

## Untersuchungen zur Biologie und Nahrungsökologie der Wasserfledermaus, *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817), in Nordbaden\*

VON MATHIAS KRETSCHMER, Waldsieversdorf

Mit 29 Abbildungen

### Einleitung

Seit den frühen 1980er Jahren ist die „Kommunale Aktionsgemeinschaft zur Bekämpfung der Schnakenplage“ (KABS) aus Ludwigshafen in der Lage, Stechmücken mit Hilfe von BTI (*Bacillus thuringiensis israeliensis*-Toxin) biologisch zu bekämpfen. Neben der effektiven Bekämpfung und den hiermit verbundenen Untersuchungen zu Biologie und Vorkommen der Stechmücken führt die KABS weitere Analysen durch, die sich u.a. mit der Frage nach den Auswirkungen der Bekämpfungen auf das Nahrungsnetz befassen. Eine dieser wissenschaftlichen Begleituntersuchungen wird seit 1994 gemeinsam mit der „Koordinationsstelle für Fle-

dermausschutz in Nordbaden“ durchgeführt und hat das Ziel, eventuelle Auswirkungen der Stechmückenbekämpfung auf rheinauenbewohnende Fledermausarten zu untersuchen.

Von den im Rahmen dieses Forschungsprojekts erzielten Ergebnissen wurden einige in der hier auszugsweise wiedergegebenen Diplomarbeit vertieft. So wurden beispielsweise anhand von radio-telemetrischen Untersuchungen mehrere Wasserfledermaus-Quartiere in strukturell sehr ähnlichen Arealen der nordbadischen Hardtwälder gefunden (ARNOLD 1994). Die Vertiefung dieses Ergebnisses bestand nun darin, Waldgebiete mit vergleichbarer Struktur auf die Vorkommen der Wasserfledermaus hin



Abb. 1. Blick über den Reilinger Baggersee. Aufn.: M. KRETSCHMER

\* Ergebnisse nach der Diplom-Arbeit mit gleichem Titel, vorgelegt an der Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

zu untersuchen, um die mögliche Präferenz dieser Art für solche Waldstrukturen zu bestätigen.

Als weiteres Ergebnis konnten, ebenfalls mit Hilfe der Radio-Telemetrie, mindestens drei Wasserfledermaus-Flugstraßen nachgewiesen werden (ARNOLD 1995). Auch hierbei fielen strukturelle Ähnlichkeiten auf. Die Vermutung, daß es sich dabei um für Wasserfledermaus-Flugstraßen typische Landschaftsstrukturen handelt, galt es zu festigen. Deshalb wurde im Untersuchungsgebiet nach weiteren Flugrouten von *M. daubentonii* gesucht.

Der dritte Teilaspekt dieser Diplomarbeit befaßt sich mit der Frage, inwieweit die relative Wasserfledermaus-Dichte im Jagdhabitat mit dem Angebot an potentiellen Nahrungsinsekten, insbesondere den Stechmücken, korreliert ist.

Die hierzu an einem Stillgewässer (Reilingen Baggersee; Abb. 1) und am Rheinhauptstrom (Rheinkilometer 406) durchgeführten Untersuchungen sollen auch darüber Aufschluß geben, ob Wasserfledermäuse einen bestimmten Gewässertyp als Jagdhabitat bevorzugen.

### Quartiersuche

Die Suche von Fledermausquartieren wurde nur in ausgewählten Waldgebieten durchgeführt. Die Wahl fiel hierbei auf alte Bestände mit hohem Buchen- und/oder Eichenanteil in den nordbadischen Hardtwäldern und wurde mittels Forstkarten getroffen.

Die folgende Übersicht (Tab. 1) liefert einen Überblick über die ausgewählten Gebiete sowie die Ergebnisse der Begehungen. Das Bestandsalter bezieht sich auf die Buchen.

Von 11 untersuchten Waldgebieten wurden 6 als für (Wasser-)Fledermäuse geeignet und 5 als weniger geeignet eingestuft. Diese Klassifizierung beruht vorwiegend auf der Bewertung des Baumhöhlenangebots, da bereits bei der Auswahl der Gebiete bewußt auf die von Wasserfledermäusen favorisierte Waldstruktur geachtet wurde. Es handelt sich bei den begangenen Wäldern um lichte Bestände mit einem hohen Anteil an Rotbuchen (über 100 Jahre alt).

Lediglich der „Vordere Franzosenbusch“ weicht von dieser Struktur ab. Dieser Bannwald wurde in die Untersuchung aufgenommen, um herauszufinden, welche Bedeutung ein frei von forstwirtschaftlichen Maßnahmen, also ein sich selbst überlassener Wald, für baumhöhlenbewohnende Fledermäuse hat.

Das Ergebnis, daß dieser aufgrund fehlender Ausdünnung des Unterholzes sehr dichte Bestand wenig geeignet für Wasserfledermäuse ist, darf jedoch in diesem Fall nicht fehlinterpretiert werden. In dem untersuchten Teil des „Vorderen Franzosenbuschs“ führt nämlich nicht allein das Ausbleiben der Bewirtschaftung, sondern auch das geringe Alter (nach mündl. Auskunft von AR VOLKLAND nur 60-70 Jahre) und der geringe Anteil an Buchen zu der für Wasserfledermäuse eher ungeeigneten Struktur.

Die Bewertung „weniger geeignet“ bezieht sich allerdings ausschließlich auf die Qualität als Fledermaus-Wohngebiet. Für eine gewisse Attraktivität des Bannwaldes sprechen die vielen Abendsegler (*Nyctalus spec.*), welche über demselben und auf benachbarten Lichtungen sowie Waldwegen gehört wurden. Ausschlag-

Tabelle 1. Ergebnisse der Suche nach Quartieren der Wasserfledermaus

Abteilung	Bestandsalter (Jahre)	begangene Fläche (ha)	Beobachtungen	Klassifizierung
Vorderer Franzosenbusch	70	16,3	jagende Abendsegler	weniger geeignet
Langer Berg/Oberer Plan	150	7,2	–	geeignet
Oberer Neuer Brunnen	150	4,8	jagende Abendsegler	geeignet
Untere Kuppel	150	7,9	Fledermausflugstraße	geeignet
Obere Kuppel	140	2,7	Fledermausquartier	geeignet
Bachwiese	120	1,0	–	weniger geeignet
Erlenteich	120	6,3	jagende Fledermäuse	geeignet
Oberer Waghäusler Wald	120	16,8	Fledermausquartier	geeignet
Heugrabenschlag	150	6,25	–	weniger geeignet
Büchelgarten	130	27,0	–	weniger geeignet
Schanze	120	13,5	–	weniger geeignet

gebend für das starke Auftreten des Abendseglers ist möglicherweise ein erhöhtes Insektenangebot, welches wiederum auf den großen Totholzanteil bzw. die hohe Biomasse des naturnahen Bannwaldes zurückgeführt werden kann.

Die übrigen vier als „weniger geeignet“ beschriebenen Waldstücke wiesen zwar allesamt die strukturellen Grundzüge eines für die Region „typischen“ Fledermauswaldes auf, waren aber trotz hohen Alters zu arm an potentiellen Quartierhöhlen. Ein möglicher Grund wäre das frühe Entfernen kranker und geschädigter Bäume von Seitender Forstwirtschaft (NOEKE 1991). Neben der hieraus direkt resultierenden Abnahme geeigneter Quartiermöglichkeiten wirkt sich dies höchstwahrscheinlich auch auf den Bestand der Spechte aus, welche als Höhlenbauer eine sehr wichtige Rolle für waldbewohnende Fledermäuse spielen (DIETZ 1993). Auch edaphische Faktoren, wie Nährstoffgehalt und Feuchtigkeit des Bodens, können die Vitalität der Bäume und somit die Höhlendichte beeinflussen (HARTENSUER mündl.).

Die Tatsache, daß in allen aufgrund struktureller Eigenschaften und ausreichendem Höhlenangebot als „geeignet“ eingestuftem Wäldern auch Fledermäuse nachgewiesen werden konnten, bekräftigt die Theorie, wonach (Wasser-)Fledermäuse derartige Waldgebiete favorisieren (ARNOLD 1995). Da in den Abteilungen „Langer Berg/Oberer Plan“ keine Flugaktivitätskontrolle durchgeführt wurde, fehlt hier der Nachweis.

Das Auffinden eines besetzten Wasserfledermaus-Quartiers in den nordbadischen Hardtwäldern sowie mehrerer Flugstraßen in diesen hinein und aus diesem heraus bestätigt, daß diese Wälder ein wichtiges Sommer-Habitat für *M. daubentonii* darstellen.

Das im Waghäusler Wald gefundene Wasserfledermaus-Quartier befindet sich in einer Rotbuche, welche am Nordrand einer Lichtung steht. Die Entfernung zur L 555 beträgt etwa 150 m, die zu einem ebenfalls nördlich davon gelegenen Waldweg nur ca. 30 m. Die Höhlenöffnung weist nach Südwest und befindet sich in einer Höhe von etwa 7 m. Ursprünglich entstand die Höhle wohl durch das Ausfaulen eines Astes.

Die Präferenz der Wasserfledermäuse in Mitteleuropa gegenüber Rotbuchen als Quartierbaum ist äußerst auffallend. Wenn in der Literatur Angaben über die Art der von *M. daubentonii* genutzten Bäume gemacht werden, überwiegen grundsätzlich Buchen (ARNOLD 1995, EBENAU 1995, DIETZ 1993, KLENK et al. 1996, SCHMITT 1995). RIEGER (1996) gibt an, daß sich 74 % der in der Rheinfallregion bekannten Wasserfledermaus-Quartiere in Rotbuchen befinden. Als möglicher Grund werden die mit Hilfe eines Wärmebildgeräts nachgewiesenen höheren Temperaturen von Buchen gegenüber anderen Baumarten genannt.

Auch die Nähe eines Quartierbaumes zu Lichtungen, Waldrändern oder Wegen scheint typisch für Wasserfledermaus-Quartiere zu sein. Während RIEDIGER (1996) dies ebenfalls mit der höheren Temperatur dieser Gebiete in Verbindung bringt, hebt ARNOLD (mündl.) die für Flugstraßen geeignete Leitstruktur solcher Landschaftsgefüge hervor. Der Fund dieses Quartiers bekräftigt beide eben genannten Theorien gleichermaßen, da einerseits die südlich vom Quartierbaum gelegene Lichtung eine optimale Sonneneinstrahlung und hiermit verbundene Erwärmung ermöglicht, andererseits aber auch die Entfernung zu linearen Leitstrukturen (Waldweg und -rand) gering ist.

Die Beobachtungen an dem von mindestens 27 Wasserfledermäusen bewohnten Quartier zeigen zum einen interessante Verhaltensweisen dieser Art in Quartiernähe, zum anderen geben sie einen Einblick in die circadiane Rhythmik von *M. daubentonii*.

Der Ausflug der ersten Wasserfledermaus erfolgte unabhängig von der Jahreszeit zwischen 26 und 37 min nach Sonnenuntergang (SU). Dies macht deutlich, daß der Aktivitätsbeginn von den Lichtverhältnissen abhängt. SU und Sonnenaufgang (SA) stellen als Ursache des natürlichen Hell-Dunkel-Wechsels den Synchronisator für die Tagesrhythmik dieser Fledermäuse dar. EISENTRAU (1952) beobachtete bereits 1944, daß „der Zeitpunkt des abendlichen Erscheinens“ der Fledermäuse eine „deutliche Beziehung zum Helligkeitsgrad“ zeigt. ERKERT (1982) definiert den Faktor Licht als „main Zeitgeber“ (sic!) für den circadianen Rhythmus der nachtaktiven Fledermäuse.

Bei der Ausflugszählung am 23. V. verließen 7 von 11 Wasserfledermäusen das Quartier innerhalb der ersten 8 min. Die restlichen 4 Ausflüge verteilten sich danach über einen Zeitraum von 22 min. Auch dieses Verhalten spricht für einen synchronisierten Aktivitätsbeginn.

Das Abholen von Artgenossen, welches am 7. VII. am Quartier beobachtet wurde, ist der Schweizer „Fledermaus-Gruppe Rheinflall“ ebenfalls bekannt (RIEGER & ALDER 1994). An den Wasserfledermaus-Quartieren in der Region Rheinflall konnten auch sog. „Abholer“ dabei beobachtet werden, wie sie das Quartier anfliegen, um kurz vor der Öffnung abzdrehen. Wie auch im Waghäusler Wald, wurden derartige Manöver mit dem Ausfliegen einer weiteren Wasserfledermaus beantwortet. Diese Verhaltensweise war bei dem hier gefundenen Quartier nur im Juli zu registrieren. Da zu dieser Zeit die Jungtiere flügge werden (BOGDANOWICZ 1994, SCHOBER & GRIMMBERGER 1987), besteht möglicherweise ein Zusammenhang zwischen dem eben geschilderten Verhalten und den ersten Ausflügen der Jungen. Dies gilt ebenfalls für den im Juli häufiger beobachteten Ausflug zweier unmittelbar hintereinander folgender Tiere (Tandemflüge). Auch RIEGER & ALDER (1994) interpretieren das im Juli häufiger auftretende Ausfliegen in Gruppen mit dem Flüggewerden der Jungtiere.

Die Untersuchungen in den Hardtwäldern Nordbadens haben gezeigt, daß selbst in vermeintlich großen Wäldern das potentielle Quartierangebot gering sein kann. So erwies sich von den ohnehin sehr wenigen „typischen“ Waldstücken nur etwa die Hälfte als geeignete Fledermaus-Quartiergebiete. Das ausreichende Angebot an Quartieren ist aber einer der wichtigsten Faktoren für eine positive Populationsentwicklung der Wasserfledermäuse. Zum Schutz aller waldbewohnenden Fledermausarten sollten daher geeignete forstliche Maßnahmen zum Erhalt und zur Förderung geeigneter Quartierwälder angewendet werden.

### Flugstraßen

Die baumbewohnenden Wasserfledermäuse nutzen hauptsächlich stehende und langsam fließende Gewässer als Jagdhabitat. Nicht sel-

ten befinden sich diese Jagdgebiete weit von den Quartierbäumen entfernt (HELMER & LIMPENS 1991, DIETZ & RICHARZ 1993, KLENK et al. 1996, NYHOLM 1965). EBENAU (1995) und ARNOLD (1995) geben für die von Wasserfledermäusen auf dem Weg ins Jagdhabitat zurückgelegten Strecken Maximalwerte von 7 bzw. 7-8 km an.

Wasserfledermäuse orientieren sich im Flug wie alle Fledermäuse mittels Echopeilung. Die ausgesandten Ortungsrufe haben bei etwa 45 kHz die höchste Intensität (SCHOBER & GRIMMBERGER 1987). Solch hohe Frequenzen bewirken zwar ein hohes Auflösungsvermögen des „Hörbildes“, was den Tieren das Erbeuten kleinster Insekten ermöglicht, führen allerdings zu einer recht geringen Sonarreichweite von nur 5-10 m. Durch diese geringe Reichweite der Echopeilung hat die Wasserfledermaus „... Schwierigkeiten, einen offenen Luftraum von 40 m zu überbrücken“ (HELMER & LIMPENS 1991). Bei Fledermäusen mit niedrigeren Frequenzen treten diese Probleme nicht auf. Der Abendsegler (*Nyctalus noctula*) erreicht mit Ortungsrufen unter 20 kHz eine Reichweite von bis zu 150 m (SCHOBER & GRIMMBERGER 1987).

Durch die Orientierung entlang linearer Landschaftsstrukturen versuchen (Wasser-)Fledermäuse diesem Problem weitgehend auszuweichen. So halten sich diese Tiere auf ihrem Weg vom Tagesquartier ins Jagdgebiet (und umgekehrt) an feste Flugrouten, welche sich, wenn möglich, in unmittelbarer Nähe zu linienförmigen Landschaftselementen befinden. Schon EISENTRAUT (1952) erwähnt die auffallende Treue mancher Fledermäuse zu bestimmten Routen und spricht von „... fest eingefahrenen Flugstraßen...“.

Im Untersuchungsgebiet wurden etliche Landschaftsstrukturen entdeckt, die den Wasserfledermäusen als Orientierungshilfen auf der Strecke zwischen Quartierwald und Jagdhabitat dienen. Die beiden nördlich von Mannheim gefundenen Flugstraßen verbinden höchstwahrscheinlich den mutmaßlichen Quartierwald „Vierheimer Heide“ mit den Jagdgebieten am Rhein bzw. mit dessen Altarmen. Das rasche, zielstrebige Vorüberfliegen vieler Wasserfledermäuse zeichnet den Luftraum entlang des Kanalgrabens als reine Flugstraße aus.

Nicht ganz so eindeutig sind die Verhältnisse am Kraichbach. Dieser stellt als lineares Landschaftselement zwar auch eine Orientierungsstruktur für (Wasser-)Fledermäuse dar, wird aber nicht nur als Flugstraße genutzt. Neben den vielen schnellen Durchflügen, ohne unmittelbare Rückflugsequenzen, wurden hier immer wieder bachauf und bachab fliegende Tiere beobachtet. Es ist davon auszugehen, daß diese Wasserfledermäuse den entsprechenden Bachabschnitt bereits als Jagdgebiet nutzten. Hierfür sprechen ebenfalls die häufig beobachteten Verfolgungsszenen, welche als aggressives Verhalten bei der Verteidigung des Territoriums interpretiert werden können (WALLIN 1960, RIEGER et al. 1992).

Lediglich innerhalb der Ortschaft Hockenheim konnten nur durchfliegende und keine jagenen Wasserfledermäuse beobachtet werden, was auf eine gewisse Empfindlichkeit dieser Tiere gegenüber anthropogenen Störeinflüssen wie Licht, Lärm und menschliche Anwesenheit schließen lassen könnte (MÜLLER 1991).

Der größtenteils durch geschlossene Waldflächen fließende Hardtbach wird von Wasserfledermäusen vorwiegend als Jagdhabitat genutzt. Die Funktion als Flugstraße tritt hier wahrscheinlich in den Hintergrund, da sich die Fledermäuse innerhalb des Waldes an allerlei anderen Strukturen, wie z.B. Wegen, Schneisen und Lichtungen, orientieren können.

Ein zweites Argument, das gegen die Nutzung des Hardtbachs als Flugstraße spricht, ist dessen weiterer Verlauf. Bevor der Hardtbach auf freiem Feld in den Kraichbach mündet, durchquert er das sehr große Gewerbegebiet „Hockenheim-Talhaus“. Auf diesem teilweise beleuchteten Abschnitt fließt der schmale Bach in einem sehr engen Bett und ist zudem nahezu vollständig von der begleitenden Vegetation überwachsen. Er verliert innerhalb dieser Ansammlung von Gebäuden und Straßen zum einen seine lineare Leitstruktur, zum anderen ist die nicht-biologische Störgröße Licht hier besonders groß. Auch die Möglichkeit, bereits auf dem Flug in ein geeignetes Jagdgebiet, quasi unterwegs, zu jagen, ist hier nicht gegeben.

Typische Wasserfledermaus-Flugstraßen verlaufen dagegen entlang von Kriegbach und Wagbach. An mehreren Punkten dieser beiden

Bäche wurden abends rasch durchziehende Tiere beobachtet. Da diese allesamt Richtung Westen flogen, ist davon auszugehen, daß sie sich auf dem Weg in Jagdgebiete am Rhein bzw. in Rheinnähe befanden. Lediglich unter Brücken hielten sich einige Wasserfledermäuse längere Zeit jagend auf.

Äußerst interessant sind in diesem Zusammenhang die Beobachtungen, die unter den Brücken der Bundesbahntrasse B 44 und A 6 gemacht wurden. Hierbei fällt nämlich das frühe Erscheinen der Tiere auf. Während am Reilinger Baggersee und am Rhein die ersten Wasserfledermäuse durchschnittlich 47 bzw. 59 min nach SU auftraten und am Quartier im Waghäusler Wald die ersten Ausflüge im Mittel 33 min nach SU stattfanden, konnten hier bereits 28 min (22.V. Hardtbach), 30 min (5.VIII. Kriegbach) und 34 min (26.VIII. Wagbach) nach SU die ersten Tiere registriert werden.

Dieses Phänomen läßt sich mit dem Schutz, welchen die Wasserfledermäuse durch die Brücken insbesondere vor Raubvögeln erhalten, erklären. Da diese so früh erscheinenden Tiere wahrscheinlich direkt unter der Brücke wohnen, was für Wasserfledermäuse nicht ungewöhnlich ist (NATUSCHKE 1960, NAGEL 1996), können sie ihr Quartier bereits in der frühen Dämmerung verlassen und mit der Jagd beginnen. Im Wald wohnende Wasserfledermäuse befinden sich dagegen ständig in dem Konflikt, einerseits möglichst früh den gefährlichen Weg ins Jagdhabitat anzutreten, andererseits aber die schützende Dunkelheit abzuwarten.

Daß Wasserfledermäuse auch große freie Flächen überqueren können, ohne dabei die Orientierung zu verlieren, beweisen die Beobachtungen am Reilinger Baggersee. Auf den Agrarflächen zwischen Unterer Lußhardt und dem Baggersee existieren keinerlei feste Landschaftsstrukturen; nicht ein Baum oder Strauch dienen als Orientierungshilfe auf der mehr als 500 m langen Strecke. Einzig und allein die Feldgrenzen stellen eine Reliefkante dar. Im konkreten Fall wurde diese durch den Wechsel von hohen Feldfrüchten wie Mais, Sonnenblumen oder Spargel zu niedrigeren Getreidearten hervorgerufen. Es ist offensichtlich, daß sich die Tiere entlang dieser Reliefkante orientierten, da sie mehrfach dieser folgend beobachtet

wurden. Beim abendlichen Anflug ins Jagdhabitat „Reilinger Baggersee“ spielt die optische Orientierung möglicherweise auch eine Rolle, da sich die Silhouette der Vegetation um den See gut von dem umliegenden Agrarland abhebt.

Die große Gefahr, die von einer stark befahrenen Landstraße für Fledermäuse ausgeht (KIEFER et al. 1995, Merz 1993), scheinen die in der Regel niedrig fliegenden Wasserfledermäuse offenbar zu erkennen. Alle beobachteten Tiere überflogen die L 546 in einer Höhe von mindestens 5 m. Hierzu nutzten sie relativ lichte Bereiche des Waldrandes als Ausflugschneisen. Am 27.VI. sowie am 6. und 28.VII. wurden mehrere in beachtlicher Höhe schwärmende Wasserfledermäuse in eben solchen lichten Bereichen entdeckt. Daß es sich hierbei um am Quartier schwärmende Fledermäuse handelt (RIEGER & ALDER 1994), ist aufgrund des späten Erscheinens der ersten Tiere (40 min nach SU) auszuschließen. Vielmehr ist von einer Art „Warteraum“ auszugehen, in welchem sich die Wasserfledermäuse aufhalten, bevor sie den „Sprung“ über die Landstraße wagen. Der treffliche Vergleich mit einem Sprung rührt daher, daß die Tiere, sobald sie die Straße in großer Höhe überflogen haben, die Flughöhe sehr schnell auf 1-2 m senkten. Ähnliche Beobachtungen konnten ebenfalls auf der Flugstraße Kanalgraben nördlich von Mannheim gemacht werden. Auch hier flogen die Wasserfledermäuse beim Überqueren der B 44 in größerer Höhe (3-4 m) als davor und danach.

Die Ergebnisse der Flugstraßensuche haben gezeigt, daß die Wasserfledermäuse der nördli-

chen Oberrheinebene auf ihrem Flug vom Quartierhabitat Hardtwald ins Jagdhabitat Rhein offene Wasserflächen bevorzugen. Sind solche nicht vorhanden, werden lineare Landschaftstrukturen als Orientierungshilfen genutzt. Landschaftstrennende Verkehrswege werden, wenn möglich, unterflogen. Besteht diese Möglichkeit nicht, queren die Wasserfledermäuse diese Hindernisse in angemessener Höhe.

### Erscheinen der ersten Wasserfledermäuse im Jagdhabitat

Das Erscheinen der ersten Wasserfledermäuse wurde an allen Untersuchungsabenden/-nächten notiert. Für die beiden Jagdhabitats konnten entsprechende Graphiken erarbeitet werden. Sie zeigen das Auftreten der ersten Tiere sowie den Zeitpunkt des SU an den einzelnen Abenden. Weiter wird dargestellt, ob es sich um einen bewölkten Abend handelte oder nicht (Abb. 2, 3).

Gute einen halben Kilometer nördlich des potentiellen Quartierwaldes Untere Lußhardt befindet sich der Reilinger Baggersee. In diesem Jagdhabitat trat die erste Wasserfledermaus zwischen Mai und Oktober im Mittel 47 min nach SU auf, wobei eine große Regelmäßigkeit zu verzeichnen war. Lediglich an bewölkten Abenden wurden größere Abweichungen von der mittleren Ankunftszeit registriert.

So traten die Wasserfledermäuse bei bedecktem Himmel bis zu 14 min früher auf als an klaren Abenden. Auch DIETZ (1993) und EISENTRAUT (1952) kommen bei ihren Untersuchungen zu vergleichbaren Ergebnissen. Der direkte Zusammenhang zwischen dem Grad der Hel-

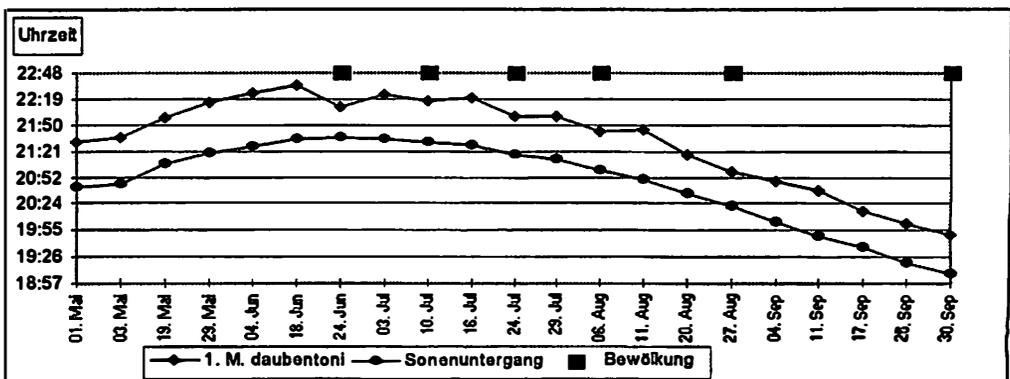


Abb. 2. Erscheinen der ersten Wasserfledermaus am Reilinger Baggersee

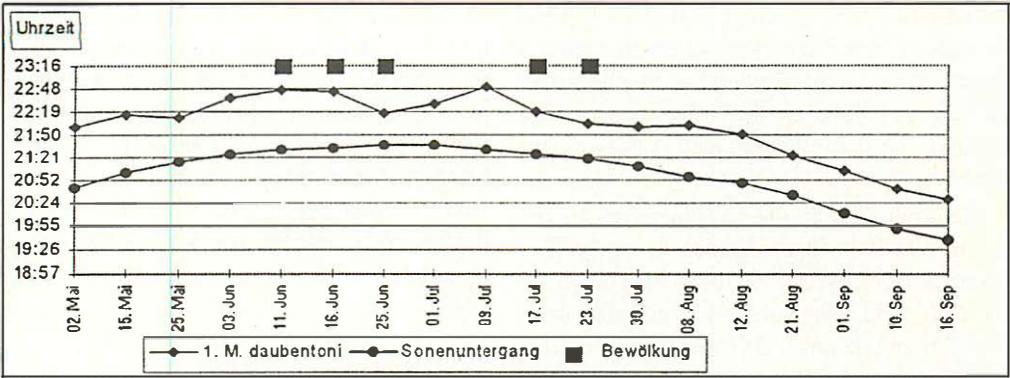


Abb. 3. Erscheinen der ersten Wasserfledermaus am Rhein

ligkeit und dem Aktivitätsbeginn von Fledermäusen wird deutlich. Das Licht ist ganz offensichtlich auch bei Fledermäusen der wichtigste Synchronisator des circadianen Rhythmus (ERKERT 1982).

Am Beobachtungspunkt am Rhein erschien die erste Wasserfledermaus im Mittel 59 min nach SU. Die Regelmäßigkeit, mit der die Tiere hier ankamen, ist bei weitem nicht so groß wie am Reilinger Baggersee. Im Vergleich mit dem regelmäßigen Auftreten der Wasserfledermäuse am Reilinger Baggersee ist daher davon auszugehen, daß die Tiere von ihrem Quartier bis zum Rhein einen verhältnismäßig weiten Weg

zurückzulegen haben, auf welchem sie bereits jagen (ARNOLD 1995) bzw. anderweitig „aufgehalten“ werden. Gründe hierfür wären z.B. die bei der Flugstraßensuche erwähnten territorialen Auseinandersetzungen oder ungünstige Witterung. Das späte und unregelmäßige Eintreffen der Wasserfledermäuse am Rhein bestätigt damit indirekt, daß die nordbadischen Hardtwälder wichtige Quartiergebiete dieser Fledermausart darstellen.

Auf der anderen Seite geht hieraus hervor, daß die Auwälder während der Untersuchungszeit von *M. daubentoni* nicht als Quartierhabitat genutzt werden, weil davon auszugehen ist, daß

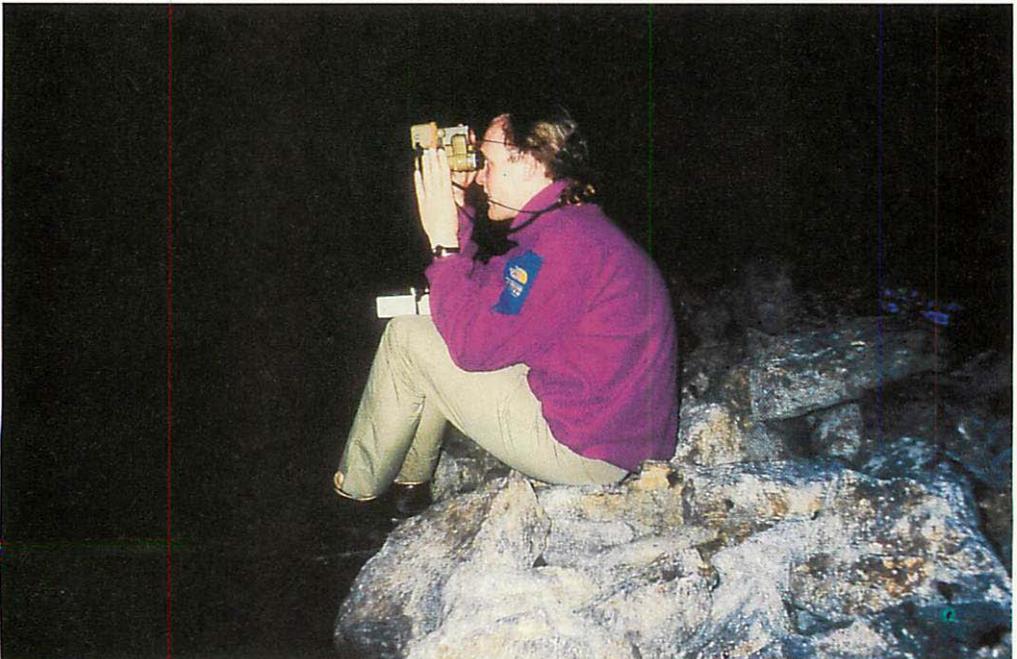


Abb. 4. Fixstreifen-Taxation vom Rheinufer aus. Aufn.: A. ARNOLD

die Tiere in diesem Fall wesentlich früher, nämlich 30-45 min nach SU, im Jagdgebiet am Rhein aufgetreten wären.

Vergleich der relativen Dichte von *Myotis daubentonii* und der Insekten-Abundanz

Um die relative Wasserfledermaus-Dichte über einem Gewässer zu bestimmen, ist es nötig, die relative Zahl der Tiere auf einer bestimmten

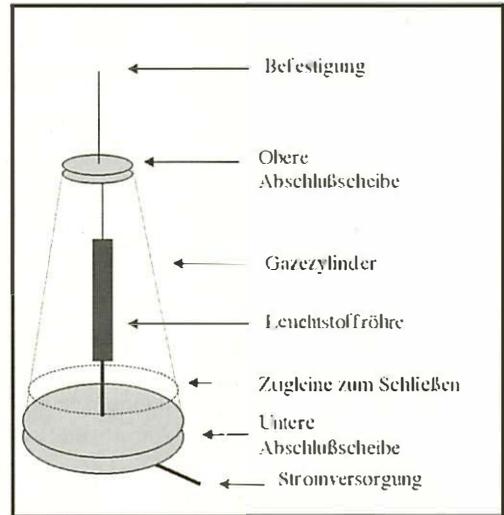


Abb. 5. Untersuchungsaufbau: Lichtfalle für Insektenfang (links oben und rechts) sowie Scheinwerfer für die Fixstreifen-Taxation (links unten, am Ufer plaziert). Aufn.: M. KRETSCHMER

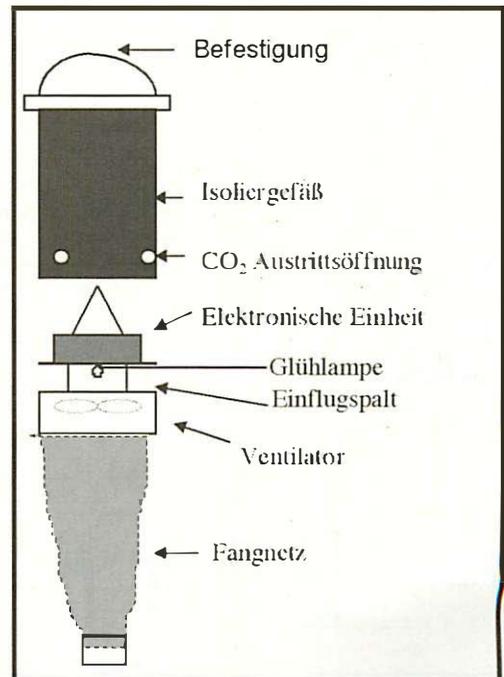


Abb. 6. Kombinierte CO<sub>2</sub>-Licht-Falle für den Fang von Culiciden. Aufn.: M. KRETSCHMER

Fläche pro Zeiteinheit zu erfassen. In dieser Arbeit wurde dazu die Methode der Fixstreifen-Taxation (RIEGER & WALZTHÖNY 1993) angewendet, bei der ein Scheinwerfer so am Gewässerrand fixiert wird, daß der eng gebündelte Lichtstrahl dicht über dem Wasser jagenden Fledermäuse erfaßt. Die einzelnen Durchflüge der Tiere können so gezählt werden (Abb. 4, 5 unten am Ufer plaziert).

Da die Individuen nicht voneinander unterschieden werden können, kann es zu Mehrfachzählungen kommen. Die absolute Anzahl der über dem Ufer jagenden Wasserfledermäuse pro Zeiteinheit ist mit dieser Methode also nicht zu ermitteln, sondern es wird lediglich ein Maß für die Flugaktivität von *M. daubentonii* dargestellt.

Zur Bestimmung der Beutetierdichte wurden die fliegenden Insekten mit einer Lichtfalle (Abb. 5 links u. rechts) bzw. mit einer speziellen CO<sub>2</sub>-Falle (Stechmücken; Abb. 6 links u. rechts) gefangen. Später wurden sie bestimmt, ausgezählt und gewogen.

Die Ergebnisse der Fixstreifen-Taxation werden denen der Lichtfallen-Fänge gegenübergestellt. Somit ist die Möglichkeit gegeben, das Auftreten von *M. daubentonii* und seiner Beute direkt miteinander zu vergleichen. Man achte insbesondere auf den stark variierenden Maßstab der Ordinaten in den einzelnen Diagrammen!

### Das Jagdhabitat im Laufe der Nacht

Information zur Zeit-Angabe:

Im folgenden wird von den Ergebnissen der 39 Untersuchungsnächte jeweils nur das Resultat einer Nacht pro Beobachtungspunkt exemplarisch dargestellt: Reilinger Baggersee am 19.V.1997 (Abb. 7-10); Rhein am 15.V.1997 (Abb. 11-14).

Die Aktivität der Fledermäuse wird hauptsächlich von SU und SA gesteuert (ERKERT 1982). Da sich die für Fledermäuse relevante Nachtlänge im Jahresverlauf ändert, wird die Zeit-Information in den folgenden Darstellungen in „Relativer Nachtzeit“ (RN) angegeben.

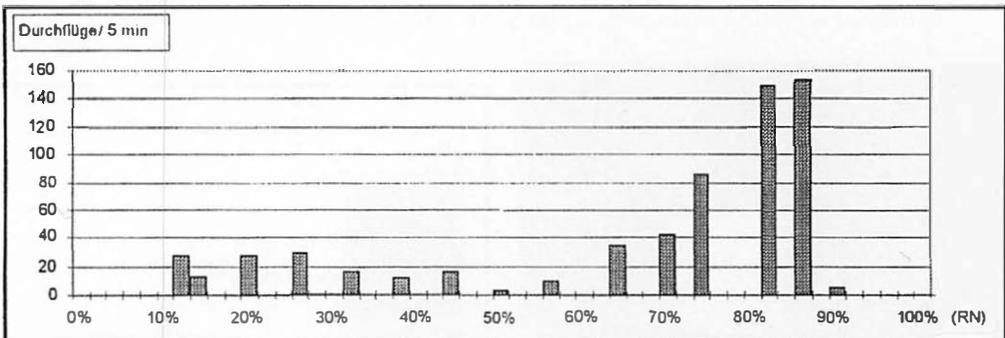


Abb. 7. Relative Dichte von *Myotis daubentonii*: 19.V.1997 am Reilinger Baggersee

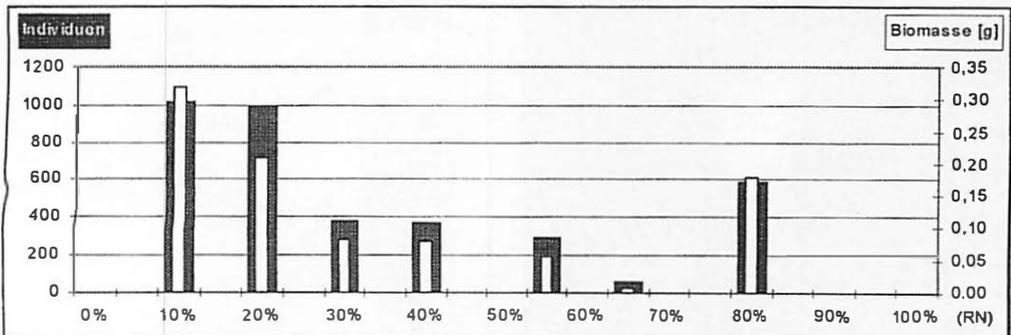


Abb. 8. Abundanz aller mit der Lichtfalle am Reilinger Baggersee gefangenen Insekten und deren Biomasse

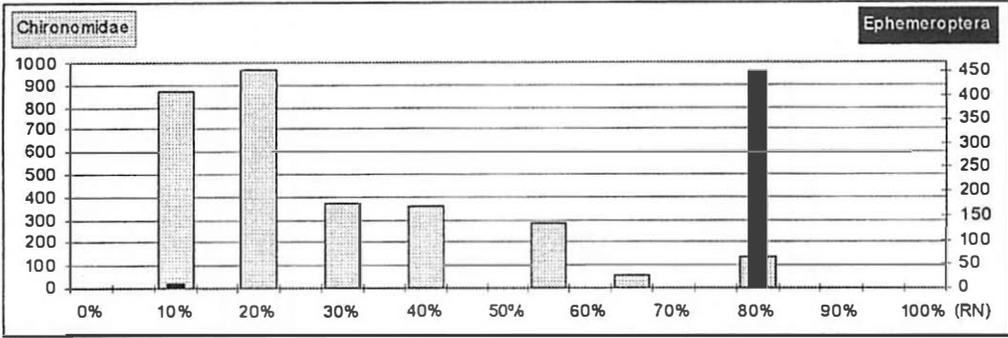


Abb. 9. Abundanz der *Chironomidae* und der *Ephemeroptera* am Reilinger Baggersee

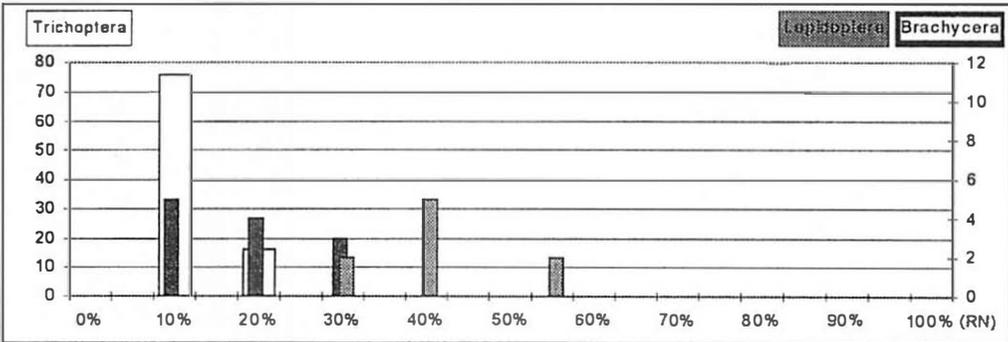


Abb. 10. Abundanz von *Trichoptera*, *Lepidoptera* und „*Brachycera*“ am Reilinger Baggersee

Hierbei entspricht die gesamte Nachtlänge, also der Zeitraum zwischen SU und SA 100 % RN. Die einzelnen Zeitangaben werden relativ zum SU wiedergegeben.

Betrachtet man die Verhältnisse im Jagdhabitat in den einzelnen Nächten, fällt primär der direkte Zusammenhang zwischen der Jagdrhythmik der Wasserfledermäuse und der Insekten-dichte auf. In den meisten der 39 Untersuchungs-nächte haben die relative Wasserfle-

dermaus-Dichte und die Insektenabundanz den gleichen Verlauf. Nach einem Maximum in der Dämmerung und den ersten Stunden der Nacht folgt ein Absinken der Jagdaktivität und der Insekten-dichte. Im Gegensatz zum Rhein stieg die Dichte der Fluginsekten am Reilinger Baggersee in den frühen Morgenstunden meist nochmals an. Diesem Trend folgend wurden hier gegen Morgen auch wieder mehr Durchflüge von Wasserfledermäusen beobachtet.

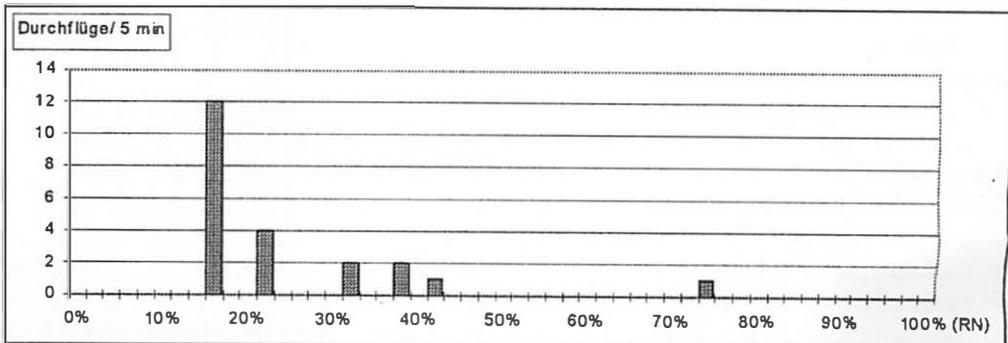


Abb. 11. Relative Dichte von *Myotis daubentonii*: 15.V.1997 am Rhein

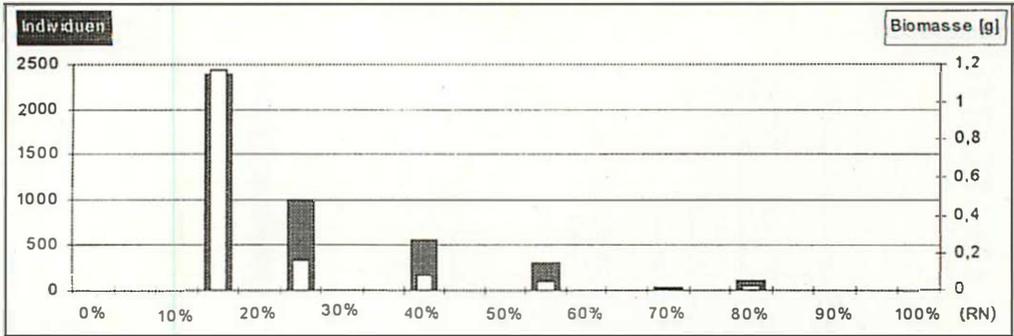
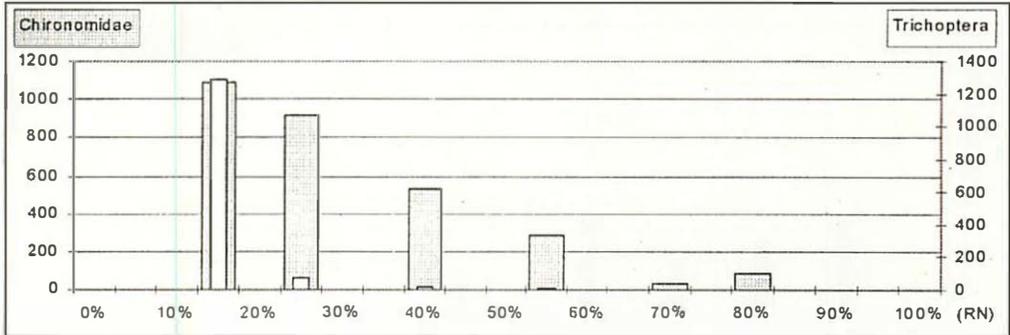
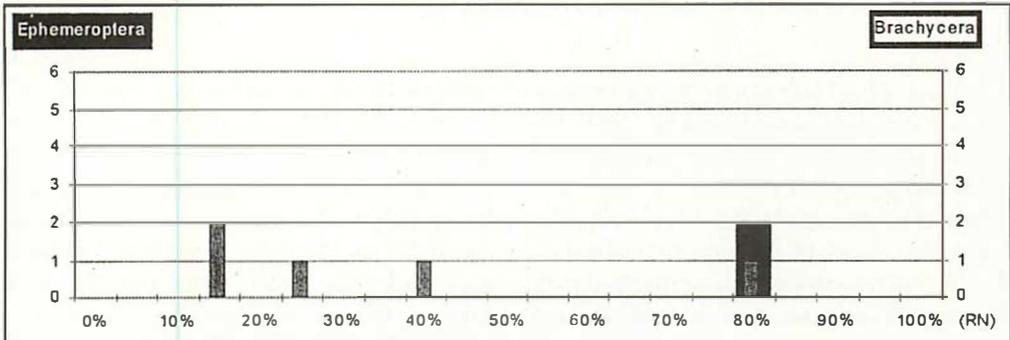


Abb. 12. Abundanz aller mit der Lichtfalle am Rhein gefangenen Insekten und deren Biomasse

Abb. 13. Abundanz der *Chironomidae* und der *Trichoptera* am RheinAbb. 14. Abundanz der *Ephemeroptera* und „*Brachycera*“ am Rhein

### Das Jagdhabitat im Laufe des Sommers

Auch die Phänologie der Wasserfledermäuse und der einzelnen Insektengruppen soll so dargestellt werden, daß der direkte Vergleich untereinander möglich ist. Die Werte in den Graphiken repräsentieren das jeweilige absolute Maximum an gezählten bzw. gefangenen Tieren in der entsprechenden Nacht. Lediglich bei den Culiciden geben die Werte den Gesamtfang der entsprechenden Nacht wieder, da die CO<sub>2</sub>-Falle die ganze Nacht hindurch ohne zwischenzeitliche Entleerung in Betrieb war.

Auf die graphische Darstellung der *Ephemeroptera* am Rhein wird verzichtet, da diese hier in so geringer Zahl auftraten (max. 4 Stk./Fang).

Auch die jahreszeitliche Phänologie von Wasserfledermäusen und Insektenangebot stimmen im wesentlichen überein. Lediglich gegen Ende der Untersuchung stieg am Reilinger Baggersee die Dichte der Insekten nach einem Rückgang im August nochmals leicht an, während die der Wasserfledermäuse jedoch kontinuierlich absank (Abb. 15-22). Als Grund für diese Divergenz im September ist der Abzug der

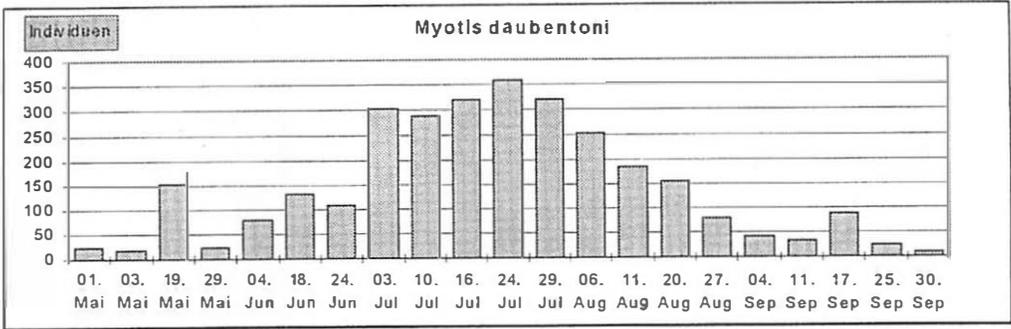


Abb. 15. Phänologie von *Myotis daubentoni* am Reilinger Baggersee

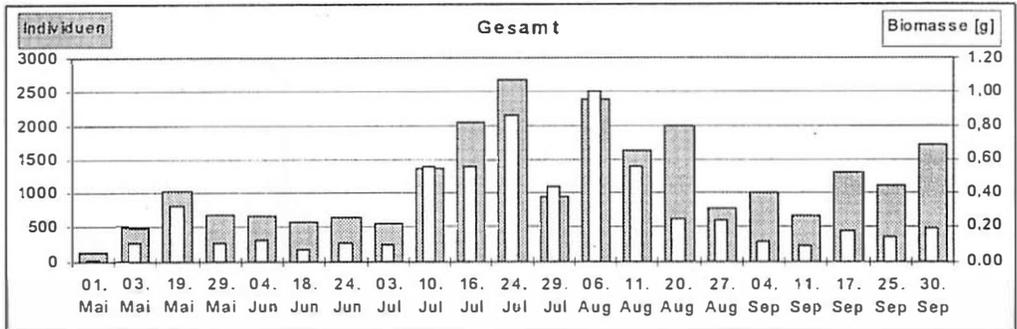


Abb. 16. Phänologie aller am Reilinger Baggersee mit der Lichtfalle gefangenen Insekten und deren Biomasse

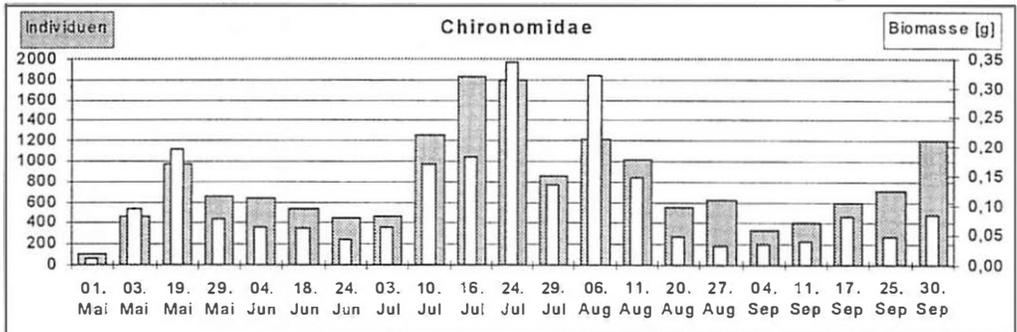


Abb. 17. Phänologie der *Chironomidae* am Reilinger Baggersee

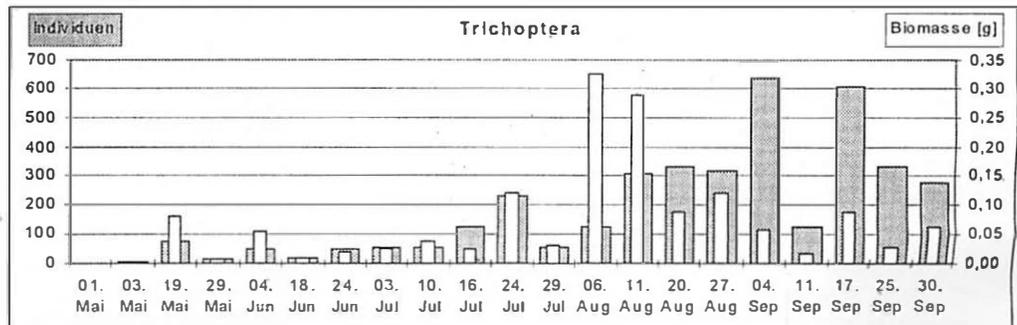


Abb. 18. Phänologie der *Trichoptera* am Reilinger Baggersee

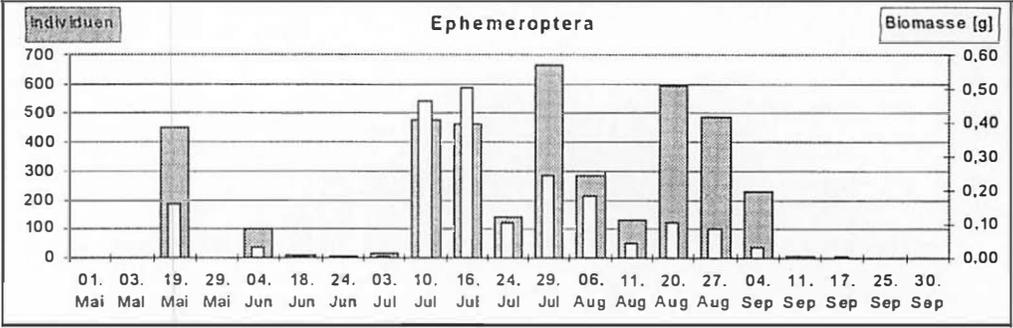


Abb. 19. Phänologie der *Ephemeroptera* am Reilinger Baggersee

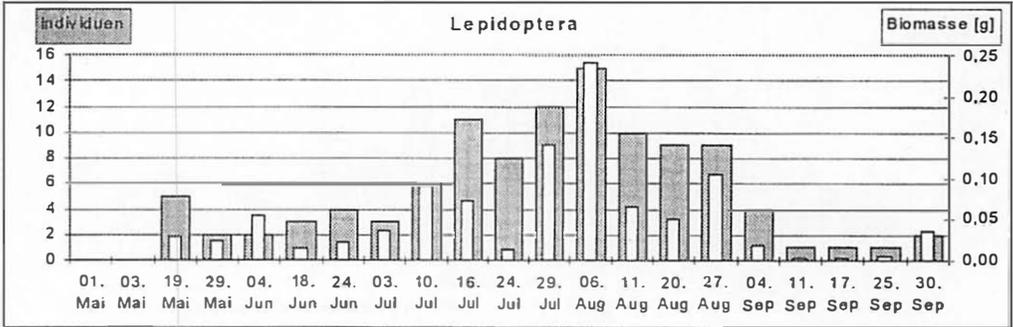


Abb. 20. Phänologie der *Lepidoptera* am Reilinger Baggersee

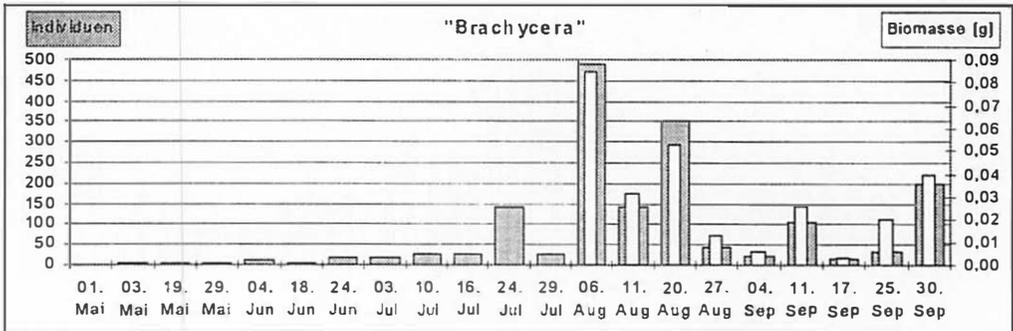


Abb. 21. Phänologie der „*Brachycera*“ am Reilinger Baggersee

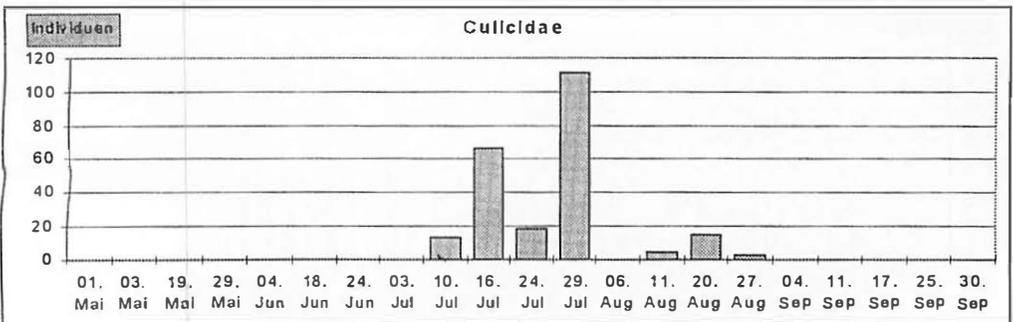


Abb. 22. Phänologie der *Culicidae* am Reilinger Baggersee

Wasserfledermäuse ins Winterquartier zu nennen.

Am Rhein sind für die Insektdichte und die relative Dichte der Wasserfledermäuse zwei Maxima zu verzeichnen, eins im Früh- und eins im Spätsommer (Abb. 23-29). In der Zeit von Mitte Juni bis Mitte August wurden über dem Rhein nur wenige *M. daubentonii* beobachtet. Der hohe Wert am 18. VII. täuscht fälschlicherweise eine hohe Fledermausdichte vor, da er effektiv von nur drei Individuen verursacht wurde.

Von den in beiden Untersuchungsgebieten insgesamt über 81.000 gefangenen Insekten entfallen 70,1 % auf die Zuckmücken. Am Rhein ist ihr Anteil mit 72,3 % am höchsten. Die Chironomiden stellen somit die dominierende Insektengruppe an Reilinger Baggersee und Rhein dar.

Bezüglich der Biomasse ergeben sich etwas andere Verhältnisse. Zwar bleiben die Chironomiden die wichtigste Insektengruppe, doch verschiebt sich ihr Anteil hier zu Gunsten der übrigen Gruppen. Dies macht deutlich, daß die

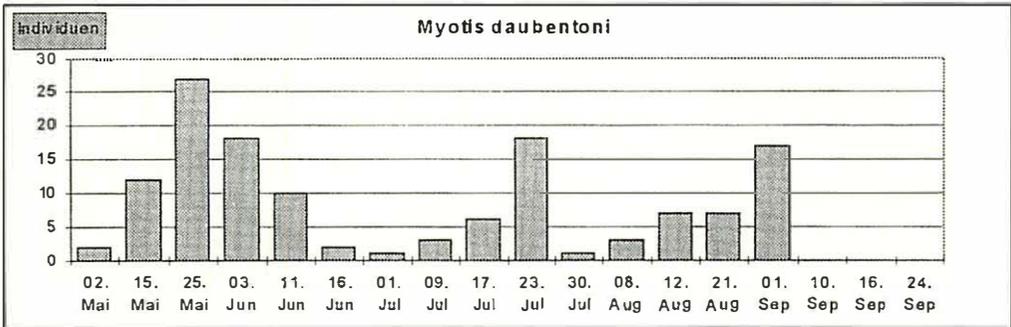


Abb. 23. Phänologie von *Myotis daubentonii* am Rhein

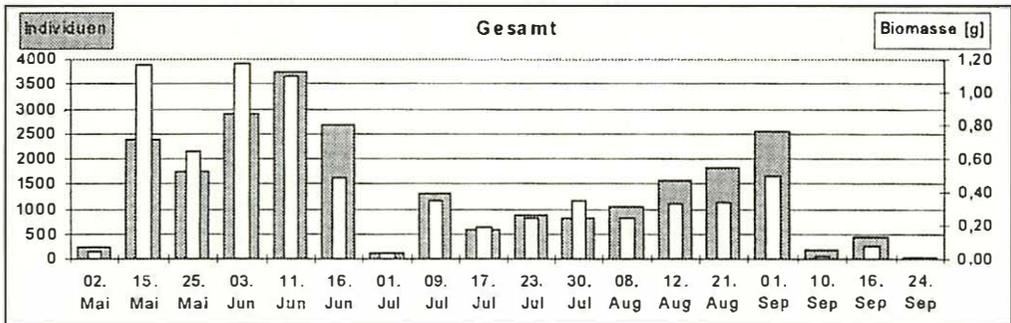


Abb. 24. Phänologie aller mit der Lichtfalle am Rhein gefangenen Insekten und deren Biomasse

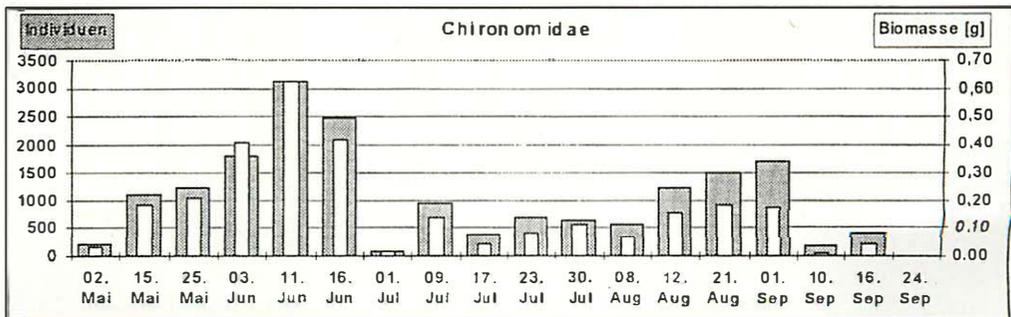


Abb. 25. Phänologie der *Chironomidae* am Rhein

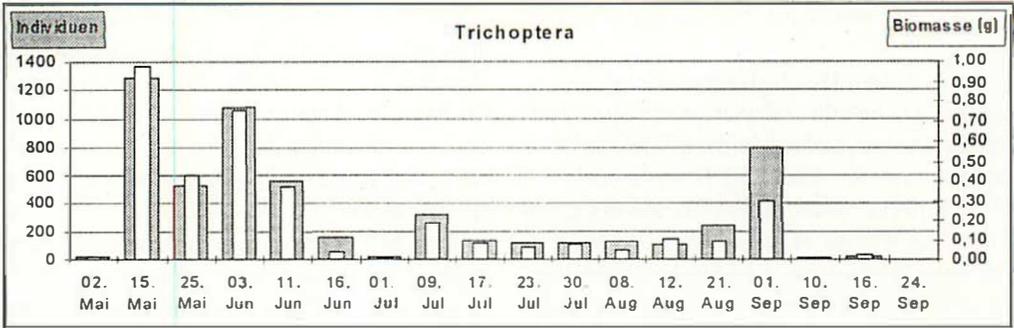


Abb. 26. Phänologie der *Trichoptera* am Rhein

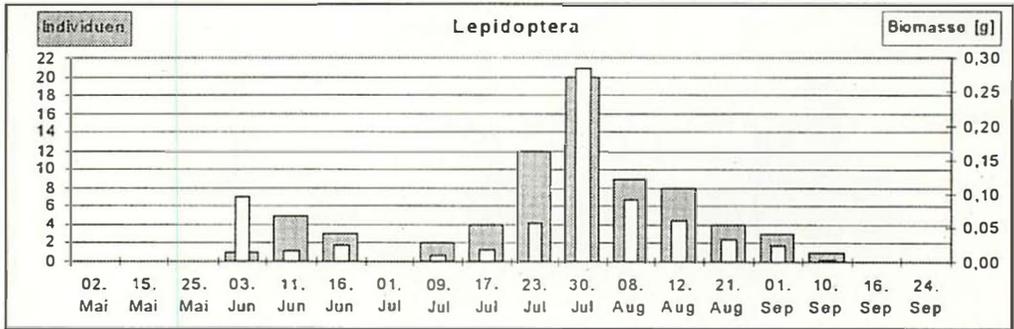


Abb. 27. Phänologie der *Lepidoptera* am Rhein

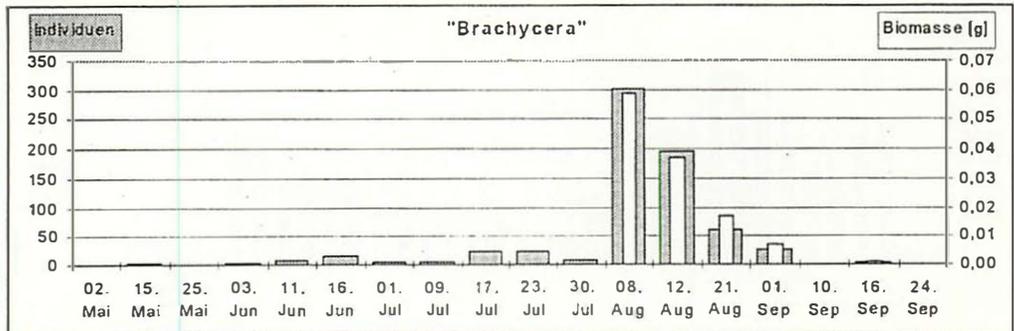


Abb. 28. Phänologie der "*Brachycera*" am Rhein

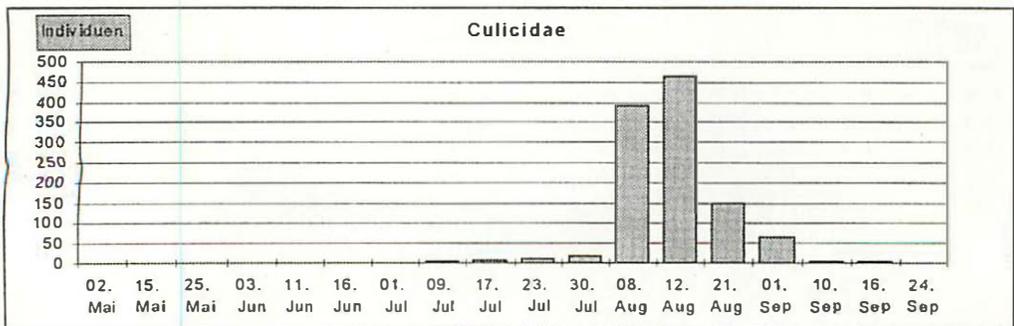


Abb. 29. Phänologie der *Culicidae* am Rhein

Chironomiden zwar in großen Massen vorkommen, ihre zahlenmäßige Dominanz aber durch die geringe Biomasse wieder relativiert wird.

Daß die Chironomiden trotz ihrer geringen Biomasse im Untersuchungsgebiet die wichtigsten Nahrungsinsekten für Wasserfledermäuse sind, kann mit der beobachteten direkten Abhängigkeit der Wasserfledermaus-Aktivität von der Dichte der Chironomiden begründet werden. Sowohl in den einzelnen Nächten als auch über den gesamten Sommer hinweg konnte diese Abhängigkeit beobachtet werden. Besonders deutlich wird dies bei der Betrachtung der gegenläufigen Chironomiden-Phänologie am Reilinger Baggersee und am Rhein. Denn auch die Phänologie der Wasserfledermäuse weist diesen gegensätzlichen Verlauf aus. Die Wasserfledermäuse „folgen“ also gleichsam den Zuckmücken.

Begründet werden kann das Phänomen der gegenläufigen Phänologie bei den Chironomiden nicht, da man hierzu das Artenspektrum an den beiden Gewässern kennen müßte. Eventuell wirkt sich der hohe Rheinpegel bzw. die hiermit verbundene größere Fließgeschwindigkeit des Rheins in dieser Zeit negativ auf die Entwicklung der Zuckmücken aus. Meine Ergebnisse bestätigen im wesentlichen die These, wonach Chironomiden die wichtigsten Beuteinsekten der Wasserfledermäuse sind (DIETZ 1993, TAAKE 1992, ARNOLD mündl.).

Die **Köcherfliegen** sind mit einem Anteil von 13,2 % an der Gesamtmenge die zweithäufigste Insektengruppe. Ihr Anteil am gesamten Insektenangebot wird besonders bei der Betrachtung der Biomasse deutlich. Sowohl in den einzelnen Nächten als auch im Laufe des Sommers sind die Trichopteren ganz wesentlich an der Gesamtbiomasse beteiligt.

Am Rhein entwickelte sich die Dichte der Trichopteren ähnlich wie die der Chironomiden. So wurde auch bei den Köcherfliegen ein Früh- und ein Spätsommermaximum beobachtet. Am Reilinger Baggersee wurden dagegen bis Anfang August nur relativ wenige Trichopteren gefangen. Das Maximum der Individuendichte lag hier im September. Die Phänologie von *M. daubentonii* und die der Trichopteren verlaufen hier also gegensätzlich.

Die nächtliche Aktivität der Köcherfliegen konzentrierte sich an beiden Gewässern auf die Abenddämmerung. In den späten Nachtstunden wurden nur noch vereinzelt Trichopteren gefangen, wobei es sich allerdings meist um große Arten handelte. Aussagen über einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Trichopteren und der relativen Wasserfledermaus-Dichte in den einzelnen Nächten sind aufgrund der großen Chironomiden-Dominanz nicht möglich. Dies gilt für beide Untersuchungsgebiete.

Die Bedeutung der Trichopteren für die Wasserfledermäuse in dieser Region ist somit schwer zu beurteilen. Es ist allerdings davon auszugehen, daß die Köcherfliegen aufgrund ihrer hohen Dichte am Rhein neben den Zuckmücken ganz wesentlich an der Beutezusammensetzung der hier jagenden Wasserfledermäuse beteiligt sind. NYHOLM (1965) fand bei seinen Untersuchungen an Wasserfledermäusen in Finnland, daß diese neben Dipteren und Lepidopteren Köcherfliegen als Nahrung bevorzugten.

Beim Vergleich der Insektenfauna am Reilinger Baggersee und am Rhein fallen besonders die **Eintagsfliegen** auf. Sie übernehmen am See mit 10,9 % Mengenanteil und 21,7 % Biomasseanteil die Rolle der Trichopteren als zweitgrößte Insektengruppe, während sie am Rhein mit nur 21 (= 0,1 %) gefangenen Tieren keine Beachtung finden. Gründe hierfür sind in der Ökologie der beteiligten Arten zu suchen, auf welche in dieser Arbeit nicht näher eingegangen wird.

Wie aus der graphischen Darstellung der nächtlichen Verhältnisse am Reilinger Baggersee zu entnehmen ist, sind für das Ansteigen der Insektendichte und der Biomasse in den Morgenstunden nahezu ausschließlich die Eintagsfliegen verantwortlich. In dieser Phase der Nacht übernehmen die Ephemeropteren der Gattung *Caenis* mit einem Anteil von 72,4 % aller zu dieser Zeit gefangenen Insekten die dominierende Rolle, welche die Zuckmücken in den Abendstunden mit 64,0 % für sich beanspruchen.

Das morgendliche Ansteigen der relativen Wasserfledermaus-Dichte am Reilinger Baggersee ist also direkt mit dem Auftreten der

Caeniden korreliert. Eine derart eindeutige Korrelation, wie sie zwischen diesen *Ephemeroptera* und der Jagdaktivität der Wasserfledermäuse besteht, wurde für keine andere Insektengruppe nachgewiesen.

Daß man von einer regelrechten „Vorliebe“ der Wasserfledermäuse für Caeniden sprechen kann, zeigen die Verhältnisse in den Nächten des 19. V. und 4. VI. Hier war die Durchflugrate der Wasserfledermäuse beim Auftreten der kleinen Eintagsfliegen fast sechsmal bzw. doppelt so hoch wie in den insektenreichen Abendstunden der gleichen Nacht. Diese „Vorliebe“ kann leicht mit der hohen Trägheit dieser hinfalligen, schlecht fliegenden Insekten (CHINERY 1993) erklärt werden. Aber auch das geringe Nahrungsangebot gegen Ende der Nacht am Rhein könnte ein Grund für den Anstieg der Wasserfledermaus-Aktivität am Reilinger Baggersee sein. Die Ephemeropteren haben also eine ganz wesentliche Bedeutung für die Wasserfledermäuse im Untersuchungsgebiet. Durch den „Morgenflug“ der Caeniden (SAUTER 1992) haben die Fledermäuse die Gelegenheit, kurz vor Einflug ins Tagesquartier nochmals größere Beutemengen aufzunehmen.

Die **Schmetterlinge** haben mit 14,2 % einen verhältnismäßig hohen Anteil an der Gesamtbiomasse; dennoch ist ihre Bedeutung für über dem Wasser jagende Wasserfledermäuse höchstwahrscheinlich sehr gering. Ein Grund für diese Annahme ist beispielsweise die geringe Individuendichte der Lepidopteren, welche mit nur 467 gefangenen Tieren den geringsten Anteil an der Gesamtmenge haben (0,6 %). Die geringe Dichte nimmt über der freien Wasserfläche sogar noch ab. So konnten bei der Fixstreifen-Taxation nur äußerst selten Lepidopteren in größerer Entfernung vom Ufer beobachtet werden.

Einen weiteren Hinweis gibt der Verlauf der nächtlichen Abundanz. In vielen Nächten ist die Dichte der Schmetterlinge, besonders die der großen *Noctuidae*, in der Mitte der Nacht am höchsten. Die relative Dichte der über dem Gewässer jagenden Wasserfledermäuse hat dagegen genau zu dieser Zeit ihr Minimum.

Die geringe Einschätzung der Lepidopteren als Beutegruppe der Wasserfledermäuse bezieht sich jedoch ausdrücklich auf das „Jagd-

habitat Wasser“. Wieviel Schmetterlinge von Wasserfledermäusen erbeutet werden, wenn diese über Land jagen, kann nicht beurteilt werden. So fand NYHOLM (1965) unter den Ruheplätzen, welche die Wasserfledermäuse bei der Jagd im finnischen Wald regelmäßig aufsuchten, allerdings Überreste von erbeuteten Lepidopteren.

Da bei den übrigen Gruppen die Biomasse nicht oder nur teilweise bestimmt wurde, können nur Aussagen bezüglich der Individuendichte gemacht werden.

Die **Stechmücken** traten an den beiden Standorten nur saisonal auf. Am Reilinger Baggersee betrug ihr Anteil an der Gesamtmenge 0,5 %, am Rhein immerhin 3,2 %. Während am Rhein eine deutliche Korrelation zwischen Hochwasser und Culiciden-Dichte zu erkennen ist, können für das Auftreten der Stechmücken am Reilinger Baggersee keine regulierenden Faktoren erkannt werden.

Eine Korrelation zwischen Culiciden-Dichte und relativer Dichte von *M. daubentonii* konnte weder am Reilinger Baggersee noch am Rhein festgestellt werden. Da im August auch die Dichte anderer am Rhein gefangener Insekten zunahm, kann der leichte Anstieg der Wasserfledermaus-Aktivität in dieser Zeit nicht allein mit der Zunahme der Culiciden erklärt werden.

Auch die Abundanz der „**Brachycera**“ (**Fliegen** und **Gnitzen**) scheint keinen direkten Einfluß auf die Jagdaktivität der Wasserfledermäuse zu haben. Ähnlich wie bei den Stechmücken am Rhein stieg die Dichte der „*Brachycera*“ erst ab August merklich an. Dieser synchrone Verlauf von „*Brachycera*“-Phänologie und Culiciden-Phänologie läßt darauf schließen, daß sich das Hochwasser im Juli auch positiv auf die Entwicklung der Larven einiger Brachycerenarten ausgewirkt hat.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß der Verlauf von Insekten-Gesamtmenge und Insekten-Gesamtbiomasse im wesentlichen vom Auftreten der Chironomiden geprägt wird. Ihre Dominanz ist sogar so groß, daß sie den Einfluß der meisten anderen Insekten auf die gesamte Insektendichte verdecken. Eine direkte Korrelation zwischen der Dichte von Wasserfledermäusen und dem Auftreten bestimmter Insektengruppen konnte nur bei Chironomiden und Caeniden (*Ephemeroptera*) nachgewiesen werden.

### Vergleich der Jagdhabitats

Im Verlauf der Untersuchungen stellte sich heraus, daß die Dichte von Wasserfledermäusen über stehenden Gewässern größer ist als über fließenden. Neben den Hauptuntersuchungspunkten an Rhein und Reilinger Baggersee wurden auch immer wieder andere Gewässer kontrolliert. Besonders interessant waren hierbei die Beobachtungen an den rheinnahen Baggerseen und dem Ketscher Altrhein, welcher in großen Teilen ebenfalls als Stillgewässer bezeichnet werden kann. Kontrollen wurden hier meist dann durchgeführt, wenn am Rheinhauptstrom keine oder nur extrem wenig Wasserfledermäuse flogen. Als Ergebnis konnten jedes Mal jagende Wasserfledermäuse gehört und gesehen werden.

Obwohl man die Dichte der jagenden Wasserfledermäuse über dem Rhein, aufgrund der verschiedenen großen Flächen, nicht direkt mit der über den verhältnismäßig kleinen Stillgewässern vergleichen darf, sind die Unterschiede doch sehr deutlich. Hierfür stehen folgende Gründe zur Diskussion:

- Das Insektenangebot sinkt an den Stillgewässern nach dem Dämmerungsmaximum nicht so schnell bzw. so stark ab wie am Rhein.
- Die unruhige Wasseroberfläche des Rheins erschwert den Wasserfledermäusen die Jagd.
- Die nicht-biologischen Störgrößen sind am Rhein zu hoch.

Die erste These wurde zumindest für den Reilinger Baggersee anhand der Lichtfallenfänge bestätigt. Es ist anzunehmen, daß die Verhältnisse an anderen Baggerseen in der Region nicht wesentlich anders sind.

Die zweite Theorie stützt sich auf Untersuchungen von FRENCKELL & BARCLAY (1986) an *Myotis lucifugus*, dem amerikanischen „Pendant“ zur Wasserfledermaus. Die Autoren begründen die Präferenz der über dem Wasser jagenden Fledermaus gegenüber Stillgewässern mit der unruhigen Oberfläche der Fließgewässer. So werde die Echopeilung der Fledermäuse einerseits durch die hohe Streuung der reflektierten Peilrufe, andererseits durch hochfrequente Eigengeräusche des bewegten Wassers gestört. Auch sei die Aufnahme von auf der Wasseroberfläche befindlicher Beute hier schwieriger

als bei stehenden Gewässern. Auch ZAHN & MAIER (1997) stellten bei ihren Untersuchungen südöstlich von München fest, daß „... an den Stillgewässern intensiver gejagt ... wurde ... als an den Fließgewässern“.

Die dritte These beruht im wesentlichen auf dem starken Schiffsverkehr auf dem Rhein, welcher auch im Laufe der Nacht kaum nachläßt.

Es ist naheliegend, daß alle drei Punkte synergistisch wirken und somit die Attraktivität des Rheinhauptstroms für Wasserfledermäuse schmälern. Die jahreszeitlichen Abundanzschwankungen der Wasserfledermäuse an Rhein und Reilinger Baggersee deuten auf einen Wechsel der Jagdhabitatspräferenz dieser Fledermausart im Jahresverlauf hin.

Am Rhein war die höchste Aktivität der Wasserfledermäuse von Anfang Mai bis Anfang Juni zu verzeichnen. Am Reilinger Baggersee dagegen stieg die Aktivität erst mit Beginn des Juni kontinuierlich an, also in dem Zeitraum, in dem sie am Rhein bereits sank. Gerade umgekehrt gestalten sich die Verhältnisse im August. Während am Reilinger Baggersee ab Ende Juli weniger Wasserfledermäuse beobachtet wurden, stieg deren Zahl am Rhein bis Anfang September wieder an. Im Untersuchungsgebiet scheinen Wasserfledermäuse ihr Jagdhabitat also im Laufe des Sommers zu wechseln. Es ist anzunehmen, daß dies zwei sich wahrscheinlich ergänzende Faktoren verursachen.

Zum einen entsprechen die Schwankungen des Insektenangebots an den beiden Gewässern denen der Wasserfledermaus-Dichte, zum anderen findet die Verschiebung der Aktivität zum quartiernahen Jagdhabitat See in der Zeit der höchsten Trächtigkeit und Aufzucht der Jungtiere statt (BOGDANOWICZ 1994, SCHOBER & GRIMMBERGER 1987). Gerade in dieser Zeit steigt der Nahrungsbedarf der Fledermaus-♀ stark an (NEUWEILER 1993). Die Präferenz der Wasserfledermäuse für den Reilinger Baggersee geht wohl darauf zurück, daß der erhöhte Nahrungsbedarf in dieser Zeit an den Stillgewässern besser gedeckt werden kann und zudem der Weg zwischen diesem Stillgewässer und dem Quartierwald für laktierende ♀ kürzer ist als zum Rhein.

### Verhalten im Jagdhabitat

Von den beobachteten Verhaltensweisen der Wasserfledermäuse im Jagdhabitat sind einige bereits intensiv untersucht und aufgeklärt worden.

Die „Aufsetzer“, welche bei den ersten am Reilinger Baggersee auftretenden Wasserfledermäusen beobachtet wurden, nutzen die Tiere wahrscheinlich, um Wasser aufzunehmen.

RIEGER et al. (1992) beschrieben zwei verschiedene Typen von „Aufsetzern“. Der eine dient der Aufnahme von Wasser, der andere dem Beuteerwerb. Beim Trinken muß die Wasserfledermaus die horizontale Komponente ihrer Flugbahn nicht ändern. Um Wasser mit dem Mund aufzunehmen genügt es, wenn die Tiere die Flugrichtung in der Vertikalen ändern. Dies entspricht den Beobachtungen am Reilinger Baggersee, welche in der Dämmerung mit dem bloßen Auge gemacht werden konnten. Die Wasserfledermäuse löschen nach ihrem Eintreffen am See offensichtlich erst einmal ihren Durst.

Will die Wasserfledermaus jedoch Beute an der Wasseroberfläche machen, muß sie die entsprechende Stelle punktgenau anfliegen und hierbei sowohl die horizontale als auch die vertikale Komponente ändern. Auch dieser zweite Typ konnte am Reilinger Baggersee beobachtet werden. Oftmals wurden diese „Aufsetzer“ an der gleichen Stelle wiederholt. Möglicherweise konnten die Wasserfledermäuse in diesem Fall die Beute nicht gleich beim ersten Versuch fassen.

Eine weitere häufig beobachtete Verhaltensweise ist der Pärchenflug. Mehrere Autoren interpretieren dieses Verhalten als aggressive Interaktion zur Verteidigung des Territoriums (RIEGER et al. 1992, WALLIN 1960).

Auch die Beobachtungen, welche in dieser Untersuchung gemacht wurden, lassen diese Argumentation zu. Besonders auf den schmalen Kraichgaubächen und gelegentlich auch am Reilinger Baggersee lassen die kurzen, hektischen Verfolgungsszenen auf territoriales Verhalten schließen.

Eine Ausnahme stellt der Pärchenflug vom 17. IX. dar. Dieser unterscheidet sich von allen anderen durch folgende Eigenschaften: Die Tie-

re verfolgten sich mindestens 35 min lang, während sonst nur kurze Verfolgungen beobachtet, bzw. die Pärchen nur kurz gesehen wurden. Abstand, Höhe und Flugbahn blieben einigermaßen konstant, wobei der Verfolger fast doppelt so hoch wie das verfolgte Tier flog. Bei den anderen, viel hektischeren Verfolgungsszenen war diese Konstanz nie vorhanden. Es sind kaum Ortungsrufe zu hören; die Tiere scheinen also nicht zu jagen.

Dieses Verhalten zu interpretieren fällt schwer, da es nur einmal beobachtet wurde und wichtige Informationen, z. B. das Geschlecht der Tiere, fehlen. Eine Möglichkeit der Interpretation wäre, daß es sich bei dem Paar um Mutter und Jungtier handelte. SCHÖBER & GRIMMBERGER (1987) beschrieben, wie junge Fledermäuse die Echopeilung erlernen. So fliegen bei einigen Arten die Jungtiere der Mutter hinterher; diese nimmt ihr Junges hierbei in eine Art „Schallschleppe“. Das späte Datum spricht allerdings gegen diese Interpretation!

Daß es sich um eine Art Balzflug, also ein Fortpflanzungsverhalten handelt, ist sehr unwahrscheinlich. Wasserfledermäuse gehen keine festen Partnerbindungen ein. Es wurden bisher lediglich Paarungen im Winterquartier beobachtet, bei denen die  $\sigma$  die  $\varphi$  anscheinend wahllos aussuchen (SCHÖBER & GRIMMBERGER 1987, ROER & EGSAEK 1966).

### Zusammenfassung

In der Zeit von Anfang Mai bis Ende September 1997 wurden in dernordbadischen Oberrheinebene Untersuchungen zur Biologie und Nahrungsökologie der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) durchgeführt. Ein Ziel dieser Arbeit war es, die im Rahmen eines Forschungsprojekts über rheinauenbewohnende Fledermäuse gewonnenen Erkenntnisse bezüglich der Wasserfledermäuse zu vertiefen.

Die hierzu untersuchten Hardtwälder Nordbadens konnten als wichtige Quartierhabitate für Wasserfledermäuse bestätigt werden, wobei deren hohe Präferenz für alte, höhlenreiche Laubmischwaldbestände deutlich wurde. Die Bedeutung der Hardtwälder wurde durch das Auffinden weiterer Flugrouten zwischen diesen Wäldern und den rheinischen Jagdgebieten unterstrichen. Bei den Beobachtungen an diesen Flugstraßen stellte sich heraus, daß sich die Wasserfledermäuse auch in Nordbaden entlang linearer Landschaftsstrukturen orientieren. Offene Wasserläufe werden hierbei anscheinend bevorzugt.

Weiterhin sollte an zwei unterschiedlichen Gewässern das Angebot potentieller Nahrungsinsekten erfaßt werden, um die Frage nach einer eventuellen Korrelation zwischen dem Auftreten bestimmter Insektengruppe, insbesondere

den Stechmücken (*Culicidae*), und der relativen Dichte der über dem Wasser jagenden Wasserfledermäuse zu beantworten.

Hierzu wurden am Rhein und am Reilinger Baggersee in 39 Nächten mittels einer selbst entwickelten Lichtfalle Insekten gefangen und parallel dazu die Wasserfledermaus-Dichte anhand der Fixstreifen-Taxation abgeschätzt. Es konnte festgestellt werden, daß sich das Auftreten der Wasserfledermäuse in erster Linie nach der Insektdichte richtet, welche sowohl am Rhein als auch am Reilinger Baggersee von Chironomiden dominiert wird.

Eine weitere Insektengruppe, die Einfluß auf die Jagdaktivität der Wasserfledermäuse hat, ist die der *Caenidae* (*Ephemeroptera*). Bei den übrigen Insektengruppen inklusive der Stechmücken konnte keine Korrelation zur relativen Dichte der Wasserfledermäuse über dem Gewässer nachgewiesen werden. Ferner stellte sich heraus, daß Wasserfledermäuse in dieser Region im Laufe des Sommers einen Wechsel der Jagdhabitate vornehmen, bei dem die Jagdaktivität vom Rhein auf quartiernahe Stillgewässer verschoben wird.

### Summary

From the beginning of May to the end of September 1997 investigations about biology and food ecology of Daubenton's bat (*Myotis daubentonii*) were carried out in the upper Rhine plain of northern Baden (nordbadische Oberrheinebene). One of the investigation's purpose was to intensify the results of a research project about Rhine banks inhabiting bats especially in relation with Daubenton's bats.

The investigated forests of Hardt in northern Baden proved again to be important roosting habitats of Daubenton's bats. The bats highly preferred old mixed forests of deciduous trees with many caverns.

The significance of the Hardts forests was emphasized by the finding of additional air routes between these forests and the hunting areas nearby the river Rhine. The air routes were observed and it turned out that also in northern Baden Daubenton's bats orientate on linear structures of landscape. They seem to prefer open water courses thereby.

In addition, the existence of potential insects suitable for prey was checked at two different waters. This was done in order to verify an assumed correlation between the appearance of special insect groups – especially gnats (*Culicidae*) – and the relative concentration of Daubenton's bats hunting above the water.

For that, during 39 nights insects were caught by a self-constructed light trap at the river Rhine and the Reilinger flooded gravel pit. Parallel to this, the concentration of bats was assessed with the help of the „Fixstreifen-Taxation“ (a method to count the bats that cross a defined, highly illuminated area). It could be observed that the appearance of Daubenton's bats primarily proceeds according to the concentration of insects. *Chironomidae* dominated both at the river Rhine and the Reilinger flooded gravel pit. Another insect group that influences the hunting activities of Daubenton's bats is that of *Caenidae* (*Ephemeroptera*). No correlation between the remaining insect groups (inclusive gnats) and the relative concentration of Daubenton's bats above the water could be proved. Furthermore it turned out that Daubenton's bats of this area change their hunting ha-

bitat during summer. The hunting activities were displaced from the river Rhine to non-flowing waters nearby the roosts.

### Schrifttum

- ARNOLD, A. (1994): Ergebnisse telemetrischer Untersuchungen an der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii* Kuhl) in den nordbadischen Rheinauen im Jahr 1994. Jahresendbericht f. d. KABS e.V. (87 pp.).
- (1995): Telemetrische Untersuchungen an rheinauenbewohnenden Fledermausarten in Nordbaden und weitere Ergebnisse felddbiologischer Studien an Fledermäusen im Jahr 1995. Jahresendbericht f. d. KABS e.V. (86 pp.).
- BOGDANOWICZ, W. (1994): *Myotis daubentonii*. Mammalian species 475, 1-9.
- CHINERY, M. (1993): Pareys Buch der Insekten. 2. Aufl. Hamburg, Berlin (328 pp.).
- DIETZ, M. (1993): Beobachtungen zur Lebensraumnutzung der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) in einem urbanen Untersuchungsgebiet in Mittelhessen. Dipl.-Arb. Univ. Gießen (92 pp.).
- , & RICHARZ, K. (1993): Untersuchungen zur Lebensraumnutzung der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) im Stadtgebiet von Gießen. Z. Säugetierkd. 58, 13-14.
- EBENAU, C. (1995): Ergebnisse telemetrischer Untersuchungen an Wasserfledermäusen (*Myotis daubentonii*) in Mülheim an der Ruhr. Nyctalus (N.F.) 5, 379-394.
- EISENTRAUT, M. (1952): Beobachtungen über Jagdrouten und Flugbeginn bei Fledermäusen. Bonn. zool. Beitr. 3-4, 211-220.
- ERKERT, H. G. (1982): Ecological aspects of bat activity rhythms. In: KUNZ, T. H. (ed.): Ecology of bats, p. 201-244. Plenum Press. New York, London.
- FRENCKELL, B. VON, & BARCLAY, R. M. R. (1986): Bat activity over calm and turbulent water. Can. J. Zool. 65, 219-222.
- GRIMMBERGER, E., HACKETHAL, H., & URBANZYK, Z. (1987): Beitrag zum Paarungsverhalten der Wasserfledermaus, *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1819), im Winterquartier. Z. Säugetierkd. 52, 133-140.
- HELMER, W., & LIMPENS, H. J. G. A. (1991): Echos in der Landschaft – über Fledermäuse und ökologische Infrastruktur. Dendrocopos 18, 3-8.
- KIEFER, A., MERZ, H., RACKOW, W., ROER, H., & SCHLEGEL, D. (1994/95): Bats as traffic casualties in Germany. *Myotis* 32-33, 215-220.
- KLENK, R., SCHMIDT, W., & KIEFER, A. (1996): Telemetrie zweier Wasserfledermäuse (*Myotis daubentonii* Kuhl, 1819) im Rhein-Lahn-Kreis. Fauna Flora Rhld.-Pf. Beiheft 21, 87-93.
- MERZ, H. (1993): Fledermäuse als Opfer des Straßenverkehrs in Baden-Württemberg. Beihefte Veröff. Natursch. u. Landschaftspf. Bad.-Württ. 75, 151-181.
- MÜLLER, A. (1991): Die Wasserfledermaus in der Region Schaffhausen. Fledermaus-Anzeiger 28, 1-3. Zürich.

- NAGEL, A. (1996): Abschlußbericht zur Untersuchung der Nutzung von Brücken über Gewässern durch Fledermäuse im nordbadischen Odenwald. Bericht an die KFN (56 pp., unveröff.).
- NATUSCHKE, G. (1960): Heimische Fledermäuse. D. Neue Brehm-Büch., Bd. 269. A. Ziemsen Verlag. Wittenberg Lutherstadt (146 pp.).
- NEUWEILER, G. (1993): Biologie der Fledermäuse. G. Thieme Verlag. Stuttgart (350 pp.).
- NOEKE, G. (1991) Abhängigkeit der Dichte natürlicher Baumhöhlen von Bestandsalter und Tothholzangebot. Naturschutzzentrum Nordrhein-Westfalen. Seminarberichte 10, 51-56.
- NYHOLM, E. S. (1965): Zur Ökologie von *Myotis mystacinus* (Leisl.) und *Myotis daubentonii* (Leisl.) (*Chiroptera*). Ann. Zool. Fenn. 2, 79-123.
- RIEGER, I. (1996): Warum größere Wasserfledermaus-Bestände in Mitteleuropa? Ein Diskussionsbeitrag. *Myotis* 34, 113-119.
- , & ALDER, H. (1994): Wasserfledermäuse in der Region Rheinfl. Publikation der Fledermausgruppe Rheinfl. Dachsen. Schaffhausen (105 pp.).
- , & WALZTHÖNY, D. (1992): Wasserfledermäuse, *Myotis daubentonii*, im Jagdhabitat über dem Rhein. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 37, 1-34.
- , & WALZTHÖNY, D. (1993): Fixstreifen-Taxation. Ein Vorschlag für eine neue Schätzmethode von Wasserfledermäusen. *Myotis daubentonii*, im Jagdgebiet. Z. Säugetierkd. 58, 1-12.
- ROER, H., & EGSHAEK, W. (1966): Zur Biologie einer skandinavischen Population der Wasserfledermaus (*Myotis daubentonii*) (*Chiroptera*). Z. Säugetierkd. 31, 440-453.
- SAUTER, W. (1992): *Ephemeroptera*. In: Insecta Helvetica Fauna. Vol. 9. Schweizerische Entomologische Gesellschaft (Hrsg.). Fribourg (174 pp.).
- SCHMIT, C. (1995): Bedeutung eines Mischwaldabschnittes der Unteren Lußhart für waldbewohnende Fledermäuse. Staatsexamensarb. Univ. Heidelberg (29 pp.).
- SCHOBER, W., & GRIMMBERGER, E. (1987): Die Fledermäuse Europas - kennen - bestimmen - schützen. Franckh'sche Verlagshandlung. Stuttgart (222 pp.).
- TAAKE, K.-H. (1992): Strategien der Ressourcennutzung an Waldgewässern jugender Fledermäuse (*Chiroptera: Vespertilionidae*). *Myotis* 30, 7-74.
- WALLIN, L. (1960): Territorialism on the hunting ground of *Myotis daubentonii*. Säugetierkd. Mitt. 9, 156-159.
- ZAHN, A., & MAIER, S. (1997): Jagdaktivität von Fledermäusen an Bächen und Teichen. Z. Säugetierkd. 62, 1-11.