

Fragmente im Kot der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) Abbild des Beuteerwerbs von der Wasseroberfläche

Von IRMHILD WOLZ, Neunkirchen/Brand

Mit 7 Abbildungen

Abstract

Fragments in the faeces of Daubenton's bats (*Myotis daubentonii*) reveal the foraging strategy as trawling bat

Faeces of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) were collected from colonies roosting in nest boxes in the woodlands around Kohlberg (Bavaria). Analyses reveal prey belonging to 18 arthropod orders (classes *Insecta*, *Arachnida* and *Myriopoda*). Bats catch prey by aerial hawking above the water or directly from water surface (trawling bats). Little midges of *Chironomidae* formed the main prey of most of all examined bats. 90 % of 380 tested faecal pellets included fragments of prey that had evidently been obtained from the water surface.

Characteristic structures at the chironomid pupal exuviae allow specification to genus level. These structures, demonstrated by pictures, are typical for the faeces of trawling bats.

Zusammenfassung

Die Analyse von 380 Kotpellets der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) aus der Umgebung der Stadt Kohlberg in der Oberpfalz (Bayern) ergab ein breites Beutespektrum aus 18 Arthropodenordnungen der drei Klassen *Insecta*, *Arachnida* und *Myriopoda*. In allen untersuchten Kotkrümeln wurden Zuckmücken (*Chironomidae*) nachgewiesen, die in 83,9 % der Pellets die Hauptbeute stellten. Nach den Puppen dieser Mücken (zweitwichtigste Beute) bildeten die Wanzen eine weitere wichtige Beutegruppe.

Die an den Tergiten im Abdomen vieler Mückenpuppen sitzenden, in charakteristischer Weise bedornen Anhängen, erwiesen sich aufgrund ihrer Widerstandsfähigkeit als „Zeiger-Bruchstücke“ für die Kotproben „fischender“ Fledermäuse. Dazu wird eine Reihe weiterer Fragmente durch Fotos vorgestellt, die typisch für den Kot von Wasserfledermäusen sind.

Keywords

Myotis daubentonii, analysis of faeces, trawling bats, Chironomid pupal exuviae.

1 Einleitung

Wasserfledermäuse (*Myotis daubentonii*) gehören mit den Teichfledermäusen (*Myotis dasycneme*) und den Langfußfledermäusen (*Myotis capaccinii*) zu den europäischen Fledermausarten, die in der Lage sind, Insekten direkt über, auf oder unter der Wasseroberfläche zu erbeuten („trawling bats“). Um die Beutetiere abzusichern, setzen sie vor allem ihre Schwanzflughaut und die großen Füße ein. Der genaue Bewegungsablauf sowie die zugehörigen Orungs-laute bei diesen Flugmanövern wurden bereits ausführlich dokumentiert (KALKO 1991).

Wasserfledermäuse jagen aber nicht nur dicht über stillen Wasserflächen, wobei sie gut zu beobachten sind, sondern auch über Feuchtwiesen, in Wäldern oder an Waldrändern (ARNOLD 1999, DIETZ et al. 2007). Mit dieser abwechslungsreichen Jagdmethode erschließt sich den Wasserfledermäusen ein großes Spektrum an Beuteinsekten, das auch im Kot der Tiere sichtbar wird. Neben einer ganzen Reihe von Fragmenten (z. B. von Schmetterlingen, Köcherfliegen, Netzflüglern und Hautflüglern), die sie mit anderen Fledermausarten gemeinsam haben, zeichnet sich der Kot der Wasserfledermäuse durch eine Reihe von besonderen Bruchstücken aus, die z. B. von Mückenpuppen oder Wasserwanzen stammen. Kotproben aus Nistkästen und Quartieren, in denen keine Fledermäuse angetroffen wurden, können daher eindeutig anhand dieser typischen Fragmente „fischenden“ Fledermausarten zugeordnet werden. Das Beutespektrum von Teichfledermäusen und Wasserfledermäusen ist sehr ähnlich (KRÜGER et al. 2012). Es ist daher bei der Zuordnung der Kotproben darauf zu achten, ob

im Untersuchungsgebiet neben den Wasserfledermäusen auch Teichfledermäuse beobachtet werden konnten.

2 Material und Methode

2.1 Material

Um das Beutespektrum der Wasserfledermäuse beispielhaft zu ermitteln, wurden insgesamt 380 Pellets ausgewertet, die aus verschiedenen Waldabteilungen rund um die im Naturpark „Nördlicher Oberpfälzer Wald“ gelegene Stadt Kohlberg stammten. 16 Proben wurden zwischen dem 22. Okt. 2006 und dem 6. Sept. 2010 gesammelt. Der Probenumfang betrug zwischen 10 und 33 Pellets.

2.2 Methode

Jedes Pellet wurde über Nacht in 10 ml Wasser eingeweicht, um die umgebende Schleimhülle zu lockern und die eingeschlossenen Fragmente leichter zugänglich zu machen. Anschließend wurde die aufgeweichte Probe unter dem Binokular (Vergrößerung 25-40fach) zerzupft und die zur Bestimmung der Beutetiere brauchbaren Bruchstücke ausgesammelt. Gleichzeitig wurde bei der Bearbeitung der einzelnen Pellets für jeden Kotkrümel ein Analyseprotokoll erstellt, welches gewährleistet, dass keine Fragmente übersehen oder vergessen werden. Diese Protokolle ermöglichen es auch nach Jahren, Korrekturen am Beutespektrum vorzunehmen, wenn zum Beispiel unbekannte Bruchstücke aufgrund weiterer Funde nachträglich bestimmten Beutetieren zugeordnet werden können.

Kleine dünne Fragmente wurden in Polyvinyl-Lactophenol eingebettet. Fotos dieser Bruchstücke wurden mittels Mikroskop (Olympus CH-4) und einer über Fototubus aufgesetzten Olympus OM-2N-Kamera oder einer CANON 600D angefertigt. Die Ergebnisse der Analyse wurden in Blockdiagrammen zusammengefasst. Die Höhe der Säulen dieser Diagramme gibt an, in wie viel Prozent der Pellets einer Probe Fragmente einer bestimmten Beutetiergruppe nachweisbar waren.

Die Beurteilung des Anteils der Schmetterlinge an der Beute von Fledermäusen ist problematisch. Wie Fütterungsversuche gezeigt haben (WOLZ 1993), sind Schmetterlinge durch ihre Schuppen noch tagelang nach einer Fütterung nachzuweisen, ohne dass die Fledermäuse erneut *Lepidoptera* gefressen haben. Einzelne Schuppen können bis zu zehn Tage im Darm der Fledermäuse verbleiben, so dass die Feststellung der Beute „Schmetterling“ nur durch den Nachweis von Schuppen allein zu einer deutlichen Überschätzung dieser Beutetiere im Beutespektrum von Fledermäusen führt. In der vorliegenden Untersuchung wurden Schmetterlinge daher nur dann als Beute gewertet, wenn neben Schuppen auch andere Fragmente dieser Beuteinsekten nachgewiesen werden konnten.

In vielen Kotkrümeln überwogen die Bruchstücke einer Beutetiergruppe alle anderen Fragmente in Zahl und/oder Größe so deutlich, dass diese Beute als Hauptbeute im entsprechenden Pellet bezeichnet werden konnte. Um die Bedeutung dieser Beutetiergruppen über den ermittelten Häufigkeitswert hinaus sichtbar zu machen, wird über oder neben den Säulen im Blockdiagramm die Zahl der Pellets angegeben, in der die entsprechende Arthropodengruppe die Hauptbeute bildete.

3 Ergebnisse

3.1 Das Beutespektrum

Das für die Wasserfledermäuse aus der Oberpfalz registrierte Beutespektrum umfasste insgesamt 18 Beutetierordnungen aus den drei Arthropodenklassen *Insecta*, *Arachnida* und *Myriopoda*.

Obwohl aus den Monaten Juli, August, September, Oktober und November der Jahre 2006-2010 stammend, zeigten alle ermittelten Beutespektren ein ähnliches Bild: In jedem Pellet waren Mücken nachweisbar (100 % Häufigkeit). Diese Insekten stellten in den meisten Fällen auch die Hauptbeute (in 319 der 380 analysierten Pellets; dies entspricht 83,9 %). In der Regel handelte es sich – soweit am Bruchstückmaterial bestimmbar – um Vertreter der

Familie *Chironomidae* (Zuckmücken). Häufig waren *Tipulidae* (Schnaken) nachweisbar (erkennbar an den deutlich größeren Bruchstücken und den Eiern der Weibchen). In wenigen Pellets fanden sich auch Fragmente der *Mycetophilidae* (Pilzmücken), der *Simuliidae* (Kriebelmücken) und der *Chaoboridae* (Büschelmücken) oder *Culicidae* (Stechmücken).

Bruchstücke von Puppenhüllen wurden in großer Zahl gefunden. Teilweise waren dies Fragmente der Hüllen ohne Reste der schlüpfenden Mücken, teilweise aber auch Beine, Antennen oder Flügel der fertig ausgebildeten Insekten, die noch in der Puppenhülle steckten. In 12 der 16 Proben wurden solche Reste in mehr als 50 % der analysierten Pellets nachgewiesen. In 10 Proben lagen die Werte sogar zwischen 80 und 100 % Häufigkeit.

Dritt wichtigste Beute in 11 der 16 Proben waren Wanzen, die sowohl im Wasser wie auch auf der Wasseroberfläche leben. Sie zeichnen sich durch sehr auffällige Bruchstücke aus, z. B. dunkelbraun gemusterte Flügeldecken und Abschnitte des Pronotums, Schwimmbeine, Rüsselfragmente und typisch geformte Antennenglieder. Diese Insekten erreichten in den meisten Proben Nachweiswerte von mehr als 50 % Häufigkeit. Mit 83,3 % Häufigkeit wurde der höchste Wert am 6. Okt. 2009 in der Kotprobe aus Kohlberg/Schlachtlohe erreicht.

Viele andere Arthropoden ließen sich ebenfalls im Kot der Wasserfledermäuse aus Kohlberg nachweisen, traten jedoch in der Regel nur in wenigen Pellets auf: Fliegen (*Cyclorrhapha*), Schaben (*Blattodea*), Ohrwürmer (*Dermaptera*), Laubheuschrecken (*Ensifera*), Rindenläuse (*Psocoptera*), Hautflügler (*Hymenoptera*), Netzflügler (*Planipennia*), Zikaden (*Auchenorrhyncha*), Libellen (*Odonata*), Schmetterlingslarven, Hundertfüßer (*Chilopoda*) und Weberknechte (*Opiliones*).

Bemerkenswert niedrig war bei den Oberpfälzer Wasserfledermäusen die Nachweisquote für Eintagsfliegen und Köcherfliegen, die bevorzugt in Gewässernähe fliegen und in größerer Zahl im Kot zu erwarten gewesen wä-

ren. Jedoch erreichten die Köcherfliegen in der Regel nur Nachweiswerte bis maximal 20 % Häufigkeit. Einzige Ausnahme war die Kotprobe vom 22. Okt. 2010, in der 42,4 % aller Pellets Köcherfliegenreste enthielten. Auch die Eintagsfliegen wurden in den Sommermonaten entweder überhaupt nicht oder nur mit geringen Werten nachgewiesen. Sie erreichten ihr Nachweismaximum mit 60 % Häufigkeit am 5. Okt. 2008.

In fast allen Proben der Wasserfledermäuse (einzige Ausnahme: Hainbach Nk 367, 05.09.2010) wurden Spinnenfragmente gefunden. Mit einem Höchstwert von 66,7 % Häufigkeit wurden sie am 6. Okt. 2009 registriert. Blattläuse, die in fünf der 16 Proben nicht nachgewiesen werden konnten, erreichten ihren Höchstwert mit 86,7 % Häufigkeit ebenfalls am 6. Okt. 2009 und stellten in dieser Probe in fünf Pellets die Hauptbeute.

Die Wasserfledermäuse hatten sicherlich immer dann beim Beutefang direkten Kontakt zur Wasseroberfläche, wenn Puppenfragmente verschiedener Mückenarten, Bruchstücke von Ruderwanzen und Wasserläufern, aber auch die Reste von Wasserfloheiern und die Dauerstadien von Moostierchen (WOLZ 2011) in den Kotkrümeln zu finden waren. Von allen analysierten 380 Pellets enthielten 342 (entspricht 90 %) solche Fragmente, was die deutliche Bevorzugung des Beuteerwerbs direkt von der Wasseroberfläche durch *Myotis daubentonii* demonstriert.

Abb. 1 zeigt beispielhaft ein typisches Beutespektrum der Wasserfledermäuse, ermittelt aus der Probe vom 26. Aug. 2007. Die Fliegen stellten in diesem Fall in zwei Pellets die Hauptbeute, einmal zusammen mit den Mücken, einmal allein. Die Summe der Pellets mit einer bestimmten Hauptbeute ergibt einen Wert, der die Gesamtzahl der Pellets von 30 überschreitet, da Mücken und Mückenpuppen in zwei Fällen gemeinsam die Hauptbeute bildeten.

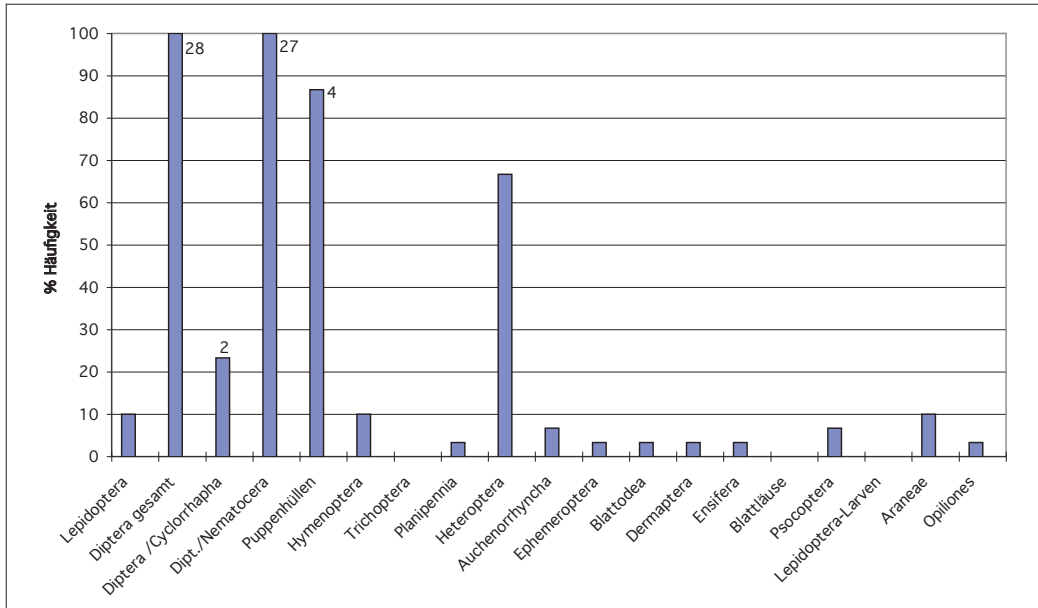


Abb. 1. Beutespektrum der Wasserfledermaus, *Myotis daubentonii*, 26. Aug. 2007, Kohlberg (Oberpfalz, Bayern).

3.2 Typische Bruchstücke adulter Mücken

Analysiert man den Kot von Wasserfledermäusen, so fällt schon nach wenigen Pellets auf, dass das Bruchstückmaterial recht eintönig ist. Da in der Regel die Zuckmücken die vorherrschende Beute bilden, werden die Proben von den Fragmenten dieser Insekten weitgehend dominiert. Auffallend sind vor allem die Büschelantennen der Männchen und die ersten Antennenglieder von Männchen und Weibchen, die erstaunlich

gut erhalten bleiben. Diese ersten Antennenglieder können in großer Zahl in einzelnen Kotkrümel zu finden sein und ermöglichen es, die Zahl der verzehrten Mücken pro Pellet abzuschätzen. So wurden in einem Krümel der Probe vom 29. Aug. 2007 47 gleichartige, flache, runde erste Antennenglieder gefunden, die zu mindestens 24 Beutetieren gehörten. Zusätzlich wurden weitere winzige flache bzw. mehrere große, dunkelbraune, kugelig geformte erste Antennenglieder nachgewiesen. In diesem Pellet ließen sich daher fast 30 Mücken als Beutetiere auszählen.



Abb. 2. Links: Antennenbasisglieder von Mücken aus dem Kot von *Myotis daubentonii* (Hainbach, 27.09.2009). Rechts: Büschelantennen von Mückenmännchen aus dem Kot von *Myotis daubentonii* (Kohlberg/Schlemm, 10.07.2007). Alle Aufn.: Dr. I. WOLZ.

Vollständig erhaltene Mückenköpfe, viele Bruchstücke der meist schwarzen Augen mit mehr oder weniger deutlich sichtbaren Ausbuchtungen, viele Fetzen der Körperhülle und die Beinfragmente bilden die Grundmasse der Bruchstücke in den Mückenpellets. Flügel oder nennenswerte Flügelfragmente findet man dagegen selten. Sie überstehen die Passage durch die Fledermaus nur in wenigen Fällen unverehrt.

Abb. 2 zeigt die Büschelantennen von Mückenmännchen sowie Antennenbasisglieder von Mücken aus dem Kot von *Myotis daubentonii*.

3.3 Typische Bruchstücke von Mückenpuppen

Wenn Mückenpuppen bereit zum Schlüpfen der Imagines sind, schwimmen sie durch Einsatz ihrer Analfächer an die Wasseroberfläche, durchstoßen diese, die Rückennaht am Vorderkörper reißt auf und die Mücke schlüpft mit Kopf und Thorax voran aus der Hülle. Dabei bilden sich auf der Wasseroberfläche winzige Wellen und die jagenden Wasserfledermäuse sind in der Lage, die schlüpfenden Mücken zu erkennen. Steckt das Insekt im Augenblick des Zugriffs durch die Fledermaus noch zur Hälfte in der Puppenhülle, so entsteht eine Reihe von charakteristischen, auffallenden Bruchstücken: Beinfragmente, die noch ganz von der Puppenhülle umgeben oder halb herausgezogen sind, und Flügelhüllenbruchstücke, in denen man

die Flügel der erwachsenen Mücke erkennen kann (Abb. 3).

Obwohl die Puppenhüllen der kleinen Mücken sehr zart und vergänglich wirken, liefern sie dennoch eine Reihe von Fragmenten, die gattungstypische Merkmale enthalten. Dazu gehören z. B. die Abdomina der häufigen Zuckmückengattung *Glyptotendipes* (*Chironomidae/Chironominae*, Bestimmung nach BOUCHARD & FERRINGTON 2008), die an einigen Tergiten des Abdomens mittelständige, unpaare, bedornete, epaulettenförmige Fortsätze tragen, die die Passage durch den Magen-Darmtrakt der Fledermäuse in der Regel fast unbeschädigt überstehen. Im meist einheitlich hellbraunen Material zerzupfter, in Wasser eingeweichter Kotpellets von *Myotis daubentonii* sind diese kräftig dunkelbraun gefärbten Fragmente – obwohl recht klein – gut zu erkennen. Sie wurden in 36,6 % der 380 Kotkrümel, die der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegen, nachgewiesen und können aufgrund ihres unverwechselbaren Aussehens als „Zeiger“-Bruchstücke für den Kot von „trawling bats“ bezeichnet werden.

Auch die Prothorakalhörnchen, mit deren Hilfe die Zuckmückenpuppen an der Wasseroberfläche atmen, sind erstaunlich widerstandsfähig und ermöglichen in manchen Fällen die Bestimmung der erbeuteten Mückengattungen (BOUCHARD & FERRINGTON 2008). Zählt man diese Fragmente für jedes Pellet aus, so lässt

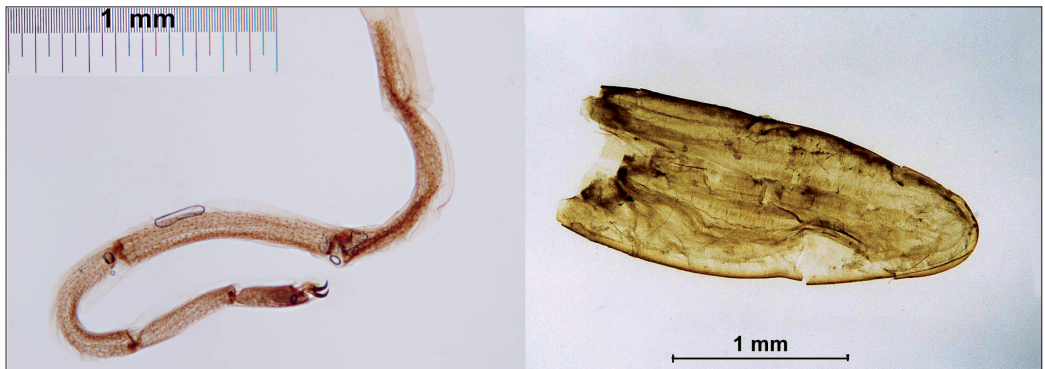


Abb. 3. Links: Beinbruchstück einer Mücke, das noch von der Puppenhülle umgeben ist (Kohlberg/Schlachtlohe, 05.09.2010). Rechts: Vom Thorax abgerissene Flügelhülle aus dem Kot von *Myotis daubentonii* (Kohlberg/Schlemm, 10.07.2007). Im Inneren ist der zarte Flügel zu erkennen.



Abb. 4. Bruchstücke von Mückenpuppen. Oben links: Prothorakalhörnchen der Mückengattung *Procladius* (Hainbach, 27.09.2009). Oben rechts: Prothorakalhörnchen der Mückengattung *Chaoborus* (Hainbach, 27.09.2009). Mitte links: Analfächer der Gattung *Glyptotendipes* (Kohlberg/Diebeswinkel, 13.08.2008). Mitte rechts: Analfächer der Gattung *Chaoborus* (Hainbach, 27.09.2009). Unten links: Sklerite im Abdomen von *Glyptotendipes* (Hainbach, 27.09.2009). Unten rechts: Sklerite im Abdomen von *Glyptotendipes*, Vergrößerung eines Ausschnitts.

sich daraus direkt ablesen, wie viele Puppenhüllen in einem Kotpellet mindestens enthalten waren. Der bisher festgestellte Höchstwert für Puppen der Gattung *Procladius* (*Chironomidae/Tanypodinae*) ergab elf Prothorakalhörnchen, was sechs Exemplaren dieser Puppen in einem Pellet der Probe vom 22. Okt. 2006 entspricht. Neben dem Nachweis der weit verbreiteten Mückengattung *Procladius* (*Chironomidae/Tanypodinae*) wurden auch Puppen

der Gattungen *Tanypus* (*Chironomidae/Tanypodinae*) und *Chaoborus* (*Büschelmücken, Chaoboridae*) nachgewiesen. Bei den Büschelmücken erfolgte die Bestimmung der Prothorakalhörnchen über die Zucht der Larven von *Chaoborus flavicans*. Die sich entwickelnden Puppen wiesen die zarten, wie mit einem Netz überzogen wirkenden, fast durchsichtigen Prothorakalhörnchen auf, wie sie auch aus den Kotproben bekannt waren.



Abb. 5. Oralhörnchen und Antennenbasen einer Mücken-Puppenhülle aus dem Kot von *Myotis daubentonii* (Kohlberg/Diebeswinkel, 13.08.2008).

Abb. 4 zeigt die Prothorakalhörnchen der Gattungen *Procladius* und *Chaoborus*, die Analfächer der Gattungen *Glyptotendipes* und *Chaoborus* sowie die bedorneten, epaulettenförmigen Sklerite im Abdomen der Mückengattung *Glyptotendipes* sowohl in der Übersicht als auch in starker Vergrößerung.

Neben den Skleriten an den Tergiten des Abdomens und den Prothorakalhörnchen liefern

auch die Frontpartien der Mückenpuppen unverwechselbare Bruchstücke. Sie sind jedoch im Bruchstückmaterial weniger auffällig, da sie sich in Farbe und Festigkeit nicht von den restlichen Fragmenten der Mückenpuppen unterscheiden und daher leichter übersehen werden. Diese so genannten Oralhörnchen (LINDNER 1957) oder „frontal apotomes“ (BOUCHARD & FERRINGTON 2008) haben eine typische Form. Meist findet man sie über Gewebereste noch



Abb. 6. Links: Deckflügel einer Wasserzikade der Gattung *Sigara*. Rechts: Schwimmbein einer Wasserzikade mit langer Behaarung aus dem Kot von *Myotis daubentonii* (Kohlberg/Schlemm, 10.07.2007).



Abb. 7. Tarsenspitze eines Wasserläufers aus dem Kot von *Myotis daubentonii* (Hainbach, 27.09.2009).

mit den Basen der Antennenhüllen verbunden. Abb. 5 zeigt das gut erhaltene Kopfbruchstück einer Mückenpuppe mit den paarigen Oralhörnchen. Die nebenliegenden Antennenhüllen sind noch vollständig erhalten.

3.4 Typische Bruchstücke von Wanzen

Ruderwanzen (*Corixidae*) gehören zu den Wasserwanzen (*Heteroptera*, *Hydrocorisae*), die vorwiegend in stehenden Gewässern leben. Sie schwimmen mit dem Rücken nach oben, zum Luft schöpfen berühren sie den Wasserspiegel mit dem Vorderkörper, nehmen die Luft vor allem zwischen Kopf und Vorderbrust auf und speichern den Luftvorrat in der feinen Körperbehaarung unter dem Halsschild und unter den Flügeln. Vor der Paarung stridulieren die Männchen etlicher Arten, weshalb man diese Wanzen auch als Wasserzikaden bezeichnet. Ihre Flügel sind meist gut ausgebildet. Die Tiere fliegen gern und können nach Durchstoßen der Wasseroberfläche zum Flug starten (JACOBS & RENNER 1974). Vor allem die

dunkel gemusterten Flügeldecken und die lang behaarten Schwimmbeine fallen als Fragmente im Kot der Wasserfledermäuse schnell auf, da sie sich von den kleinen, einheitlich hellbraun gefärbten Bruchstücken der Mücken und Mückenpuppen deutlich abheben (Abb. 6).

Die Wasserläufer (*Gerridae*), die zu den Landwanzen gehören (*Heteroptera*, *Geocorisae*), leben meist gesellig auf der Wasseroberfläche stehender Gewässer. Ihre Körperunterseite und ihre Beine sind sehr fein wasserabstoßend behaart. Die Körper dieser Insekten ruhen nur auf den Spitzen der Vorder- und Hinterbeine und werden von der Oberflächenspannung des Wassers getragen. Die Tarsalkrallen sitzen nicht am Fußende, sondern in einer Bucht etwas davor (JACOBS & RENNER 1974). Neben den Rüsselspitzen dieser Insekten fallen vor allem die dunkelbraunen, gleichmäßig sklerotisierten Vorderflügel-Fragmente der langflügeligen Arten auf. Auch die relativ groben, dicht behaarten Beinbruchstücke mit den eingesenkten Krallen sind nicht mit den Resten anderer Beute der Wasserfledermäuse verwechselbar (Abb. 7).

4 Diskussion

Die Untersuchungen der Kotproben von Wasserfledermäusen aus der Oberpfalz ergaben eine deutliche Bevorzugung von Mücken, vor allem aus der Familie der *Chironomidae* (Zuckmücken), während des gesamten Untersuchungszeitraums, der die Monate Juli bis November in den Jahren 2006-2010 umfasste. Diese Mücken, die in großen Schwärmen über den Gewässern fliegen, sowie ihre Puppen, die die Wasserfledermäuse direkt von der Wasseroberfläche abgekeschert haben, bildeten den Hauptteil der Nahrung der untersuchten Oberpfälzer Wasserfledermäuse. Diese Bevorzugung der Zuckmücken vor allen anderen Beutetiergruppen wird auch von anderen Autoren beschrieben, z. B. TAAKE (1992), BECK (1995), KOKUREWICZ (1995), ARNOLD (1999) und KRETSCHMER (2001). Bei FLAVIN et al. (2001) fanden sich im Kot der Wasserfledermäuse neben den Zuckmücken auch viele Köcherfliegenreste. Seine Kotanalysen ergaben, dass ein Viertel der Beute von der Wasseroberfläche aufgenommen worden war (wasserlebende Insekten, ihre Larven und Puppen). Auch KRÜGER (2012) ermittelte die *Chironomidae* als Hauptbeute sowohl bei der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) als auch bei der Teichfledermaus (*Myotis dasycneme*). Sie konnte zeigen, dass die von ihr untersuchten Teichfledermäuse statistisch signifikant mehr *Chironomidae* erbeutet hatten als die Wasserfledermäuse. Bei beiden Fledermausarten ermittelte sie wie KOKUREWICZ (1995) als zweitwichtigste Beutetierordnung die Köcherfliegen, die im Material der Oberpfälzer Fledermäuse nur eine geringe Rolle spielten.

Das bei den Wasserfledermäusen aus der Umgebung Kohlbergs registrierte breite Beutespektrum umfasste insgesamt 18 Arthropodenordnungen aus drei Klassen (*Insecta*, *Arachnida* und *Myriopoda*). 90 % der analysierten Pellets enthielten Fragmente von Beute, die von *Myotis daubentonii* sicher direkt von der Wasseroberfläche aufgenommen wurde. Dazu zählen vor allem die Mückenpuppen sowie die Ruderwanzen und Wasserläufer. Auch die Dauereier der Wasserflöhe und die Fortpflanzungsstadi-

en von Moostierchen (Flottoblasten) beweisen den direkten Kontakt der Wasserfledermäuse zur Wasseroberfläche beim Beutefang. Eine Reihe verschiedener, auf der Wasseroberfläche treibender und zappelnder Insekten, die durch Zufall dorthin verbracht wurden (z. B. Blattläuse, Schaben, Ohrwürmer), wurden von den Wasserfledermäusen vermutlich auch durch „Abkeschern“ gefangen. Wasserfledermäuse jagen zwar bevorzugt über Wasserflächen, doch wurden sie auch an anderen Stellen bei der Jagd angetroffen: über Feuchtwiesen oder an wasserfernen Orten wie an Waldrändern, im Wald oder auf Waldlichtungen, wo sie in einer Höhe von 1-5 m jagen (DIETZ et al. 2007). Auch ARNOLD (1999) geht davon aus, dass ein großer Teil der von ihm im Kot der Wasserfledermäuse nachgewiesenen Schmetterlingslarven und Spinnen nicht von der Wasseroberfläche aufgenommen wurde, sondern eher der Jagd über Land zuzurechnen ist. Individuen beider Arthropodengruppen können an ihren Fäden in den Luftraum der Fledermäuse hängen und so zur Beute werden. Bei Spinnen wäre auch die Verdriftung der Tiere an ihren Fäden eine Möglichkeit, den Fledermäusen als Luftbeute zum Opfer zu fallen.

Bereits im Jahr 1966 beschrieben BROSSET & DEBOUTTEVILLE die Funde von Fischfragmenten im Kot von Wasserfledermäusen. Sie wiesen z. B. Bruchstücke von Kiemendeckeln und Spangen des Kiemenapparats oder dem Hörsinn der Fische dienende *Otolithen* (Hörsteinchen) nach. An Hautstücken der erbeuteten Fische entdeckten sie weiterhin Reste des Pilzes *Saprolegnia*, der bei Fischen einen weißen, fellartigen, als Fischschimmel bezeichneten Belag verursacht.

SIEMERS et al. (2001) beobachteten im Laborversuch, dass ein Wasserfledermaus-Männchen auch tote Kleinfische erbeutete, wenn sie die Wasseroberfläche durchstießen. Im Kot dieser Fledermaus konnten die Reste von 30 verfütterten Fischen aber praktisch nicht nachgewiesen werden.

In den Kotproben der Wasserfledermäuse aus der Oberpfalz fanden sich keine Hinweise auf

erbeutete Kleinfische. Sollten die Fledermäuse im Freiland tatsächlich Kleinfische fangen, so kommt dies vermutlich nicht oft vor oder aber die Reste solcher Beute sind über Kotanalysen nur schwer nachweisbar.

Danksagung

Herrn BAUER aus Kohlberg, der mich regelmäßig mit dem Kot von Wasserfledermäusen aus der Oberpfalz versorgte, möchte ich ganz herzlich danken.

Die Beutetierbestimmung mit Hilfe von Arthropodenfragmenten aus dem Fledermauskot ist mühsam und zeitaufwändig. Ich möchte mich daher bei allen Biologen bedanken, die mir mit Fachliteratur, mit der Beurteilung von Bruchstückfotos und bei der Bewertung von Fragmenten geholfen und so dazu beigetragen haben, dass zumindest einige Familien und Gattungen der Beutetiere der Oberpfälzer Wasserfledermäuse bestimmt werden konnten. Mein besonderer Dank gilt Herrn ANDREAS ARNOLD, der mir Alkoholmaterial verschiedener Mücken aus den Rheinauen zur Verfügung stellte – ein direkter Vergleich mit Belegexemplaren ist bei den Bruchstückbestimmungen aus dem Kotmaterial besonders hilfreich.

Schrifttum

- ARNOLD, A. (1999): Zeit-Raumnutzungsverhalten und Nahrungsökologie rheinauenbewohnender Fledermausarten (*Mammalia: Chiroptera*). Diss., Univ. Heidelberg (305 pp.).
- BECK, A. (1995): Fecal analyses of European bat species. *Myotis* **32-33**, 109-119.
- BOUCHARD, R. W., & FERRINGTON, L. C. (2008): Identification Guide and Key to Chironomid Pupal Exuviae in Mongolian Lakes. Univ. of Minnesota, Chironomid Research Group (76 pp.).
- BROSSET, A., & DEBOUTTEVILLE, C. D. (1966): Le regime alimentaire du Vespertilion de Daubenton *Myotis daubentonii*. *Mammalia* **30**, 247-251.
- DIETZ, C., VON HELVERSEN, O., & NILL, D. (2007): Handbuch der Fledermäuse Europas und Nordwestafrikas. Kosmos Naturführer. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart.
- FLAVIN, D. A., et al. (2001): Analysis of the diet of Daubenton's bat *Myotis daubentonii* in Ireland. *Acta Theriol.* **46**(1), 43-52.
- JACOBS, W., & RENNER, M. (1974): Taschenlexikon zur Biologie der Insekten. Gustav-Fischer Verlag, Stuttgart.
- KALKO, E. K. V. (1991): Zum Jagd- und Echoortungsverhalten der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*, Kuhl, 1819) in den Rheinauen bei Karlsruhe. *Carolinea* **49**, 95-100.
- KOKUREWICZ, T. (1995): Increased Population of Daubenton's Bat (*Myotis daubentonii*, Kuhl, 1819) (*Chiroptera: Vespertilionidae*) in Poland. *Myotis* **32-33**, 155-161.
- KRETSCHMER, M. (2001): Untersuchungen zur Biologie und Nahrungsökologie der Wasserfledermaus, *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817), in Nordbaden. *Nyctalus* (N. F.) **8**, 28-48.
- KRÜGER, F., et al. (2012): High trophic similarity in the sympatric North European trawling bat species *Myotis daubentonii* and *Myotis dasycneme*. *Acta Chiropterologica* **14**(2), 347-356.
- LINDNER, E. (1957): Die Fliegen der Palaearktischen Region. 13c *Tendipedidae – Tendipedinae*. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- SIEMERS, B. M., et al. (2001): *Myotis daubentonii* is able to catch small fish. *Acta Chiropterologica* **3**, 71-75.
- TAAKE, K.-H. (1992): Strategien der Ressourcennutzung an Waldgewässern jagender Fledermäuse. *Myotis* **30**, 7-74.
- WOLZ, I. (1993): Untersuchungen zur Nachweisbarkeit von Beutetierfragmenten im Kot von *Myotis bechsteini* (Kuhl, 1818). *Myotis* **31**, 5-25.
- (2011): Moostierchen und Wasserflöhe – besondere Funde im Fledermauskot. *Nyctalus* (N. F.) **16**, 45-50.