Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen

Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft Schaffhausen

Band: 37 (1992)

Artikel: Wasserfledermäuse, Myotis daubentoni, im Jagdhabitat über dem Rhein

Autor: Rieger, Ingo / Alder, Hansueli / Walzthöny, Doris

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-584381

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Mitt. natf. Ges. Schaffhausen **37**, 1 - 34 / Schaffhausen 1992

Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, im Jagdhabitat über dem Rhein.

von

Ingo Rieger, Dachsen,
Hansueli Alder, Schaffhausen
und
Doris Walzthöny, Dachsen

1. Einleitung

Jedermann kann mit wenig Aufwand Wasserfledermäuse beobachten. Diese Tiere jagen wenige Zentimeter über stehenden und langsam fliessenden Gewässern. Mit einer kräftigen Taschenlampe kann man sie nachts leicht beobachten (Schober & Grimmberger 1987; Kalko & Schnitzler 1989). Die Wasserfledermaus kommt in Europa und Asien vor (Bogdanowocz 1990). Es erstaunt, dass trotz einfacher Beobachtungsmöglichkeit und weiter Verbreitung nur wenige Autoren über Ökologie und Verhalten dieser Fledermausart berichteten (z.B. Wallin 1960; Nyholm 1965; Brosset & Delamare Deboutteville 1966; Stutz & Haffner 1985; Baagoe 1987; Chapuisat et al. 1988; Jones & Rayner 1988; Rieger et al. 1990).

Seit 1989 beobachten wir Wasserfledermäuse in der Region Rheinfall. Zu unserem Beobachtungsprogramm gehören u.a. regelmässige, in der Regel wöchentliche Schätzung der Wasserfledermaus-Dichte im Jagdhabitat "Rhein". Daneben beobachteten wir die Tiere, pilotartig, mit Telemetrie und optronischem Beobachtungsgerät OBG.

Alle einheimischen Fledermäuse sind nach dem Bundesgesetz über den Natur-und Heimatschutz (vom 1. Juli 1966) ganzjährig geschützt. Wirkungsvolle Schutzmassnahmen sind nur möglich, wenn man weiss, wann sich die geschützte Art wo aufhält. Wir berichten hier über Resultate aus dem umfangreichen Datenmaterial der regelmässigen Schätzung der Bestandesdichten im Jagdhabitat über dem Rhein und über erste Hinweise aus den Pilotuntersuchungen mit besonderen Beobachtungstechniken. Unsere Untersuchungen an Wasserfledermäusen im Jagdhabitat Rhein vergrössern die Kenntnisse über Verhalten und Ökologie dieser interessanten Fledermaus-Art und schaffen eine breitere Grundlage für Schutzmassnahmen.

2. Untersuchungsgebiet, Material und Methoden

Untersuchungsgebiet: Seit 1989 beobachten wir systematisch Wasserfledermäuse in der Region Rheinfall (Abb. 1).

Bat Detector: Alle einheimischen Fledermaus-Arten sind nachtaktiv. Man kann sie daher nicht gleich leicht beobachten wie tagaktive Tierarten. Fledermäuse benutzen Ultraschall-Laute zur Orientierung, welche ein Bat Detector in hörbare Geräusche umwandelt und so dem Fledermaus-Beobachter anzeigt, dass ein Tier in der Nähe ist. Wir arbeiteten mit selbst gebauten Bat Detectoren und mit solchen von Summit (GB).

Ton-Aufzeichnung für halbautomatische Schätzungen der Bestandesdichten auf Flugstrassen: Die Signale von einen oder von zwei Bat Detectoren zeichneten wir auf den Stereo-Tonspuren eines Spulentonbandgeräts (Uher 4400) auf. Je nach Tonband-Typ und Bandlaufgeschwindigkeit zeichneten wir bis zu 6 h ununterbrochen auf. Für den Einsatz im Feld verwendeten wir eine Auto-Batterie und einen 12 Volt - 220 Volt Wechselrichter. Wir starteten die Ton-Aufzeichnungen über eine Schaltuhr.

Licht: Wir beobachteten Wasserfledermäuse mit Halogen-Taschenlampen und Scheinwerfern mit eng gebündeltem Lichtkegel.

Telemetrie: Seit 1990 telemetrierten wir rund ein Dutzend Wasserfledermäuse. Wir verwendeten dazu Telemetrie-Sender von der Vogelwarte Sempach (CH), von Kronwitter, TSW (BRD) und von Biotrack (GB). Die Sender wogen 0.6 bis 0.85 g, waren 9 * 13 * 5 mm gross, hatten eine etwa 20 cm lange bewegliche Antenne, eine theoretische Betriebsdauer von 30 Tagen und eine Reichweite von etwa 500 Metern (weniger bei hoher Luftfeuchtigkeit, in stark strukturiertem Gelände, im Wald). Wir befestigten die Telemetrie-Sender mit Hilfe eines Celluloid-Halsbandes im Nacken der Wasserfledermäuse. Ab 1992 befestigten wir auf der Sender-Rückseite eine farbig reflektierende Folie. So konnten wir radiomarkierte Fledermäuse nicht nur mit der Peilantenne orten, sondern bis zu einem Abstand von etwa 50 Metern auch im Scheinwerfer-Licht erkennen.

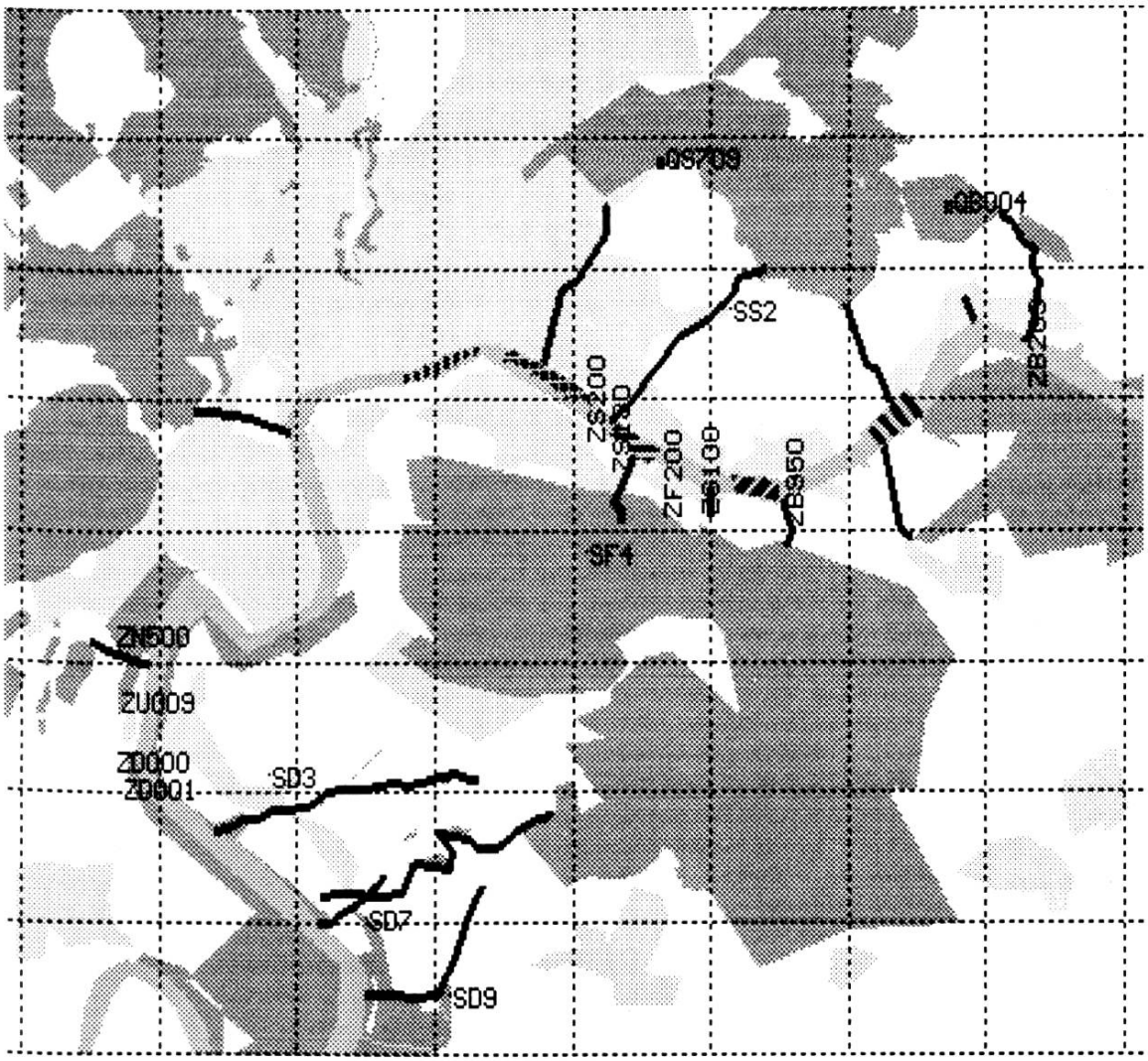

Abbildung 1: Karte des Untersuchungsgebiets:
dunkler Raster = Wald,
mittlerer Raster = Rhein und andere Gewässer,
heller Raster = Siedlungsgebiet.
Schwarze Linien = Fledermaus-Flugstrassen (davon sind drei Flugstrassen in Dachsen, eine in Schaffhausen und eine in Feuerthalen angeschrieben: SD3, SD7, SD9, SS2, SF4).
• zwei Wasserfledermaus-Baumhöhlen-Quartiere, die wir im Text erwähnen (QS709 und QB004).
Schraffur auf dem Rhein = individuelle Jagdgebiete (m) = Männchen, (w) = Weibchen:
||| = Jagdgebiet von (m) 920406,
▩ = Jagdgebiet von (m) 920721 und (w) 920766,
≡ = Jagdgebiet von (w) 920705,
/// = Jagdgebiet von (m) 920405,
\\\ = Jagdgebiet von (w) 920702.
12 Zählstellen für Fixstreifen-Taxationen (ZR010l, ZR005l, ZD001l, ZD000l, ZU009l, ZN500r, ZS200r, ZS180r, ZF200l, ZS100r, ZB950r, ZB203r; r bedeutet, dass wir vom rechten, l, dass wir vom linken Flussufer aus zählten).
OBG-Einsatzorte am Rhein: Bachdelle (= Mündung der Flugstrasse SD3), 300 m oberhalb der Bachdelle, ZD001.
Koordinaten-Netz (punktiert, von 687/276 .. 695/285).
Unser Untersuchungsgebiet deckt sich teilweise mit den Landschaften und Naturdenkmälern von nationaler Bedeutung 1411 Untersee-Hochrhein und 1412 Rheinfall (VBLN 1977).

OBG (optronisches Beobachtungsgerät): Das Siemens-Albis Optronische Beobachtungsgerät OBG wandelt die Wärmestrahlung von Körpern in ein sichtbares Bild um. Es stellt Wärmeunterschiede von 0.1 °C im Spektralbereich von 8 bis 12 µm (fernes Infrarot) dar. Das OBG zeigt beispielsweise Wärmeunterschiede zwischen Körper und Flügeln einer Wasserfledermaus. Es hat zwei Objektiv-Öffnungswinkel: in Weitwinkel-Position ist der vertikale Bildfeld-Winkel 9°, der horizontale 19°, in Zoom-Position ist der vertikale Bildfeld-Winkel 2.2°, der horizontale 4.7°.

Eine im OBG erfasste Fledermaus erkennt man eindeutig als Fledermaus, eine Artbestimmung ist aber nicht möglich. Aus den Aufnahme-Umständen schliessen wir, Wasserfledermäuse im OBG zu beobachten:
(1) Über dem Rhein fliegen - soweit wir heute wissen - nur Wasserfledermäuse derart nahe an der Wasseroberfläche.
(2) Bei OBG-Aufzeichnungen an Baumhöhlen bestimmten wir mit Tierfang und Telemetrie, dass Wasserfledermäuse im Baumhöhlen-Quartier wohnten.

Halbautomatische Schätzung der Bestandesdichte auf Flugstrassen: Im Büro werteten wir die Ton-Aufzeichnungen aus und registrierten den Vorbeiflug, bei Ton-Aufzeichnungen mit zwei Bat Detectoren auch die Flugrichtung jeder Wasserfledermaus auf Minuten genau.

OBG-Aufzeichnungen: Das OBG-Bild zeichneten wir mit einer kleinen schwarz-weiss-TV-Kamera auf einem VHS-Recorder (JVC Time Lapse) auf. Wir blendeten immer Datum und Tageszeit (auf Sekunden genau) in das TV-Bild ein. Für den Feldeinsatz dieses Recorders stellten wir 220 V Wechselstrom mit einem Benzin-Aggregat oder mit einer 12 V Auto-Batterie und einem 12 V - 220 V Wechselrichter her. Auf dem gleichen Recorder werteten wir die Aufzeichnungen aus. Dabei waren Einzelbildschaltung und die in jedem Videobild eingeblendete Zeit von grösstem Vorteil.

Alle Beobachtungsdaten speicherten wir in PC-Datenbanken ab, die wir entsprechend unseren Auswert-Bedürfnissen analysierten, in der Regel mit eigens geschriebenen Datenbank-Programmen.

Fluggeschwindigkeit schätzen: Wir schätzten die Fluggeschwindigkeiten von Wasserfledermäusen über dem Rhein, indem wir OBG-Aufzeichnungen auswerteten. Nach einigen Pilot-Einsätzen mit dem OBG im September 1991 zeichneten wir 1992 während drei Abenden an verschiedenen Stellen am Rheinufer bei Dachsen auf (Abb. 1): am 15. Mai stand das OBG 300 m oberhalb der Bachdelle Dachsen (= Mündung der Flugstrasse SD3, vgl. Abb. 1), am 20. Mai bei der Zählstelle ZD001 und am 5. August bei der Bachdelle. Wir wählten diese Orte aufgrund von Erfahrungen aus der Pilotphase: (1) Gute Bilder liefert das OBG bei möglichst einheitlichem (kaltem) Hintergrund: Das rechte Rheinufer, der Bildhintergrund an den Aufzeichungsstellen, ist bewaldet und liegt abends im Schatten. Wir haben hier in den ersten Stunden nach Sonnenuntergang weder Wärmeunterschiede von Bäumen, die tagsüber gespeicherte Sonnenwärme abstrahlen, noch Wärmeunterschiede als Folge menschlicher Aktivitäten. (2) Das gegenüberliegende Ufer ist ohne Hindernis sichtbar. Die Wasserfledermäuse können sich nicht z.B. hinter verankerten Booten dem OBG-Blick entziehen. Anhand trigonometrischer Überlegungen bestimmten wir für jeden Aufzeichnungsort den Abbildungsmassstab und erhielten so Umrechnungsfaktoren für "1 cm auf dem Monitor entspricht x Meter im Gelände" (x war im Bereich von 6 bis 9 m). Für die Geschwindigkeitsschätzungen werteten wir nur Flugbahnen

von Wasserfledermäusen aus, die parallel zum Ufer flogen.

Fixstreifen-Taxation: Für Schätzungen der Wasserfledermaus-Dichten über dem Rhein entwickelten wir die Methode der Fixstreifen-Taxation (RIEGER & WALZTHÖNY, im Druck): Ein eng gebündelter Strahl eines Scheinwerfers wird im rechten Winkel zur Fliessrichtung wenige Zentimeter über der Wasseroberfläche vom einen Flussufer auf das gegenüberliegende gerichtet. Wir zählten alle Wasserfledermäuse, die während 1 bis 3 min im Scheinwerfer-Strahl erschienen.

Bewilligungen: Alle einheimischen Fledermaus-Arten sind nach dem eidgenössischen Natur- und Heimatschutzgesetz vom 1. Juli 1966 ganzjährig geschützt. Ausnahmebewilligungen der Schaffhauser und Zürcher Behörden (SH: Kantonales Planungs- und Naturschutzamt, ZH: Amt für Raumplanung, Direktion des Innern) erlaubten uns, Wasserfledermäuse für die Telemetrie-Untersuchungen zu fangen. Eine Wasserfledermaus radiomarkieren, d.h. ihr einen Radiotelemetrie-Sender anziehen, ist ein meldepflichtiger Tierversuch. Auch hierfür beantragten und erhielten wir die Bewilligungen von den kantonalen Veterinärämtern SH und ZH.

Terminologie

Jagdhabitat	Habitat, in welchem Wasserfledermäuse jagen.
Jagdgebiet	Ausschnitt im Jagdhabitat, in dem eine Wasserfledermaus jagt.
Jagdsaison	Die Zeit im Jahr, in der Wasserfledermäuse nicht winterschlafen. Wir unterteilen die Jagdsaison in verschiedene Teil-Saisons.
Jagdzeit	Die Zeit im 24h-Tag, in der Wasserfledermäuse nicht im Tagesquartier sind. Die Jagdzeit unterteilen wir in Jagdphasen und Jagdpausen.
Jagdphase	Zeitspanne innerhalb der Jagdzeit, in der eine Wasserfledermaus im individuellen Jagdgebiet nicht stationär ist.
Jagdpause	Zeitspanne innerhalb der Jagdzeit, in der eine Wasserfledermaus im individuellen Jagdgebiet / am Rand des Jagdgebiets den Aufenthaltsort nicht verändert.

3. Resultate

3.1. Bestand im Jagdhabitat

3.1.1. Beginn der Jagdzeit: die ersten Wasserfledermäuse über dem Rhein

In den Jahren 1989 und 1990 waren wir einmal pro Woche jeweils ab etwa 15 min nach Sonnenuntergang am Rhein. Die ersten Wasserfledermäuse beobachteten wir zwischen etwa 20 und 50 min nach Sonnenuntergang (Abb. 2).

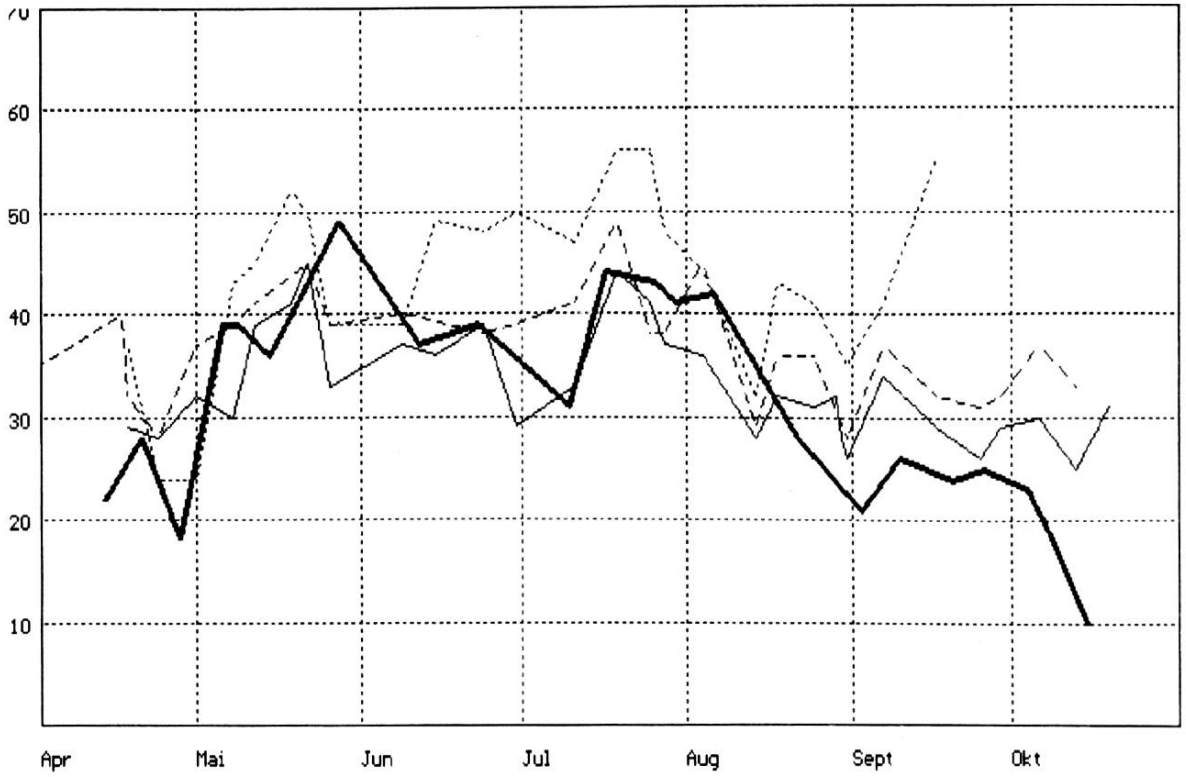

Abbildung 2: Die erste Wasserfledermaus über dem Rhein bei Dachsen (Zählstelle ZD001, dick ausgezogene Linie) im Vergleich mit den ersten Wasserfledermäusen auf den Dachsener Flugstrassen (SD7 dünn ausgezogen, SD3 gestrichelt, SD9 punktiert) in Minuten nach Sonnenuntergang im Jahr 1990 (Fixstreifen-Taxation, halbautomatische Schätzung der Bestandesdichte).

Wenn wir die Zeiten der ersten Wasserfledermäuse über dem Rhein mit jenen der ersten Wasserfledermäuse auf den Flugstrassen vergleichen, dann erkennen wir drei verschiedene Saisons:

April: Die ersten Wasserfledermäuse erscheinen über dem Rhein deutlich früher am Abend als die ersten Wasserfledermäuse auf den Flugstrassen.

Mai bis Mitte August: Die ersten Wasserfledermäuse über dem Rhein erscheinen am Abend etwa zur gleichen Zeit wie die ersten Wasserfledermäuse auf den Flugstrassen.

Mitte August bis Oktober: Die ersten Wasserfledermäuse erscheinen über dem Rhein deutlich früher am Abend als die ersten Wasserfledermäuse auf den Flugstrassen.

3.1.2. Wasserfledermaus-Dichte während der Jagdsaison

1990, nach einem ausgesprochen milden Winter, beobachteten wir ab 22. Februar regelmässig eine oder einzelne Wasserfledermäuse über dem Rhein bei Dachsen. Über dem Rhein bei Schaffhausen (Lindli) beobachteten wir die ersten Wasserfledermäuse einen Monat später, am 19. März.

In den Jahren 1989 bis 1992 entwickelten sich die Bestandesdichten der Wasserfledermäuse über dem Rhein bei Dachsen (ZD001) im Lauf der Jagdsaison immer ähnlich: Im April stiegen die Zahlen auf einen Wert, der dann zwischen Mai und Anfang Juli mehr oder weniger konstant blieb. Im Juli verdoppelte sich die Bestandesdichte. 1992 dauerte die Saison der "doppelten Bestandesdichte" mehrere Wochen, in den beiden Jahren zuvor zählten wir die "doppelte Bestandesdichte" nur während einer Woche im Juli. Anschliessend sank die Dichtekurve wieder auf den Mai-Juni-Wert. Im September und Oktober sanken die Dichtekurven ab (Abb. 3).

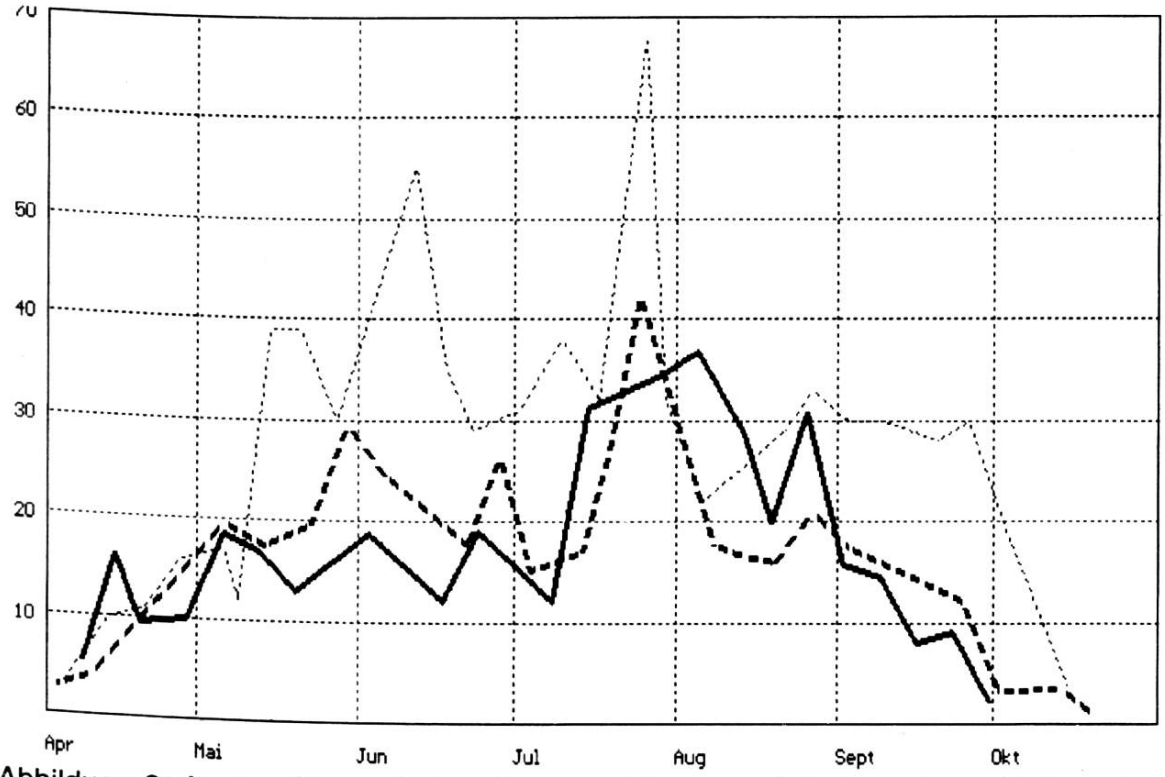

Abbildung 3: Anzahl Wasserfledermäuse pro Minute im Scheinwerferstrahl über dem Rhein bei Dachsen (Zählstelle ZD001) in den Jahren 1990 (punktiert), 1991 (gestrichelt) und 1992 (ausgezogen) (Fixstreifen-Taxation: Jeder Punkt der Kurven für 1991 und 1992 ist ein Mittelwert aus 5 Fixstreifen-Taxationen zwischen 90 und 120 min nach Sonnenuntergang. Die Kurve für 1990 verbindet die Punkte der +40 min-Werte aus Abb. 4. Daher kann man die 1990er-Kurve mit den 1991er- und 1992er-Kurven nur hinsichtlich Tendenzen, nicht hinsichtlich Absolutwerte vergleichen.)

3.1.3. Wasserfledermaus-Dichte in der Abenddämmerung

1990 beobachteten wir den Anstieg des Wasserfledermaus-Dichte im Jagdhabitat in der Abenddämmerung (Abb. 4). Innert 20 bis 40 min erreichten die Dichtekurven das Maximum.

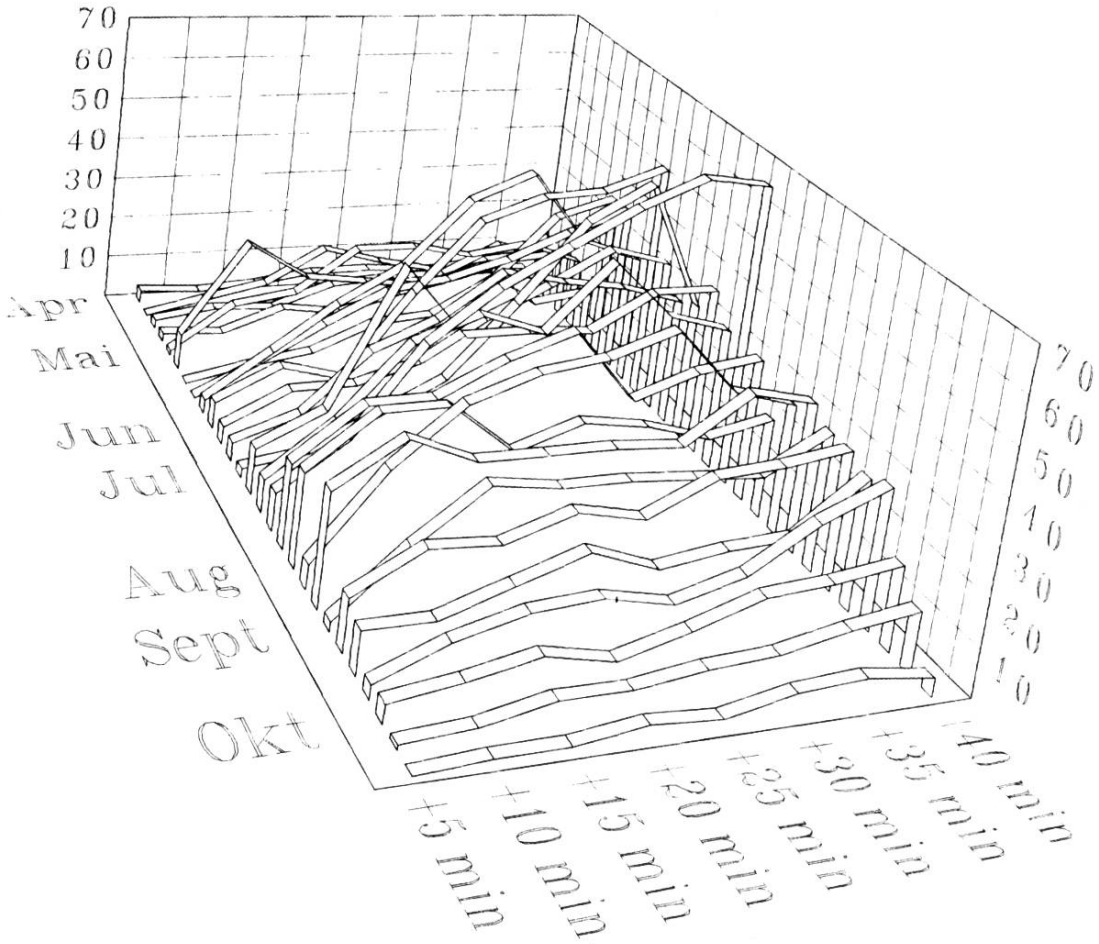

Abbildung 4: Anzahl Wasserfledermäuse pro Minute im Scheinwerferstrahl zwischen April bis Oktober 1990 über dem Rhein bei Dachsen (Zählstelle ZD001) zwischen 5 und 40 Minuten, nachdem die erste Wasserfledermaus über dem Rhein erschien (Fixstreifen-Taxation).

An mehreren Beobachtungstagen im Hochsommer erreichten die Dichtekurven nach 20 bis 30 min ein Maximum und pendelten sich anschliessend auf einem tieferen Wert ein (vgl. auch Abb. 5).

3.1.4. Ende der Jagdzeit über dem Rhein

Je nach Jahreszeit verlassen Wasserfledermäuse früher oder später in der Nacht das Jagdhabitat Rhein (siehe auch 3.3): Im Frühling fliegen die Tiere schon um Mitternacht zurück, im Sommer verweilen sie oft bis zur Morgendämmerung im Fluss-Jagdhabitat. Diese Interpretationen stützen sich auf

- Ganz-Nacht-Zählungen mit der Fixstreifen-Taxation am Rhein,
- Ganz-Nacht-Telemetrie-Einsätze,
- Ganz-Nacht-Kontrollen von Ein- und Ausflug-Verhalten an Tagesquartieren,
- halbautomatische Schätzung der Bestandesdichte auf Flugstrassen .

3.1.4.1. Ganz-Nacht-Zählungen mit der Fixstreifen-Taxation am Rhein

Ende Juli 1991 schätzten wir die Wasserfledermaus-Dichte über dem Rhein an zwei Stellen, etwa 1.2 km (ZD000) und 1.5 km (ZD001) unterhalb des Rheinfalls. Wir schätzten die Dichte in Viertelstundenabständen je 5 mal eine Minute lang. Die Kurven beider Zählstellen waren mehr oder weniger parallel (Abb. 5):

- Die Streuungen innerhalb der 5-Minuten-Blöcke waren gross.
- Rund zwei Stunden nach Sonnenuntergang pendelten sich die Kurven auf einem mehr oder weniger konstanten Wert zwischen 15 und 20 Tieren pro Minute ein.
- Drei bis eine Stunden vor Sonnenaufgang streuten die Werte innerhalb der 5-Minuten-Blöcke noch stärker als vorher. An der Rheinfall-ferneren Zählstelle (ZD001) zählten wir mehr Tiere als an der Zählstelle näher beim Rheinfall (ZD000).
- Rund ein Stunde vor Sonnenaufgang verliessen innert 5 Minuten alle Wasserfledermäuse das Jagdhabitat Rhein.

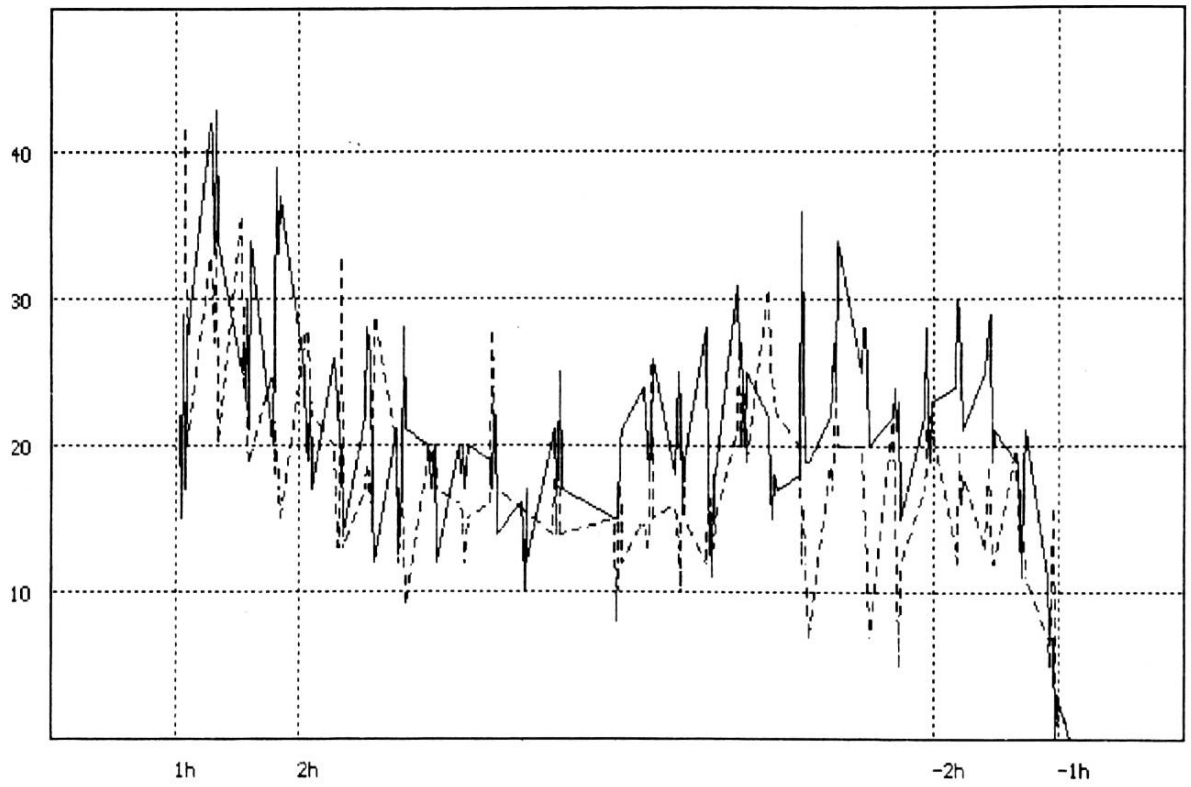

Abbildung 5: Anzahl Wasserfledermäuse pro Minute im Scheinwerferstrahl in der Nacht 29./30. Juli 1991 über dem Rhein bei Dachsen (Zählstelle ZD001: ausgezogen; Zählstelle ZD000: gestrichelt) zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang (Fixstreifen-Taxation).

3.1.4.2. Ganz-Nacht-Telemetrie-Einsätze

Bei mehreren Teil- und Ganz-Nacht-Einsätzen hielten wir den Rückflug der Wasserfledermäuse vom Jagdhabitat Rhein ins Tagesquartier fest (Tab. 1).

Tabelle 1: Ende der Jagdzeit (Telemetrie).

Tier (m) Männchen, (w) Weibchen		Datum	zuletzt über dem Rhein	auf Flugstrasse oder im Wald in Quartiernähe	im Quartier
(m)	920405,	21.4.92	0130	0130	(*)
(m)	920405,	21.4.92	2230	2250	
(m)	920405,	22.4.92	2213		2237
(m)	920405,	23.4.92	2328	2330	
(m)	920405,	24.4.92	2320		2340
(w)	920766,	18.7.92	0433	0455	0459
(m)	920721,	18.7.92	0315	0345-0355	0413
(w)	920766,	24.7.92	0413	?	?
(m)	920721,	24.7.92	0322	0345	0348

(1) *an diesem Tag radiomarkiert und um 0010h freigelassen.*

3.1.4.3. Ganz-Nacht-Kontrollen von Ein- und Ausflug-Verhalten an Tagesquartieren

In der Nacht vom 30. auf den 31. Mai 1992 überwachten wir mit dem OBG Aus- und Einflüge am Baumhöhlen-Quartier in einer Eiche im Schaffhauser Wald in Büsingen (QB004). 96 Fledermäuse flogen in der Abenddämmerung aus. Zwischen rund 90 und 60 Minuten vor Sonnenaufgang flogen 47 Fledermäuse in dieses Quartier zurück. Zwei weitere Tiere folgten rund drei Viertelstunden, resp. eine Viertelstunde vor Sonnenaufgang (Abb. 6). Am Morgen des 3. August 1992 beobachteten wir am Quartier QS709 das erste Einflug-Verhalten 111 min vor Sonnenaufgang, weitere zwischen 83 und 80 min vor Sonnenaufgang, 69 bis 67 min vor Sonnenaufgang und dann vor allem ab 55 min vor Sonnenaufgang.

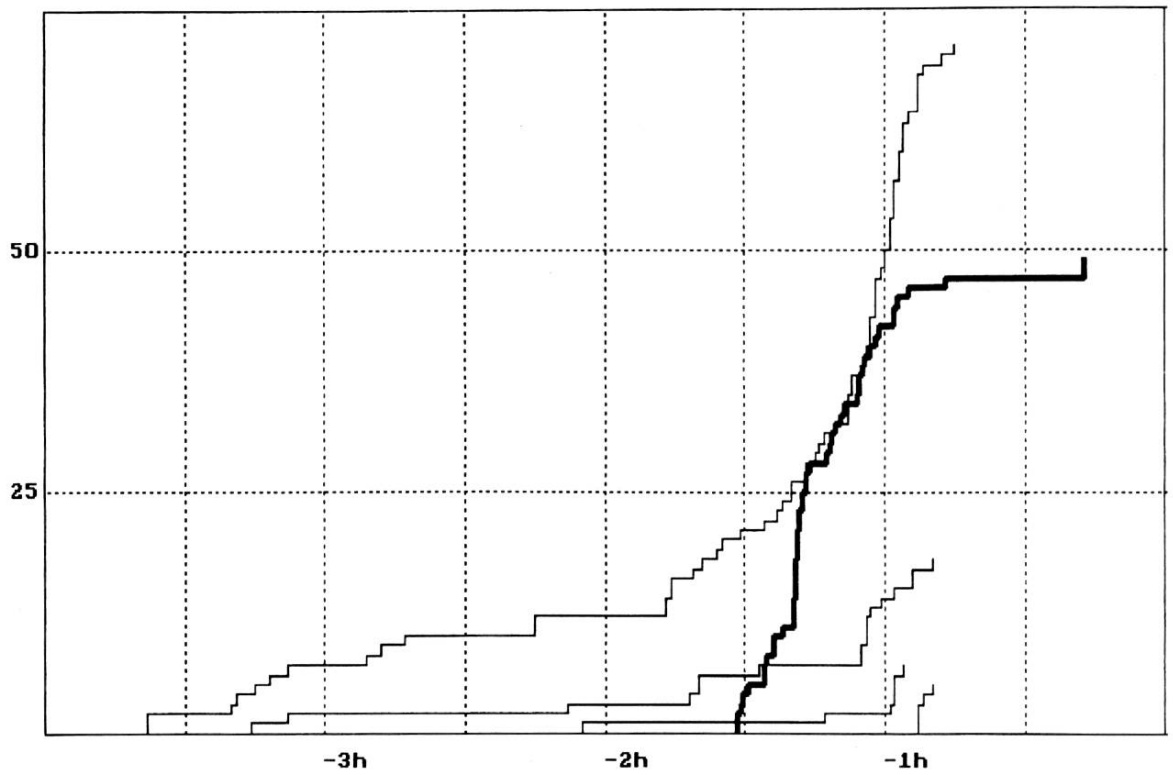

Abbildung 6: Kumulative Verteilungen der Einflüge ins Baumhöhlen-Quartier QB004 am 31. Mai 1992 (dick ausgezogene Linie) und der Rückflüge auf den Flugstrassen SF4 (total 71 am 18.7.92), SS2 (total 18 am 24.7.92), SF4 (total 7 am 30.7.92) und SD9 (total 5 am 18.8.92), zwischen 4 und 0 Stunden vor Sonnenaufgang (OBG-Auswertung, halbautomatische Schätzung der Bestandesdichte).

3.1.4.4. Halbautomatische Schätzung der Bestandesdichte auf Flugstrassen

Auf den Flugstrassen flogen Wasserfledermäuse teilweise schon eine Stunde nach Sonnenuntergang vom Rhein zum Wald zurück. In den halbautomatischen Schätzungen auf Flugstrassen registrierten wir Vorbeiflüge zwei bis vier Stunden vor Sonnenaufgang. Der Haupt-Rückflug fand zwischen rund 100 und 45 Minuten vor Sonnenaufgang statt (Abb. 6).

Auf einigen Flugstrassen flogen praktisch während der ganzen Nacht einzelne Tiere hin und her. Auf andern Flugstrassen beschränkte sich der Rückflug auf die Morgendämmerung. Es scheint, als würden Wasserfledermäuse auf langen Flugstrassen (z.B. bei Dachsen) zwischen den Haupt-Flugzeiten in der Abend- und Morgendämmerung

nur sporadisch hin und her fliegen, während sie auf kurzen Flugstrassen (z.B. SF4) in den Haupt-Flugzeiten und dazwischen rege hin und her fliegen.

3.1.5. Der Bestand zwischen Rheinau und Büsingen

Zwischen Rheinau und Büsingen verteilen sich die Wasserfledermäuse keineswegs gleichmässig über dem Rhein. Neben der Haupt-Zählstelle bei Dachsen (ZD001) zählten wir zwischen 1989 und 1992 stichprobenartig an 10 weiteren Stellen über dem Rhein und an einer Stelle am Mogerenweiher (ZS951) (Abb. 7).

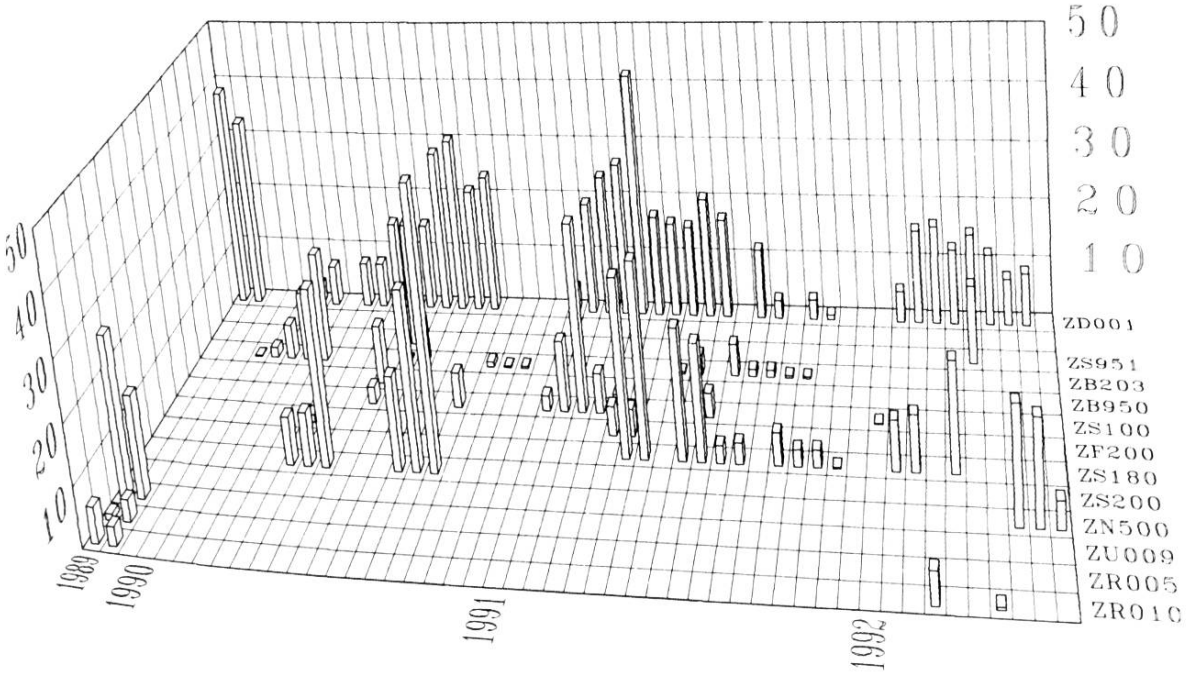

Abbildung 7: Bestandesdichte von Wasserfledermäusen an verschiedenen Zählstellen über dem Rhein (vgl. Abb. 1), in "Anzahl Wasserfledermäuse pro Minute im Scheinwerferstrahl". Die Werte von 10 Rhein-Zählstellen (ZR010 .. ZB203) und einer Teich-Zählstelle (Mogerenweiher, ZS951) im Vergleich mit den zeitgleichen Zählungen bei Dachsen (ZD001) (Fixstreifen-Taxation).

Diese Zählungen verglichen wir mit den Werten bei Dachsen (ZD001) und erhielten so die folgenden, vorläufigen Befunde:

- An den Rheinauer Zählstellen (ZR005, ZR010) beobachteten wir immer deutlich weniger Tiere als zur gleichen Zeit bei Dachsen (ZD001).
- Bei der Nohl-Brücke (ZU009) hatte es etwas weniger Tiere als bei Dachsen.
- Zeitweise beobachteten wir über dem Rhein in Schaffhausen (ZS200, ZS180) deutlich mehr Wasserfledermäuse als bei Dachsen.
- Über dem Rhein zwischen Feuerthalen und Büsingen (ZF200, ZS100, ZB950, ZB203) flogen deutlich weniger Wasserfledermäuse als zur gleichen Zeit bei Dachsen.
- Die Dichte, geschätzt als "Anzahl Wasserfledermäuse im Scheinwerferstrahl pro Zeiteinheit" über dem Mogerenweiher entsprach, nach den bisherigen Stichproben, ungefähr jener über dem Rhein bei Dachsen.
- Im Herbst 1992 waren die Bestandesdichte im Rheinfallbecken sehr viel höher als rund 500 m rheinabwärts, an der Hauptzählstelle bei Dachsen.

3.2. Verhalten über dem Rhein

An freilebenden Tieren kann man Verhalten nur mit Einschränkungen genau und systematisch beobachten. Wenn diese Tiere auch noch nachtaktiv und klein sind, wie eben Wasserfledermäuse, dann beschränken sich systematische Verhaltensbeobachtungen auf basale Verhalten wie beispielsweise das Raum-Zeit-System (Hediger 1946). Dennoch sind genaue Angaben zum Raum-Zeit-System einer Tierart von grösster Bedeutung, denn nur wenn man weiss, wo sich die Tiere zu welcher Tages- und Jahreszeit aufhalten, kann man sie überhaupt beobachten. In diesem Sinne sind die hier mitgeteilten Resultate wichtige Grundlagen für weitere Untersuchungen.

Wir hätten gerne gewusst, wie eine einzelne Wasserfledermaus über dem Rhein fliegt. Fliegt sie über grosse Strecken gerade aus? Fliegt sie engräumig hin und her? Fliegt sie grosse Kreisbahnen? Wir prüften viele verschiedene technische Möglichkeiten, um Antworten auf diese Frage zu bekommen. Einige der technischen Geräte, die wir einsetzten, wendeten wir unseres Wissens hier zum ersten Mal bei Fleder-

mäusen (bei Wasserfledermäusen, in Europa) an. Vorerst kennen wir aber keine Möglichkeit, wie wir individuelle Wasserfledermaus-Flugbahnen aufzeichnen und kartieren könnten. Wir sind heute erst in der Lage, über das individuelle Jagdgebiet, die Fluggeschwindigkeit und einige ausgewählte Verhaltenselemente erste Resultate mitzuteilen.

3.2.1. Das individuelle Jagdgebiet

Zu Beginn der Jagdzeit beobachteten wir die Wasserfledermäuse unmittelbar am Ufer, unter den Bäumen. Im Lauf der ersten 10 bis 20 Minuten nach Beginn der Jagdzeit flogen die Tiere auch über dem offenen Wasser.

Anhand von Telemetrie-Untersuchungen und OBG-Auswertungen kennen wir die Ausdehnungen der Rhein-Jagdgebiete einiger Wasserfledermaus-Individuen (Tab. 2).

Tabelle 2: Individuelle Jagdgebiete über dem Rhein (Telemetrie).

Tier		Beobachtungs-saison	Ausdehnung Jagdgebiet	Beschreibung
(m)	920405	April 92	etwa 600 m	Langwiesen - Alt Paradies
(m)	920406	April 92	200 m (ausnahmsweise 1000 m)	Schaffhausen: Feuerthaler Brücke
(w)	920702	Juli 92	etwa 500 m	Petri - Büsingen Kläranlage
(w)	920705	Juli 92	etwa 400 m	Werft - Badeanstalt Feuerthalen-Langwiesen
(m)	920721	Juli 92	etwa 800 m	Salzstadel - Lindli
(w)	920766	Juli 92	etwa 800 m (ausnahmsweise 1000 m)	Rosentalgässchen - Lindli Salzstadel - Werft

In der Regel jagen Wasserfledermäuse auf einem Flussabschnitt, der weniger als 1 km lang ist. Die uns bis jetzt bekannten fünf individuellen Jagdgebiete über dem Rhein oberhalb Schaffhausen überlappen nicht (Abb. 1).

3.2.2. Flugrichtungen

3.2.2.1. Horizontale Richtungsänderungen

OBG-Aufzeichnungen werten Wärmestrahlungen aus, die jeder Körper abstrahlt. Im Gegensatz dazu braucht es für Tageslicht- oder Infrarotlicht-TV-Bilder eine Weisslicht- oder eine Infrarotlichtquelle. Es ist denkbar, dass Wasserfledermäuse auf solche Lichtquellen reagieren. Bei der Fixstreifen-Taxation setzten wir regelmässig eine Weisslichtquelle ein. Dabei hatten wir gelegentlich den Eindruck, dass einzelne Wasserfledermäuse auf den Lichtstrahl reagierten: Einige Tiere wendeten kurz bevor sie den Strahl kreuzten, andere flogen längere Zeit im Lichtstrahl (sowohl auf die Lichtquelle zu als auch von ihr weg), wieder andere kreuzten den Strahl, wendeten sofort und flogen nochmals durch den Strahl.

3.2.2.2. Vertikale Richtungsänderungen

Wir versuchten auch, mit OBG-Aufzeichnungen den Flug einzelner Wasserfledermäuse so lange wie möglich zu filmen. Diese Aufzeichnungen lieferten erste Anhaltspunkte über einige Verhaltenselemente:

"Aufsetzer" auf der Wasseroberfläche (low catches, KALKO & SCHNITZLER 1989): Im Taschenlampen- und Scheinwerfer-Licht sahen wir immer wieder, wie die Wasserfledermäuse während weniger als einer Sekunde direkt über der Wasseroberfläche flogen. In den OBG-Aufzeichnungen waren die Bilder der Fledermaus und ihres Wärmespiegelbildes in ein bis drei aufeinanderfolgenden Video-Bildern (1/25 .. 3/25 s) nicht räumlich voneinander getrennt. Wir bezeichneten dieses Verhalten als "Aufsetzer".

Tabelle 3: Flugrichtung von Wasserfledermäusen über dem Rhein, mit und ohne Scheinwerfer-Lichtstrahl quer zur Flussrichtung. WW: OBG in Weitwinkel-Stellung. Zoom: OBG in Zoom-Stellung. Zahlen in Prozent (OBG-Auswertung).

Flugrichtung, relativ zur Flussrichtung	ohne Scheinwerfer		mit Scheinwerfer	
	WW	Zoom	WW	Zoom
parallel	85.6	80.4	81.5	82.9
parallel, wenden, parallel zurück	9.0	14.8	13.2	10.6
parallel, im Strahl, parallel zurück	0	.4	1.0	.7
schräg, dabei Strahl kreuzen	1.4	.4	2.0	0
parallel, kreisen, parallel weiter	0	.3	0	0
parallel, im Strahl, parallel weiter	3.7	3.0	2.0	5.4
Anzahl beobachtete Tiere	132	688	98	129

Auf dem rund 100 m breiten Fluss flogen mehr als 80% der Wasserfledermäuse parallel zur Flussrichtung. Wir fanden keine signifikanten Unterschiede in den Flugrichtungen mit, resp. ohne Scheinwerfer-Lichtstrahl. Es scheint, dass der Lichtstrahl die Flugrichtung der Wasserfledermäuse nicht beeinflusst.

In den OBG-Aufzeichnungen vom 20. Mai und 5. August 1992 konnten wir 42 Individuen während durchschnittlich 40 Sekunden ohne Unterbruch beobachten. In der gesamten Beobachtungszeit von 1681 Sekunden zählten wir 100 Aufsetzer, d.h. alle rund 17 Sekunden setzte eine Wasserfledermaus kurz auf der Wasseroberfläche auf. Die Zeitabstände zwischen zwei Aufsetzern streuten nicht in einer Normalverteilung um den Mittelwert von 17 Sekunden, sondern waren asymmetrisch verteilt: Der zweite Aufsetzer folgte mit grosser Wahrschein-

lichkeit innert 0 bis 8 Sekunden nach dem ersten (Abb. 8, siehe auch Tab. 5).

"Hochfliegen" (high catch, KALKO & SCHNITZLER 1989) ist ein weiteres Verhaltenselement, bei dem eine Wasserfledermaus ihre Flugbahn über der Wasseroberfläche - in erster Linie - in der Vertikalen verändert. Beim Hochfliegen verlässt die Wasserfledermaus den Luftraum rund 50 cm über der Wasseroberfläche in einem Steilflug nach oben und erreicht eine Zone rund ein bis zwei Meter über der Wasseroberfläche.

In den OBG-Aufzeichnungen vom 20. Mai und 5. August 1992 zählten wir in der gesamten Beobachtungszeit von 1681 Sekunden 14 Hochfliegen, d.h. alle rund 2 Minuten flog eine Wasserfledermaus hoch.

3.2.3. Fluggeschwindigkeit

Die Fluggeschwindigkeit jagender Wasserfledermäuse interessierte uns, weil wir hofften, mit der Fluggeschwindigkeit und der Anzahl Fledermäuse, die wir mit der Fixstreifen-Taxation zählten, die Bestandesdichte schätzen zu können (RIEGER & WALZTHÖNY, im Druck).

Wir schätzten die Fluggeschwindigkeiten anhand von OBG-Aufzeichnungen vom 15. und 20. Mai 1992 und vom 5. August 1992. Im Mai flogen Wasserfledermäuse, die allein unterwegs waren, langsamer als im August (Tab. 4).

3.2.4. Zweierflug

Bei unseren Schätzungen der Bestandesdichten mit der Fixstreifen-Taxation beobachteten wir immer wieder, wie sich zwei Wasserfledermäuse verfolgten. Wir nennen dieses Verhalten "Zweierflug". In unseren Datenbanken finden wir Zweierflug-Hinweise während der gesamten Jagdsaison, von April bis September, das Verhalten scheint aber besonders häufig zu sein im April und Mai.

Tabelle 4: Mittlere Fluggeschwindigkeiten von Wasserfledermäusen über dem Rhein an 3 Beobachtungstagen im Mai und August 1992 (OBG-Auswertung).

	15. Mai 1992	20. Mai 1992	5. August 1992	Zweierflug, 15. Mai 1992
mittlere Geschwindigkeit [km/h]	18	16.2	23.5	23.2
Standardabweichung SD	5.1	2.1	3.84	2.4
Anzahl Ereignisse n	17	105	775	90
Lufttemperatur (1900 h) [°C]	24.4	16.1	27.1	24.4

Während der OBG-Aufzeichnung am 15. Mai 1992 beobachteten und filmten wir mehrere Zweierflug-Paare. Eines dieser Paare beobachteten wir von 2200 bis zum Beobachtungsabbruch um 2310. Dieser Zweierflug dauerte ununterbrochen mehr als eine Stunde.

Folgende Merkmale charakterisieren den Zweierflug:

- Wir beobachteten keine Aufsetzer (vgl. 3.2.2.2).
- Wir beobachteten vergleichsweise viel Hochfliegen (vgl. 3.2.2.2) und Zickzack-Fliegen (= eine Richtungsänderung um weniger als 180 Grad in der Horizontalen) (Abb. 8, Tab. 5).
- Ein Zweierflug-Paar flog in einem kurzen Flussbereich hin und her. Wenn wir die mittlere Fluggeschwindigkeit von 23 km/h (vgl. Tab. 4) einsetzen, wendete das Zweierflug-Paar die Flugrichtung nach 10 bis 60, im Mittel nach 34 Metern (SD = 11.7, n = 57) (Abb. 8, Tab. 5).
- Wir beobachteten nie einen Rollen-Wechsel: Verfolger und Verfolgter behielten immer ihre Positionen in der Zweierflug-Anordnung.
- Der Verfolger schien etwas höher zu fliegen als der Verfolgte.
- Der Abstand zwischen Verfolger und Verfolgtem schwankte zwischen 0.4 und 2.1 m um einen Mittelwert von 1.0 m (SD = 0.37, n = 86).

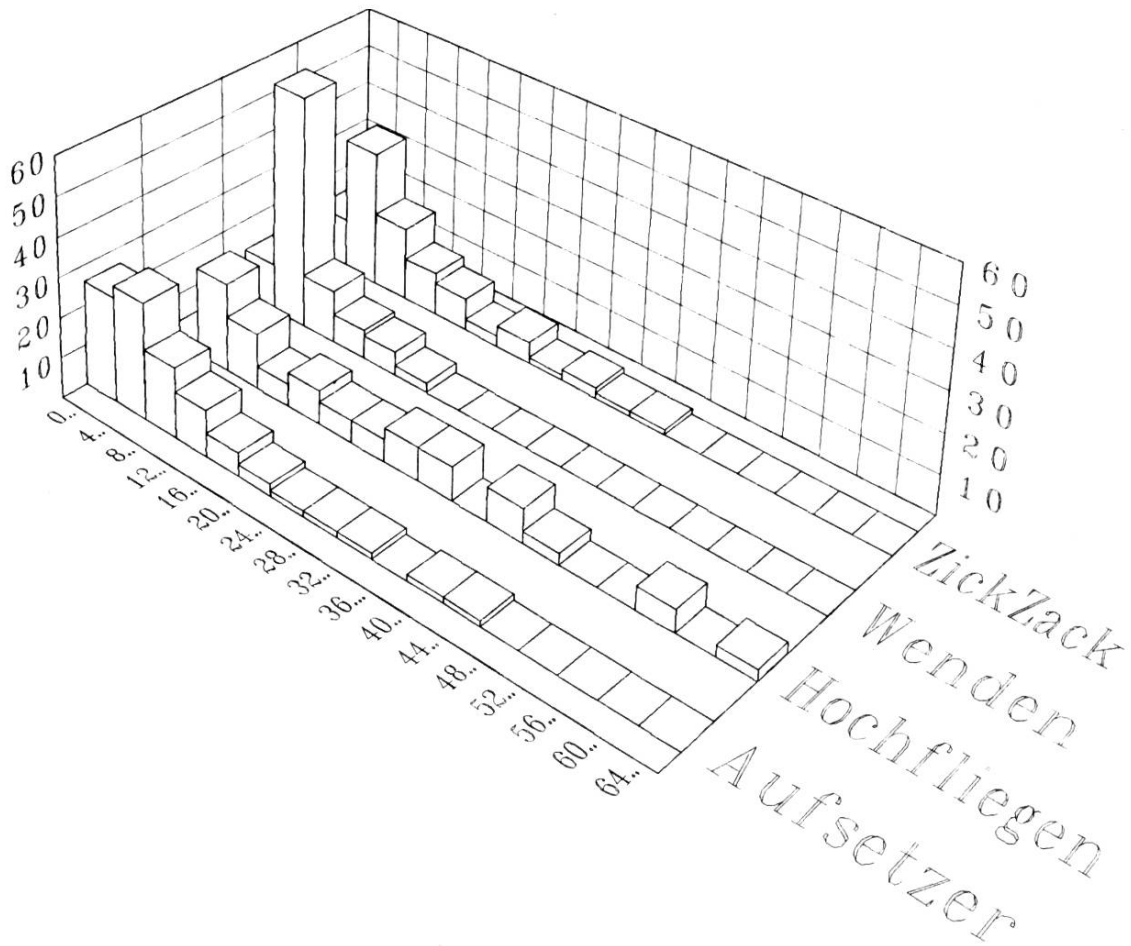

Abbildung 8: Prozent-Anteile der Zeitabstände (4-Minuten-Klassen) in denen eine über dem Rhein fliegende Wasserfledermaus zweimal das gleiche Verhalten zeigt: Aufsetzer im Jagdflug, Hochfliegen, Wenden und Zickzack im Zweierflug (OBG-Auswertung).

3.3. Andere Jagdhabitate

Im Sommer ist der Luftraum über stehendem oder langsam fliessendem Wasser ein Vorzugsjagdhabitat für Wasserfledermäuse. Radiomarkierte Wasserfledermäuse zeigten aber, dass sie während der ganzen Jagdsaison auch im Wald jagen. In Ganz-Nacht-Telemetrie-Kontrollen mit zwei, zeitweise drei Beobachtergruppen, je mit Telemetrie-Empfänger und Sprechfunk ausgerüstet, stellten wir fest, dass aufgrund der bisher vorliegenden Daten Wasserfledermäuse während etwa zwei Dritteln der Jagdzeit über dem Rhein und während der restlichen Zeit im Wald oder in Park-ähnlichem Gelände jagten (Tab. 6).

Tabelle 5: Mittlerer Zeit-Abstand zwischen zwei gleichen Verhaltensweisen einer Wasserfledermaus über dem Rhein bei Dachsen, im Jagdflug und im Zweierflug (OBG-Auswertung).

	Jagdflug Aufsetzer	Zweierflug Hochfliegen	Wenden	Zickzack
mittlerer Zeit-Abstand zwischen zwei gleichen Verhalten [s]	9.5	22	7.3	11
Standardabweichung SD	9.2	17	4.4	9.1
Anzahl Ereignisse n	69	36	83	75

4. Diskussion

4.1. Beobachtungsmethoden, Schätzung der Bestandesdichte

Die umfangreichsten Datenmengen, über die wir hier berichten, lieferte die Fixstreifen-Taxation. Diese Methode erlaubt theoretisch, die Wasserfledermaus-Dichte an einer Zählstelle in "Anzahl Wasserfledermäuse pro Fluss-Längeneinheit" (z.B. Kilometer) anzugeben (Rieger & Walzthöny, im Druck). Im Lauf unserer Untersuchungen stellten wir aber fest, dass wir zwei Parameter nicht genügend exakt schätzen können:

(1) Als wir Fixstreifen-Taxation und OBG gleichzeitig an Zählstellen einsetzten (vgl. Tab. 3), stiessen wir auf Leistungsgrenzen der Fixstreifen-Taxation: Wir erkennen Wasserfledermäuse im Lichtstrahl der Scheinwerfer, die wir verwenden, nur bis zu einem Abstand von 50 bis 60 Metern. Da der Rhein im gesamten Untersuchungsgebiet mindestens 100 m breit ist, können wir mit der Fixstreifen-Taxation nichts aussagen über die Wasserfledermaus-Dichte in einem Flussabschnitt, sondern nur über die Bestandesdichte in einem Abschnitt des Flussufers.

Tabelle 6: Dauer der Jagdphasen über dem Rhein und im Wald oder in Park-Anlagen (Telemetrie).

Tier, Datum	Rhein von	bis	total min	Wald, Park von	bis	total min
(m) 920721, 17. - 18.7.92	2222	0013	111	0048	0120 (0140)	33 (53)
	0150	0315	85	0345	0355	10
(m) 920721 23. - 24.7.92	2218	0032	134	0040	0117	37
(w) 920766 17. - 18.7.92	2204	2249	45	2258	2333	35
	2345	0129	104	0156	0340	104
	0353	0433	43			
(w) 920766 23. - 24.7.92				2152	2213	21
	2218	2227	9	2230	2258	28
	0003	0056	53	0058	...	
total min			606			288

Beispielsweise ist die Wasserfledermaus-Dichte über dem Rhein bei der Bachdelle in Dachsen auf der linken Flusseite, geschätzt mit der Fixstreifen-Taxation, deutlich tiefer als beim gegenüberliegenden Ufer, geschätzt mit dem OBG.

(2) Um anhand der Daten aus der Fixstreifen-Taxation auf die Wasserfledermaus-Dichte über dem Rhein schliessen zu können, müssen wir die Fluggeschwindigkeit der Tiere kennen. Wasserfledermäuse fliegen an verschiedenen Tagen verschieden schnell. Wir schätzten die mittleren Geschwindigkeiten zwischen 16 und 23 km/h (Tab. 4). Diese Werte sind deutlich höher als die Wasserfledermaus-Fluggeschwindigkeiten, die wir aus der Literatur kennen: 12 km/h (Kalko & Schnitzler 1989), < 14 km/h (Jones & Rayner (1988) und > 14 km/h

(BAAGOE 1988). Ohne umfangreiche Geschwindigkeitsschätzungen zu verschiedenen Jahreszeiten und bei verschiedenen Wetter-, vor allem Temperatur-Verhältnissen, ist es wenig sinnvoll, die Fledermaus-Dichte in "Tiere pro km Fluss" umzurechnen nach der Formel

Tiere pro km Fluss = Tiere pro min * 60 / Geschwindigkeit [km/h]

und auf der Basis dieser Werte zu diskutieren.

Die Daten aus den Fixstreifen-Taxationen erlauben uns dennoch, Raum- und Zeit-Vergleiche der relativen Wasserfledermaus-Dichten anzustellen und zu diskutieren (Abb. 2, Abb. 4, Abb. 3, Abb. 7):

- 1990 und 1991, weniger deutlich 1992, stellten wir im Hochsommer über dem Rhein ein kurzes, nur 1-wöchiges Maximum der Bestandesdichten fest. Die Annahme liegt nahe, dass in dieser Saison die flüggen Jungen des Jahres über dem Rhein jagen. Wo sind diese Tiere in den folgenden Wochen? Jagen sie im Wald?
- Die teilweise markanten Zeitdifferenzen zwischen den ersten Wasserfledermäusen über dem Rhein und den ersten auf den Flugstrassen im Frühling und im Herbst deuten darauf hin, dass in diesen Jahreszeiten Wasserfledermäuse nicht nur via Flugstrassen zum Rhein fliegen. Mit grosser Wahrscheinlichkeit haben die Tiere in dieser Saison Quartiere in der Nähe des Rheins. Bisher kennen wir aber nur zwei Quartiere weniger als 100 m vom Rheinufer entfernt: Am 22. April 1992 wechselte ein Wasserfledermaus-Männchen von Baumhöhlen-Quartieren beim Waldfriedhof (u.a. QS709) zu einem Quartier direkt am Rhein: In einer Dehnungsfuge der Strassenbrücke Schaffhausen - Feuerthalen. Dort blieb es bis Ende der Telemetrie-Kontrolle am 27.4. Im Juli 1992 wechselte ein Weibchen, das wir am Quartier QS709 fingen und radiomarkierten, in ein Quartier im Dach einen Gebäudes des Gaswerks Schaffhausen, weniger als 100 m vom Rheinufer entfernt.
- Wir stellten im Lauf der Jagdzeit die höchste Wasserfledermaus-Dichte zwischen 1 und 2 Stunden nach Sonnenuntergang fest (Abb. 5). Beobachtungen an radiomarkierten Tieren stimmen mit dieser Feststellung überein. Damit unterscheiden sich unsere Beobachtungen von denen von RUEDI et al. (n.d.), welche die höchsten Dichten zwischen 2330 und 0100 fanden.

4.2. Jagdsaison

Wasserfledermäuse jagen zwischen April (ausnahmsweise schon ab Februar) und Oktober über dem Rhein. Schon bei unseren Untersuchungen über Wasserfledermaus-Flugstrassen erkannten wir fünf verschiedene Teil-Saisons (RIEGER et al. 1990). Diese fünf Teil-Saisons finden wir wieder bei unseren Untersuchungen an Wasserfledermäusen im Jagdhabitat (Tab. 7).

Tabelle 7: Jagdsaison-Abschnitte und ihre Merkmale.

Teil-Saison (nach RIEGER et al. 1990)	von	bis	Wasserfledermäuse auf den Flugstrassen (nach RIEGER et al. 1990)	über dem Rhein (diese Untersuchung)
I		Mitte April	Bestandesdichte steigt	Bestandesdichte steigt (Abb. 3), die ersten Tiere über dem Rhein erscheinen früher am Abend als die ersten auf den Flugstrassen (Abb. 2)
II	Mitte April	Mitte Mai	relatives Bestandesdichte-Maximum, fliegen relativ später	Bestandesdichte konstant (Abb. 3), die ersten Tiere über dem Rhein erscheinen etwa zur gleichen Tageszeit wie die ersten auf den Flugstrassen (Abb. 2).
III	Mitte Mai	Ende Juni	Bestandesdichte konstant	wie Teil-Saison II

Teil-Saison (nach Rieger et al. 1990)			Wasserfledermäuse	
	von	bis	auf den Flugstrassen (nach Rieger et al. 1990)	über dem Rhein (diese Untersuchung)
IV	Anfang Juli	Mitte August	Bestandesdichte-Maximum (vermutlich wegen der flüggen Jungtiere)	Bestandesdichte-Maximum (Abb. 3)
V	Mitte August	Oktober	Bestandesdichte nimmt ab, die Tiere fliegen relativ früher	Bestandesdichte nimmt ab (Abb. 3), die ersten Tiere über dem Rhein erscheinen deutlich früher am Abend als die ersten auf den Flugstrassen (Abb. 2)

4.3. Jagdhabitate

Wasserfledermäuse, das zeigen unsere Untersuchungen und jene von Nyholm (1965), nutzen ganz verschiedene ökologische Habitate: Sie ruhen tagsüber in hohlen Bäumen, jagen nachts über stehenden oder langsam fliessenden Gewässern und in den Wäldern, in denen ihre Quartierbäume stehen, und fliegen entlang von Hecken, wenn sie vom Wald-Habitat ins Gewässer-Habitat wechseln. Wasserfledermäuse brauchen offenbar einen Lebensraum, in dem die für Wasserfledermäuse wichtigen Habitate untereinander vernetzt sind. Ökologische Untersuchungen an Wasserfledermäusen sind nicht nur wichtig für das Verständnis der Ansprüche, die diese Fledermaus-Art an ihren Lebensraum stellt, sie liefern auch Grundkenntnisse über einen vernetzten Lebensraum mit einer vielfältigen Flora und Fauna. Wasserfledermäuse sind eine eigentliche ökologische Leit-Tierart.

Schon in den ersten Jahren unserer Untersuchungen über Ökologie und Verhalten von Wasserfledermäusen beobachteten wir, wie diese

Tiere oft schon kurz nach den Flug vom Wald zum Rhein wieder vom Rhein zum Wald zurückflogen. Wir nahmen damals an, dass die Wasserfledermäuse in einem hohlen Baum im Wald eine Jagdpause machen. Die Telemetrie-Untersuchungen zeigten, wie wichtig Wald als Wasserfledermaus-Jagdhabitat ist (Tab. 6).

Im Untersuchungsgebiet über dem Rhein zwischen Rheinau und Büsingen verteilen sich die Wasserfledermäuse keineswegs gleichmässig. Auf einigen Flussabschnitten findet man viele, auf andern wenig Wasserfledermäuse (Abb. 7). Hohe Bestandesdichten fanden wir bei Dachsen (ZD001) und beim Lindli in Schaffhausen (ZS200, ZS180). Im Herbst 1992 zählten wir im Rheinfallbecken zwei- bis dreimal so viele Tiere wie 1.5 km flussabwärts bei der Dachsener Zählstelle ZD001. Es wäre interessant, mehr über die Ursachen für diese unregelmässige Verteilung zu wissen. Doch fehlen bisher Bestandesschätzungen zu gleicher Zeit an möglichst vielen verschiedenen Stellen am Rhein. Unsere Untersuchungen liefern erste Anhaltspunkte:

- Die Ufer-Struktur an den drei Rheinabschnitten mit hohen Wasserfledermaus-Dichten unterscheidet sich stark: Bei Dachsen sind beide Flussufer bewaldet, im Rheinfallbecken ist das linke Ufer bewaldet, das rechte Ufer ist Siedlungszone, teilweise mit Park-ähnlichem Charakter. Ähnliches gilt für den Rheinabschnitt beim Lindli in Schaffhausen.
- Das Mikroklima könnte eine Rolle spielen. Der Rhein unterhalb des Rheinfalls fliesst in einer Rinne ("Rheinfallrinne", SCHINDLER 1985). Der Wasserspiegel ist rund 40 m tiefer als das umliegende Gelände. Die Rheinfall-Rinne ist windgeschützt und an kühlen Tagen im allgemeinen wärmer als die Umgebung. Das Mikroklima beim Lindli scheint jedoch keine ähnlichen Eigenschaften zu haben.
- Wir kennen weder die Fliessgeschwindigkeit noch das Nahrungsangebot des Rheins auf den verschiedenen Abschnitten. Es ist aber denkbar, dass Fliessgeschwindigkeit, Nahrungsangebot und Wasserfledermaus-Dichte miteinander in Beziehung stehen.
- Eventuell münden nahe bei den Rheinabschnitten mit hohen Wasserfledermaus-Dichten uns noch nicht bekannte Flugstrassen, auf denen viele Tiere fliegen. Hierzu der folgende, unveröffentlichte Hinweis: Wenn eine radiomarkierte Wasserfledermaus zwei grund-

sätzlich verschiedene Möglichkeiten hatte für ihren Flug vom Tagesquartier zum Rhein-Jagdgebiet,
(1) Flug über eine kurze Flugstrasse zum Rhein und über dem Rhein bis zum individuellen Jagdgebiet, oder
(2) Flug im Wald und / oder über eine lange Flugstrasse, die möglichst nahe beim individuellen Jagdgebiet mündete,
dann flog sie immer nach dem zweitgenannten Prinzip.

4.4. Jagdzeit

Bisher machten wir nur in den Sommermonaten Ganz-Nacht-Untersuchungen. Wir kennen daher das Ende der nächtlichen Jagdzeit nur aus dieser Saison (Abb. 5, 6). Im Sommer sind die ersten Wasserfledermäuse etwa 30 min nach Sonnenuntergang über dem Rhein (Abb. 2), die letzten verlassen das Rhein-Jagdhabitat eine Stunde vor Sonnenaufgang (Abb. 5).

Bei halbautomatischen Schätzungen der Bestandesdichten zählten wir in der Regel weniger "Rückflieger" am Morgen als "Hinflieger" am Abend (Abb. 6). Mit grosser Wahrscheinlichkeit ist dies ein methodischer Fehler: Die Ton-Aufzeichnung registriert nur vorbeifliegende Fledermäuse, die sich mit Ultraschall orientieren. Von Abendbeobachtungen wissen wir, dass früh fliegende Wasserfledermäuse sich im vorhandenen Dämmerlicht ohne Ultraschall, offenbar allein mit dem Sehsinn orientieren können. Wir nehmen an, dass die "fehlenden" Rückflieger dann am Morgen vom Jagdhabitat über dem Rhein zum Wald zurückfliegen, wenn es hell genug ist für die Orientierung mit den Augen. Zuweilen flogen auch radiomarkierte Wasserfledermäuse etwa bei Sonnen-aufgang ins Quartier zurück, wenn es schon sehr hell war.

Resultate von Telemetrie-Untersuchungen im April (Tab. 1) und Oktober (bisher nicht veröffentlicht) deuten an, dass die nächtliche Jagdzeit im Frühling und Herbst bedeutend kürzer ist als im Sommer, obwohl die Nächte länger sind.

Wasserfledermäuse jagen während einer Nacht nicht ununterbrochen im gleichen Habitat, sondern abwechselnd über Wasser und im Wald (Tab. 6). Solche Wechsel sind offenbar häufig. Wir zählten bis zu

fünf Jagdhabitat-Wechsel eines Tieres während einer Nacht. Erst genauere Untersuchungen an Wasserfledermäusen, die im Wald fliegen / jagen, und an der Beutetier-Fauna im Wald, können Anhaltspunkte liefern, weshalb die Tiere diese Jagdhabitat-Wechsel machen.

4.5. Bemerkungen zum Verhalten

4.5.1. Wo jagen?

Unsere Telemetrie-Resultate deuten an, dass Wasserfledermäuse bei Beginn einer nächtlichen Jagdzeit wissen, ob sie in dieser Jagdzeit über dem Rhein jagen werden oder nicht. Radiomarkierte Tiere, die in einer Nacht über dem Rhein jagten, flogen immer gleich nach dem Quartier-Ausflug zum Rhein. Wir beobachteten nie eine radiomarkierte Wasserfledermaus, die nach dem Quartier-Ausflug zuerst während einer oder mehreren Jagdphasen im Wald blieb und erst im Lauf der Nacht ins Jagdhabitat Rhein wechselte.

4.5.2. Fressen und Trinken

Wir nehmen an, dass eine Wasserfledermaus beim Aufsetzer (low catches, Kalko & Schnitzler 1989) trinkt und / oder versucht, ein Beuteinsekt oder einen kleinen Fisch (Brosset & Delamare Deboutteville 1966; Terrasse 1975; Brosset 1975) mit Schnauze und / oder Füssen zu ergreifen. Eine trinkende Wasserfledermaus braucht grundsätzlich über einer offenen Wasserfläche die horizontale Komponente ihrer Flugrichtung nicht zu ändern. Es genügt, wenn sie die Flugrichtung in der Vertikalen verändert, so dass sie mit Mund und Zunge Wasser von der Wasseroberfläche aufnehmen kann. Eine jagende Wasserfledermaus muss sowohl horizontale wie vertikale Komponenten ihrer Flugrichtung ändern, wenn sie punktgenau auf die Beute zufliegen will. Wir beobachteten entsprechendes Verhalten vor und nach Aufsetzern: In einigen Fällen machten Wasserfledermäuse ihre Aufsetzer in der allgemeinen Flugrichtung. In andern Fällen machten sie unmittelbar vor dem Aufsetzer eine scharfe horizontale Richtungsänderung. Oft kehrten sie nach Aufsetzern mit Richtungsänderungen zum Aufsetzer-

Ort zurück und machten einen zweiten, manchmal auch einen dritten Aufsetzer an dieser Stelle. Möglicherweise konnte die Wasserfledermaus in solchen Fällen die Beute beim ersten Mal nicht fassen, oder an dieser Stelle war eine Ansammlung von Beuteinsekten.

Die Aufsetzer-Frequenzen, die wir anhand unserer OBG-Aufzeichnungen schätzten (Abb. 8), sind erste Anhaltspunkte. Bei den Pilot-OBG-Aufnahmen am Rhein bei Langwiesen Ende 1991 folgten die Aufsetzer in sehr viel kürzeren Abständen aufeinander, teilweise alle zwei bis drei Sekunden, als in den hier ausgewerteten OBG-Aufzeichnungen von 1992. Parameter wie Jahreszeit, Tageszeit, Ort im Jagdhabitat, Nahrungsangebot etc. scheinen die Aufsetzer-Frequenz zu beeinflussen und müssen in künftigen Untersuchungen zum Jagdverhalten berücksichtigt werden.

In den ausgewerteten OBG-Aufzeichnungen von 1681 Sekunden Dauer fanden wir auch zwei Intentionen zu Aufsetzern: Die Wasserfledermäuse machten einen vertikalen Bogenflug (bei Beginn Flugrichtung abwärts), berührten aber die Wasseroberfläche nicht (im OBG waren die Bilder der Fledermaus und ihres Wärmespiegelbildes immer deutlich getrennt).

Hochfliegen scheint zwei verschiedene Funktionen zu haben: Auf der einen Seite ist es Jagdverhalten (3.2.2.2, high catch, KALKO & SCHNITZLER 1989), auf der andern Seite scheint es eine Bedeutung in Sozialverhalten zu haben, denn sehr oft war eine zweite Wasserfledermaus in der Nähe, die meist ebenfalls hochflog (siehe auch 3.2.4 Zweierflug).

4.5.3. Haben Wasserfledermäuse Jagd-Territorien?

WALLIN (1960) beschrieb territoriales Verhalten von Wasserfledermäusen im Jagdhabitat. Eine Gruppe von Individuen benutzte gemeinsam ein Jagdgebiet und war aggressiv gegen Individuen aus andern Gruppen. Unsere Befunde ergänzen jene von WALLIN (1960) und lassen vermuten, dass auch unsere Wasserfledermäuse über dem Rhein in Gruppenterritorien jagen:

(1) Die individuellen Jagdgebiete über dem Rhein, die wir mittels

Telemetrie fanden (Tab. 2), waren auffallend konstant.

(2) Von drei Individuen, die wir im Juli 1992 am gleichen Quartier fingen (QS709) und radiomarkierten, benutzten zwei das gleiche Jagdgebiet, das dritte jagte in einem mehr als 2 km entfernten Gebiet über dem Rhein (Tab. 2, Abb. 1). Wir fanden bisher keine Jagdgebiet-Überlagerungen (Abb. 1).

(3) Wasserfledermäuse fliegen über Land so, dass sie ohne grosse Flugstrecken über dem Rhein möglichst direkt in ihr individuelles Rhein-Jagdgebiet gelangen. Auf diese Weise fliegen sie zum einen länger in deckungsreichen Habitaten, zum andern kreuzen sie keine Jagdterritorien von anderen Wasserfledermaus-Gruppen.

(4) Ob das Verhalten, das wir unter der Bezeichnung "Zweierflug" beschreiben (siehe 3.2.4), in den Funktionskreis "territoriales Verhalten" oder in einen andern Funktionskreis (z.B. Fortpflanzungsverhalten) gehört, lässt sich aufgrund der vorliegenden Anhaltspunkte nicht zweifelsfrei bestimmen. Zugunsten der Zuordnung zum Funktionskreis "territoriales Verhalten" sprechen

- die grosse Intensität: Die beiden Tiere verfolgten sich ohne Unterbruch während mehr als einer Stunde,
- die sehr häufigen Ausweich-Verhalten Hochfliegen, Wenden und Zickzack (Abb. 8),
- die Rollen-Konstanz: Verfolger und Verfolgter wechselten nie die Rollen,
- die häufigen Zweierflug-Beobachtungen zu Beginn der Jagdsaison. Man könnte hier interpretieren, dass die Grenzen der Gruppen-Jagdgebiete nach der Winterschlaf-Pause wieder neu festgelegt werden.

4.6. Warum über dem Wasser jagen?

Wasserfledermäuse jagen während der ganzen Jagdsaison, vom April bis Oktober, im Wald. Warum jagen die Tiere zwischen Mai und September zudem auch über Wasser und nehmen dazu den risikoreichen Weg über kilometerlange Flugstrassen in Kauf und jagen in

einem Habitat, in dem sie sich bei Gefahr nicht sofort in Deckung zurückziehen können, die über der offenen Wasserfläche fehlt? Es sind zwei grundsätzlich verschiedene Ursachen denkbar, die sich nicht gegenseitig ausschliessen, aber gut gegenseitig ergänzen: (1) Energiehaushalt und (2) Nahrungsangebot.

(1) Ein Fledermaus braucht weniger Energie beim Jagen im offenen Luftraum (z.B. über Wasser) als im strukturieren Habitat (z.B. im Wald). Zudem verringert der Bodeneffekt den Energieaufwand, wenn die Fledermaus nahe über der Wasseroberfläche oder nahe am Boden fliegt (Brigham et al. 1992).

(2) Wir kennen das Nahrungsangebot im Wald und über Gewässern zwischen April und Oktober und zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang nicht. Es ist aber denkbar, dass Wasserfledermäuse im Sommer mehr oder leichter Beute über Gewässer finden als im Wald. Möglicherweise liefern Untersuchungen über das Nahrungsangebot in den verschiedenen Jagdhabitaten auch Erklärungen für die Beobachtung, dass eine Wasserfledermaus im Lauf einer Nacht während immer kürzeren Phasen jagt.

5. Zusammenfassung

Wasserfledermäuse jagen über stehenden und langsam fliessenden Gewässern. In der Untersuchungsregion zwischen Rheinau und Büsingen fliegen sie zwischen April (ausnahmsweise, nach einem milden Winter, schon ab Februar) und Oktober über dem Rhein und grösseren Weihern. In der Abenddämmerung sind die ersten Wasserfledermäuse etwa 30 Minuten nach Sonnenuntergang über dem Rhein. Im Hochsommer fliegen sie bis eine Stunde vor Sonnenaufgang über dem Fluss. Wasserfledermäuse jagen nicht ausschliesslich über Wasser, sondern im Sommer während eines Drittels der nächtlichen Jagdzeit im Wald. Im Frühling und Herbst ist der Waldjagd-Anteil noch grösser. Bis Mitte Mai steigt die Wasserfledermaus-Dichte im Jagdhabitat über dem Rhein an, bleibt dann mehr oder weniger konstant bis Anfang Juli, steigt bis Mitte August auf das Jahresmaximum und sinkt anschliessend bis Oktober kontinuierlich auf Null. Wasserfledermäuse verteilen sich nicht gleichmässig über dem Rhein zwischen Rheinau und Büsingen. An

einigen Stellen ist die Dichte gross, an andern klein. Bis jetzt fehlen genaue Untersuchungen über die Ursachen für diese unregelmässige Verteilung. Radiomarkierte Wasserfledermäuse flogen in individuellen Jagdgebieten, die je 200 bis 800 m des Flusslaufes beanspruchten. Unsere Beobachtungen decken sich mit Literatur-Hinweisen, wonach Wasserfledermäuse Gruppenterritorien jagen. Wir schätzten die mittlere Fluggeschwindigkeit an verschiedenen Tagen zwischen 16 und 23 km/h. Wir beobachteten verschiedene Verhaltenselemente bei den Wasserfledermäusen über dem Rhein, wie Aufsetzer, Hochfliegen, Wenden, Zickzack-Fliegen und Zweierflug, schätzen ihre Häufigkeit und ordnen sie Funktionskreisen zu.

6. Literatur

BAAGOE, H. (1987): The Scandinavian bat fauna: adaptive wing morphology and free flight in the field. In: FENTON, M. B., P. A. RACEY & J. M. V. RAYNER (eds): Recent advances in the study of bats. Cambridge Univ. Press, Cambridge, 57-73.

BOGDANOWOCZ, W. (1990): Geographic Variation and Taxonomy of Daubenton's Bat, *Myotis daubentoni*, in Europe. J. Mamm. 71, 205-218.

BRIGHAM, R. M., H. D. J. N. ALDRIDGE and R. L. MACKEY (1992): Variation in Habitat Use and Prey Selection by Yuma Bats, *Myotis yumanensis*. J. Mamm. 73, 640-645.

BROSSET, A. (1975): Le Régime alimentaire de *Myotis daubentoni*. Commentaires sur l'observation de J. F. Terrasse. Mammalia 39, 148.

BROSSET, A. & C. DELAMARE DEBOUTTEVILLE (1966): Le Régime alimentaire du Verspertilion de Daubenton *Myotis daubentoni*. Mammalia 30, 247-251.

CHAPUISAT, M., P. DELACRETAS, A. REYMOND, M. RUEDI & O. ZUCHUAT (1988): Biologie du Murin de Daubenton (*Myotis daubentonii*) en période de reproduction. Le Rhinolophe No 5.

HEDIGER, H. (1946): Bemerkungen zum Raum-Zeit-System der Tiere. Ein kleiner Beitrag zur Vergleichenden Psychologie. Schweiz. Z. Psychol. und ihre Anwendungen 5, 241-269.

JONES, G. & J. M. V. RAYNER (1988): Flight performance, foraging tactics and echolocation in free-living Daubenton's bats *Myotis daubentoni* (Chiroptera: Vespertilionidae). J. Zool. (London) 215, 113-132.

KALKO, E. K. V. & H.-U. SCHNITZLER (1989): The echolocation and hunting behavior of Daubenton's bat, *Myotis daubentoni*. Behav. Ecol. Sociobiol. 24, 225-238.

NYHOLM, E. S. (1965): Zur Ökologie von *Myotis mystacinus* (LEISL.) und *M. daubentoni* (LEISL.) (Chiroptera). Annales Zoologici Fennici 2. 77-123.

RIEGER, I., D. WALZTHÖNY & H. ALDER (1990): Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, benutzen Flugstrassen. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 35, 37-68.

RIEGER, I. & D. WALZTHÖNY (1993): Fixstreifen-Taxation: Ein Vorschlag für eine neue Schätzmethode von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni,* im Jagdgebiet. Z. Säugetierk. 58, 1-12.

RUEDI, M. M. CAPUISAT, P. DELACRETAZ, A. REYMOND & O. ZUCHUAT (n.d.,erh. 1991): Biologie du Murin de Daubenton *(Myotis daubentoni)* en période de reproduction. Manuskript, 8 pp.

SCHOBER, W. & E. GRIMMBERGER (1987): Die Fledermäuse Europas - kennen, bestimmen, schützen. Kosmos Naturführer. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 222 pp.

SCHINDLER, C. (1985): Geologisch-geotechnische Verhältnisse in Schaffhausen und Umgebung. Erläuterungen zu den Baugrundkarten 1982. Mitt. naturf. Ges. Schaffhausen 32, 1-119.

STUTZ, H. P. & M. HAFFNER (1985): Baumhöhlenbewohnende Fledermausarten der Schweiz. Schweiz. Z. Forstwes. 136, 957-963.

TERRASSE, J. F. (1975): Comportement de pêche d'une chauve-souris, probablement un Vespertilion de Daubenton (*Myotis daubentoni* LEISLER). Mammalia 39, 147.

VBLN (1977): Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler, vom 10. August 1977.

WALLIN, L. (1960): Territorialism on the hunting ground of *Myotis daubentoni*. Säugetierk. Mitt. 9, 156-159.

7. Dank

Viele Bekannte und Freunde, Institutionen und Amtsstellen unterstützten uns und erleichterten uns unsere Arbeit. Wir danken ganz herzlich A. Beck, Niederrohrdorf, A. Beutel, Thayngen, F. Bontadina, Zürich, C. und R. Bösiger, Schaffhausen, Dr. J. Cambensy, Schaffhausen, K. Diem, Schaffhausen, S. Gloor, Zürich, P. Kuert, Neuhausen, K. Meier, Dachsen, Dr. H.P.B. Stutz, Zürich, T. und J. Walzthöny, Appenzell, dem Eidg. Verband der Übermittlungstruppen, Sektion Schaffhausen, dem Festungssektor 311, Feuerthalen, der GRD FA16, Bern, der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen, und der Vogelwarte Sempach.

Adressen der Autoren:

Dr. Ingo Rieger
Dr. Doris Walzthöny
Chratzhöfli 4
8447 Dachsen

Hansueli Alder
Regionaler Fledermausschutzexperte
Artilleriestrasse 2
8200 Schaffhausen