse stets in großer Zahl auf den Dunghaufen von Schafen, Reh- und Rotwild präsent, wurden in der Zeit der herbstlichen Käferphasen der Jahre 2012 bis 2017 nur selten gefunden. Sie waren lediglich in 15 Pellets der analysierten Kotproben aus der Zeitspanne Mitte September bis Anfang Oktober nachweisbar. Eine Ausnahme bildete das Jahr 2008: In diesem Herbst stellten die Mistkäfer in der Käferphase am 30. September mit einer Nachweisrate von 80 % Häufigkeit und Hauptbeute in zwölf von 20 Pellets die wichtigste Beute, während die Dungkäfer lediglich mit einer Nachweisrate von 20 % Häufigkeit registriert wurden und nur in einem Pellet dieser Probe die Hauptbeute stellten.

Abb. 36 zeigt ein typisches Beutespektrum der herbstlichen Käferphase aus dem Jahr 2013.

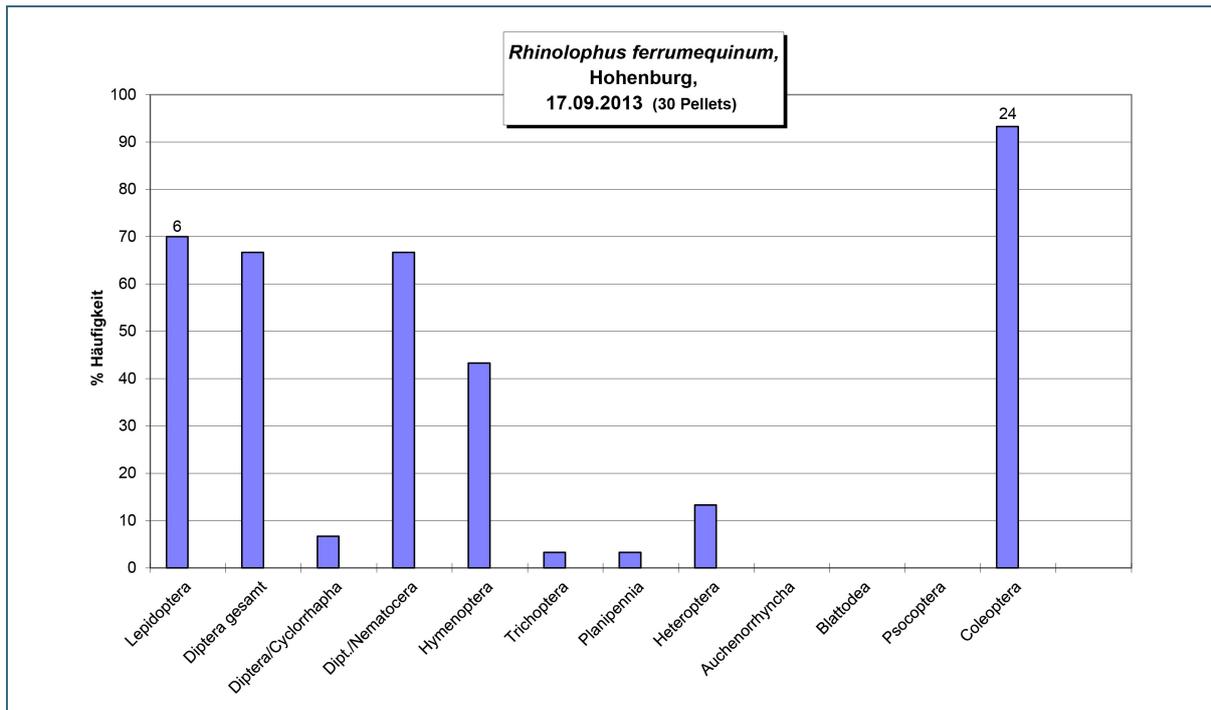


Abb. 36: Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 17. September 2013.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

Abb. 36 zeigt, dass die Dungkäfer mit 93,3 % Häufigkeit und Hauptbeute in 24 der 30 analysierten Pellets in dieser Probe als wichtigste Beute der Fledermäuse registriert wurden. Die Art *Aphodius rufipes* wurde in jedem der 28 Pellets mit Käferresten nachgewiesen, Bruchstücke von *Aphodius fime-tarius* fanden sich in 75 % der Pellets mit Käferfragmenten.

Schmetterlinge zeigten in dieser Kotprobe eine Nachweisrate von 70 % Häufigkeit und stellten noch in sechs Kotkrümeln die Hauptbeute (auslaufende Schmetterlingsphase), die Mücken waren durch Tipuliden und Mycetophiliden vertreten, auch Köcherfliegen (Trichoptera), Wanzen (Heteroptera) und Netzflügler (Planipennia) gehörten zur regelmäßigen Fledermausbeute in dieser Jahreszeit. Die Hautflügler waren bereits mit 43,3 % Häufigkeit nachweisbar, die beginnende Hautflüglerphase im Herbst deutete sich hier bereits an.

Kleine Beutetiere wie die beiden Dungkäferarten werden von den Großen Hufeisennasen in der Regel ganz verschluckt. Entsprechend viele Fragmente finden sich von dieser Beute in den Kotproben. Beide Arten lassen sich problemlos an der Musterung der Elytren bzw. an der Größe der Bein- und Tarsenbruchstücke unterscheiden (WOLZ 2011a). Die Artbestimmung konnte anhand gut erhaltener Genitalbruchstücke abgesichert werden (H. Bussler, mdl. Mitt.).

Die Abb. 37 und Abb. 38 zeigen die Genitalfragmente beider Arten und die entsprechenden Strukturen von Vergleichsexemplaren.



Abb. 37: Spitzen des männlichen Genitals eines Vergleichskäfers (links) und eines Fragments von *Aphodius rufipes* aus dem Fledermauskot.



Abb. 38: Spitzen des männlichen Genitals zweier Vergleichskäfer (links) und eines Fragments von *Aphodius fimetarius* aus dem Fledermauskot

4.6 Die Hautflüglerphase

Hautflügler der Familie Ichneumonidae (Schlupfwespen) waren während der gesamten Fledermaus-saison der zehn Untersuchungsjahre regelmäßige Beute der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, doch erst jeweils im Herbst ab Mitte Oktober werden sie so häufig gefangen, dass sie in den gesammelten Kotproben auch die Hauptbeute stellen. Vereinzelt fanden sich auch die Fragmente anderer, meist winziger Hautflüglerfamilien, die nicht weiter bestimmbar waren. Diese spielten im Beutespektrum der Fledermäuse keine Rolle.

Abb. 3 zeigt, dass Mitte Oktober damit gerechnet werden kann, dass die Hautflügler den Großen Hufeisennasen als Hauptbeute dienen. In den Jahren 2012 bis 2015 erstreckte sich die Hautflüglerphase über ein bis zwei, in den Jahren 2016 und 2017 über drei Sammeltermine. Vor allem im Jahr 2016 war die Jagd der Fledermäuse auf Schlupfwespen stark ausgeprägt. Mit einer Auftrittshäufigkeit von 100 % und Hauptbeute in allen 30 analysierten Pellets erreichten die Hautflügler am 14. Oktober 2016 den höchsten jemals in den Kotproben von Hohenburg erreichten Wert.

Abb. 39 zeigt das Beutespektrum der Großen Hufeisennasen zu diesem Zeitpunkt.

Die deutliche Fokussierung auf die offensichtlich sehr zahlreich fliegenden Hautflügler wird in Abb. 39 sichtbar. Schmetterlinge und Fliegen erreichten nur niedrige Werte um oder unter 40 % Häufigkeit, zusätzlich konnten noch wenige Köcherfliegen nachgewiesen werden. Besonders auffallend war, dass Käfer im Beutespektrum vom 14. Oktober 2016 völlig fehlten – diese wurden in der Kotprobe des letzten Sammeltermins zuvor, am 30. September 2016, noch mit 86,7 % Häufigkeit registriert und stellten in 20 der 30 analysierten Pellets die Hauptbeute.

Im Gebiet des Truppenübungsplatzes und im anschließenden Lauterachtal ist mit mindestens 1.000 Arten der Ichneumoniden zu rechnen (K.-H. Wickl, mdl. Mitt.). Die Bestimmung der Schlupfwespenarten ist jedoch extrem schwierig und ohne Vergleichssammlung nahezu unmöglich. Entsprechend eingeschränkt war die Determinierung dieser Beutetiere durch Fragmente aus dem Fledermauskot. Es gibt jedoch einige Merkmale, die zumindest eine Eingrenzung der erbeuteten Hautflügler ermöglichen.

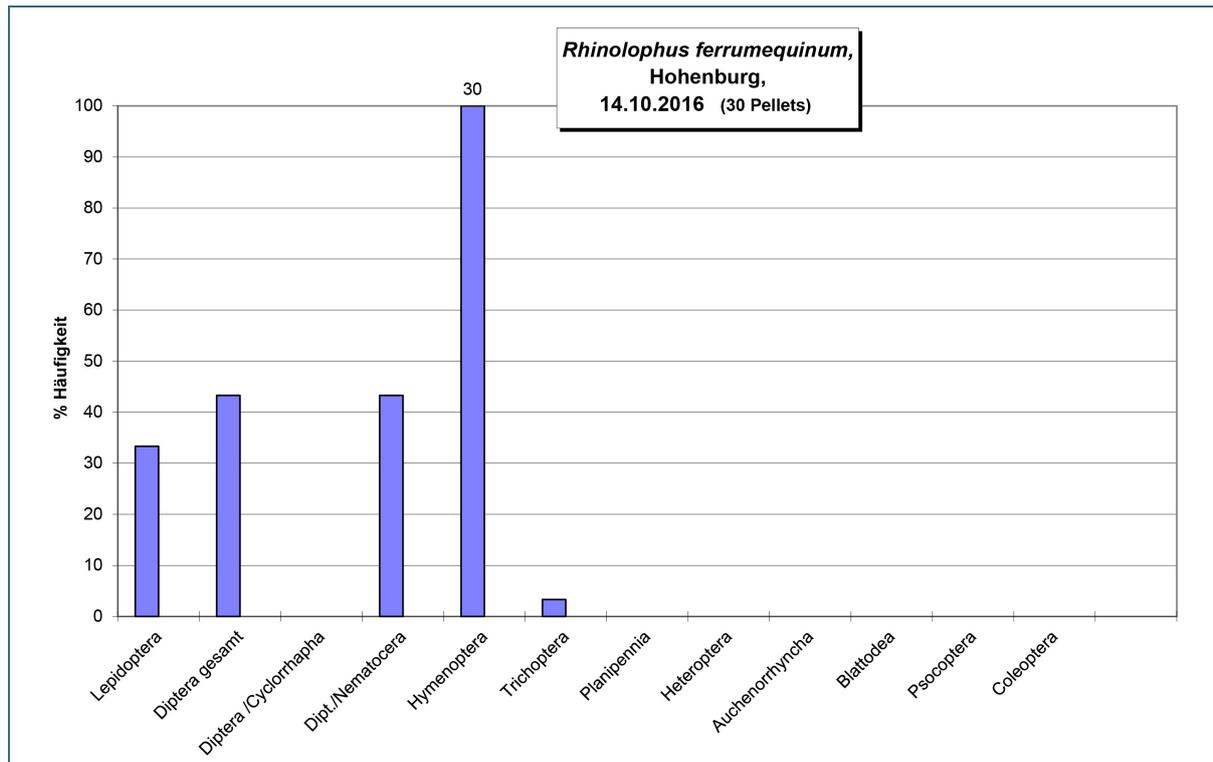


Abb. 39: Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 14. Oktober 2016.

Die Zahl über der Säule gibt an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

Alle nachtaktiven Ichneumoniden weisen diese Kennzeichen auf, aber nicht alle gehören der Unterfamilie Ophioninae an (Internetquelle 2). Obwohl in der Unterfamilie der Ophioninae weltweit 33 Gattungen registriert sind, gehört die Mehrzahl der Spezies zu den beiden Gattungen *Ophion* und *Enicospilus* (GAULD & WAHL, Internetquelle 2).

Die dämmerungs- und nachtaktiven Schlupfwespen fliegen gerne ans Licht, daher wurden während der Untersuchungen zur Nachtfalterfauna im Jagdgebiet der Fledermäuse viele dieser potentiellen Beuteinsekten gefangen. Die bestimmten Individuen dieses Materials gehörten ausnahmslos zu zwei Arten: *Ophion scutellaris* und *Ophion obscuratus* (K. Horstmann, mdl. Mitt.). Daher ist wohl davon auszugehen, dass es auch diese beiden Arten sind, die von den Großen Hufeisennasen am häufigsten erbeutet wurden.

Die von den Fledermäusen gefangenen Schlupfwespen sind relativ große (bis 20 mm KRL), aber insgesamt eher dünne und zarte Tiere; daher wurden sie in der Regel im Ganzen verschluckt. Aus diesem Grund fanden sich in den Kotkrümeln mit Hautflüglerresten sehr viele Beinbruchstücke mit gut erhaltenen Tarsen, Kopffragmente mit Mandibeln, Tastern, Augen und Ocelli sowie Antennen- und Flügelbruchstücke in großer Zahl. Die Form der Mandibeln ermöglichte die Bestimmung der Gattung *Enicospilus* (K. Horstmann, mdl. Mitt.), eine besondere Stelle im Vorderflügel ließ die Gattung *Netelia* erkennen. *Netelia* sp. ist im Vorderflügel durch ein kleines Flügeldreieck („Areolet“) charakterisiert, das allerdings nur aus zwei Kotpellets isoliert werden konnte. Die Gattung *Netelia* war jedoch auch an den weichen, häutigen Stachelscheiden zu erkennen, die regelmäßig im Bruchstückmaterial des Fledermauskots auftauchen (A. Haselböck, mdl. Mitt.).

Von *Ophion obscuratus* gibt es sogenannte „Herbstriesen“, Tiere mit einer Flügellänge von 15 mm bis 18 mm, die weit verbreitet sind und von August bis Februar, also einschließlich der Wintermonate, fliegen. Daneben gibt es Zwergformen mit einer Flügellänge von 10 mm bis 13 mm, die ebenfalls weit verbreitet sind, manchmal nur sporadisch, manchmal aber auch häufig vorkommen können. Auch ihre Flugzeit erstreckt sich von August über den Winter bis zum Februar (BROCK 1982). Einige Fragmente aus dem Kot der Großen Hufeisennasen legen den Verdacht nahe, dass auch solche Zwergformen zur Beute der Fledermäuse gehörten. Gleichartig geformte Tarsen mit deutlichen Größenunterschieden wurden in etlichen Kotkrümeln aus den Herbstproben gefunden.

Die Abb. 40 bis Abb. 45 zeigen typische Bruchstücke der Ichneumoniden aus dem Kot der Großen Hufeisennasen, die zum Teil gattungsspezifisch sind.



Abb. 40: Ichneumoniden-Tarsen: oben Weibchen, unten: Männchen



Abb. 41: Ocelli

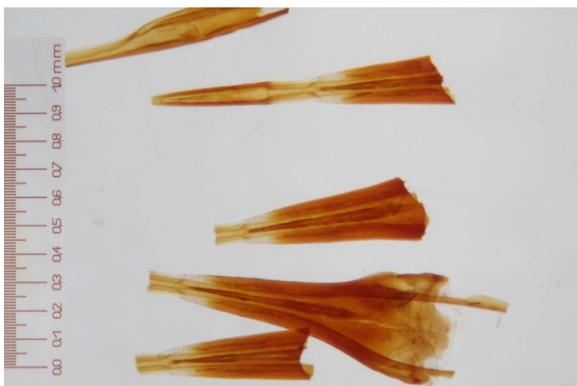


Abb. 42: Stachelspitzen der Gattung *Ophion* mit Einkerbung vor der Spitze



Abb. 43: Mandibel von *Ophion* (breit) und *Enicospilus* (schmal)

Abb. 44: Stachelscheiden der Gattung *Netelia*Abb. 45: Flügeldreieck (Arolet) der Gattung *Netelia*

4.7 Das Ende der Fledermaussaison Anfang/Mitte November

Wie Abb. 3 zeigt, stellen ab Anfang/Mitte November wieder alle vier Beutetierordnungen Lepidoptera, Coleoptera, Diptera und Hymenoptera in einzelnen Kotproben die Hauptbeute. Sind dies Anfang November neben den teils noch vorherrschenden Hautflüglern die Diptera (vor allem Fliegen und Wintermücken) und die Schmetterlinge, so kommen Mitte November noch die Käfer dazu (vor allem Mistkäfer).

Typische Beutespektren aus dieser Jahreszeit zeigen die Blockdiagramme von Mitte November der Jahre 2013 und 2015 in Abb. 46 und Abb. 47. Bis zu sechs Beutetiergruppen stellten die Hauptbeute in einzelnen Pellets der Proben: Schmetterlinge, Fliegen, Mücken, Hautflügler, Köcherfliegen und die Käfer. Damit sind gleichzeitig nahezu alle Beutetiergruppen erfasst (Ausnahme: Wanzen), die in den Untersuchungsjahren 2008 bis 2017 jemals als Hauptbeute einzelner Pellets oder ganzer Kotproben registriert wurden. Während im Jahr 2015 Käfer und Hautflügler das Beutespektrum dominierten und nahezu gleichhäufig gefressen wurden, war das Beutespektrum vom November 2013 vor allem durch die Zweiflügler bestimmt. Käfer und Hautflügler wurden ebenso wie im Jahr 2015 nahezu gleichhäufig nachgewiesen, aber insgesamt mit geringerer Nachweisrate registriert. Eine derartige Nahrungswahl ist stets typisch für die letzten Kotproben aus der Fledermaussaison: Nach den ersten Nachtfrierten um diese Jahreszeit gibt es zwar noch ausreichend Beutetiere, um einen lohnenden Jagdflug durchzuführen, keines der Beuteinsekten fliegt jedoch in großer Zahl oder gar massenhaft wie im Frühjahr, Sommer oder Herbst, so dass die Großen Hufeisennasen auf viele verschiedene Beutetiere Jagd machen müssen.

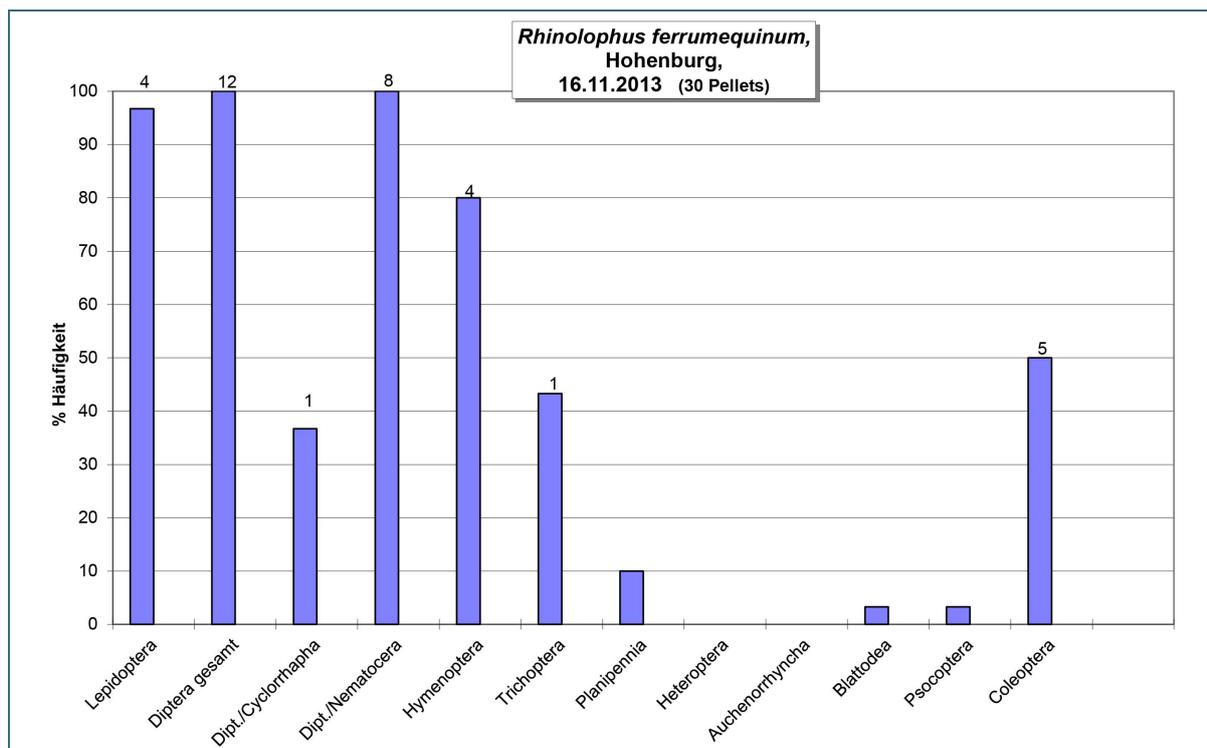


Abb. 46: Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 16. November 2013.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

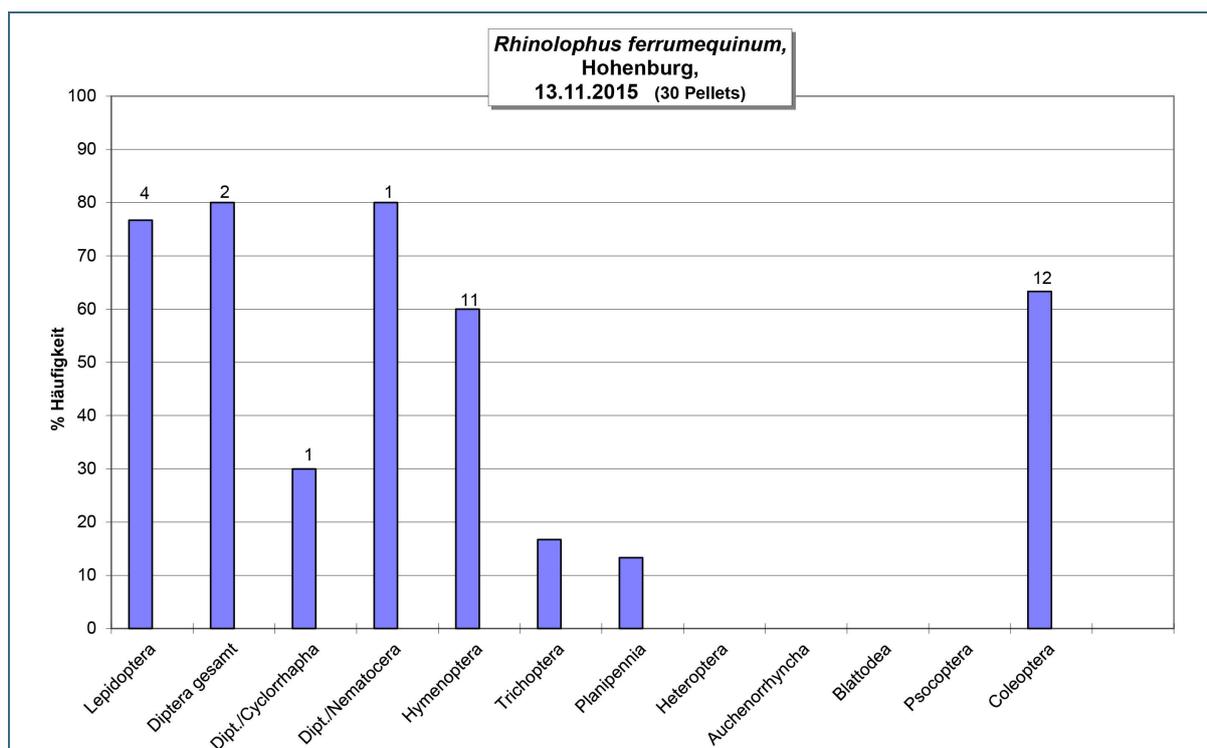


Abb. 47: Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 13. November 2015.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

Bei den Zweiflüglern sind es vor allem Wintermücken (Trichoceridae) und Fliegen (siehe Kap. 4.9), die zu dieser Jahreszeit als Beute dienen. Bei den Käfern handelt es sich vorwiegend um Mistkäfer, die – obwohl das ganze Jahr über zahlreich im Jagdgebiet vorhanden – erst gegen Ende der Fledermaus-saison von den Hufeisennasen in größerer Zahl gefressen werden. Die Hautflügler gehörten wie in der Hymenoptera-Phase vorwiegend zu den Ophioninae, aus dem Bruchstückmaterial der Schmetterlinge konnten typische Herbstarten bestimmt werden: die Pappelglucke *Poecilocampa populi* (Einzelfund; Eihüllenzeichnung), der Federfühler-Herbstspanner *Colotois pennaria* (zwei Funde; Antennen, Genitalbruchstücke) und der Frostspanner *Erannis defoliaria* (Einzelfund; Antennenform, siehe Abb. 23).

Mit dem Anwachsen der Kolonie in den Jahren 2008 bis 2017 verschoben sich die Daten für die letzte Kotprobensammlung immer weiter in den Herbst. Im Jahr 2008 wurde die letzte Kotprobe am 26. Oktober, im Jahr 2009 am 18. Oktober gesammelt, anschließend flogen alle Fledermäuse ins Winterquartier ab. Erst in den Folgejahren überwinterten einzelne Hufeisennasen auch im Gewölbekeller des Quartierhauses, und so war es möglich, auch die Kotproben der letzten Jagdflüge zu analysieren. Ab dem Jahr 2010 konnte die letzte Kotprobe jeweils Mitte November gesammelt werden, allerdings lag die zur Analyse zur Verfügung stehende Zahl der Kotpellets aufgrund der geringen Zahl der Fledermäuse und der nachlassenden Jagdaktivität in der Regel unter 30. Im Jahr 2017 endete die Fledermaus-saison bereits am 2. November, in den anschließenden Wochen flogen die im Quartierhaus überwinterten Tiere nicht mehr zur Jagd aus.

4.8 Kotproben aus dem Winter

Die ersten Fledermäuse, die den Gewölbekeller des Quartierhauses als Winterquartier nutzten, wurden im Winter 2010/2011 registriert (8. November 2010: Sechs Tiere, Tiefststand zwei Tiere). In den folgenden Jahren stieg die Zahl der überwinterten Individuen mit dem Wachstum der Kolonie an, die letzte Zählung am 08. November 2017 ergab 58 Fledermäuse, Tiefststand 23 Individuen (R. Leitl, mdl. Mitt.). Die Überwinterung dieser Gruppen im Gewölbekeller und die ständige Kontrolle der Fledermäuse durch den Quartierbetreuer machten es möglich, mehrere Kotproben zeitnah zu sichern, die mitten im Winter anfielen. Sie stammten vom 5. Januar 2012 (20 Pellets), von November und Dezember 2012 (15 Pellets), von Mitte Dezember 2013 (23 Pellets) sowie vom 23. Dezember 2015 (20 Pellets). Das Beutespektrum der Proben vom November und Dezember 2012 wird im Anschluss nicht dargestellt, da sich an drei Sammelterminen insgesamt nur 15 Pellets fanden, deren Analyseergebnis aufgrund der jeweils sehr geringen Pelletzahl nicht mit den anderen Ergebnissen vergleichbar ist.

Das Jahr 2011 ging in Franken als eines der sonnigsten und wärmsten Jahre seit Beginn der Wetteraufzeichnungen in die Statistik ein. Eistage gab es nur im Januar und Februar, auf einen sonnigen und extrem trockenen November folgte der mildeste Dezember seit 32 Jahren (MEYER 2012a).

Die Fledermäuse verbrachten die kälteren Phasen des Winters im Tiefschlaf an der Kellerdecke hängend, nutzten jedoch die frostfreien Zeiten, um mehrmals erfolgreich zum Jagen auszufliegen. In der gesamten Metropolregion Nürnberg zeigte sich der Dezember 2011 um etwa 3,3 Grad wärmer als üblich, vor allem die Nächte über das Weihnachtsfest waren sehr mild (MEYER 2011). Diese warme Witterung setzte sich über den Jahreswechsel fort (plus 11,8 Grad am 1. Januar 2012 in Bamberg), bis zur Monatsmitte des Januar fiel das Thermometer in weiten Teilen der Region weder tagsüber noch nachts unter die Null-Grad-Grenze (MEYER 2012b).

Abb. 48 zeigt das Beutespektrum der Kotprobe vom 5. Januar 2012, die sich ab Weihnachten 2011 angesammelt hatte.

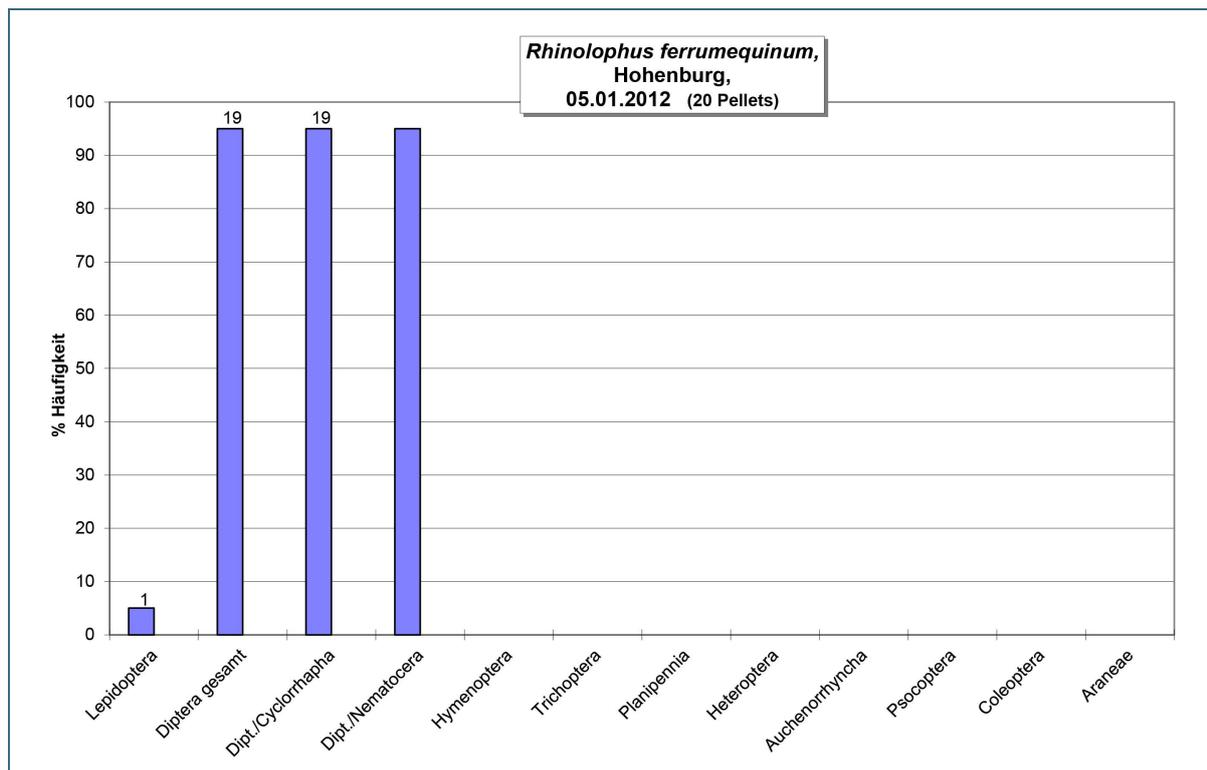


Abb. 48: Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 5. Januar 2012.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

Das Beutespektrum vom 5. Januar zeigte für die Großen Hufeisennasen ein sehr ungewöhntes Bild: 19 der 20 analysierten Kotkrümel enthielten ausschließlich die Fragmente kleiner Fliegen und Mücken. Hinweise auf andere Beute fehlten völlig, auch einzelne Schmetterlingsschuppen konnten nicht nachgewiesen werden. Ein Pellet enthielt dagegen ausschließlich die Reste von Schmetterlingen.

Während die Schmetterlinge und Mücken nicht weiter bestimmt werden konnten (einzige Ausnahme in zwei Pellets: Pilzmücken (Mycetophilidae)), zeigte sich bei den Fliegen eine Reihe von Bruchstücken, die familientypische Merkmale aufwiesen. Verschieden geformte Tarsenglieder an Vorder- und Hinterbeinen sowie eine außergewöhnlich lange Borste an den Fühlern (Arista) kennzeichnen die Familie der Sphaeroceridae (Kleine Dungfliegen). In vielen der Kotkrümel mit Fliegenfragmenten fanden sich stark gebogene schwarze Haken, die körpernah an den Femora des hinteren Beinpaars inserieren. Solche Haken tragen die Männchen der Dungfliege *Crumomyia nitida*, die die Hauptbeute in den 19 Kotkrümeln mit Fliegenresten stellte; nur in wenigen Pellets fanden sich Fragmente anderer Fliegen, die nicht weiter bestimmt werden konnten. Anhand der Flügelspitzen wurden bis zu acht Individuen der Dungfliegen in einem Kotkrümel gezählt. Alle 19 Pellets enthielten auch die großen, teils sehr auffälligen Hüllenreste von Fliegeneiern, was zeigt, dass zu dieser Jahreszeit sowohl Männchen wie auch Weibchen der Dungfliegen im Jagdgebiet der Fledermäuse zahlreich flogen.

Kleine Dungfliegen (KRL bis 5 mm) sind meist dunkel gefärbt, ihre Larven entwickeln sich in Komposthaufen, auf tierischen und menschlichen Exkrementen, aber auch auf Pilzen, dem Safffluss von Bäumen oder faulenden organischen Materialien (HAUPT & HAUPT 1998). Die Larven entwickeln sich

schnell, so dass in kurzer Zeit große Populationen entstehen können. Einige Arten sind als Adulte im Winter aktiv und treten in frostfreien Phasen sofort in Erscheinung.

Die Abb. 49 und Abb. 50 zeigen die lange Borste an den Fühlern, die typischen Haken an den Beinen der Männchen sowie die unterschiedlichen Tarsalglieder von *Crumomyia nitida*.

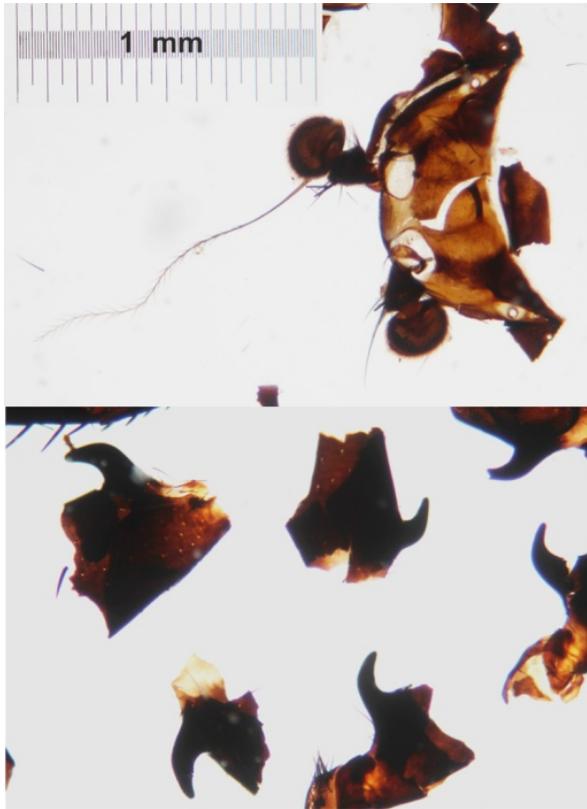


Abb. 49: Kopfbruchstück von *Crumomyia nitida* aus dem Kot von *Rhinolophus ferrumequinum* aus Hohenburg, 5. Januar 2012.

Erkennbar sind die gut erhaltene Antenne mit langer Borste (oben) und der basale Haken an den Femora der Hinterbeine der Männchen (unten).



Abb. 50: Glieder von *Crumomyia nitida* aus dem Kot von *Rhinolophus ferrumequinum* aus Hohenburg, 5. Januar 2012.

Oben: Tarsus der Hinterbeine mit verkürztem, verdicktem und dicht behaartem basalem Tarsenglied.
Unten: Tarsus der Vorder- und Mittelbeine mit unverdickten Gliedern.

Der Dezember des Jahres 2013 war so trocken wie seit fast 40 Jahren nicht mehr. Im Mittel war der Monat zwischen 1,4 Grad in Hof und 3,0 Grad in Bamberg, Nürnberg und Weißenburg zu warm (MEYER 2014). Dies war der viertwärmste Dezembermonat der vorhergehenden 20 Jahre.

Die 23 analysierten Kotkrümel aus dieser Zeit zeigten ein Beutespektrum, wie es auch für den November und die zu Ende gehende Fledermaussaison typisch ist. Fünf Beutetiergruppen stellten in einzelnen Kotkrümeln die Hauptbeute, die Schmetterlinge, Fliegen, Mücken, Hautflügler und die Käfer.

Abb. 51 zeigt das Beutespektrum der Kotprobe von Mitte Dezember 2013.

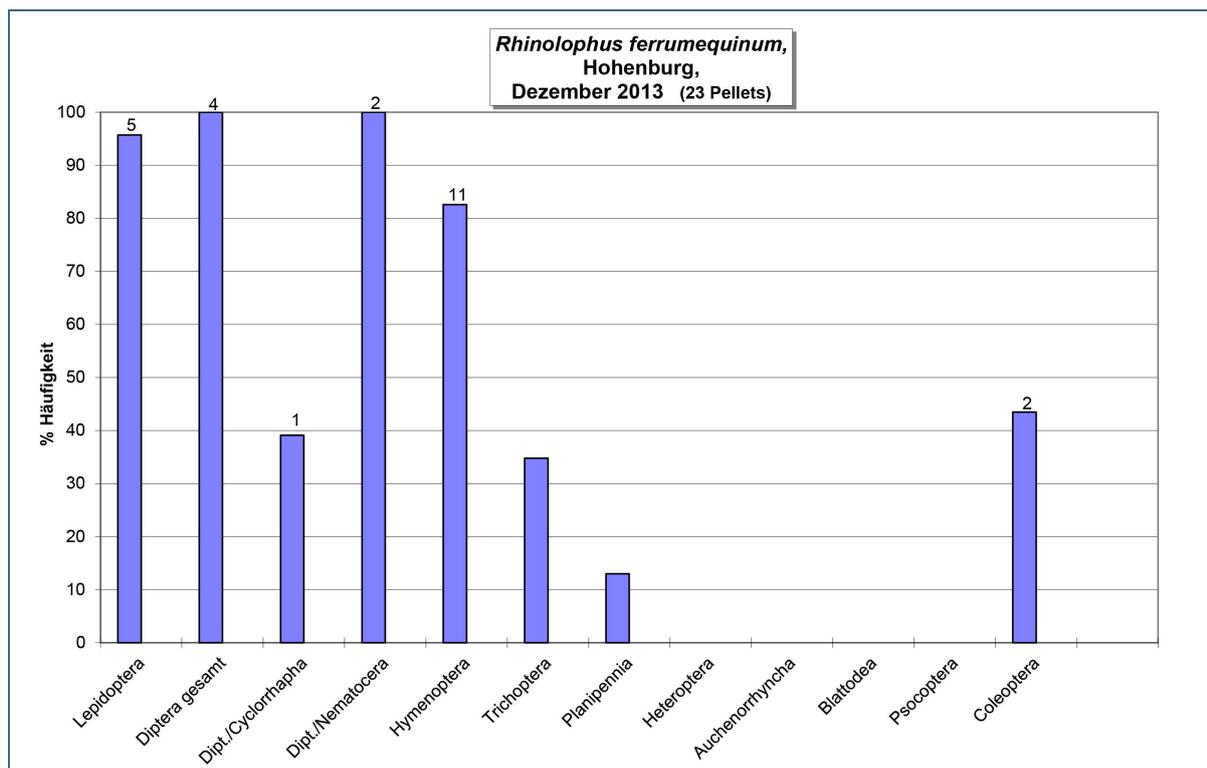


Abb. 51: Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg von Mitte Dezember 2013.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

Die Hautflügler waren in der Kotprobe von Mitte Dezember 2013 die dominierende Beute, in knapp der Hälfte der Pellets stellten sie auch die Hauptbeute. In zwölf der Pellets wurden Ophioninae nachgewiesen, teilweise fanden sich bis zu vier dieser Insekten in einem Kotkrümel. Die meisten Mückenreste stammten von Pilzmücken, sie waren in fast allen Pellets nachweisbar (22 von 23). Auch Tipulidae konnten vereinzelt identifiziert werden, dies waren bis auf eine Ausnahme Tipulidenweibchen, erkennbar an den schwarzen längsovalen Eiern und deren Hüllen.

Aus dem Bruchstückmaterial der Käfer wurden drei Gattungen identifiziert: Mistkäfer (*Geotrupes*), Dungkäfer (*Aphodius*) und Brachkäfer (*Rhizotrogus*). *Rhizotrogus cicatricosus* wurde jeweils im November in den Jahren 2013 bis 2017 regelmäßig, wenn auch nur in geringer Zahl gefunden. Da genau darauf geachtet wurde, dass die jeweils anfallenden Kotproben nicht mit alten Pellets verunreinigt sind (R. Leitl, mdl. Mitt.), muss davon ausgegangen werden, dass einige Individuen der für die Frühlingsmonate März, April und Mai typischen Käferart zur falschen Jahreszeit geschlüpft sind und sofort zur Beute der Großen Hufeisennasen wurden.

In drei der Pellets vom Dezember 2013 fanden sich einzelne Schuppen des Birkenspanners *Endromis versicolora* (siehe Abb. 24). Auch von diesen Beutetieren schlüpfen einzelne Exemplare bereits zum Winteranfang statt im folgenden Frühjahr. Bei dem eingeschränkten Nahrungsangebot für die Großen Hufeisennasen im November und Dezember waren sie sicher eine willkommene Beute für die Fledermäuse.

Der Dezember des Jahres 2015 war der mildeste Weihnachtsmonat seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1879. Mit einer mittleren Temperatur von 5,8 Grad war dieser Monat um 5,2 Grad

wärmer als das langjährige Mittel (MEYER 2016). Bei diesen Wetterbedingungen flogen die Hufeisennasen, die im Gewölbekeller überwinterten, hin und wieder zur Jagd aus. Am 23. Dezember konnte daher eine Kotprobe eingesammelt werden, die 20 Pellets umfasste.

Abb. 52 zeigt das Beutespektrum dieser Probe.

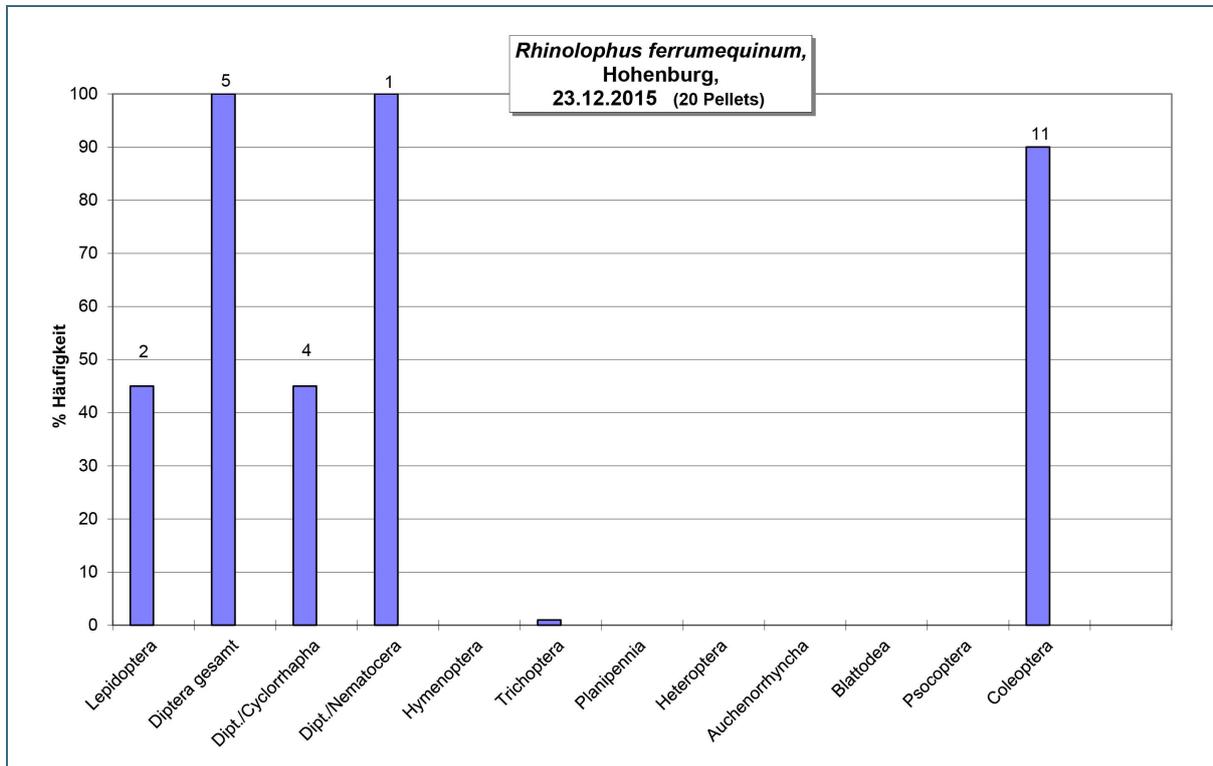


Abb. 52: Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 23. Dezember 2015.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

Aufgrund der warmen Witterung war das Angebot an Beuteinsekten für die Fledermäuse noch relativ breit gefächert. Sowohl Schmetterlinge als auch Mücken, Fliegen und Käfer stellen die Hauptbeute in den Kotpellets, wobei die Käfer mit Hauptbeute in mehr als der Hälfte der Probe eindeutig die wichtigsten Beutetiere zu dieser Zeit waren. Bei den Käfern handelte es sich fast ausschließlich um Mistkäfer, lediglich in einem Kotkrümel fanden sich Fragmente eines zur falschen Jahreszeit geschlüpften *Rhizotrogus*. Die Mücken waren bis auf wenige Ausnahmen (Mycetophilidae in zwei Pellets) Wintermücken (Trichoceridae), anhand der Fragmente konnten sowohl männliche wie auch weibliche Tiere unterschieden werden. In zwei der Pellets mit Fliegenresten war die Art *Crumomyia nitida* nachweisbar, das übrige Bruchstückmaterial konnte nicht weiter bestimmt werden. Bemerkenswerterweise fehlten die Hautflügler in dieser Kotprobe völlig.

4.9 Weitere Beutetiergruppen der Großen Hufeisennasen

4.9.1 Fliegen und Mücken

4.9.1.1 Mücken

Neben den Tipulidae, die aufgrund ihrer Häufigkeit und Größe eine besondere Bedeutung für die Großen Hufeisennasen aus Hohenburg haben, wurden auch andere Mückenfamilien gefunden. Besonders zahlreich waren die Fragmente der Mycetophilidae (Pilzmücken) im Kot der Großen Hufeisennasen präsent, jeweils von den ersten Kotproben im März bis Mitte November konnten sie nachgewiesen werden, sie waren in 86 der 105 Kotproben aus den Jahren 2012 bis 2017 vertreten.

Pilzmücken sind an verschiedenen charakteristischen Merkmalen gut zu erkennen: die Beinbruchstücke sind durchsichtig hell und mit in parallelen Längsreihen stehenden dunklen, kurzen Borsten versehen. Ihre Flügel wirken „fliegenartig“, die Antennenglieder sind gelbbraun oder grau, klein und rechteckig, die Thoraxbruchstücke auffällig lang bedornt. Mit Hilfe der männlichen Genitalien war es möglich, mehrere Arten und Gattungen zu bestimmen: *Mycetophila fungorum*, *Rymosia fasciata* und *Tarnania dziedzikii*, sowie *Docosia* sp. und *Mycomya* sp. (B. Rulik, mdl. Mitt.).

Die Abb. 53 und Abb. 54 zeigen das männliche Genital von *Rymosia fasciata* und das Kopfbruchstück einer nicht weiter bestimmten Pilzmücke.



Abb. 53: Männliches Genital von *Rymosia fasciata*



Abb. 54: Kopfbruchstück mit Antenne einer Pilzmücke

Die Wintermücken fanden sich vor allem im Oktober und November in den Pellets der Großen Hufeisennasen, soweit erkennbar, handelte es sich dabei stets um Vertreter der Gattung *Trichocera*. Männliche und weibliche Tiere waren an den Genitalapparaturen unterscheidbar. Dünne, zarte Beinbruchstücke, Kopffragmente mit Augenresten und zahlreiche Fetzen der zarten Flügel sind typische Reste dieser Mückenfamilie.

Abb. 55 zeigt die Abdomenenden von Männchen und Weibchen sowie ein Kopfbruchstück mit Augenfragment.



Abb. 55:
Kopfbruchstück mit Augenfragment von *Trichocera* sp.
sowie Valven der Weibchen (oben) und männliches
Genital (unten) aus dem Kot der Großen Hufeisennas-
en aus Hohenburg, 16. November 2013.

Die Bedeutung der Familie der Limoniidae wurde im Beutespektrum der Hufeisennasen sicher zum Teil erheblich unterschätzt, denn diese Mücken sehen den Tipuliden sehr ähnlich. Zwar sind Tipuliden oft erheblich größer als Limoniiden, doch gibt es auch eine Reihe von Arten beider Familien, deren Größen sich überlappen. Am ganzen Insekt kann man Limoniiden und Tipuliden gut unterscheiden: Bei den Tipuliden biegt die Subcosta an ihrem Ende zur Flügelfläche hin nach hinten ab und mündet in den Radius, bei den Limoniiden biegt sich die Subcosta nach vorn zum Flügelrand hin und mündet in die Costa. Dieses eindeutige Merkmal geht im Bruchstückmaterial leider meistens verloren, da die Flügel beim Zerkauen durch die Fledermäuse in teils winzige Fetzen zerrissen werden und man nur selten exakt die Stelle findet, an der die Orientierung der Subcosta dieses familientypische Merkmal zeigt. Auch die Tatsache, dass Limoniidae kein sekundär geringeltes, verlängertes Tasterendglied aufweisen, ist bei der Bestimmung nach Insektenfragmenten wenig hilfreich, weil fehlende Bestandteile keinen Nachweis rechtfertigen. Entsprechend selten wurden die Limoniiden im Bruchstückmaterial der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg sicher identifiziert: In den Jahren 2014, 2016 und 2017 gelang kein Nachweis, in den Jahren 2012, 2013 und 2015 wurden insgesamt sieben sichere Funde registriert. Weitere Mückenfamilien, die lediglich vereinzelt nachgewiesen werden konnten, waren die Bibionidae (drei Nachweise), die Culicidae/Chaoboridae (zwei Nachweise) und die Sciaridae (ein Flügelfund). Die Bibionidae, auch Märzfliegen bzw. Haarmücken genannt, sind an ihren gedrungenen, kurzen, schwarzen Antennen gut zu erkennen. Die Männchen besitzen große Augen, deren oberer Teil aus großen, der untere Teil aus kleineren Facetten besteht. Die Facettenflächen sind behaart, auch dies ist ein Merkmal, das im Kotmaterial gut erhalten bleibt. Die Weibchen der Gattung *Biblio* besitzen einen großen dornartigen Fortsatz an der Vordertibia. Zwar sind diese Mücken vorwiegend im Frühjahr aktiv, doch können sie auch im Herbst auftreten, teilweise sogar in großen Schwärmen. Dies würde zu den Ergebnissen der Kotanalysen im Jahr 2013 passen, Bibionidae wurden vereinzelt in den Proben vom 16. Mai und vom 31. Oktober bzw. 16. November nachgewiesen. Abb. 56 zeigt den auffallenden Dorn an der Vordertibia der Weibchen.

Die als Culicidae/Chaoboridae bezeichneten winzigen Mücken wurden lediglich an Antennenbruchstücken erkannt. Beide Familien kann man jedoch anhand dieser Fragmente nicht sicher trennen (ARNOLD 1999).



Abb. 56:
Dornartiger Fortsatz an der Vordertibia der Weibchen von *Bibio* sp. aus dem Kot der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 31. Oktober 2013.

4.9.1.2 Fliegen

Fliegen sind vorwiegend tagaktive Insekten, ihre Flugaktivität überlappt – wenn überhaupt – nur kurzzeitig mit der der jagenden Fledermäuse. Von allen 159 im Quartierhaus gesammelten Kotproben enthielten 48 keine Fliegenreste. Wurden Fliegen von den Fledermäusen erbeutet, so bewegte sich die Nachweisrate in der Regel unter 50 % Häufigkeit, auch als Hauptbeute tauchten diese Insekten im Frühjahr und Sommer nur selten auf. Eine Ausnahme bildete der Fliegenanteil in der Kotprobe vom 26. August 2008, in der diese Insekten mit 55 % Häufigkeit nachgewiesen wurden und in einem Pellet sogar die Hauptbeute stellten. Erst ab Mitte Oktober bejagten die Großen Hufeisennasen Fliegen in größerer Zahl. Die Nachweiswerte stiegen in dieser Zeit regelmäßig deutlich an, der Höchstwert wurde am 15. Oktober 2011 mit 95 % Häufigkeit und Hauptbeute in sechs Krümeln erreicht. In der Regel handelte es sich dabei um relativ große Exemplare, die vorwiegend schwarz gefärbt sind. In der Kotprobe vom 31. Oktober 2013 fand sich ein Fragment, das sich als Distiphallus-Bruchstück der Art *Pollenia rudis* erwies (P. Beuk, mdl. Mitt., Abb. 57).

Zuerst lag der Gedanke nahe, dass die Großen Hufeisennasen diese Fliegen am dicht wuchernden Efeu erbeuten, der bis weit in den November auch in unmittelbarer Quartiernähe blüht und Fliegen verschiedener Arten sowie zahlreiche andere Insekten anlockt. Allerdings kann man diese Insekten-schwärme über den Efeublüten nur tagsüber beobachten. Sobald es dunkel wird, sind die schwärmenden Fliegen sofort verschwunden und es ist schwer vorstellbar, wie die jagenden Fledermäuse an die nun versteckte Beute kommen sollen.

Die Fledermäuse wurden jedoch in den letzten Jahren dabei beobachtet, wie sie innerhalb des Quartiers vor dem abendlichen Ausflug zum Teil über längere Zeit Jagd auf Fliegen machten, die zuvor zahlreich in das Quartiergebäude eingeflogen waren (R. Leitl, mdl. Mitt.). Ein solches Verhalten ist typisch für Vertreter der sog. „cluster flies“ (Calliphoridae: *Pollenia* sp. und andere). Diese weit verbreiteten und häufigen Fliegen, die Stubenfliegen sehr ähnlich sehen, finden sich an Hauswänden in größeren Haufen zusammen und fliegen auch in die Gebäude ein, um dort zu überwintern. An warmen Wintertagen oder im zeitigen Frühjahr werden diese Fliegen aktiv und summen hinter den Fensterscheiben, viele tote Tiere findet man daher auf den Fensterbrettern (JEWISS-GAINES et al. 2012). Jeweils im November 2014 und 2015 wurden tote Fliegen von den Fensterbrettern im Quartierhaus in Hohenburg abgesammelt. Das Material vom 2. November 2015 (14 Individuen) enthielt zwölf Exemplare der Gattung *Pollenia*, die sehr gut an auffallend gelben, leicht gekräuselten Haaren zwischen den Borsten des Mesonotums zu erkennen war (HAUPT & HAUPT 1998).

Abb. 57 zeigt das arttypische Fragment (Lateralansicht des Distiphallus) von *Pollenia rudis*.



Abb. 57:
Distiphallus der Fliege *Pollenia rudis* aus dem Kot der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 31. Oktober 2013.

4.9.2 Köcherfliegen (Trichoptera)

Auch die Köcherfliegen gehören im Jahresverlauf eher zur selteneren Beute der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg. In allen Untersuchungsjahren seit 2008 hat sich gezeigt, dass die Nachweiswerte für Köcherfliegen während des Frühjahrs und Sommers in der Regel unter 20 % Häufigkeit lagen, viele Kotproben enthielten überhaupt keine Köcherfliegenreste. Erst im Oktober war regelmäßig mit einem Anstieg des Trichoptera-Anteils im Beutespektrum zu rechnen, der höchste Wert wurde am 29. Oktober 2010 mit 70 % Häufigkeit registriert. Auch im Jahr 2013 fraßen die Fledermäuse erst im Herbst viele Köcherfliegen: am 17. Oktober waren sie mit 56,7 % Häufigkeit nachweisbar (Hauptbeute in fünf Pellets), am 31. Oktober erzielten sie 63,3 % Häufigkeit (Hauptbeute in zwei Pellets) und am 16. November wurden sie mit 43,3 % Häufigkeit (Hauptbeute in einem Kotkrümel) registriert. Die Köcherfliegen vom Oktober 2013 fielen durch mittel- bis dunkelbraune Zeichnung auf großen Flügeln mit breiten, hellen, grob beborsteten Adern und durch dicke, dunkel graubraune Antennenglieder auf. Anhand von Vergleichen des Bruchstückmaterials mit Exemplaren aus der Zoologischen Staatssammlung München konnten die Arten *Halesus radiatus* und *Halesus digitatus* als Beutetiere der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg identifiziert werden. Zur Gattung *Halesus* gehören große Köcherfliegenarten (Flügelspanweiten bis 5 cm), die nur am Genitalapparat unterscheidbar sind. Sie fliegen im September und Oktober zahlreich an fließendem Wasser. Dies zeigt, dass die Fledermäuse aus Hohenburg auch das Lauterachtal als Jagdgebiet nutzen.

Die Abbildungen 58 und 59 zeigen ein Kopfbruchstück sowie Fragmente der großen, braun gefärbten Flügel von *Halesus sp.*.

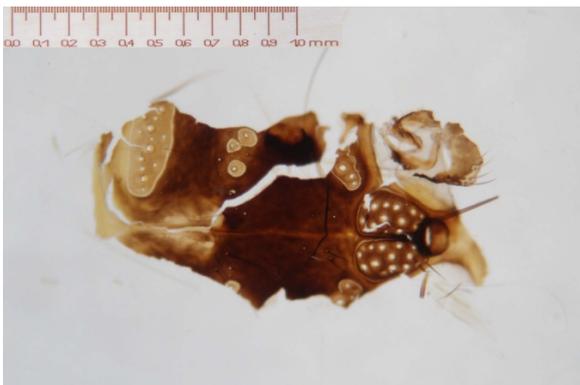


Abb. 58: Kopfbruchstück von *Halesus sp.*



Abb. 59: Braun gemustertes Flügelbruchstück von Köcherfliegen der Gattung *Halesus*

Halesus sp. gehört der Familie der Limnephilidae an. Eine weitere Köcherfliegenfamilie, die Hydropsychidae, sind an einem deutlich sichtbaren Schrägstrich an den unteren Antennengliedern zu erkennen. Vertreter der Hydropsychidae wurden mit Hilfe dieses Merkmals lediglich in einem Pellet der Probe vom 15. Juli 2016 gefunden.

4.9.3 Rindenläuse (Psocoptera)

Rindenläuse gehören zu den kleinsten Beutetieren, die regelmäßig von den Fledermäusen aus Hohenburg gefressen werden. Während diese Insekten in manchen Jahren nur vereinzelt nachweisbar waren (2010, 2012), erreichten sie in anderen beachtliche Werte für die Auftrittshäufigkeit, so z. B. 36,7 % am 31. Juli 2013 und einen Höchstwert von 60 % Häufigkeit am 15. Juli 2016. Rindenläuse sind eine typische Sommerbeute. Der früheste Fund eines Jahres stammt vom 31. Mai 2009, in den anderen Untersuchungsjahren fanden sich Psocoptera erst ab Mitte Juli in den Kotproben.

Obwohl zu den kleinsten Beutetieren der Hohenburger Fledermäuse gehörend, waren diese Insekten leicht zu erkennen. Die typische Bedornung der dünnen Beine und die grauen Flügelflächen mit von den Diptera sehr auffallend abweichender Aderung (WOLZ 2011a) machte die Fragmente unverwechselbar. Dazu fanden sich in manchen Kotpellets auch die kleinen, halbrunden Mandibeln oder – als weniger typisches Merkmal – dünne Antennenglieder.

Auch bei voll geflügelten Exemplaren dieser selten über 5 mm großen Insekten ist die Neigung zum Fliegen gering, man findet sie in der Regel manchmal auch in großer Zahl an der Stammrinde von Bäumen, auf frischen oder abgestorbenen Zweigen, einige Arten auch in Häusern. Dort ernähren sich die Tiere von Pilzen, Algen und Flechten, in Häusern auch von anderem organischen Material oder durch das Abweiden von Schimmelpilzrasen (JACOBS & RENNER 1974). Vorstellbar wäre, dass die Rindenläuse an den Hangplätzen der Hufeisennasen entweder im Quartier oder an den Waldrändern im Jagdgebiet auf die Fledermäuse kriechen und von diesen aus dem Fell gesammelt werden. Im Quartier der Wochenstubenkolonie in Hohenburg wurden bisher jedoch keine Ansammlungen der Psocoptera beobachtet. Es bleibt daher fraglich, wie die Großen Hufeisennasen an diese Beute kommen.

4.9.4 Wanzen

Auch Wanzen sind zur Sommerbeute der Großen Hufeisennasen zu zählen. Zwar gab es vereinzelt relativ frühe Funde in den Untersuchungsjahren (13. April 2017, 14. April 2011 und 16. Mai 2013), doch finden sich die Fragmente dieser Beutetierordnung in der Regel erst ab Mitte Juni in den Kotproben. Wanzenbruchstücke fallen im Fledermauskot vor allem durch ihre Musterung an Beinen, Deckflügeln und Kopf auf. Auch Rüsselbruchstücke sind gute Hinweise auf diese Beutetiere.

Mit Hilfe der Vorderflügelzeichnung konnte die Familie der Corixidae identifiziert werden. Corixidae (Ruderwanzen) gehören zu den Wasserwanzen. Die Tiere leben in Gewässern und verlassen diese nur, um neue Lebensräume zu besiedeln.

Bis auf eine Ausnahme (*Raphigaster nebulosa*/Pentatomidae, Fund eines Fraßrestes im Quartierhaus) gehörten alle anderen Wanzen, die nach dem Bruchstückmaterial bestimmt werden konnten, der Familie der Miridae (Weichwanzen) an. Dabei handelt es sich um relativ kleine Insekten mit Kopf/Rumpf-Längen nicht über 9,4 mm (WACHMANN et al. 2004). Folgende Arten wurden nachgewiesen: *Charagochillus gyllenhalii*, *Deraeocoris lutescens*, *Adelphocoris lineolatus*, *Phytocoris dimidiatus* und *Lygus gemellatus* und/oder *Lygus pratensis* (M. Bräu, mdl. Mitt.).

Die Bestimmung der Wanze *Adelphocoris lineolatus* konnte durch die Funde von Genitalfragmenten weiter abgesichert werden. Abb. 60 zeigt die arttypischen „Sägeblätter“ aus dem Genital dieser Wanzenart.



Abb. 60:
Kammförmige Sklerite der Vesica von *Adelphocoris lineolatus* aus dem Kot der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 15. August 2016.

4.9.5 Netzflügler (Planipennia)

Verschiedene Vertreter der Netzflügler (Neuroptera, Planipennia) gehören in den Sommermonaten zur regelmäßigen Beute der Großen Hufeisennasen, sie treten jedoch nie besonders zahlreich auf. Vor allem Insekten der Familie Hemerobiidae (Taghaffe, Braune Florfliegen) fanden sich im Fledermauskot, am 15. Oktober 2011 erreichten sie ihren höchsten Nachweiswert mit 45 % Häufigkeit; weitere zahlreiche Funde gab es auch am 2. August 2011, am 31. Juli 2015 und am 1. Juli 2017 mit je 43,3 % Häufigkeit. Chrysopidae (Florfliegen) waren erheblich seltener nachweisbar (keine Funde in den Jahren 2011 und 2017, maximal Funde in acht Pellets in den Jahren 2008 und 2013). Netzflügler sind sehr zarte Insekten, entsprechend klein zerkaut erscheinen ihre Fragmente im Bruchstückmaterial des Fledermauskots: Antennenglieder, Mandibeln, Beine und Tarsen oder Flügelfetzen. Trotz dieser Empfindlichkeit ließ sich aus der Aderung der Flügelfragmente die Art *Hemerobius humulinus* bestimmen, eine Mandibel ermöglichte die Identifizierung der Florfliegengattung *Chrysoperla* (A. Gruppe, mdl. Mitt.).

Auffallend große Antennenglieder und sehr charakteristisch gezeichnete Flügelbruchstücke ermöglichten die Identifikation eines der größten Taghaffe Mitteleuropas, des „Toten Blatts“ *Drepanopteryx phalaenoides*. Die lange Behaarung der 11 mm bis 16 mm langen Vorderflügel und die dunklen Linien auf den Flügelflächen, die Blattadern nachahmen, machten die Flügelfragmente unverwechselbar. In den Jahren 2013 und 2014 wurden diese Netzflügler nicht nachgewiesen, in den anderen Untersuchungsjahren wurden sie in insgesamt 24 Pellets registriert, gehörten also zur selteneren Beute der Großen Hufeisennasen.

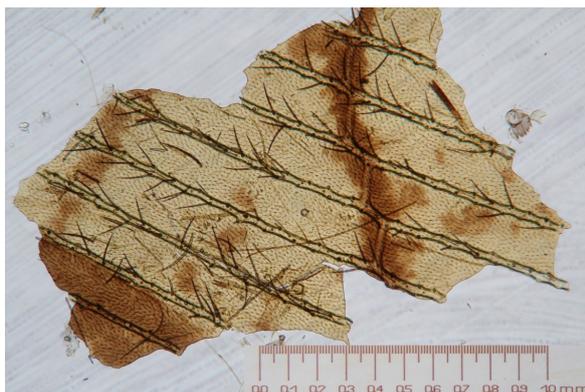


Abb. 61:
Flügelbruchstück von *Drepanopteryx phalaenoides* aus dem Kot der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 2. Mai 2012. Die linienförmige braune Zeichnung imitiert die Adern eines abgestorbenen Blattes.

4.9.6 Schaben (Blattariae)

Auch Schaben sind eine nur vereinzelt gefangene Beute der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg. Der früheste Fund eines Jahres stammt vom 31. Mai 2017, Anfang August fanden sich in der Regel die letzten Fragmente von Schaben in den Kotpellets (Ausnahme: Probe vom 16. November 2013). Der maximale Wert für die Auftrittshäufigkeit lag bei 23,3 % Häufigkeit, er wurde am 31. Juli 2013 sowie am 16. Juni 2017 erreicht; im Jahr 2010 wurden keine Schaben als Beute nachgewiesen.

Schabenbruchstücke sind gut an den lang bedornten Beinfragmenten und den Gliedern der Cerci zu erkennen. Besonders auffallend sind die braun gefleckten Deckflügel, die in den meist ungemusterten Bruchstücken im Kot der Hufeisennasen sehr auffällig sind. In zwei Fällen konnte mit Hilfe der erhaltenen Fragmente auch die Art sicher bestimmt werden. Dies war mit der Form des Epiphallus aus dem Genital der Männchen möglich. In beiden Fällen handelte es sich um die Gemeine Waldschabe *Ectobius lapponicus*.

Die Abb. 62 und Abb. 63 zeigen eines der typischen Fragmente der Schaben-Deckflügel, sowie den Epiphallus der Männchen.



Abb. 62: Fragment des braun gemusterten Deckflügels einer Schabe aus dem Kot der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 2. August 2016.



Abb. 63: Epiphallus von *Ectobius lapponicus* aus der Kotprobe vom 1. Juli 2016.

4.10 Seltene Beute und besondere Funde

4.10.1 Seltene Beute

Eine Reihe von Beutetieren wurde im Kot der Großen Hufeisennasen nur selten gefunden. Dazu gehörten:

- die Zikaden: in fünf Pellets im Jahr 2008, je zwei Funde in den Jahren 2011 und 2013 bis 2016, ein Fund im Jahr 2012, also insgesamt in 16 Kotkrümeln aller Proben; sie fehlten in den Jahren 2009, 2010 und 2017;
- die Spinnen: je ein Pellet in den Jahren 2009, 2011 und 2014, vier Pellets im Jahr 2016, also insgesamt in sieben Kotkrümeln;
- die Eintagsfliegen: je ein Pellet am 30. Mai 2008, am 1. August 2008, am 1. August 2011, am 31. Oktober 2013, am 1. August 2014 und am 31. Juli 2017, also in insgesamt sechs Kotkrümeln;
- und die Laubheuschrecken: in drei Pellets der Probe vom 29. August 2011 und ein Fund am 1. August 2014, also in insgesamt vier Kotkrümeln;

- Ameisen fanden sich nur in je einem Pellet der Kotproben vom 14. Juli 2014 und vom 16. April 2012.

Auch Blattläuse kann man hin und wieder im Kot der Großen Hufeisennasen finden. Ihre Fragmente (Antennenbruchstücke, ganze Beine, Köpfe mit Antennen) sind winzig. Es ist möglich, dass diese kleinen Insekten mit anderer Beute zufällig mitgefressen wurden.

Zikaden bewegen sich kaum im Luftraum, auch wenn sie häufig dämmerungsaktiv sind. Auch Spinnen bewegen sich in der Regel außerhalb des Zugriffsbereichs der Fledermäuse aus Hohenburg. Die gefressenen Exemplare könnten im Quartier von Balken oder Netzen abgesammelt worden sein, evtl. wurden auch Spinnen erbeutet, die an ihrem Faden hängend durch die Luft flogen. Laubheuschrecken, obwohl dämmerungsaktiv, sitzen meist nur auf der Vegetation im Laubwerk versteckt und meiden offene Bereiche. Entsprechend selten werden sie zur Beute von Fledermäusen, die nicht in der Lage sind, beim Jagen Oberflächen abzusammeln bzw. sich an den Rufen der Heuschrecken zu orientieren. Warum die Großen Hufeisennasen keine Eintagsfliegen in größerer Zahl fingen, ist dagegen nicht verständlich. In jedem Jahr schwärmen diese Insekten im Juni in riesiger Zahl in unmittelbarer Quartiernähe der Hohenburger Fledermäuse. Im Hof vor der Quartierscheune sammeln sich diese eher schwerfällig und langsam fliegenden Tiere auf Fensterbrettern und an den Wänden direkt vor den ausfliegenden Hufeisennasen. Trotzdem gehörten Eintagsfliegen nur zur selten registrierten Beute.

4.10.2 Besondere Funde

Reste pflanzlichen Materials finden sich im Kot der Großen Hufeisennasen selten. In den Frühjahrsmonaten sind die Kotkrümel zwar häufig hellgrün gefärbt und enthalten massenhaft winzige Faserbündel, doch stammte dieses Material aus den Mägen der verzehrten Brachkäfer und gehört daher nicht zur eigentlichen Nahrung der Fledermäuse. In wenigen Fällen wurden kleine Blattstückchen oder pflanzliche Faserbündel gefunden, in einem Fall ein Birkensamen. Die Nachweisrate solcher Bestandteile im Kot liegt jedoch in allen Untersuchungsjahren unter einem Prozent Häufigkeit, woraus sich schließen lässt, dass die Großen Hufeisennasen keine Beute vom Boden oder von Oberflächen ab sammeln.

Am 29. April 2010 und am 14. Oktober 2016 fand sich in je einem Kotkrümel ein Flottoblast, das Verbreitungsstadium von Gewässer bewohnenden Moostierchen (Bryozoa). Dies sind stockbildende Organismen, die sich durch Dauerstadien, sogenannte Statoblasten, fortpflanzen. Die meisten Arten besitzen zwei Typen dieser Dauerstadien, die festsitzenden Sessoblasten und die schwimmfähigen Flottoblasten. Diese Flottoblasten tragen einen Ring luftgefüllter Kammern, so dass sie auf der Wasseroberfläche aufschwimmen. Durch Wasservögel können sie am Gefieder haftend in andere Gewässer verbracht oder beim Eintrocknen kleiner Tümpel und Teiche vom Wind verdriftet werden. Aus den überwinterten Dauerkeimen bilden sich im Frühjahr neue Kolonien (TROYER-MILDNER & MILDNER 1987).

Bei Fledermäusen, die ihre Beute von Wasseroberflächen aufnehmen, wie z. B. den Wasserfledermäusen (*Myotis daubentonii*), findet man ab und zu solche Flottoblasten in den Kotkrümeln, die sie beim Beutefang mit aufnehmen. Im Kot von Fledermausarten, die keine Wasseroberflächen bejagen, sind solche Funde jedoch außerordentlich selten (WOLZ 2011b). Daher ist es bemerkenswert, dass auch bei den Großen Hufeisennasen aus Hohenburg solche Nachweise gelangen. Sie besuchten offensichtlich beim Trinken in der Umgebung der Quartierscheune Gewässer, die auch Bryozoa bewohnen, so dass sie mit den Dauerstadien dieser Tiere in Kontakt kamen.

Abb. 64 zeigt den Flottoblasten aus der Probe vom 14. Oktober 2016.

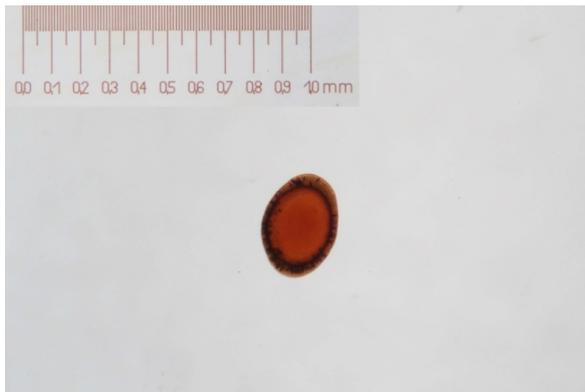


Abb. 64:
Flottoblast aus dem Kot der Großen Hufeisennasen
aus Hohenburg, 14. Oktober 2016.

Ein weiterer auffälliger Fund war ein einzelnes Tarsenkrallenpaar in der Kotprobe vom 16. Oktober 2010. Dieses gehört zu einem Vertreter der Hippoboscidae (Lausfliegen). Die erwachsenen Tiere dieser Fliegenfamilie parasitieren auf Vögeln und Säugetieren, manche greifen auch den Menschen an. Mit ihren großen und speziell geformten Krallen klammern sie sich im Haarkleid oder an den Federn der Wirtstiere fest. Lausfliegen der Familie Hippoboscidae gehören nicht zu den bekannten Fledermausparasiten. Vermutlich war es nur ein Zufall, dass sich eines dieser Tiere auf eine Hufeisennase verirrt hat und beim Putzen aus dem Fell entfernt wurde.

Abb. 65 zeigt das Krallenpaar aus der Probe vom 16. Oktober 2010.



Abb. 65:
Tarsenkrallenpaar einer Lausfliege (Fam. Hippoboscidae)
aus dem Kot der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg,
16. Oktober 2010.

4.10.3 Nicht identifizierbare Beutetierreste

Im Laufe der zehnjährigen Arbeit an den Kotproben der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg konnten fast alle Bruchstücke der zerkauten Insekten zumindest einer Beutetierordnung zugeordnet werden. In vielen Fällen war eine Bestimmung von Familie, Gattung oder Art zwar nicht möglich, die Zugehörigkeit zu einer Insektenordnung war jedoch meist offensichtlich.

Dennoch blieben einige Funde bis zum Schluss der Arbeiten rätselhaft und konnten nicht aufgeklärt werden. Dies trifft zum Beispiel auf Fragmente aus den Jahren 2009, 2012, 2015 und 2016 zu. In wenigen Proben des zeitigen Frühjahrs dieser Jahre (20. März und 2. April 2009, 18. März 2012, 30. März 2015 und 4. April 2016) fanden sich relativ grobe, große, weiße Eihüllen (?), die mit lockenartig gekrümmten „Fäden“ gefüllt waren. Die erste Annahme, es könnte sich dabei um *Rhizotrogus*-Eier handeln, erwies sich als falsch. Zum einen fliegen zu diesem Zeitpunkt im Jahr nahezu keine Weibchen dieser Käferart (Protandrie), zum anderen sehen die *Rhizotrogus*-Eier in Größe und Färbung den unbekanntem Funden zwar ähnlich, die Schale der Brachkäfer-Eier ist jedoch folienhaft dünn

und farblos durchsichtig. Die Abbildungen 66 und 67 zeigen die bisher nicht zugeordneten Funde aus den Frühjahrsproben der Jahre 2009 und 2016.



Abb. 66: Weiße Hülle mit innen liegenden lockigen Fäden, Hohenburg, 4. April 2016.

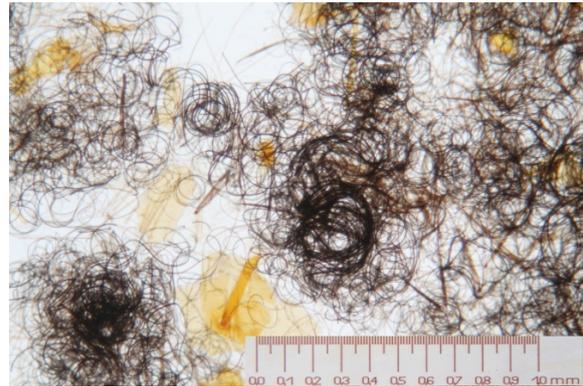


Abb. 67: Aus den Hüllen entnommene Fadenbüschel aus dem Kot der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 2. April 2009.

In vielen Kotpellets der Frühjahrsmonate aller Untersuchungsjahre fanden sich weiterhin zahlreiche Fragmente, deren Zugehörigkeit zu tierischem oder pflanzlichem Material nicht geklärt werden konnte. Dabei handelte es sich um gebogene, hüllenartige, rotbraune oder gelbbraune Bruchstücke, teilweise war auch ein weißlich matschiger Inhalt erkennbar. Zu dieser Jahreszeit sind nur wenige Insektenarten unterwegs, weder die Käfer (*Rhizotrogus cicatricosus*) noch die Schmetterlinge (für trüchtige Weibchen noch zu früh) oder Mücken (Hüllenreste zu groß) kämen als Verursacher dieser Fragmente in Frage. Als pflanzliches Material wurden die Spitzen der Kiefertriebe mit den vorliegenden Bruchstücken verglichen, damit ergab sich jedoch keine Übereinstimmung.

Abb. 68 zeigt ein Beispiel dieser fraglichen Fragmente aus dem Kot der Großen Hufeisennasen vom 30. März 2015.

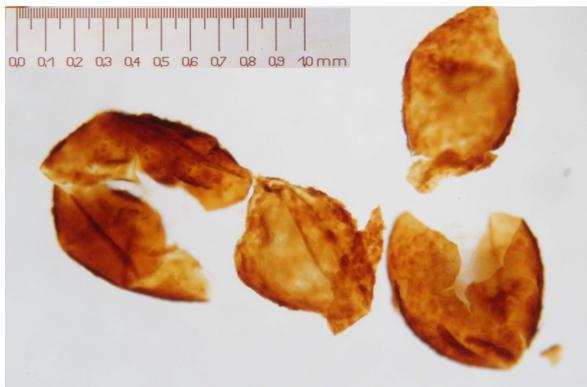


Abb. 68: Rötlichbraune Hüllenfragmente unbekannter Herkunft aus dem Kot der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, 30. März 2015.

5 Diskussion

Das Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg wurde bereits früher im Vergleich mit den Nahrungsspektren der Fledermäuse anderer Vorkommensgebiete in Europa (England: JONES 1990, DUVERGÉ & JONES 1994; Luxemburg: PIR 1994; Schweiz: BECK et al. 1997) ausführlich diskutiert (WOLZ 2011a). Die Ergebnisse der zehnjährigen Untersuchungen in Hohenburg stimmten mit den Erkenntnissen aus diesen Ländern überein was die Bevorzugung der vier Beutetierordnungen Käfer (vor allem der Überfamilie Scarabaeoidea), Schmetterlinge, Zweiflügler (vor allem der Familie Tipulidae) und Hautflügler (vor allem der Unterfamilie der Ophioninae) betrifft. In Luxemburg kam als fünfte wichtige Beutetierordnung die der Köcherfliegen (Trichoptera) hinzu, auch in Hohenburg wurden diese Insekten an fünfter Stelle in der Reihenfolge der erbeuteten Insektenordnungen registriert, sie waren jedoch insgesamt seltener vertreten als bei den Untersuchungen in Luxemburg.

BECK et al. (1997) stellten fest, „... dass sich Große Hufeisennasen in kritischen und entscheidenden Lebensphasen (Ende des Winters und Trächtigkeit der Weibchen) hauptsächlich von ein bis zwei Beutetierarten ernähren.“ In der Schweiz waren dies Mistkäfer (*Geotrupes* sp.) Anfang April und *Melolontha* sp. daran anschließend bis etwa zum 15. Juni. Auch für die englischen Hufeisennasen wurden als Frühjahrsbeute *Geotrupes* und *Melolontha* registriert. Der Ermittlung der Beute in dieser wichtigen Jahreszeit kam auch für die Hohenburger Fledermäuse besondere Bedeutung zu. Es zeigte sich in allen Untersuchungsjahren, dass Mistkäfer in den Frühjahrsmonaten nur sehr selten nachweisbar waren. Hauptbeutekäfer der Hufeisennasen aus Hohenburg nach der Rückkehr aus den Überwinterungsplätzen war stets der Brachkäfer *Rhizotrogus cicatricosus*, eine Käferart, die bisher weder als Beutetier Großer Hufeisennasen aus anderen Vorkommensgebieten noch als Beutetier anderer Fledermausarten bekannt ist. In der Literatur finden sich vereinzelt Hinweise auf *Rhizotrogus aestivus* (als Beute von *Myotis myotis*, JÄCKEL 1866, bzw. als Beute von *Plecotus austriacus*, BAUEROVA 1982), für *Rhinolophus euryale* aus dem Baskenland wird *Rhizotrogus* sp. angegeben (GOITI et al. 2004), dies gilt auch für *Pipistrellus kuhlii* aus Südwest-Europa (GOITI et al. 2003). „*Rhizotrogus cicatricosus* ist eine Art mit Verbreitungsschwerpunkt in Westeuropa von Nordspanien bis Norditalien, der Schweiz und Österreich, in Deutschland besitzt sie nur sehr wenige, stark isolierte Vorkommen in Nordbayern und Thüringen“ (RÖSSNER 1996, JUNGWIRTH 2002). In der Roten Liste der BRD wurde diese Käferart im Jahr 1984 noch als ausgestorben angegeben (BLAB et al. 1984), in der Roten Liste Bayerns wird sie derzeit in der Kategorie „1“ als „vom Aussterben bedroht“ geführt. Jungwirth (2005) hält dies für eine Fehleinschätzung. Durch gezielte Nachsuche konnte er mehrere, relativ weit voneinander entfernte neue Standorte dieser Käfer finden. Auch das zahlenmäßig sehr große Vorkommen von *Rhizotrogus cicatricosus* in der Umgebung von Hohenburg war vor den Untersuchungen zum Beutespektrum der Großen Hufeisennasen nicht bekannt.

Im Rahmen umfangreicher Untersuchungen zum Vorkommen dieser Brachkäfer im Jagdgebiet der Hohenburger Kolonie wurden die Ansprüche von *Rhizotrogus cicatricosus* an ihren Lebensraum ermittelt (LETTENMEIER 2013). Es zeigte sich, dass diese Käfer an das Vorhandensein von Kiefern gebunden sind, da sie deren Nadeln fressen. Dies ermöglicht ihnen das Überleben in der Zeit ab Mitte Februar, wenn die Umgebung von Hohenburg vor dem ersten Blattaustrieb noch winterlich kahl ist. Für den Lebensraum der Brachkäfer fasst LETTENMEIER (2013) zusammen: „als Grundvoraussetzung gilt ein magerer, kalkreicher Standort, der durch möglichst ausgeprägte Hangneigung thermisch begünstigt und mit mindestens einer Kiefer ausgestattet ist. Er sollte nicht intensiv landwirtschaftlich genutzt werden, sodass die Moosschicht mehr und die Krautschicht weniger ausgeprägt ist.“

In der Zeit vom 14. April bis zum 12. Juni 2013 wurden während dieser Untersuchung 210 Exemplare von *Rhizotrogus cicatricosus* (mit einem Maximum von 78 Tieren am 25. April) gefangen. Die meisten Funde stammten von den Flächen „Stettkirchener Hang“ (161 Tiere, siehe Abb. 2) bzw. „Schwanen-

wirtsberg“ (28 Individuen). Beide Flächen zeichnen sich durch sehr flachgründige Kalk-Trockenrasen aus und liegen außerhalb des Truppenübungsplatzes. Die Suche nach Larven ergab lediglich zehn Individuen an sechs Standorten, nur drei Larven stammten aus dem Biotoptyp kalkhaltiger Trockenrasen. Eine Bestimmung dieser Larven bis zur Käferart war jedoch nicht möglich (LETTENMEIER 2013). Untersuchungen im Truppenübungsplatz Hohenfels (BÜTTNER 2013) erbrachten keine Larvenfunde.

Von Februar bis mindestens Anfang Mai wurden die Beutespektren der Fledermäuse aus Hohenburg in allen Untersuchungsjahren durch *Rhizotrogus cicatricosus* bestimmt. In diesem Zeitraum sammeln sich tausende von Kotpellets unter dem Hangplatz der Tiere an. Nimmt man pro Pellet nur einen verzehrten Brachkäfer an, so müssen auch tausende dieser Beutetiere den Fledermäusen zur Verfügung stehen. JUNGWIRTH (2005) beschreibt ein derartiges Vorkommen: „Durch gezielte Nachsuche konnten mehrere, relativ weit voneinander entfernte Standorte gefunden werden, auf denen an frostfreien Abenden im März! der Schwarmflug von *Rhizotrogus cicatricosus* zu beobachten war. Hierbei handelte es sich nicht etwa um Einzeltiere sondern um hunderte von Individuen.“ Vor allem die Zahl der gefundenen Larven im Jagdgebiet der Hohenburger Fledermäuse steht in keinem Verhältnis zu diesen Größenordnungen. Die Flächen in der Umgebung des Quartierhauses der Kolonie, die solche Individuenzahlen liefern können und die daher extrem wichtig für die Großen Hufeisennasen sind, sind bisher nicht bekannt.

Oft schon nach nur einer Stunde Flugzeit kehrten die im zeitigen Frühjahr jagenden Fledermäuse am Abend mit sichtbar gefüllten Bäuchen wieder in ihr Quartierhaus zurück und hatten in dieser kurzen Zeit zahlreiche Brachkäfer gefangen. Sie jagten daher sicher nahe des Quartierhauses. Telemetrieversuche im Sommer, damals durchgeführt zur Ermittlung des bis dahin unbekanntes Quartierstandortes (GEIGER & HAMMER 1993), zeigten, dass sich die Fledermäuse zur Jagd weitgehend im Bereich des Truppenübungsplatzes aufhielten. Diese Experimente wurden jedoch ab Ende Mai durchgeführt, zu einer Zeit also, wenn in manchen Jahren bereits die „Schmetterlingsphase“ in der Beutewahl der Fledermäuse begonnen hat. Zu dieser Zeit jagen sie sicherlich erfolgreich im Bereich des Übungsplatzes, denn eine ganze Reihe der nachgewiesenen Falterarten sind Bewohner von Offenland und Grasflächen, z. B. die häufigen Arten *Triodia sylvina*, *Noctua pronuba* und *Pelochrista caecimaculana* (STEINER et al. 2014, Internetquelle 3). Im März, April und Mai könnten die Großen Hufeisennasen aber auch weitgehend außerhalb des Übungsplatzes entlang der Hänge des Lauterachtales jagen, zumindest wurden dort die meisten *Rhizotrogus*-Käfer gefangen. Auch innerhalb des Übungsplatzes gibt es viele Flächen, die den Ansprüchen dieser Käferart entsprechen würden. Weitere Untersuchungen sollten zeigen, ob sich dort größere Vorkommen der für das Überleben der Großen Hufeisennasen an diesem Standort so wichtigen Brachkäfer verbergen.

Alle Untersuchungsjahre seit 2008 zeigen ein stabiles Muster der Beutewahl im Jahresverlauf durch die Fledermäuse aus Hohenburg: Es besteht aus einer Käferphase nach der Rückkehr aus den Winterquartieren, einer anschließenden kurzen Tipulidenphase, gefolgt von der Schmetterlingsphase in den Sommermonaten und einer weiteren Käferphase im September. Von Mitte Oktober bis Anfang November dominieren die Hautflügler das Beutespektrum der Großen Hufeisennasen, während gegen Ende der Saison wieder Käfer (vor allem Mistkäfer) oder Zweiflügler (Fliegen, Wintermücken und Pilzmücken) an Bedeutung gewinnen. Die Dauer der verschiedenen Phasen wurde in einigen Jahren deutlich erkennbar von den Wetterverhältnissen beeinflusst.

So zeichnete sich das Jahr 2015 durch lang anhaltende, extreme Trockenheit aus (MEYER 2015). Die „Schmetterlingsphase“ begann bereits Mitte Juni und erstreckte sich über volle drei Monate bis einschließlich Mitte September. In sieben Kotproben in Folge stellten die Lepidoptera die Hauptbeute, lediglich im Jahr 2016 konnte ebenfalls eine derart ausgedehnte Schmetterlingsphase beobachtet werden. Das heiße trockene Wetter scheint die Entwicklung der Schmetterlingspopulationen gefördert zu

haben und sorgte dafür, dass den Fledermäusen diese Beutetiere über einen langen Zeitraum in großer Zahl zur Verfügung standen.

Negative Auswirkungen von Trockenheit und Hitze auf die Populationsdichten machten sich dagegen bei anderen Beutetieren der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg bemerkbar, den Dungkäfern (Aphodiidae). Die Larven dieser Käferarten entwickeln sich im Dung von Huftieren, z. B. des Rehwilds, des Rotwilds und der Schafherden innerhalb des Truppenübungsplatzes. Bei Begehungen der Schafweiden im Jagdgebiet der Fledermäuse im August und September 2015 wurde festgestellt, dass der von den Schafen abgesetzte Kot bereits nach wenigen Stunden steinhart getrocknet und daher als Eiblaugeplatz für die adulten Tiere oder als Nahrungssubstrat für die Dungkäferlarven weitgehend nicht mehr geeignet war. Lediglich größere Fladen waren im Inneren noch nicht völlig ausgetrocknet, in dieses Substrat gelangen die Dungkäfer in solchen Trockenphasen, indem sie sich seitlich unter die Kotfladen bohren und von unten eindringen (BÜTTNER 2017). Aber auch Schlechtwetterperioden können sich negativ auf die Dungkäferpopulationen auswirken, denn durch lang anhaltenden Regen aufgelöste und ausgeschwemmte Kotbrocken bieten ebenfalls nur schlechte Entwicklungsbedingungen für koprophage Käfer. So war z. B. das Jahr 2013 ausgesprochen sonnenscheinarm. Nass und trübe waren der April, Mai und Juni, nach zwei schönen Sommermonaten Juli und August folgten im September anhaltende Regenfälle, wodurch sich der drittnasseste erste Herbstmonat seit 135 Jahren ergab (MEYER 2013). Nur ein Bruchteil der Käferlarven wird das Erwachsenenstadium unter diesen Bedingungen erreichen. Umso wichtiger ist das Vorhandensein von tausenden von Weidetieren im Jagdgebiet der Großen Hufeisennasen, so ...“wird die Menge an verfügbarer Nahrung stets ausreichen, um deutlich mehr Beutetiere für Fledermäuse zur Verfügung zu stellen als es der Wildbestand kann“ (BÜTTNER 2013).

Ein großes Anliegen des LIFE+ - Projektes „Greater horseshoe bats in Upper Palatinate: Optimization of habitats and public perception“ in den Jahren 2012 bis 2018 war daher die Sicherstellung bzw. Verbesserung der Entwicklungsgrundlagen der beiden Dungkäferarten *Aphodius rufipes* und *Aphodius fimetarius*, die einen großen Teil der Fledermausbeute im Herbst stellen. Zusätzlich zur ausgedehnten Schafbeweidung innerhalb des Übungsplatzes wurde eine Herde Oberpfälzer Rotvieh angeschafft, das naturnah gehalten wird und seit Sommer 2012 in Quartiernähe auf den Wiesen der Lauterach bzw. geringfügig weiter entfernt auf einer neu angelegten Waldweide steht. Ziel der Kotuntersuchungen sollte auch sein, zu überprüfen, ob sich diese Förderung der Dungkäferpopulationen auf das Beutespektrum der Fledermäuse auswirkt und sich die Käferphase im Herbst dadurch deutlicher ausprägt. Dies konnte jedoch bisher nicht beobachtet werden: Umfasste die Dungkäferphase in den Jahren 2012 bis 2014 jeweils zwei Kotsammeltermine, so waren in den Folgejahren die Käfer jeweils nur zu einem Sammeltermin die eindeutige Hauptbeute im Herbstbeutespektrum der Fledermäuse. Das kann neben den Einflüssen durch das Wetter weitere Ursachen haben und muss nicht an der mangelnden Verfügbarkeit dieser beiden Käferarten liegen. So wurde im Jahr 2016 ein Massenaufreten des großen Nachtfalters *Noctua pronuba* beobachtet, im Jahr 2017 flogen sehr viele Ampfer-Wurzelbohrer (*Triodia sylvina*) im Jagdgebiet. Diese Falter sind erheblich ergiebiger Beute und werden den kleinen, harten Käfern vermutlich vorgezogen.

Bei BALTHASAR (1964) heißt es. ...“ *Aphodius*-Arten sind – mindestens in Mitteleuropa – meistens Frühlingstiere, da aber manche Arten mehrere Generationen im Jahr haben, kommen sie auch im Sommer und im Spätherbst vor.“ Für *Aphodius fimetarius* gilt eine generelle Präsenzzeit von Februar bis November, *Aphodius rufipes* ist dagegen eine Sommerart mit einer Präsenzzeit von Mai bis Oktober (R. Büttner, mdl. Mitt.). Die Kotanalysen zeigen für die Hohenburger Gegend, dass die Großen Hufeisennasen in den Frühjahrsmonaten keine Dungkäfer fressen. Der früheste Einzelfund eines Jahres stammt vom 31. Mai 2017, erst ab Mitte Juli ist mit wenigen, ab Mitte August mit regelmäßigen Funden der *Aphodius*-Arten im Beutespektrum der Fledermäuse zu rechnen. Es gibt jedoch bisher

keine Untersuchungen über die Individuenzahlen der Dungkäfer in den Frühjahrsmonaten im Jagdgebiet der Hufeisennasen. So bleibt fraglich, warum diese Käferarten, vor allem *Aphodius fimetarius*, nicht zum Frühjahrsbeutespektrum der Hohenburger Fledermäuse gehören.

Große Hufeisennasen jagen in langsamem Flug dicht über dem Boden oder nahe der Vegetation und passen ihre Flughöhe dabei der vorherrschenden Beute an. Knapp über den trockenen Wiesen jagen sie Nachtfalter, da deren Dichte direkt über den Blüten am größten ist. In vier bis sechs Metern Flughöhe bewegen sie sich im von Mistkäfern bevorzugten Bereich, während sie dicht über der Grasnarbe und den Dunghaufen vor allem die Dungkäfer erreichen. Mindestens die Hälfte der Jagdzeit führen die Großen Hufeisennasen eine sogenannte Warten- oder Ansitzjagd aus, d. h. sie suchen exponierte Stellen an freien, vorstehenden Ästen auf und starten von dort, wenn sie mit ihren Ortungsrufen eine lohnende Beute erfasst haben. Diese Wartenjagd überwiegt bei geringerer Insektdichte und in der zweiten Nachthälfte (DIETZ et al. 2007). Vor allem große Beutetiere werden bei der Wartenjagd gefangen. Mit den Insekten fliegen die Fledermäuse an ihren Ausgangspunkt zurück, um die Beute dort vor dem Zerkauen und Verschlucken zu bearbeiten, das heißt, sperrige Teile wie lange Beine oder harte Elytren und Köpfe abzubeißen.

Beutewahlstudien im Labor zeigten, dass die Großen Hufeisennasen streng selektiv jagen, wenn das Angebot an großer Beute eine bestimmte Dichte überschreitet. Ist die Umwelt dagegen arm an großer Beute, wird alles gefressen, was verfügbar ist (DIETZ et al. 2007). Dies zeigten auch die Ergebnisse der Untersuchungen aus Hohenburg: So enthielten z. B. die Proben von Mitte Oktober bis Mitte November der Jahre 2013 und 2014 sehr viele Pilzmücken (Mycetophilidae). Sie wurden im Jahr 2013 in 96,7 % aller Pellets, im Jahr 2014 in 96,9 % der Kotkrümel aus dem Herbst nachgewiesen. Die Großen Hufeisennasen fraßen also in dieser Jahreszeit sehr viele der kleinen, suboptimalen Beutetiere, da größere Käfer oder Falter bereits nicht mehr in ausreichender Zahl vorhanden waren, ein Jagdverhalten, das man als „opportunistisch“ bezeichnen würde.

JONES (1990) gibt als Ergebnis seiner Untersuchungen an Großen Hufeisennasen aus der Gegend von Bristol an: „Greater horseshoe bats are clearly not opportunistic foragers.“ DIETZ et al. (2007) halten die Frage, ob Fledermäuse „opportunistisch“ oder „selektiv“ jagen, nicht für eine Alternative. Sie gehen davon aus, dass eine jagende Fledermaus jedes Beutetier ergreifen wird, das sie entdeckt hat und das sie aufgrund ihrer Größe und Fähigkeiten auch fangen kann. Falls sie eine Wahlmöglichkeit hat, wird sie sicher die Beute wählen, die mit dem geringsten Aufwand die meisten Kalorien bringt. Die Selektivität der Jagd sehen die Autoren darin, dass Fledermäuse in verschiedenen Habitaten jagen, verschiedene Ortungsrufe und Gehöranpassungen haben bzw. – damit verbunden – verschiedene Jagdtechniken zeigen. Sie fassen zusammen: „Fledermäuse jagen also selektiv, aber dabei opportunistisch“.

In diesem Zusammenhang war die Meidung eines in teils großer Zahl im Jagdraum der Fledermäuse aus Hohenburg vorkommenden Beutetaxons, nämlich der Ephemeroptera (Eintagsfliegen) auffällig. Große Hufeisennasen jagen mit einem konstantfrequenten Ortungsstrahl, der bei 79 bis 84 kHz liegt. Trifft dieser Ortungsstrahl auf ein fliegendes Beutetier, so moduliert der Flügelschlag dieses Insekts ein Muster auf das zur Fledermaus zurückkehrende Echo auf. Verschiedene Untersuchungen haben gezeigt (KOSEJI et al. 2011), dass die Fledermäuse diese Muster auswerten und so unterschiedliche Beutetaxa erkennen können (flutter-detection). Aufgrund dieser Fähigkeit sind sie prinzipiell auch in der Lage, bestimmte Beute gezielt zu meiden.

In allen Untersuchungsjahren flogen jeweils ab Mitte Juni sehr viele Eintagsfliegen im Siedlungsbereich der Gemeinde Hohenburg. Massenhaft sammelten sich diese Tiere an den Fensterbrettern des Quartierhauses und am Straßenrand davor. Sie waren auch zahlreich im Innenhof vor der Quartierscheune zu finden, wo sie sich in der Dämmerung direkt vor den ausfliegenden Hufeisennasen be-

wegten oder sich an den äußeren Gebäudewänden niederließen. Trotz der Ansammlungen dieser auffallend großen, langsam und träge fliegenden Insekten fanden sich kaum Fragmente von ihnen in den Kotkrümeln der Hufeisennasen (nur in sechs der 4350 Pellets nachweisbar). Es sieht daher so aus, als würden die Großen Hufeisennasen diese Beute absichtlich meiden. Fütterungsversuche mit bulgarischen Großen Hufeisennasen durch C. Dietz (mdl. Mitt.) zeigten, dass diese ebenfalls keine Eintagsfliegen fraßen: Präsentierte man ihnen diese Beuteinsekten an einer Jagdwarte, so reagierten sie nicht auf dieses Angebot, wohingegen sie Falter sofort ergriffen. Doch warum diese Fledermausart diese Beute verschmäht, ist nicht ersichtlich. Über evtl. vorhandene Giftstoffe in diesen Insekten ist nichts bekannt (A. Stanicek, mdl. Mitt.).

Neben der Meidung dieser Beutetiere könnte man auch eine weitere Ursache für das seltene Auftreten von Eintagsfliegenresten im Kot der Hufeisennasen diskutieren. So fielen Probleme der Nachweisbarkeit von Fragmenten der Ephemeroptera im Fledermauskot bereits früher auf. BELWOOD & FENTON zeigten 1976, dass nach Verfütterung von Eintagsfliegen an Fledermäuse der Art *Myotis lucifugus* keinerlei nachweisbare Reste in den Pellets dieser Tiere zu finden waren. Der Anteil an der Beute von Fledermäusen wird bei den Eintagsfliegen vermutlich deutlich unterschätzt, da die zarten Bestandteile dieser Insekten stärker zerbissen und besser verdaut werden als die Fragmente von erheblich widerstandsfähigeren großen Käfern oder Faltern. Dennoch ist es möglich, solche Fragmente im Fledermauskot nachzuweisen, wie verschiedene Autoren gezeigt haben (z. B. SWIFT et al. 1985, WOLZ 1993). RABINOWITZ & TUTTLE (1982) beobachteten Fledermäuse bei der Jagd auf Schwärme von Eintagsfliegen, konnten diese aber ebenfalls nicht als Beute im Kotmaterial nachweisen. Dies lag vermutlich nicht an der „Nicht-Nachweisbarkeit“ dieser Insektenordnung, sondern daran, dass die Fledermäuse diese zarte Beute sehr schnell verdauen und vor dem Rückflug ins Tagesquartier, aus dem die Kotproben stammten, schon ausgeschieden hatten. In Hohenburg dagegen fliegen die Hufeisennasen nach den abendlichen Jagdflügen wieder in die Quartiersscheune ein, denn zu dieser Jahreszeit warten bereits die ersten neugeborenen Jungtiere auf etliche Weibchen. Der Eintagsfliegenreste enthaltende Kot müsste also in den Kotalfsammlungen regelmäßig auftauchen.

Trotz der Möglichkeiten, die eine Determinierung von Beutetieren aus Bruchstücken im Fledermauskot bietet, blieben sehr viele der Beuteinsekten unbestimmbar. Dies waren nicht nur die Weibchen großer Beute wie der Schmetterlinge oder z. B. der Tipuliden, da in der Regel nur die Männchen bestimmbar Fragmente aufweisen, sondern vor allem zahlreiche kleinere Insekten, die keine zur Identifikation brauchbaren Bruchstücke hinterlassen. Daher wurde in den letzten Jahren vermehrt auf die Untersuchung des genetischen Materials der Proben gesetzt. Es gibt bereits eine ganze Reihe von Untersuchungen, die mit Hilfe des DNA-Abgleichs zum Teil umfangreiche Beutetierlisten von Fledermäusen ermittelten bzw. die Möglichkeiten dieser neuen Methode untersuchten (z. B. BOHMANN 2016, GOITI et al. 2016, IBANEZ et al. 2016, JONES et al. 2016, RUSSELL et al. 2016, VAN DEN BUSSCHE et al. 2016). Auch drei Kotproben der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg, deren Beutespektren bereits mit der konventionellen Kotanalyse untersucht worden waren, konnten einer DNA-Analyse nach der Next Sequencing Method unterzogen werden (durchgeführt von Advanced Identification Methods – AIM GmbH, München). Dies waren die Proben vom 15. Mai 2017 mit der Hauptbeute Käfer (vor allem *Rhizotrogus cicatricosus*, *Melolontha melolontha* und *Calopus serraticornis*) in 26 der 30 analysierten Pellets, vom 15. August 2017 mit Hauptbeute Lepidoptera in 26 von 30 Pellets (*Triodia sylvina* und *Noctua comes*) und eine Probe aus dem Vorjahr vom 30. September 2016 mit Hauptbeute Dungkäfer in 20 der 30 analysierten Pellets. Zweiflügler waren in diesen drei Proben für die Fledermäuse weniger wichtig, sie stellten nur in vier der 90 Pellets die Hauptbeute und erreichten in den beiden Proben des Jahres 2017 lediglich Häufigkeitswerte von maximal 53,3 %.

Das Ergebnis des DNA-Abgleichs war in einigen Punkten überraschend. Bei den Käfern wurden insgesamt neun Arten als Beutetiere aufgeführt, zwei davon (*Melolontha melolontha* und *Melanotus castanipes*) waren durch die Kotanalyse bereits bekannt. Erstaunlicherweise wurden die beiden *Aphodius*-Arten aus der Herbstprobe nicht erkannt. Auch den Hauptbeutekäfer des Frühjahrs *Rhizotrogus cicatricosus* erfasste die DNA-Analyse nicht, er war in der Vergleichsdatei noch nicht enthalten. *Odonotus armiger* dagegen, bisher nicht als Beutetier bestimmt, konnte anhand des DNA-Ergebnisses und eines Vergleichstieres als Quelle für seit Jahren regelmäßig auftauchende aber bisher unbekannte Käferfragmente identifiziert werden.

Die DNA-Analyse ergab eine Liste von 42 Mückenarten aus 21 Familien. Lediglich die Arten *Tipula nubeculosa* und *Tipula flavolineata* sowie die Fliege *Pollenia rudis* waren bereits aus der Kotanalyse bekannt. *Tipula signata* wurde durch einige Fragmente aus dem Herbst 2017 noch als Beutetier bestätigt. Ob diese Liste in Teilen glaubhaft ist, scheint zweifelhaft, denn eine Reihe der aufgeführten Mücken und Fliegen sind tagaktive Arten (z. B. die Schwebfliegen). Die im Vergleich zu den erfassten Käfer- und Schmetterlingsarten hohe Zahl von Fliegen und Mücken aus den vorgelegten drei Proben, in denen diese Insekten nur eine untergeordnete Rolle spielten, täuscht eine erheblich größere Bedeutung dieser Beutetierordnung im Beutespektrum der Großen Hufeisennasen aus Hohenburg zu diesen Zeitpunkten vor, als ihr tatsächlich zukam.

Auch die beiden genannten Zikaden und eine Wespe bzw. zwei Hummelarten bei den Hautflüglern sind als tagaktive Arten für die Hufeisennasen kaum zugänglich. Zikaden waren eine selten registrierte Beute der Fledermäuse aus Hohenburg. Wie die Hufeisennasen an die genannte Baumwollzikade *Empoasca decipiens*, die vor allem als Gewächshausschädling bekannt ist, gelangt sein sollen, ist nicht erklärlich. Auch Hummeln und Wespen wurden bisher nicht im Kot der Fledermäuse registriert. Dagegen wurden die für die Großen Hufeisennasen aus Hohenburg als typisch bekannten Beutetiere aus der Ordnung der Hymenoptera, die Gattungen *Ophion* und *Netelia* (vor allem in der Probe vom 30. September 2016 enthalten) durch das Barcoding nicht erfasst.

Die DNA-Analyse ergab 31 Falterarten im Kotmaterial der drei Proben, fünf dieser Arten sowie drei weitere Gattungen waren bereits aus den Kotanalysen bekannt. Eine sehr gute Übereinstimmung ergab sich beim Ampfer-Wurzelbohrer *Triodia sylvina*, der auch durch die DNA-Analyse als häufigster Beuteschmetterling des Sommers 2017 erkannt wurde. Mit Hilfe der vorliegenden Liste konnten weitere Bruchstücke identifiziert werden. So gehörten die sog. „Bänderantennen“, die vor allem in den Frühjahrsproben der Hufeisennasen regelmäßig zu finden waren, zu dem Falter *Nematopogon swammerdamella* (Gelber Langfühler) aus der Familie der Langhornmotten (Adelidae). Mit Hilfe eines Vergleichstieres konnte diese Bestimmung bestätigt werden.

Die Ergebnisse der DNA-Analyse könnten mit nochmaliger Bearbeitung des Materials unter Verwendung neuer erweiterter Primersets und unterschiedlicher Extraktionsmethoden vermutlich noch verbessert werden (J. Morinière, mdl. Mitt.). Auch der Umfang der im Jahr 2009 gestarteten Vergleichsdatenbank wächst ständig und kann in Zukunft genauere Beutetierlisten liefern. G. Haszprunar, Leiter der Zoologischen Staatssammlung in München, gibt die kommenden Aufgaben vor: „Wir träumen davon, in fünf Jahren DNA-Suppe in den Sequenzierapparat stecken zu können und heraus kommt eine Liste mit allen enthaltenen Arten“ (MERKEL 2017).

Die vorliegenden zehnjährigen Untersuchungen zum Beutespektrum der Großen Hufeisennasen in Hohenburg legen die Grundlage für einen Einblick in die Raumnutzung der Kolonie und ermitteln die wichtigsten Beutetiere, die ein Überleben der Großen Hufeisennasen an diesem Standort sichern. Es wäre wünschenswert, in einigen Jahren erneut zu untersuchen – ob durch konventionelle Kotanalyse oder durch verbesserte DNA-Analysen anhand erweiterter Datenbanken – ob die festgestellte Stabilität der Beutenutzung im Jahresverlauf langfristig erhalten bleibt oder ob sich Änderungen ergeben, die

evtl. eine Anpassung der Schutzmaßnahmen erfordern. Die Kolonie der Großen Hufeisennasen in Hohenburg entwickelte sich im Laufe der letzten Jahre in erfreulicher Weise. Es ist zu hoffen, dass die Individuenzahl auch in Zukunft weiter ansteigt und dass die bisher durchgeführten Schutzmaßnahmen den Fortbestand der Fledermäuse sichern.

6 Danksagung

Die Kotuntersuchungen an den Großen Hufeisennasen aus Hohenburg erstreckten sich über den Zeitraum von März 2008 bis November 2017. Während dieser langen Zeit sammelte Herr Rudolf Leitl sämtliche Kotproben mit großer Sorgfalt ein und versorgte mich stets regelmäßig mit Informationen aus dem Wochenstubenquartier. Seinem aufmerksamen Blick verdanke ich die kleinen Diebskäfer und viele zusätzliche Fraßreste, die sich auf den Dielenböden unterhalb der Hanglätze der Fledermäuse sammelten. Ohne seine logistische Hilfe wären die Kotuntersuchungen so nicht möglich gewesen; dafür mein herzlichster Dank!

Die Bestimmung von Beutetieren nach den Bruchstücken im Fledermauskot ist schwierig und erfordert spezielles Wissen über die Strukturen der Beuteinsekten, die oft nicht in den Angaben der Bestimmungsschlüssel zu finden sind. Erst im Laufe der Untersuchung gelang – jeweils auf dem Wissen der Vorjahre aufbauend – die Einarbeitung in diese Materie, gleichzeitig wurde eine Vergleichssammlung mit den präparierten Fragmenten vor allem der Schmetterlinge aufgebaut. Dazu war die Hilfe einer ganzen Reihe von Spezialisten notwendig, die Beutetiere nach meinen Präparaten oder Fotos bestimmten, mich mit Vergleichsmaterial aus dem Jagdgebiet der Fledermäuse versorgten, mir spezielle Fragen beantworteten oder mit Tipps zu Fachliteratur weiterhalfen:

Dies waren für die Familie der Tipuliden:

R. Heiß (Berlin) und P. Oosterbroek (Amsterdam)

Für die Fliegen:

P. Beuk (Maastricht),

Für die Käfer:

R. Büttner (Erlangen), H. Bussler (Feuchtwangen), D. Jungwirth (Ingolstadt), F. Koehler (Bornheim), R. Lehmeier (Amberg), A. Niedling (Röttenbach)

Für die Schmetterlinge:

R. Bolz (Sugenheim), G. Knipfer (Neumarkt), W. Sage (Kirchdorf/Inn), W. Wolf (Bindlach)

Für die Hautflügler:

A. Haselböck (Stuttgart), K. Horstmann (Würzburg), K.-H. Wickl (Schnaittenbach), K. Zwakhals (Arkel)

Für die Wanzen:

M. Bräu (München), C. Rieger (Nürtingen), G. Strauß (Biberach),

Für die Netzflügler

K. v. d. Dunck (Hemhofen), A. Gruppe (Freising), K. Kraus (Nürnberg)

Für die Pilzmücken

B. Rulik (Bonn)

Herzlichen Dank allen für die Hilfe und Unterstützung!

Bei mehrmaligen Besuchen in der Zoologischen Staatssammlung München konnte ich Bruchstücke vergleichen und Insektenmaterial ausleihen. Dank gilt den Mitarbeitern der Sektionen Coleoptera, Diptera und Arthropoda varia, die bei den Untersuchungen behilflich waren.

Die Kotanalysen wurden in den Jahren 2008 bis 2010 vom Bayerischen Landesamt für Umwelt in Augsburg finanziert. Bis zum Beginn des LIFE+ - Projektes im Sommer 2012 übernahm die Regierung der Oberpfalz die Finanzierung der Untersuchungen. Die Jahre 2012 bis einschließlich 2016 wurden durch das LIFE+ - Projekt von LBV und BlmA: „Greater horseshoe bats in Upper Palatinate: Optimization of habitats and public perception“ gefördert, das zehnte und letzte Jahr der Kotanalysen wurde abermals von der Regierung der Oberpfalz finanziert. Mein herzlicher Dank gilt daher allen, die das Vorhaben so tatkräftig unterstützt haben: Herrn Bernd-Ulrich Rudolph für das LfU, Herrn Andreas v. Lindeiner (LBV) und den Herren Heinrich Stetter und Wolfgang Nerb für die Regierung der Oberpfalz.

7 Literatur

- ARNOLD, A. (1999): Zeit-Raumnutzungsverhalten und Nahrungsökologie rheinauen-bewohnender Fledermausarten (Mammalia: Chiroptera). Dissertation an der Universität Mainz, 305 S.
- BALTHASAR, V. (1964): Monographie der Scarabaeidae und Aphodiidae der palaearktischen und orientalischen Region. Coleoptera: Lamellicornia. Bd. 3, Aphodiidae, Verlag der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften, Prag 1964.
- BAUEROVA, Z. (1982): Contribution to the trophic ecology of the Grey long-eared bat (*Plecotus austriacus*), Folia Zoologica 31, S. 113 – 122.
- BECK, A., GLOOR, S., ZAHNER, M., BONTADINA, F., HOTZ, T., LUTZ, M. & E. MÜHLETALER (1997): Zur Ernährungsbiologie der Großen Hufeisennase *Rhinolophus ferrumequinum* in einem Alpental der Schweiz. Tagungsbd. „Zur Situation der Hufeisennasen in Europa“ Nebra, 26.-28. Mai 1995, Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V. 1997, S. 15 – 18.
- BELWOOD, J. J. & M.B. FENTON (1976): Variation in the diet of *Myotis lucifugus* (Chiroptera: Vespertilionidae). Can. J. Zool, 54, S. 1674 – 1678.
- BLAB, J., NOWAK, E., TRAUTMANN, W. & H. SUKOPP (Hrsg.) (1984): Rote Liste der gefährdeten Tiere und Pflanzen in der Bundesrepublik Deutschland. 4. Aufl. Greven, Kilda-Verlag.
- BOHMANN, C. (2016): Challenges and prospects of molecular diet analyses. In: Programm of the 17th International Bat Research Conference, Durban, S. 41.
- BOLZ, R. (2013): Begleitendes Nachtfaltermonitoring im Rahmen von Umsetzungsmaßnahmen innerhalb des EU-LIFE+ - Projektes Große Hufeisennase. Unveröffentl. Arbeitsbericht im Auftrag des LIFE+ - Projektes, 19 S.
- BONTADINA, F., HOTZ, T., GLOOR, S., BECK, A., LUTZ, M. & E. MÜHLETALER (1997): Schutz von Jagdgebieten von *Rhinolophus ferrumequinum*. Umsetzung der Ergebnisse einer Telemetrie-Studie in einem Alpental der Schweiz. Tagungsbd. „Zur Situation der Hufeisennasen in Europa“. Nebra, 26.-28. Mai 1995, Arbeitskreis Fledermäuse Sachsen-Anhalt e.V., S. 33 – 39.
- BÜTTNER, R. (2013) Untersuchung von Dung- und Mistkäfern; in: Planning Level Survey (PLS) Package for USAGs Grafenwoehr and Hohenfels. Report for Task 5. US-internes unveröffentl. Mskr., Nürnberg.

- BÜTTNER, R. (2014): Monitoring von Dungkäfern im Rahmen des LIFE+ - Projektes „Große Hufeisennase in der Oberpfalz“. Unveröffentl. Zwischenbericht im Auftrag des LIFE+ - Projektes, 30 S.
- BÜTTNER, R. (2017): Monitoring von Dungkäfern im Rahmen des LIFE+-Projektes „Große Hufeisennase in der Oberpfalz“. Unveröffentl. Abschlussbericht im Auftrag des LIFE+ - Projektes, 100 S.
- BROCK, J. P. (1982): A Systematic Study Of The Genus *Ophion* in Britain (Hymenoptera, Ichneumonidae). Tijdschrift voor entomologie. Dee 125, afl. 1, S. 57 – 97.
- DIETZ, C., VON HELVERSEN, O. & D. NILL (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Franck-Kosmos Verlags GmbH, Stuttgart, 399 S.
- DUVERGÉ, P. L., & G. JONES (1994): Greater horseshoe bats – activity, foraging behaviour and habitat use. *British wildlife* 6, S. 69 – 77.
- GAULD, I. D. & T. HUDDLESTON (1976): The Nocturnal Ichneumonoidea of the British Isles, including a key to genera. *Entomologist's Gazette*, 27, S. 35 – 49.
- GEIGER, H. (1996): Einsatz der Radiotelemetrie bei Artenschutzbelangen von Fledermäusen am Beispiel der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) in Nordbayern. *Schr.-R. f. Landschaftspf. u. Natursch.*, H. 46, BfN, Bonn-Bad Godesberg, S. 131 – 140.
- GEIGER, H., HAMMER, M., PINK, B. & K. ALBRECHT (1993): Wochenstubenfund der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum* SCHREBER) in der Oberpfalz. Koordinationsstelle für Fledermausschutz in Nordbayern, unveröff.
- GOITI, U., VECIN, P., GARIN, I., SALONA, M. & J. R. AIHARTZA (2003): Diet and prey selection in Kuhl's pipistrelle *Pipistrellus kuhlii* (Chiroptera: Vespertilionidae) in south-western Europe. *Acta Theriol.* 48, S. 457 – 468.
- GOITI, U., AIHARTZA, J. R. & I. GARIN (2004): Diet and prey selection in the Mediterranean horseshoe bat *Rhinolophus euryale* (Chiroptera: Rhinolophidae) during the pre-breeding season. *Mammalia* 68, S. 397 – 402.
- GOITI, U., ARRIZABALAGA-ESCUADERO, A., CLARE, E., ALBERDI, A., SALSAMENDI, E., AIHARTZA, J. & I. GARIN (2016): Deepening in the niche partitioning of two sibling horseshoe bat species by means of DNA metabarcoding. In: *Programm of the International Bat Research Conference, Durban*, S. 65.
- HAMMER, M. & F. MATT (1996): Artenschutzkonzept für die Population der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*, SCHREBER 1774) in der Oberpfalz. Im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz, unveröff.
- HAUPT, J. & H. HAUPT (1998): Fliegen und Mücken. Beobachtung. Lebensweise. Naturbuchverlag Augsburg, 351 S.
- HORION, A. (1985): Faunistik der Mitteleuropäischen Käfer. Tutzing, Bd. VI: Lamellicornia (Scarabaeidae – Lucanidae). Kommissionsverlag Buchdruckerei Aug. Feyel, Überlingen-Bodensee.
- IBANEZ, C., POPA-LISSEANU, A., PASTOR-BEVIA, D., GARCIA-MUDARRA, J. & J. JUSTE. (2016): Concealed by Darkness: interactions between predatory bats and nocturnally migrating songbirds illuminated by DNA-sequencing. *Molecular Ecology* (2016) 25, S. 5254 – 5263. doi:10.1111/mec.13831.

- IVL Institut für Vegetationskunde und Landschaftsökologie (2007): Truppenübungsplatz Hohenfels, Erfolgreiches Duo: Militär und Naturschutz. Broschüre der US Army Garrison Hohenfels, 31 S.
- JACOBS, W. & M. RENNER (1974): Taschenlexikon zur Biologie der Insekten. Gustav Fischer Verlag Stuttgart, 635 S.
- JÄCKEL, J. A. (1866): Die Nahrung unserer Fledermäuse. Der Zoologische Garten, 7, S. 78.
- JEWISS-GAINES, A., MARSHALL, S. A. & T. L. WHITHWORTH (2012): Cluster Flies (Calliphoridae: Polleniinae: *Pollenia*) of North America. Canadian Journal of Arthropod Identification No. 19. doi:10.3752/ejai.2012.19.
- JONES, D., BROWN, V. & A. RUSSELL (2016): Use of next-generation sequencing vs. cloning in the molecular characterization of bat diets: can new technologies give us new answers? In: Program of the 17th International Bat Research Conference, Durban, S. 119 – 120.
- JONES, G. (1990): Prey selection by the greater horseshoe bat (*Rhinolophus ferrumequinum*): optimal foraging by echolocation? J. Anim. Ecol. 59, S. 587 – 602.
- JUNGWIRTH, D. (2003): Rote Liste gefährdeter Blatthornkäfer (Coleoptera: Lamellicornia) Bayerns. In: Bayerisches Landesamt f. Umweltschutz (2003): Rote Liste gefährdeter Tiere Bayerns, Augsburg, S. 146 – 149.
- JUNGWIRTH, D. (2005): Kommentierte Checkliste der Lamellicornia Bayerns (Coleoptera, Scarabaeoidea). Berichte der Entomologischen Gesellschaft Ingolstadt e.V., facetta Nr. 23/24, S. 28 – 44.
- KOSEJI, K., SCHNITZLER, H.-U. & B. M. SIEMERS (2011): Horseshoe bats make adaptive prey-selection decisions, informed by echo cues. Proceedings of the Royal Society B. doi:10.1098/rspb.2010.2793.
- KRAUS, A. (1978): Materialien zur Kenntnis der Ernährungsbiologie des Braunen Langohrs (*Plecotus auritus*). Zoologische Abhandlungen aus dem staatlichen Museum für Tierkunde in Dresden, 34, S. 325 – 337.
- LETTENMEIER, L. (2013): Untersuchung des Frühjahrs-Nahrungsangebotes der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*) unter besonderer Berücksichtigung des Blatthornkäfers *Rhizotrogus cicatricosus*. Bachelorarbeit an der TH Weihenstephan-Triesdorf, 114 S.
- MANNHEIMS, B. & B. THEOWALD (1951-1980) Tipulidae. In: Lindner, E.: Die Fliegen der paläarktischen Region. Bd. III 5, S. 1-538.-E. Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- MATA, V., AMORIM, F., CORLEY, M., MCCracken, G., REBELO, H. & P. BEJA (2016): Advancements in trophic analysis: a metabarcoding approach to the diet of bats. In: Programm of the 17th International Bat Research Conference, Durban, S. 93 – 94.
- MEYER, H. (2011): Dezember nass, trüb und mild. Erlanger Nachrichten, 29.12.2011, S. 16.
- MEYER, H. (2012a): 2011 war warm und sonnig wie selten zuvor. Erlanger Nachrichten, 03.01.2012, S. 1.
- MEYER, H. (2012b): Sonne machte Überstunden satt. Erlanger Nachrichten, 21.02.2012, S. 15.
- MEYER, H. (2013a): Allzu frostiger Frühlingsanfang. Erlanger Nachrichten, 19.04.2013, S. 15.
- MEYER, H. (2013b): Ein bisschen Altweibersommer. Erlanger Nachrichten, 19.10.2013, S. 16.
- MEYER, H. (2014): Ein Wintermonat, an dem nichts winterlich war. Erlanger Nachrichten, 18.01.2014.

- MEYER, H. (2015): Sogar Störche fühlen sich pudelwohl. Erlanger Nachrichten, 29.12.2015, S. 14.
- MEYER, H. (2016): Wärmerekord auf der Frankenhöhe. Erlanger Nachrichten, 14.01.2016, S. 15.
- MEINEKE, T. (1991): Auswertung von Fraßresten der beiden Langohrarten *Plecotus auritus* L. und *Plecotus austriacus* FISCHER. Naturschutz Landschaftspfl. Niedersachsen, Hannover, Heft 26, S. 37 – 45.
- MERKEL, C. (2017): Die Jagd nach dem Strichcode. Erlanger Nachrichten, Magazin am Wochenende, 11./12. November 2017, S. 5.
- PIR, J. (1994): Etho-Ökologische Untersuchung einer Wochenstubenkolonie der Großen Hufeisennase (*Rhinolophus ferrumequinum*, SCHREBER 1774) in Luxemburg. Diplomarbeit am Fachbereich Biologie an der Justus-Liebig-Universität Giessen, 90 S.
- RÖSSNER, E. (1996): Verbreitung der Gattung *Rhizotrogus* BERTHOLD, 1827 in Thüringen (COL., Scarabaeoidea:Melolonthinae). Abh. Ber. Mus. Nat. Gotha 19, S. 133 – 138.
- RÖSSNER, E. (2012): Die Hirschkäfer und Blatthornkäfer Ostdeutschlands (Coleoptera: Scarabaeoidea: Melolonthinae). Abh. Ber. Mus. Nat. Gotha 19, S. 133 – 138.
- STEINER, A., RATZEL, U., TOP-JENSEN, M. & M. FIBIGER (2014): Die Nachtfalter Deutschlands – Ein Feldführer. BugBook Publishing 2014, 878 S.
- SWIFT, S. M. & P. A. RACEY (1985): Feeding Ecology of *Pipistrellus pipistrellus* (Chiroptera: Vespertilionidae) during Pregnancy and Lactation. II Diet. J. of Animal Ecology 54, S. 217 – 225.
- TROYER-MILDNER, J. & P. MILDNER (1987): Beitrag zur Kenntnis der Moostierchen (Tentaculata: Bryozoa) Kärntens. Carinthia II, 177, 97. Jahrg. Klagenfurt, S. 131 – 144.
- VAN DEN BUSSCHE, R. A., LEE, D. N., JUDKINS, M. E., DYER, J. E., THOMPSON, D. M., STARK, R. C., PUCKETTE, W. L. & B. FULLER (2016): Molecular Dietary Analysis of the Endangered Ozark Big-Eared Bat (*Corynorhinus townsendii ingens*). Acta Chiropterologica 18 (1): S. 181 – 191.
- WACHMANN, E., MELBER, A. & J. DECKERT (2004): Die Tierwelt Deutschlands. Wanzen, Bd. 2 Cimicomorpha. Goecke & Evers, Keltern, 2004, 288 S.
- WOLZ, I. (1992): Zur Ökologie der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteini* (KUHL, 1818) (Mammalia:Chiroptera). Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg, 1992, 147 S.
- WOLZ, I. (1993): Untersuchungen zur Nachweisbarkeit von Beutetierfragmenten im Kot von *Myotis bechsteini* (KUHL, 1818). Myotis, Band 31, S. 5 – 25.
- WOLZ, I. (2011a): Untersuchungen zum Beutespektrum der Großen Hufeisennasen *Rhinolophus ferrumequinum* 2008–2011, Hohenburg/Oberpfalz. Landesamt für Umwelt, Reihe UmweltSpezial, 62 S.
- WOLZ, I. (2011b): Moostierchen und Wasserflöhe – besondere Funde im Fledermauskot. Nyctalus (N.F.), Berlin 16 (2011), Heft 1-2, S. 45 – 50.
- WOLZ, I. (1993): Untersuchungen zur Nachweisbarkeit von Beutetierfragmenten im Kot von *Myotis bechsteini* (KUHL, 1818). Myotis, Band 31, S. 5 – 25.
- WOLZ, I. (2016): Erstnachweis der Mücke *Tipula (Lunatipula) truncata truncata* LOEW, 1873 in Deutschland aus Bruchstücken im Fledermauskot. Beitr. zur bayerischen Entomofaunistik 16, Bamberg (2016), S. 1 – 7.

ZAHNER, M. (1984): Nahrungszusammensetzung, Aktivität und nächtliche Aufenthaltsräume von *Rhinolophus ferrumequinum* (Chiroptera, Rhinolophidae). Diplomarbeit am Zoologischen Museum der Universität Zürich, 39 S.

Internetquellen:

- http://www.welt-der-schmetterlinge.de/schmetterling-maennlicher_genitalapparat.html, download am 02.08.2016
- The American Entomological Institute (2002): Subfamily OPHIONINAE by Ian D. GAULD & David B. WAHL, <http://www.amentinst.org/GIN/Ophioninae/> download am 20.11.2015
- www.lepiforum.de

8 Anhang

8.1 Gesamtbeutespektren der Jahre 2008 und 2012 bis 2017

Die folgenden Abb. 69 bis Abb. 75 zeigen die Beutespektren, die jeweils aus der Gesamtpelletzahl eines Jahres ermittelt wurden. Dabei wurden nur die Jahre berücksichtigt, in denen während der ganzen Fledermaussaison in regelmäßigen Zeitabständen Kotproben genommen wurden.

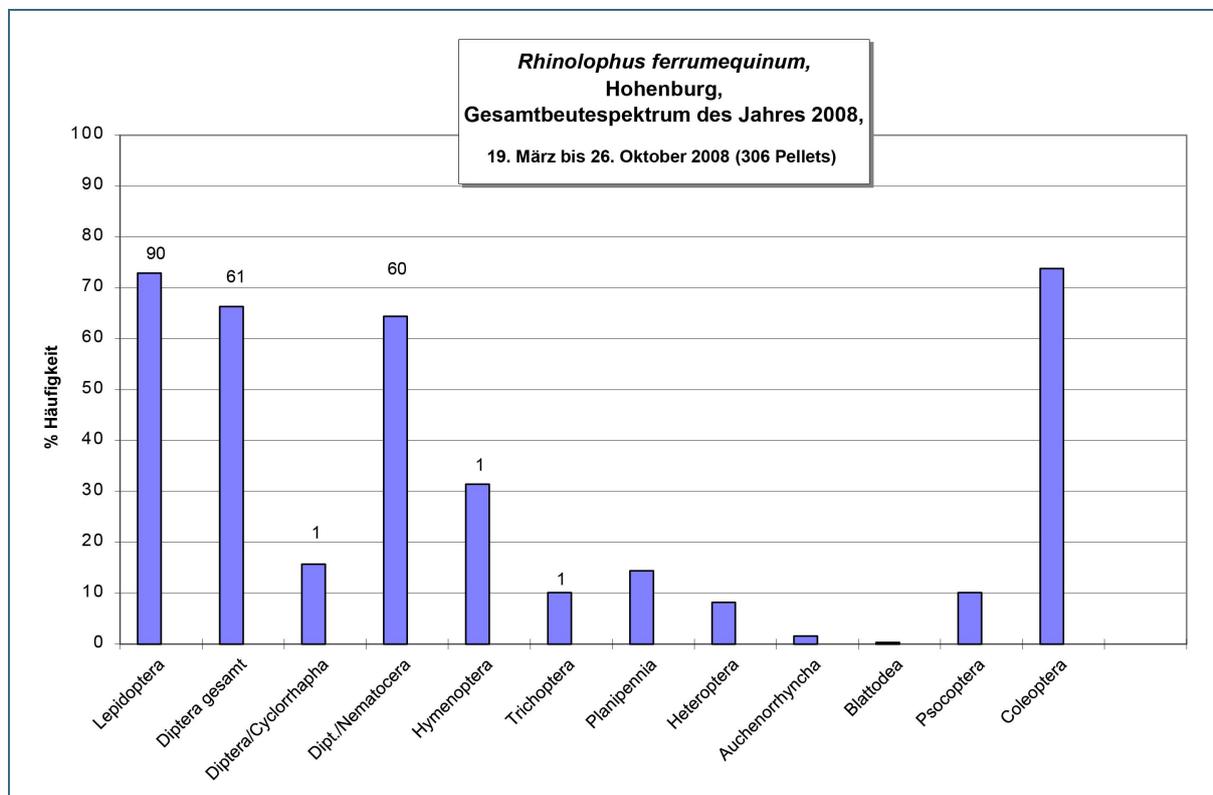


Abb. 69: Gesamtbeutespektrum des Jahres 2008, ermittelt aus insgesamt 306 Pellets.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

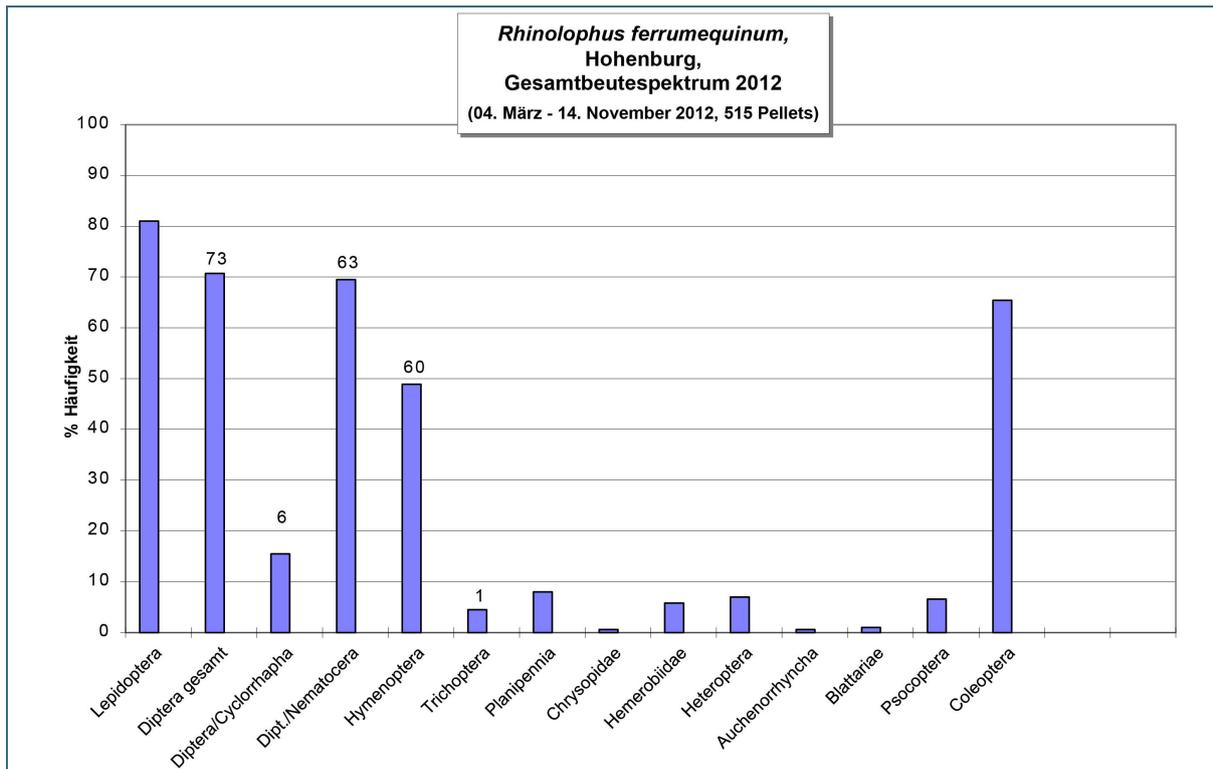


Abb. 70: Gesamtbeutespektrum des Jahres 2012, ermittelt aus insgesamt 515 Pellets. Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

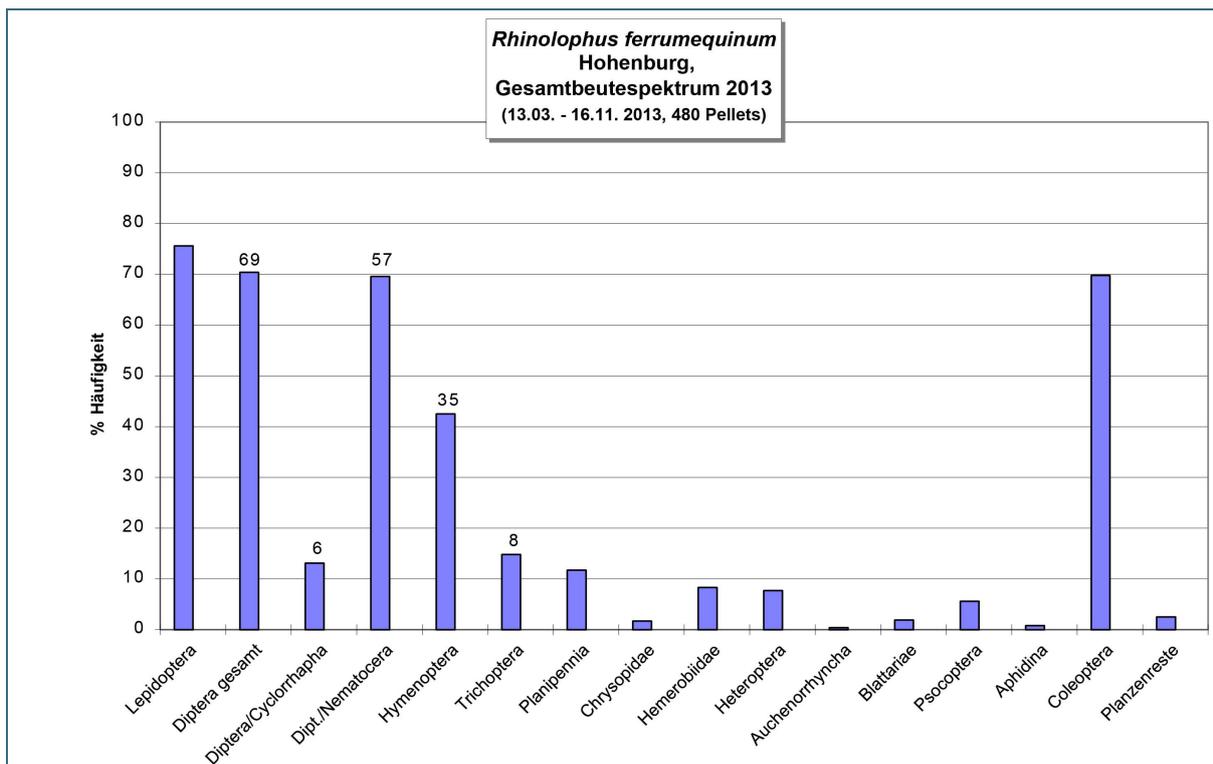


Abb. 71: Gesamtbeutespektrum des Jahres 2013, ermittelt aus insgesamt 480 Pellets. Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

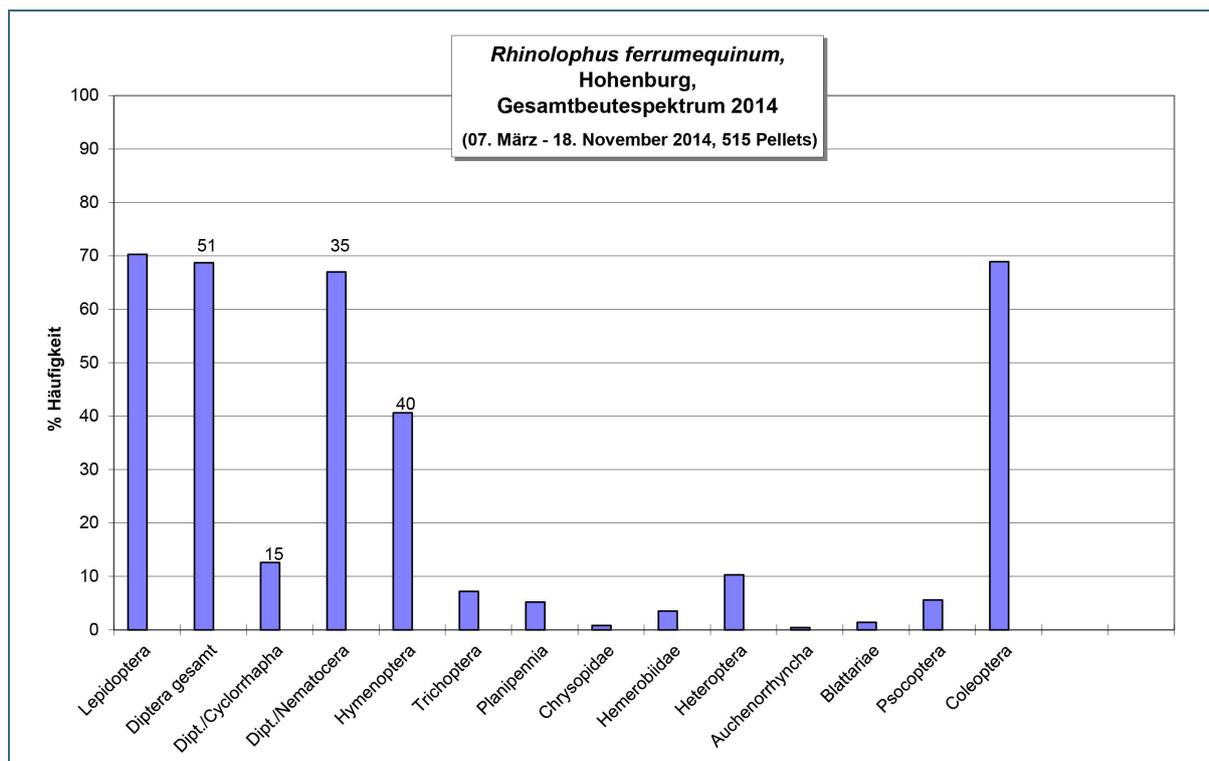


Abb. 72: Gesamtbeutespektrum des Jahres 2014, ermittelt aus insgesamt 515 Pellets.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

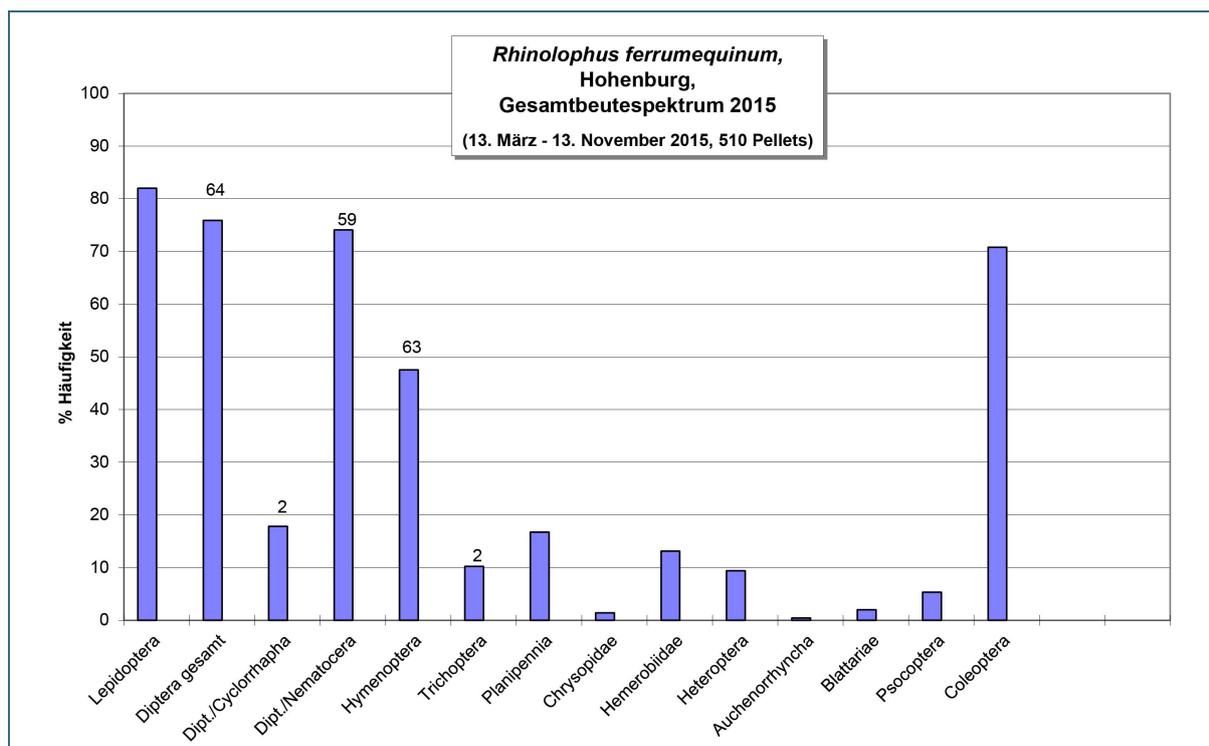


Abb. 73: Gesamtbeutespektrum des Jahres 2015, ermittelt aus insgesamt 510 Pellets.

Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

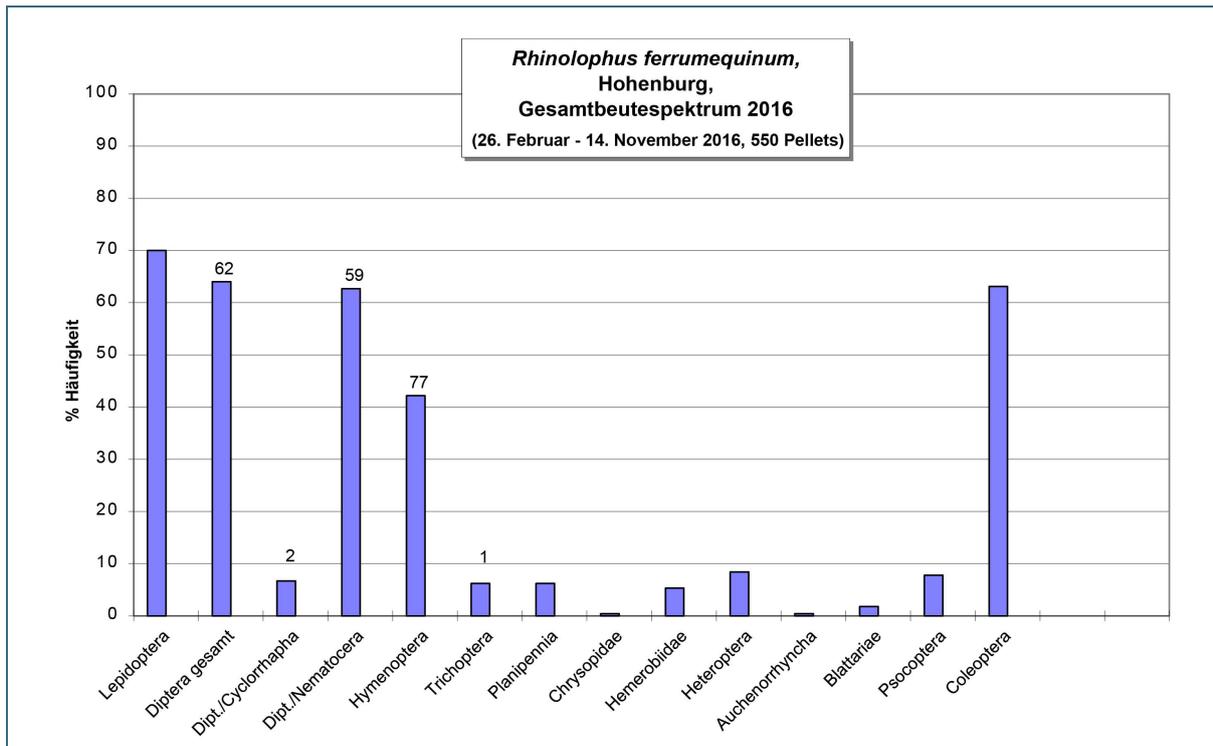


Abb. 74: Gesamtbeutespektrum des Jahres 2016, ermittelt aus insgesamt 550 Pellets.
 Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe

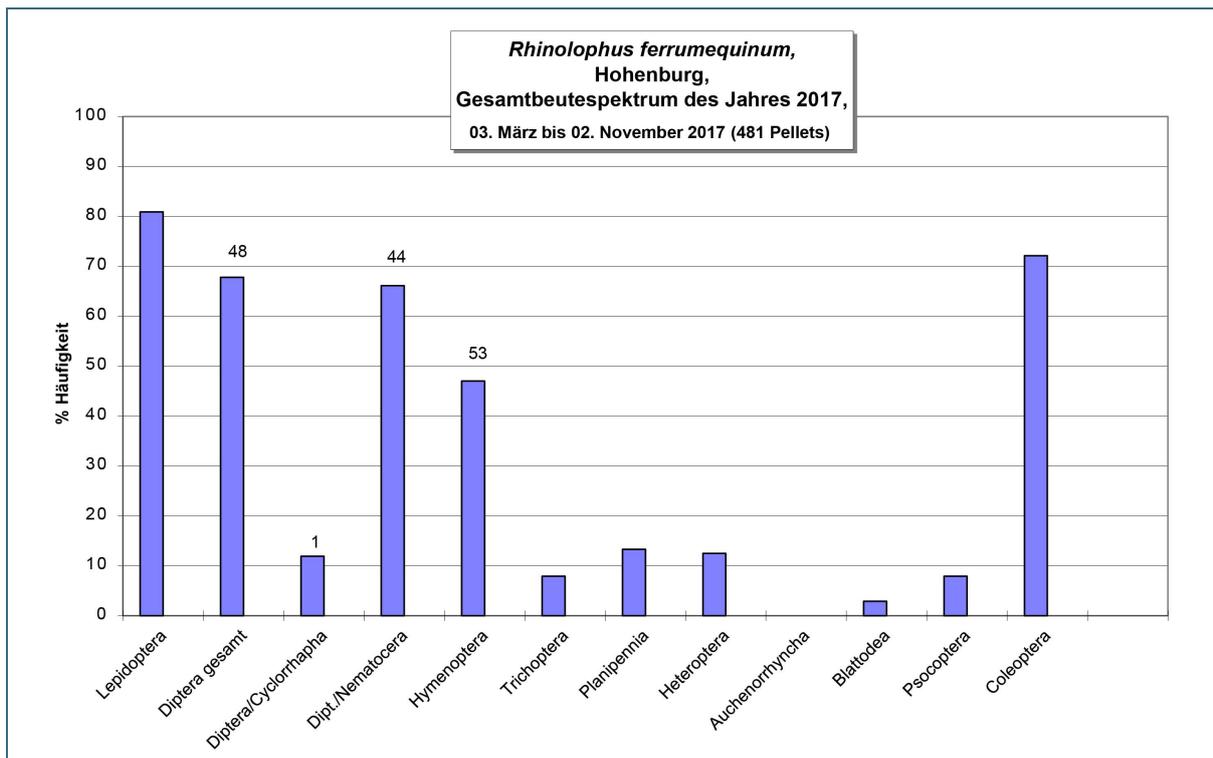


Abb. 75: Gesamtbeutespektrum des Jahres 2017, ermittelt aus insgesamt 481 Pellets.
 Die Zahlen über den Säulen geben an, in wie vielen Pellets der Probe die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete. % Häufigkeit (Höhe der Säulen): Prozentsatz der Pellets einer Probe mit Fragmenten einer bestimmten Beutetiergruppe.

8.2 Die vier Hauptbeutetierordnungen in den Jahren 2012 bis 2017

Die Abb. 76 bis Abb. 79 zeigen den Verlauf der Nutzung der vier Hauptbeutetierordnungen Lepidoptera, Coleoptera, Diptera und Hymenoptera während der Untersuchungsjahre 2012 bis 2017.

8.2.1 Lepidoptera

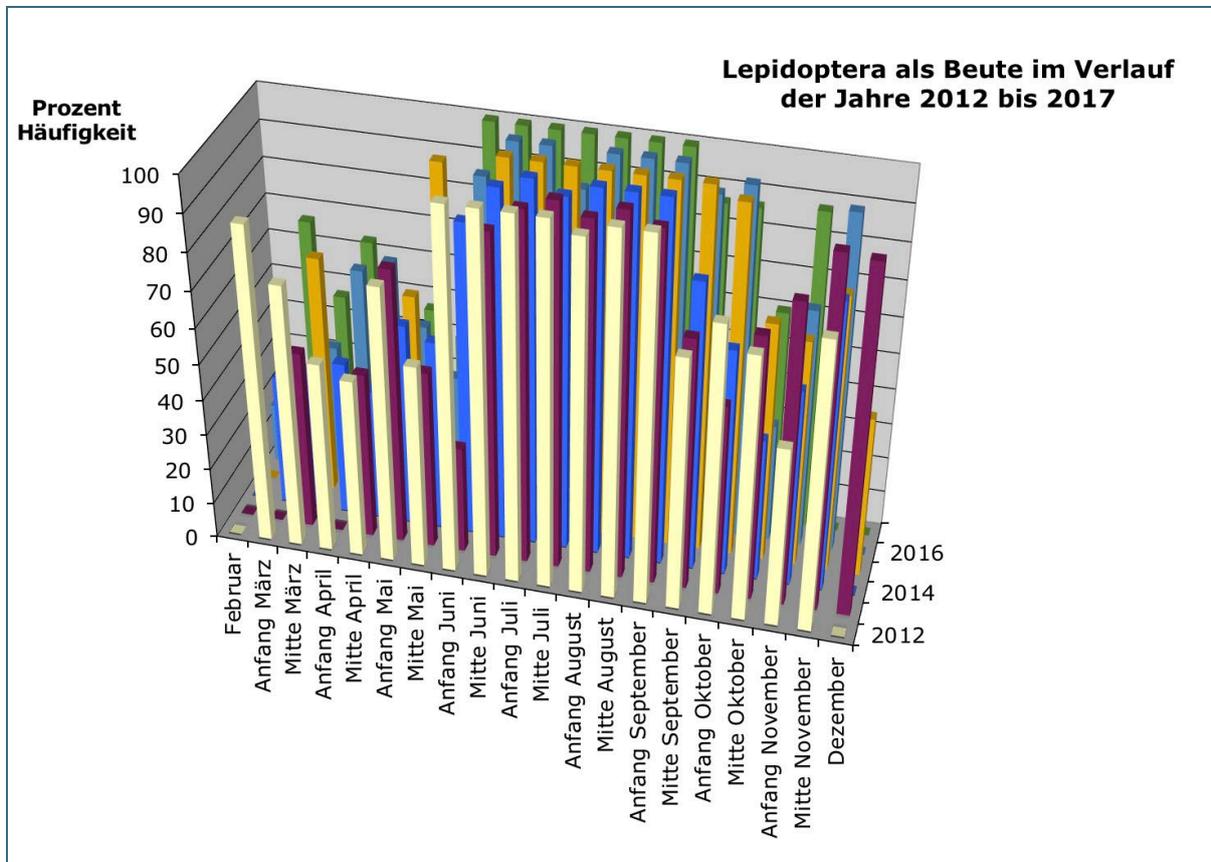


Abb. 76: Nutzung der Beutetierordnung Lepidoptera im Verlauf der Jahre 2012 bis 2017.

Die vorderste Reihe (hellgelbe Säulen) zeigt die Ergebnisse des Jahres 2012, die hinterste Reihe (grüne Säulen) die des Jahres 2017. Aus den Monaten März und November/Dezember liegen nicht aus allen Jahren Proben vor.

8.2.2 Coleoptera

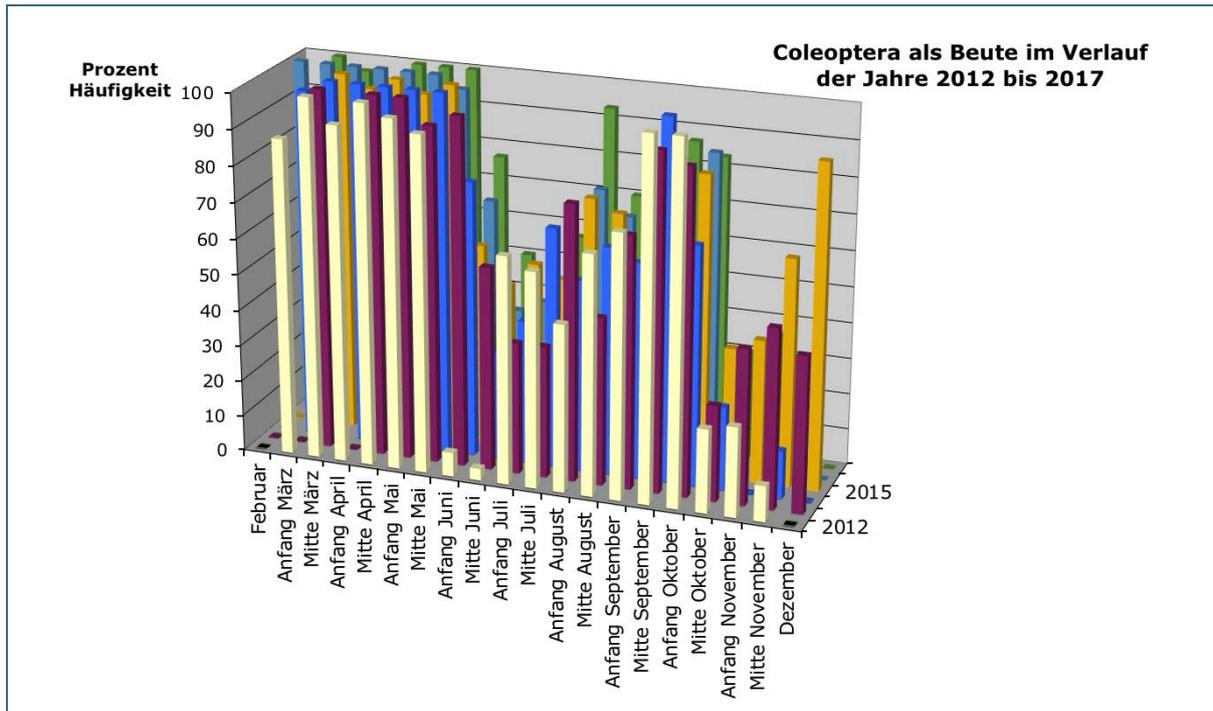


Abb. 77: Nutzung der Beutetierordnung Coleoptera im Verlauf der Jahre 2012 bis 2017. Die vorderste Reihe zeigt die Ergebnisse des Jahres 2012, die hinterste Reihe die des Jahres 2017. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 76.

8.2.3 Diptera

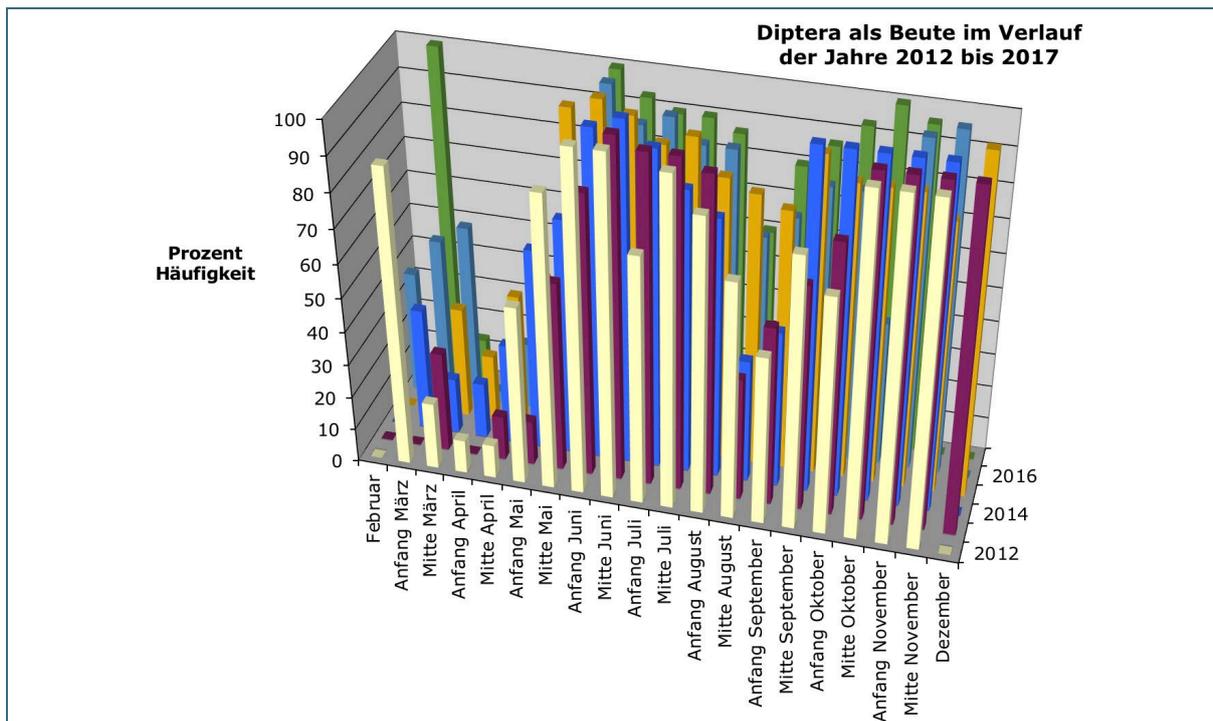


Abb. 78: Nutzung der Beutetierordnung Diptera im Verlauf der Jahre 2012 bis 2017. Die vorderste Reihe zeigt die Ergebnisse des Jahres 2012, die hinterste Reihe die des Jahres 2017. Weitere Erläuterungen siehe Abb. 76.

8.2.4 Hymenoptera

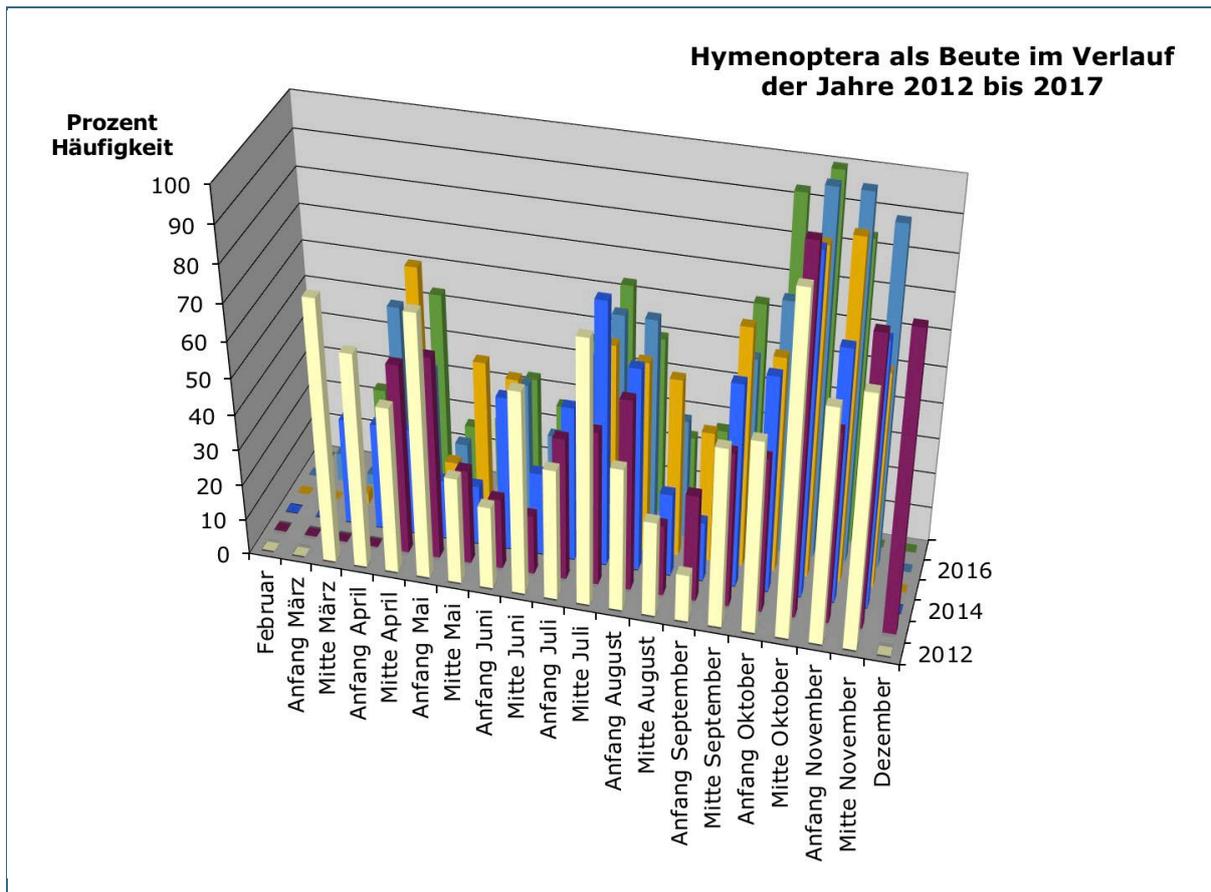


Abb. 79: Nutzung der Beutetierordnung Hymenoptera im Verlauf der Jahre 2012 bis 2017.
 Die vorderste Reihe zeigt die Ergebnisse des Jahres 2012, die hinterste Reihe die des Jahres 2017.
 Weitere Erläuterungen siehe Abb. 76.

8.3 Beutetierliste der Jahre 2008 bis 2017

Bei den meisten Beutetaxa ist angegeben, anhand welcher Fundstücke die Bestimmung erfolgte.

8.3.1 Klasse Hexapoda

• O. Lepidoptera

- Fam. Noctuidae
 - *Noctua pronuba* Nebenkrallen der Tarsenkrallen
 - *Noctua comes* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Apamea cf unanymis* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Mythimna cf pallens* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Luperina testacea* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Catocala cf fraxini* Duftschuppen der Flügel
 - *Allophytes oxyacanthae* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Calamia tridens* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Pachetra sagittigera* Form der Antennenglieder
 - *Xestia xanthographa* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Tholera cespitis* Genital-Bruchstück der Männchen
- Fam. Lasiocampidae
 - *Lasiocampa trifolii* Größe und Färbung der Eihüllen
 - *Poecilocampa populi* Größe und Färbung der Eihüllen
 - *Macrothylacia rubi* Antennenglied und Färbung der Eihüllen
- Fam. Geometridae
 - U.Fam. Ennominae
 - *Colotois pennaria* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Erannis defoliaria* Antennenform
 - *Siona lineata* Genital-Bruchstück der Männchen
 - U.Fam. Larentiinae
 - *Triphosa dubitata* Flügelfunde
- Fam. Tortricidae
 - *Eana argentana* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Pelochrista caecimaculana* Genital-Bruchstück der Männchen
- Fam. Crambidae
 - *Chrysoteuchia culmella* Genital-Bruchstück der Männchen
- Fam. Elachistidae
 - *Depressaria badiella* Genital-Bruchstück der Männchen
- Fam. Hepialidae
 - *Triodia sylvina* Genital-Bruchstück der Männchen
- Fam. Endromididae
 - *Endromis versicolora* Form der Schuppen
- Fam. Sphingidae
 - *Smerinthus ocellatus* Flügelfunde
 - *Laothoe populi* Flügelfunde, Genital-Bruchstück
 - *Hyles euphorbiae* Flügelfunde, Palisadenschuppen
- Fam. Nymphalidae
 - *Aglais urticae* Flügelfunde
 - *Inachis io* Flügelfunde
- Fam. Saturniidae
 - *Aglia tau* Beute im Maul (Lichtschrankenfoto)

• O. Diptera

• U.O. Cyclorrhapha

- Fam. Sphaeroceridae
 - *Crumomyia nitida* Femurhaken, Antennenform
- Fam. Calliphoridae
 - *Pollenia rudis* Distiphallus der Männchen
- Fam. Hippoboscidae
 - Tarsenkrallenform

- **U.O. Nematocera**
 - Fam. Tipulidae
 - *Tipula Tipula paludosa* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Tipula Lunatipula fascipennis* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Tipula Lunatipula selene* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Tipula Lunatipula lunata* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Tipula Lunatipula alpina* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Tipula Lunatipula truncata* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Tipula Lunatipula laetabilis* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Tipula Vestiplex scripta* Hypopyg-Bruchstück, Cerci der Weibchen
 - *Tipula Vestiplex nubeculosa* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Tipula Dendrotipula flavolineata* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Tipula Pterelachisus pabulina* Hypopyg-Bruchstück der Männchen
 - *Ctenophora pectinicornis* Form der Antennenglieder
 - *Nephrotoma dorsalis* Form der Antennenglieder
 - Fam. Mycetophilidae
 - *Mycomya sp.* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Docosia sp.* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Mycetophila fungorum* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Rymosia fasciata* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Tarnania dziedzickii* Genital-Bruchstück der Männchen
 - Fam. Trichoceridae
 - *Trichocera sp.* Genital-Bruchstück von Männch. + Weibch.
 - Fam. Bibionidae
 - *Biblio sp.* Dorn der Vordertibia des Weibchens
 - Fam. Limoniidae Flügeladerung
 - Fam. Sciaridae Flügel
 - Fam. Culicidae/Chaoboridae Antennenglieder
- **O. Coleoptera**
 - Fam. Melolonthidae
 - *Rhizotrogus cicatricosus* Pronotum-Zeichnung
 - *Melolontha melolontha* Zeichnung des seitlichen Abdomens
 - *Amphimallon solstitiale* Fraßrestfund
 - *Serica brunna* Antennenform, Tarsenkrallenform
 - Fam. Geotrupidae
 - *Geotrupes sp.* blaue Panzerbruchstücke
 - *Odonteus armiger* Antennenlamellen
 - Fam. Aphodiidae
 - *Aphodius rufipes* Genital-Bruchstück der Männchen
 - *Aphodius fimetarius* Genital-Bruchstück der Männchen
 - Fam. Oedemeridae
 - *Calopus serraticornis* Antennenglieder, Elytrenzeichnung.
 - Fam. Elateridae
 - *Melanotus castanipes* Genital-Bruchstück der Männchen
 - Fam. Ptinidae
 - *Ptinus fur* Flügeldecken-Zeichnung
 - Fam. Silphidae
 - *Nicrophorus humator* Fraßrest unter dem Hangplatz
 - Fam. Curculionidae Bein-Bruchstück, Flügeldeckenzeichnung

- **O. Hymenoptera**
 - Fam. Ichneumonidae
 - U.Fam. Ophioninae
 - *Ophion sp.*
 - *Enicospilus sp.*
 - U.Fam. Tryphoninae
 - *Netelia sp.*
 - Fam. Formicidae
-
- **O. Trichoptera**
 - Fam. Limnephilidae
 - *Halesus radiatus*
 - *Halesus digitatus*
 - Fam. Hydropsychidae
-
- **O. Heteroptera**
 - Fam. Miridae
 - *Charagochillus gyllenhalii*
 - *Deraeocoris lutescens*
 - *Adelphocoris lineolatus*
 - *Lygus gemellatus/Lygus pratensis*
 - *Phytocoris dimidiatus*
 - *Phytocoris sp.*
 - Fam. Pentatomidae
 - *Raphigaster nebulosa*
 - Fam. Corixidae
-
- **O. Psocoptera**
-
- **O. Planipennia**
 - Fam. Hemerobiidae
 - *Hemerobius humulinus*
 - *Drepanopteryx phalaenoides*
 - Fam. Chrysopidae
 - *Chrysoperla sp.*
-
- **O. Blattariae**
 - Fam. Ectobiidae
 - *Ectobius lapponicus*
-
- **O. Aphidina**
- **O. Auchenorrhyncha**
- **O. Ephemeroptera**
- **O. Ensifera**
- **O. Psyllina**

8.3.2 Klasse Arachnida

- **O. Araneae**

