

ANDREAS ARNOLD, MONIKA BRAUN, NORBERT BECKER &amp; VOLKER STORCH

# Zur Nahrungsökologie von Wasser- und Rauhhaufledermaus in den nordbadischen Rheinauen

## Kurzfassung

Über einen Zeitraum von drei Jahren wurde in einem Gebiet in den nordbadischen Rheinauen eine Untersuchung durchgeführt mit dem Ziel, den möglichen Einfluss der biologischen Stechmückenbekämpfung auf lokale Fledermauspopulationen zu erfassen. Neben anderen Projekten wurden Analysen von Kotpellets von Wasser- (*Myotis daubentonii* KUHL, 1817) und Rauhhaufledermäusen (*Pipistrellus nathusii* KEYSERLING & BLASIUS, 1839) durchgeführt, um den relativen Anteil von Stechmücken (Culicidae) innerhalb des Nahrungsspektrums der Fledermäuse zu erfassen. Die Ergebnisse zeigten, dass sich beide Fledermausarten überwiegend von Gliedertieren kleiner und mittlerer Größe ernährten, insbesondere von Zweiflüglern (Diptera).

Bei der Wasserfledermaus konnte eine saisonale Umstellung des Nahrungsspektrums ermittelt werden. Während sich ihre Nahrung im Frühjahr hauptsächlich aus Zuckmücken (Chironomidae) zusammensetzte, lag der Anteil von Insekten, die nicht dem Wasser entstammen, im Sommer deutlich höher, was darauf schließen lässt, dass die Wasserfledermaus in dieser Jahreszeit ihre Nahrung vermehrt in terrestrischen Jagdgebieten sucht. Die ausgeprägten saisonale Schwankungen in der Nahrungszusammensetzung können für beide untersuchten Fledermausarten als Indiz für ein ausgesprochen opportunistisch geprägtes Verhalten bei der Nahrungsaufnahme gewertet werden. Dabei werden besonders in Schwärmen auftretende Insektengruppen bejagt.

Obwohl während des gesamten Untersuchungszeitraumes Stechmücken in hohen Dichten in den Auwäldern auftraten, konnte diese Insektengruppe nur in wenigen Fällen sicher in der Nahrung nachgewiesen werden. Auf die Verwechslungsmöglichkeiten mit Büschelmücken (Chaoboridae) wird eingegangen.

Die Studie hat gezeigt, dass die Fledermauspopulationen im Untersuchungsgebiet durch eine Stechmückenbekämpfung mit Präparaten auf Basis von *Bacillus thuringiensis israelensis* nicht beeinträchtigt wurden. Im Umkehrschluss ist festzuhalten, dass Fledermäuse nicht dazu geeignet sind, als Prädatoren in einem integrierten Programm zur Stechmückenbekämpfung eingesetzt zu werden.

wed an alteration in their diets' composition. In spring the prey consisted mainly of waterborne midges whereas in summer the amount of not-waterborne insects increased considerably indicating that the bats more frequently hunted in terrestrial habitats. In the diet of Nathusius' bats the Diptera were also of major importance. Seasonal variations in the diet showed for all bat species a highly opportunistic feeding strategy concentrating on insect groups occurring in high densities.

Though despite control measures mosquitoes were present in large numbers throughout the summer months of the investigation period the remnants of these insects were rarely observed in the bats' diets. Therefore the bats studied will not be harmed by the biorational control of mosquitoes and it is not considered to be feasible to implement them in an integrated control program.

## Autoren

Dr. ANDREAS ARNOLD, Dr. NORBERT BECKER, Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage e. V. (K.A.B.S.), Ludwigstraße 99, D-67165 Waldsee;  
Dipl.-Biol. MONIKA BRAUN, Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden, c/o Staatliches Museum für Naturkunde, Postfach 111364, D-76063 Karlsruhe,  
Prof. VOLKER STORCH, Zoologisches Institut I, Universität Heidelberg, Im Neuenheimer Feld 230, D-69120 Heidelberg.

Für die Arbeiten lagen Artenschutzrechtliche Ausnahme genehmigungen (AZ 73c2-8853.44 und 73c2-8852.15) des Regierungspräsidiums Karlsruhe sowie eine Versuchsfunkgenehmigung des BAPT Karlsruhe (Nr. 37 55 9011) vor.

## 1. Einleitung

Die Untersuchungen für die vorliegende Studie wurden in den nordbadischen Rheinauen durchgeführt. Die Auwaldgebiete sind bekannt für die enorme Zahl an Stechmücken (Diptera: Culicidae), die dort alljährlich nach sommerlichen Überflutungen wiederholt zur Entwicklung kommen.

Seit über 20 Jahren befasst sich die „Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage e.V.“ (KABS) mit diesem Phänomen, das vielerorts am Oberrhein zu einer umfangreichen Beeinträchtigung des öffentlichen Lebens führen kann. Die in den Rheinauen in hohen Populationsdichten auftretenden Stechmückenweibchen vermögen auf der Suche nach einer Blutmahlzeit die Auwälder zu verlassen und bis zu 10 km weite Wanderflüge durchzuführen. Dabei dringen sie auch in die nahe der Auen liegen-

## Abstract

### Contribution to the trophic ecology of Daubenton's and Nathusius' bats in the Upper Rhine Valley (SW-Germany)

Over a three year period an investigation was carried out assess the potential impact of a large-scale program for biological control of mosquitoes on the local bat population. Beside other studies the droppings of Daubenton's and Nathusius' bats were analysed in order to find out which role the mosquitoes, as well as other insect groups, might play in their diets. The results showed that all bat species fed mainly on small to medium sized insects especially belonging to the Diptera. Through the course of the summer the Daubenton's bats sho-

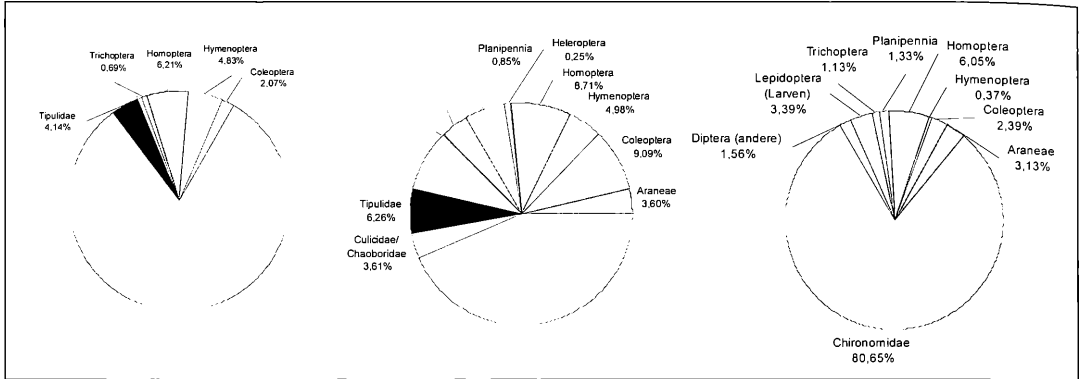


Abbildung 1. Nahrungszusammensetzung der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*); Frühjahrspekt der Jahre 1995 (links), 1996 (Mitte) und 1997 (rechts).

den Städte und Ortschaften ein, wo sie plageerregend bei Mensch und Tier in Erscheinung treten. Eine regelmäßig von der KABS durchgeführte Bekämpfung der Stechmückenlarven in ihren Brutgewässern mit dem biologischen und hoch selektiven Wirkstoff aus *Bacillus thuringiensis israelensis* (B.T.I.) reduziert die Stechmückenpopulation um 95 bis 99% und beugt einem Auswandern der Restpopulation aus den Auwaldgebieten vor (BECKER 1984, BECKER & KAISER 1995).

Obwohl die Fledermauspopulationen in den zurückliegenden 50 Jahren in Mitteleuropa einen starken Rückgang erfahren haben, ist diese Tiergruppe noch heute in den Oberrheinauen in vergleichsweise hoher Arten- und Individuenzahl präsent. Vor diesem Hintergrund erhob sich wiederholt die Frage, inwiefern Maßnahmen zur Stechmückenbekämpfung durch die damit verbundene Reduktion der Insektenbiomasse in den Rheinauwäldern die dort jagenden Fledermäuse beeinflussen bzw. beeinträchtigen könnten.

Um dieser Frage nachzugehen, initiierte die Koordinationsstelle für Fledermausschutz Nordbaden (KFN) in Zusammenarbeit mit der KABS und der Universität Heidelberg eine Untersuchung zum Zeit-Raumnutzungsverhalten und der Nahrungsökologie rheinauenbewohnender Fledermausarten (ARNOLD et al. 1996, ARNOLD et al. 1998, ARNOLD 1999). Im Folgenden wird ein Teil der Ergebnisse einer in diesem Rahmen erstellten Dissertation (ARNOLD 1999) wiedergegeben. Die Autoren danken der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe für die Unterstützung.

**2. Material und Methode**

**2.1 Untersuchungsgebiet**

Ab 1995 wurden über einen Zeitraum von drei Jahren Kotpellets der zwei am häufigsten in den Rheinauen auftretenden

Fledermausarten, der Wasserfledermaus und der Rauhhautfledermaus, nahrungsanalytisch untersucht. Ziel war es dabei, den Anteil der Beutetiergruppen, insbesondere der Stechmücken, an der Nahrung der Fledermäuse zu ermitteln. Basierend auf diesen Daten sollte eine Abschätzung des Einflusspotentials der Stechmückenbekämpfung auf die betrachteten Fledermauspopulationen getroffen werden.

Kotproben der Rauhhautfledermaus wurden während der Sommermonate in wöchentlichen Intervallen in Vogel- und Fledermauskästen der Gebiete „Grundwald“ und „Sandlach“ gesammelt. Beide Gebiete liegen im Bereich der nordbadischen Rheinauen zwischen Rheinkilometer 375 und 381 und stellen schmale Waldsäume dar, deren Bestand sich vornehmlich aus Hybridpappeln, Eschen und Bergahorn zusammensetzt. Beide sekundären Weichholzaueengebiete unterliegen sowohl dem mittelbaren als auch unmittelbaren Hochwassereinfluss des Rheins. Insgesamt hängen dort ca. 150 Kästen.

Die Probennahme für die Nahrungsanalyse bei der Wasserfledermaus erfolgte solange die Baumquartiere dieser Fledermausart besetzt waren. Dazu wurden Kunststoffplanen unterhalb der Einflugöffnungen ausgelegt und regelmäßig abgesammelt. Von März bis Mai wurden die Proben ausschließlich im Gebiet des Naturschutzgebietes „Rheininsel“ bei Ketsch gesammelt. Das NSG liegt auf Höhe der Rheinkilometer 405 bis 409 und umfasst die letzten Reste eines typischen Hartholzauwaldes.

Während die Wasserfledermaus im Frühjahr bevorzugt Baumquartiere in den rheinnahen Auwäldern nutzt, schließen sich die Tiere zu Beginn des Sommers (Ende Mai/Anfang Juni) zu Wochenstubengesellschaften in hohlen Bäumen zusammen, die sich in den nordbadischen Hardtwäldern befinden. Diese Gebiete liegen außerhalb der ehemaligen Rheinaue. Sie beginnen durchschnittlich 6 km östlich des Rheins und sind von diesem durch einen Streifen landwirtschaftlich intensiv genutzten Geländes getrennt.

Kotproben der Wasserfledermaus wurden an beiden Quartiertypen gesammelt, die somit den Frühjahrs- und Sommeraspekt der Nahrung dieser Fledermausart repräsentieren.

**2.2 Auswertung**

Im Labor wurde jedes Kotpellet einzeln für mindestens 24 h in 70% Ethanol aufgeweicht und anschließend mit feinen Präpariernadeln unter einer Stereolupe (8-32fach) auseinander ge-

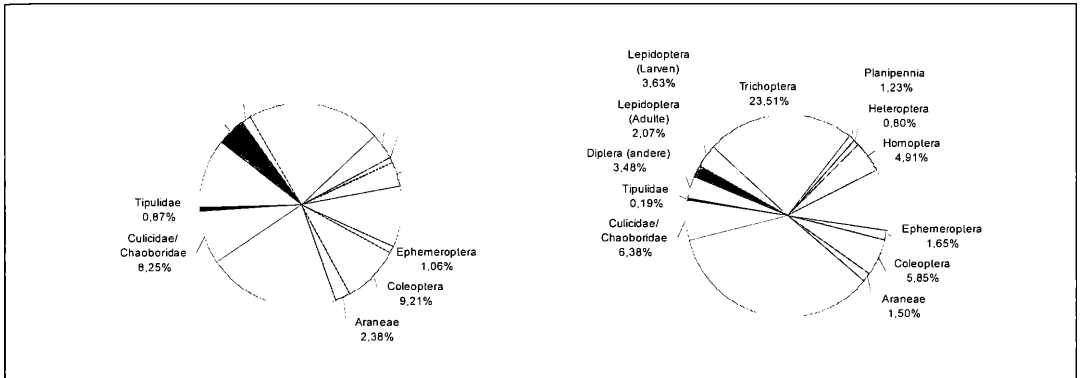


Abbildung 2. Nahrungszusammensetzung der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*); Sommeraspekt des Jahres 1996 an zwei verschiedenen Wochenstufenquartieren.

zupft. Insgesamt wurden 766 Pellets der Wasserfledermaus und 295 Pellets der Rohhautfledermaus analysiert. Die Bestimmung der Beutetierfragmente erfolgte auf Ordnungs- oder Familienniveau. In Einzelfällen war auch die Einordnung in niedrigere Taxa möglich. Zur Bestimmung wurden die Arbeiten von WHITAKER 1990, MCANEY et al. 1991, WOLZ 1992, 1993 bzw. SHIEL et al. 1997 sowie eine selbst (A. ARNOLD) angelegte Referenzsammlung herangezogen.

Da Schmetterlingsschuppen sehr lange im Darm der Fledermäuse verweilen können (WHITAKER 1990) wurde der Fund von Schuppen allein noch nicht als Zeichen für die Aufnahme von Schmetterlingen gewertet. Erst wenn zusätzlich weitere Fragmente dieser Beutetierkategorie gefunden werden konnten, wurden Schmetterlinge in die Liste der Beuteobjekte aufgenommen.

Die festgestellten Nahrungsbestandteile wurden 14 Beutetierkategorien zugeordnet. Nach dem vollständigen Zerzupfen eines Pellets wurde die Häufigkeit der festgestellten Taxa basierend auf der Anzahl bzw. Dichte der jeweiligen Fragmente anhand einer vierstufigen Skala abgeschätzt und somit gewichtet. Die dadurch erhaltenen Ergebnisse wurden als Prozentquantität (Q %) ausgedrückt: die Zahl der Pellets (n) in denen eine gewichtete Beutetierkategorie (c) auftrat, (n<sub>c</sub>), geteilt durch die Summe aller Beutetierkategorien (Σn<sub>c</sub>) x 100 (SHIEL et al. 1998).

$$Q \% = \left( \frac{n_c}{\sum n_c} \right) \cdot 100$$

### 3. Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Die Nahrung der Wasserfledermaus

Die Nahrungszusammensetzung, die aus den Frühjahrsproben (März - Mai) resultierte, ist in Abbildung 1 dargestellt. In allen Proben liegt der Anteil der Zweiflügler (Diptera), darin enthalten die Beutetierkategorien „Chironomidae“ (Zuckmücken), „Culicidae/Chaoboridae“ (Stech-/Büschelmücken), „Tipulidae“ (Kohlschnaken) und „andere Diptera“, zwischen 62% und 86%, wobei der Anteil der Chironomiden zwischen 43% und 82% schwankt. Damit stellt diese Dipterenfa-

milie während des Frühjahrs die wichtigste Nahrungsquelle für die Wasserfledermäuse dar.

In den Kotproben konnten charakteristische Strukturen von Chironomiden-Puppen in großen Mengen gefunden werden, eine Beobachtung, die bereits TAAKE (1992) und BECK (1995) bei ihren Untersuchungen am Kot von Wasserfledermäusen machen konnten. Die Wasserfledermaus jagt über der Oberfläche von Gewässern typischerweise in sehr niederem Flug. Diese Jagdweise (als „gaffing“ bezeichnet) wurde wiederholt beschrieben und untersucht (SWIFT & RACEY 1983, JONES & RAYNER 1988, KALKO & BRAUN 1991). Das Auftreten von Puppenresten und andere gelegentlich beobachtete Nahrungsbestandteile, wie Reste von Wasserschnecken (Radulae), Cladocera (Ephippien) und aquatische Chironomiden-Larven belegt indirekt, dass ein guter Teil der Nahrung unmittelbar an der Wasseroberfläche erbeutet wurde (BECK 1995) bzw. mit den Füßen direkt aus dem Wasser heraus geholt worden war. Es gibt auch Hinweise, dass dabei gelegentlich sogar kleine Fische erbeutet werden können (BROSSET & DEBOUTTEVILLE 1966, SIEMERS & DIETZ mdl. Mittl.).

Fragmente vieler Nicht-Wasserinsekten, wie Reste von Spinnen und Schmetterlingsraupen beweisen, dass Jagdflug über Wasser nicht die einzige Jagdstrategie dieser Fledermausart sein kann. Die genannten Nahrungsbestandteile können eigentlich nur erbeutet worden sein, während sie an einem gesponnenen Seidenfaden von Bäumen oder Büschen des Waldes herabhängen. Diese „Hochjagd“ (KALKO 1987) muss insbesondere im Frühjahr regelmäßig von den Tieren durchgeführt werden. Bei der Hochjagd sind wohl auch die Blattflöhe (Familie Psyllidae in der Gruppe Homoptera), die in den Frühjahrsproben einen relativ hohen Anteil aufwiesen, erbeutet worden. Diese Insektengruppe war ausschließlich in den Frühjahrsproben zu finden und stellt somit eine charakteristische Beutetiergruppe der ersten Jahreshälfte dar.

Häufige Funde von Sandkörnchen, Erdresten und Pflanzenteilen schließlich geben Grund zu der Annahme, dass auch das sogenannte „gleaning“ bzw. die Nahrungsaufnahme am Boden zum Verhaltensrepertoire dieser Fledermausart gezählt werden muss.

Die Sommerproben (Abbildung 2) wiesen dagegen ein anderes, wesentlich vielfältigeres Beutespektrum auf. Obwohl die Dipteren noch immer die wichtigste Beutetiergruppe sind (40% bis 45%), liegt der Anteil der Chironomiden dabei deutlich niedriger als im Frühjahr. Köcherfliegen (Trichoptera), eine weitere Gruppe von Wasserinsekten, wurden deutlich intensiver bejagt. Dennoch ist der Anteil an Nicht-Wasserinsekten, wie Käfer, Hymenopteren und Homopteren im Vergleich zum Frühjahr deutlich höher. Diese Veränderung der Nahrungszusammensetzung spiegelt vermutlich eine Änderung des Jagdverhaltens während des Sommers wider. Obwohl die Jagd über Wasser durchaus noch stattfindet, neigen die Tiere offensichtlich dazu, ihre Nahrung in mehr terrestrisch geprägten Habitatabschnitten zu erjagen. Dies kann z.B. die nähere Umgebung ihrer Wochenstuben sein, wie telemetrische Befunde und Jagdbeobachtungen ergaben (KRETSCHMER 1997).

**3.2 Die Nahrung der Rauhautfledermaus**

In allen untersuchten Kotproben der Rauhautfledermaus nahmen wiederum die Dipteren (darunter insbesondere die Chironomiden) mit 58% bis 63% die wichtigste Position ein (Abbildung 3). Daneben waren Wasserinsekten, wie Köcher- und Eintagsfliegen (Ephemeroptera) von Bedeutung. In dieser Hinsicht ähnelt sich die Nahrungszusammensetzung von Rauhaut- und Wasserfledermaus (BECK 1995). Das häufige Auftreten von Wasserinsekten entspricht der bevorzugten Jagdweise der Rauhautfledermaus, die ihre Nahrung häufig in einer Höhe von 4-7 m entlang der Ufer von Flüssen und Seen erbeutet (ARNOLD 1999). Die Gruppe der „Culicidae/Chaoboridae“

(Stech/Büschelmücken) besaß mit 5-10 % Anteil nur eine untergeordnete Bedeutung als Nahrungsbestandteil. Neben den genannten Wasserinsekten konnten regelmäßig auch Reste terrestrischer Insektengruppen, wie Homopteren (besonders Blattläuse), Netzflügler (Planipennia, mit Chrysopidae, Hemerobiidae und Sisyridae) sowie Hymenoptera (Ichneumonidae) gefunden werden.

Im Verlauf des Sommers konnten deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Wochenproben festgestellt werden. Dies spiegelt die generelle Jagdstrategie dieser Fledermausart wider, welche offenbar stark opportunistisch geprägt ist. Die Fledermäuse bejagen insbesondere solche Insektengruppen, die in den Jagdgebieten in hohen Populationsdichten auftreten. So konnten zeitweise Reste von Kriebelmücken (Simuliidae, im Frühjahr), Blattläusen (im Sommer) oder Taufliegen (Drosophilidae, im September) in hoher Zahl in den Kotpellets gefunden werden. Ungeachtet dessen lag der Anteil der Zuckmücken in den wöchentlichen Proben stets um 40%, so dass diese Masseninsekten durchaus als „Nahrungsgrundlage“ für die Rauhautfledermaus bezeichnet werden können, welche opportunistisch durch andere schwärmende Insekten, die vorübergehend in großer Menge auftreten, ergänzt wird.

Obwohl es zu beträchtlichen Überschneidungen der Jagdgebiete von Rauhaut- und Wasserfledermäusen kam, wurde Nahrungskonkurrenz dadurch vermieden, dass die beiden Arten in unterschiedlichen Straten jagten (ARNOLD 1999). Aufgrund der hohen Beutetierdichte im Bereich der Auengewässer lässt sich diesbezüglich ein nennenswerter Konkurrenzdruck von vorn herein ausschließen.

**3.3 Die Rolle der Stechmücken in der Nahrung der Fledermäuse**

Wie in den Abbildungen 1-3 ersichtlich, wurde bei der Untersuchung keine separate Beutetierkategorie

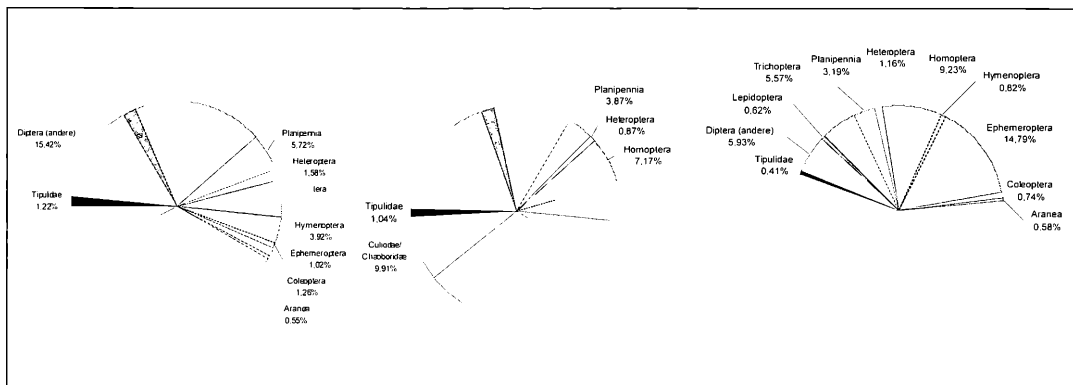


Abbildung 3. Nahrungszusammensetzung der Rauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) in den Jahren 1996 (links, Mitte) und 1997 (rechts).



Abbildung 4. Typisches Jagdhabitat der Rauhhautfledermaus in den nordbadischen Rheinauen. – Foto: M. BRAUN.

„Culicidae“ erstellt, sondern eine kombinierte Kategorie „Culicidae/Chaoboridae“. Diese Kombination wurde zwingend notwendig, da sich die Vertreter beider Familien morphologisch sehr stark ähneln, was dazu führte, dass beide Gruppen bis zu Beginn der 70er Jahre als Unterfamilien der Familie Culicidae geführt wurden. Während der Körper der adulten Chaoboriden lediglich von Haaren bedeckt ist, weisen die Culiciden an allen Körperteilen eine familientypische Beschuppung auf. Die Körperformen beider Gruppen sind jedoch so ähnlich, dass sie anhand ihrer durch die Verdauung der Fledermäuse denudierten Fragmente nicht sicher auseinander gehalten werden können. Die Morphologie der Männchen ist annähernd identisch und die Weibchen unterscheiden sich lediglich durch das Vorhandensein bzw. Fehlen des Stechrüssels und durch die Form der Antennensegmente. Die Larven der Chaoboriden (Büschelmücken) besiedeln stehende Gewässer oft in hohen Dichten und ihre Imagines schlüpfen während der Sommermonate in mehreren Generationen aus ihren Brutgewässern, was FILLINGER (1998) auch für die Gewässer der Rheinaue nachweisen konnte. Die adulten Büschelmücken stehen daher während des gesamten Sommers als Fledermausnahrung zur Verfügung.

Die Larven von Chironomiden, Köcherfliegen und Eintagsfliegen können ebenfalls stehende Gewässer sowie Fließgewässer in großen Dichten besiedeln und stellen somit Nahrungsorganismen für Fledermäuse dar (ARMITAGE et al. 1995). Diese Insektengruppen sind schwarmbildend und formieren große Paarungsschwärme, oft entlang der Ufer ihrer Brutgewässer, wo sie leicht von jagenden Fledermäusen erbeutet werden können. Sie können daher den Fledermäusen als verlässliche und substantielle Nahrungsquelle dienen.

Im Gegensatz dazu treten die Stechmücken aufgrund ihrer gänzlich unterschiedlichen Brutbiologie nur nach Hochwasserereignissen des Rheins vorübergehend in nennenswerten Mengen auf. Ihre Larven entwickeln sich in flachen temporären Restgewässern, die nach dem Rückgang der Hochwasserfluten in den Auwäldern zurück bleiben. Nach dem Schlupf halten sich die adulten Stechmücken bevorzugt in der dichten Kraut- bzw. Staudenschicht auf, die den Boden der Auwälder bedeckt (SCHÄFER 1994), wodurch sie sich dem Zugriff jagender Fledermäuse weitgehend entziehen. Tatsächlich konnten bei allen untersuchten Kotpellets lediglich in zwei Pellets der Wasserfledermaus und nur in einem Pellet der Rauhhautfledermaus Insektenreste gefunden werden, die eindeutig der Gruppe der Stechmücken zuzuordnen waren. Die für Stechmücken typischen Schuppen fehlten dagegen in den Pellets mit Resten, die keiner der beiden Gruppen eindeutig zugeordnet werden konnten.

Es spricht somit alles dafür, dass der Anteil von Stechmücken in der Nahrung der untersuchten Fledermausarten vernachlässigbar gering ist. Dies bedeutet aber wiederum, dass die überwiegende Mehrzahl der in die Kategorie „Culicidae/Chaoboridae“ eingeordneten Reste der Gruppe der Büschelmücken zuzurechnen sind.

Die hier gemachte Beobachtung, dass Stechmücken in der Fledermausnahrung von untergeordneter Bedeutung sind, steht im Gegensatz zu zahlreichen publizierten Untersuchungen, in denen Culiciden als regelmäßige Nahrungsquelle festgestellt wurden (SOLOGOR & PETRUSENKO 1973, SWIFT & RACEY 1983, TAAKE 1992, SULLIVAN et al. 1993, BECK 1995, SHIEL et al. 1998).

Wie lässt sich dieser Widerspruch erklären? Während die Stechmücken in der zitierten Literatur regelmäßig

als Nahrungsbestandteil auftreten, wird der Nachweis von Büschelmücken in keinem Fall erwähnt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Chaoboriden in ganz Europa zur Fauna größerer stehender und/oder langsam fließender Gewässer gehören (BELLMANN 1988). Im Vergleich mit den hier vorgestellten Ergebnissen ist zu vermuten, dass die oben zitierten Autoren den Anteil der Stechmücken, ungeahnt der starken morphologischen Ähnlichkeiten zwischen Stech- und Büschelmücken, überschätzt haben. Sie ordneten den Stechmücken als Nahrungsbestandteil bei Fledermäusen eine Bedeutung zu, die ihnen nach den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit nicht zusteht.

Verschiedene Autoren ziehen in ihren Studien den Schluss, dass eine Korrelation zwischen dem lokalen Auftreten von Stechmücken und der Präsenz von Rauhhautfledermäusen bestünde (SOLOGOR & PETRUSSENKO 1973, SCHMIDT 1991, 1994a,b, LABES pers. Mittl.). Im Gebiet der vorliegenden Untersuchung konnte eine solche Beziehung jedoch nicht festgestellt werden.

Da die Stechmücken im Untersuchungsgebiet im Nahrungsspektrum der betrachteten Fledermausarten offensichtlich keine nennenswerte Rolle spielen, lässt sich folgern, dass sich eine umweltfreundliche Bekämpfung der Culiciden auf diese Fledermauspopulationen nicht negativ auswirken kann. Darüber hinaus wurde deutlich, dass, obwohl sich die Fledermäu-

se von einer großen Zahl kleiner mückenartiger Insekten (hauptsächlich aus der Gruppe der Zweiflügler) ernährten, sie keinen geeigneten Faktor zur effektiven Reduktion von Stechmücken, z.B. in einem integrierten Bekämpfungsprogramm, darstellen können.

Dennoch sollte die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass Stechmücken in der Nahrung anderer Fledermausarten, die ihre Nahrung entlang dichter Vegetation erjagen, wie z.B. Braune Langohrfledermäuse, durchaus eine Rolle spielen könnten. Dem sollte in weiterführenden Untersuchungen Rechnung getragen werden.



Abbildung 5. Rauhhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*). – Foto: Dr. U. HÄUSSLER.

## 4. Literatur

- ARMITAGE, P., CRANSTON, P. S. & PINDER, L. C. V. (1995): The Chironomidae. The biology and ecology of non-biting midges. – London (Chapman & Hall).
- ARNOLD, A. (1999): Zeit-Raumnutzungsverhalten und Nahrungsökologie rheinauenbewohnender Fledermausarten (Mammalia: Chiroptera). – Diss. Univ. Heidelberg.
- ARNOLD, A., BRAUN, M., BECKER, N. & STORCH, V. (1998): Beitrag zur Ökologie der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) in Nordbaden. – *Carolina*, **56**: 103-110; Karlsruhe.
- ARNOLD, A., SCHOLZ, A., STORCH, V. & BRAUN, M. (1996): Zur Flughautfledermaus (*Pipistrellus nathusii* KEYSERLING & BLASIUS, 1839) in den nordbadischen Rheinauen. – *Carolina*, **54**: 149-158; Karlsruhe.
- BECK, A. (1995): Faecal analyses of European bat species. – *Myotis*, **32-33**: 109-119; Bonn.
- BECKER, N. (1984): Ökologie und Biologie der Culicinae in Südwest-Deutschland. – Diss. Univ. Heidelberg.
- BECKER, N. & KAISER, A. (1995): Die Culicidenvorkommen in den Rheinauen des Oberrheingebietes mit besonderer Berücksichtigung von Uranotaenia (Culicidae, Diptera) - einer neuen Stechmückengattung für Deutschland. – *Mitt. dtsh. Ges. allg. angew. Ent.*, **10**: 407-413; Gießen.
- BELLMANN, H. (1988): Leben in Bach und Teich. – München (Mosaik Verlag).
- BROSSET, A. & DEBOUTTEVILLE, C. D. (1966): Le regime alimentaire du vespertilion de Daubenton *Myotis daubentonii*. – *Mammalia*, **30**: 247-251; Paris.
- FILLINGER, U. (1998): Faunistische und ökotoxikologische Untersuchungen mit B.t.i. an Dipteren der nördlichen Oberrheinauen unter besonderer Berücksichtigung der Verbreitung und Phänologie einheimischer Zuckmückenarten (Chironomidae). – Diss. Univ. Heidelberg.
- JONES, G. & RAYNER, J. M. V. (1988): Flight performance, foraging tactics and echolocation in free-living Daubenton's bats *Myotis daubentonii* (Chiroptera: Vespertilionidae). – *J. Zool.*, **215**: 113-132; London.
- LUDWIG, H. W. (1989): Tiere unserer Gewässer: Merkmale, Biologie, Lebensraum, Gefährdung.- 255 S.; München, Zürich (BLV).
- KALKO, E. (1987): Jagd- und Echoortungsverhalten der Wasserfledermaus *Myotis daubentonii* (KUHLE, 1817) im Freiland. – Dipl.arbeit Univ. Tübingen.
- KALKO, E. & BRAUN, M. (1991): Foraging areas as an important factor in bat conservation: Estimated capture attempts and success rate of *Myotis daubentonii* (KUHLE, 1819). *Myotis*, **29**: 55-60; Bonn.
- KRETSCHMER, M. (1997): Untersuchungen zur Biologie und Nahrungsökologie der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii* KUHLE, 1819) in Nordbaden. – Dipl.arbeit Univ. Heidelberg.
- MCANEY, C., SHIEL, C., SULLIVAN, C. & FAIRLEY, J. (1991): The analysis of bat droppings. – Occasional publication of the Mammal Society, **14**: 1-48; London.
- SCHÄFER, M. (1994): Auftreten und Verhalten der Culicidenmagenes im Oberrheingebiet. – Dipl.arbeit Univ. Heidelberg.
- SCHMIDT, A. (1991): Zum Einfluß sommerlicher Dürre auf Flughautfledermäuse (*Pipistrellus nathusii*) und Braune Langohren (*Plecotus auritus*) in ostbrandenburgischen Kiefernforsten. – *Nyctalus* (N.F.), **4**(2): 123-139; Berlin.
- SCHMIDT, A. (1994a): Phänologisches Verhalten und Populationsseigenschaften der Flughautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING und BLASIUS, 1839) in Ostbrandenburg, Teil 1. – *Nyctalus* (N.F.), **5**(1): 77-100; Berlin.
- SCHMIDT, A. (1994b): Phänologisches Verhalten und Populationsseigenschaften der Flughautfledermaus, *Pipistrellus nathusii* (KEYSERLING und BLASIUS, 1839) in Ostbrandenburg, Teil 2. – *Nyctalus* (N.F.), **5**(2): 123-148; Berlin.
- SHIEL, C., MCANEY, C., SULLIVAN, C. & FAIRLEY, J. (1997): Identification of arthropod fragments in bat droppings. – Occasional publication of the Mammal Society, **17**: 1-56; London.
- SHIEL, C. B., DUVERGÉ, P. L., SMIDY, P. & FAIRLEY, J. S. (1998): Analysis of the diet of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) in Ireland with some comparative analyses from England and Germany. – *J. Zool.*, **246**: 417-425; London.
- SOLOGOR, E. & PETRUSENKO, A. (1973): On studying nutrition of Chiroptera order of the middle Dnieper area. [In Russian with English summary]. – *Zool. Rec. Kiev*, **3**: 45; Kiev.
- SULLIVAN, C. M., SHIEL, C. B., MCANEY, C. M. & FAIRLEY, J. S. (1993): Analysis of the diets of Leisler's *Nyctalus leisleri*, Daubenton's *Myotis daubentonii* and Pipistrelle *Pipistrellus pipistrellus* bats in Ireland. – *J. Zool.*, **231**: 656-663; London.
- SWIFT, S. M. & RACEY, P. A. (1983): Resource partitioning in two species of vespertilionid bats (Chiroptera) occupying the same roost. – *J. Zool.*, **200**: 249-259; London.
- TAAKE, K.-H. (1992): Strategien der Ressourcennutzung an Waldgewässern jagender Fledermäuse (Chiroptera: Vespertilionidae). – *Myotis*, **30**: 7-74; Bonn.
- WHITAKER J. O. (1990): Food habit analysis of insectivorous bats. – In: KUNZ, T. H. (Ed.) - Ecological and behavioural methods for the study of bats: 1-29; Washington (Smithsonian Institution Press).
- WOLZ, I. (1992): Zur Ökologie der Bechsteinfledermaus *Myotis bechsteini* (KUHLE, 1818) (Mammalia Chiroptera). – Diss. Univ. Erlangen-Nürnberg.
- WOLZ, I. (1993): Untersuchungen zur Nachweisbarkeit von Beutetierfragmenten im Kot von *Myotis bechsteini* (KUHLE, 1818). – *Myotis*, **31**: 5-25; Bonn.