

## Flugstraßen von Wasserfledermäusen (*Myotis daubentoni*) finden und dokumentieren<sup>1</sup>

Von INGO RIEGER, Dachsen

Mit 19 Abbildungen

### 1. Einleitung

Sie stehen im Sommer etwa 30 min nach Sonnenuntergang mit einigen Freunden an einer bestimmten Stelle in der Landschaft. Ein Bat-Detektor, eingestellt auf 40 kHz, steht auf dem Boden. Während 1-2 sec hören Sie die typischen fm-Ultraschallgeräusche einer Wasserfledermaus. Im Dämmerlicht sehen Sie das Tier vorbeifliegen: es fliegt auf einer mehr oder weniger geraden Linie. Einige Sekunden bis einige Minuten später fliegt die nächste Fledermaus vorbei, in der gleichen Weise wie die Tiere vorher und nachher. Hier brauchen offenbar Wasserfledermäuse (*Myotis daubentoni*) und Fledermaus-Beobachter eine Flugstraße, die einen, um vom Tagesquartier ins Jagdgebiet zu fliegen, die anderen, um bei einer „Safari vor der Haustür“ einheimische Wildtiere zu beobachten.

Wasserfledermäuse fliegen nicht nur in der Region Rheinfall auf Flugstraßen (RIEGER et al. 1990, 1992). Wasserfledermaus-Flugstraßen (Synonyme: Flugrouten, „Vliegroutes“ [niederländisch]) sind aus anderen Regionen der Wasserfledermaus-Verbreitung bekannt (DIETZ 1993, GEIGER 1992, HELMER 1983, HELMER & LIMPENS 1988, LIMPENS et al. 1989).

Im folgenden zeige ich, wie man Wasserfledermaus-Flugstraßen finden und dokumentieren kann und stelle Fragen im Zusammenhang mit Wasserfledermaus-Flugstraßen, auf die ich bis jetzt (noch) keine Antwort habe.

### 2. Material und Methoden

Wasserfledermäuse haben ein relativ großes Verbreitungsgebiet in Europa und Asien (BOGDANOWICZ 1994). Es ist wahrscheinlich, daß die Tiere in einem so großen Verbreitungsgebiet recht unterschiedliche Klimabedingungen vorfinden. Genaue Daten zu Geographie, Topographie und Klima des Untersuchungsgebiets sind Voraussetzung, um Anforderungen der Wasserfledermäuse an Geographie, Topographie und Klima ihres Aufenthaltsgebietes kennen-

zulernen und um Beziehungen zwischen diesen Parametern und Verhalten sowie Ökologie der Tiere zu erfassen.

Für Wasserfledermäuse spielen die Habitats Gewässer und Wald und die dazwischen liegenden Verbindungswege eine besonders wichtige Rolle.

### 2.1 Das Untersuchungsgebiet der Fledermausgruppe Rheinfall

Das Haupt-Untersuchungsgebiet der Fledermaus-Gruppe Rheinfall (FMGR) ist 64 km<sup>2</sup> groß (Kilometer-Koordinaten des Bundesamtes für Landestopographie: 687/278 bis 695/286; 8° 40' östliche Länge, 47° 40' nördliche Breite). Der Rhein-Wasserspiegel ist oberhalb des Elektrizitätswerks Schaffhausen (EWS) auf 390.8 m NN, zwischen EWS und Rheinfall auf etwa 385 m NN, unterhalb des Rheinfalls auf 359 m NN. Dies ist gleichzeitig der tiefste Bereich im Untersuchungsgebiet. Die höchsten Punkte im Untersuchungsgebiet sind auf 481 m NN (Ryhirt), 551 m NN (Engiwald), 567 m NN (Buechbüel), 570 m NN (Cholfirst).

Rund ein Drittel dieses Gebiets ist bewaldet, knapp 4% sind Gewässer und ein Fünftel Siedlungs- und Industriegebiete (Abb. 1).

**Fließgewässer:** Der Rhein (Abb. 2) ist in unserem Untersuchungsgebiet an zwei Stellen gestaut:

- Elektrizitätswerk Schaffhausen, Rhein-km 45.6, Staukote 390.8 m NN
- Kraftwerk Rheinau, Rhein-km 60.5, Staukote 359.0 m NN

Einzig vom Elektrizitätswerk Schaffhausen über Rheinfall bis ins Rheinfallbecken fließt der Fluß ungestaut.

Der Rhein und teilweise recht große ufernahe Zonen im gesamten Untersuchungsgebiet sind unter den Inventar-Nummern 1411 und 1412 seit 1983 im Anhang der Verordnung über das Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler (VBLN 1977) aufgeführt.

**Stehende Gewässer:** Im Untersuchungsgebiet und der näheren Umgebung gibt es einige künstliche stehende Gewässer (Teiche), über denen Wasserfledermäuse jagen: Uhwieser Weiher, Engiweiher, Feuerwehrweiher Wilchingen, Mogerweiher.

**Wald:** In unserem Untersuchungsgebiet sind große Waldparzellen auf den Hügelkuppen. Sie haben keinen direkten Rhein-Anstoß. Einzig im Osten und im Südwesten fließt der Rhein entlang von größeren Waldparzellen (linkes Rheinufer: Schaaren bei Büsingen; rechtes Rheinufer: Schwaben bei Rheinau).

<sup>1</sup> Vorgetragen auf der 5. Landesfachtagung Fledermausschutz Niedersachsen, 14.-15. Oktober 1995 in Hannover.

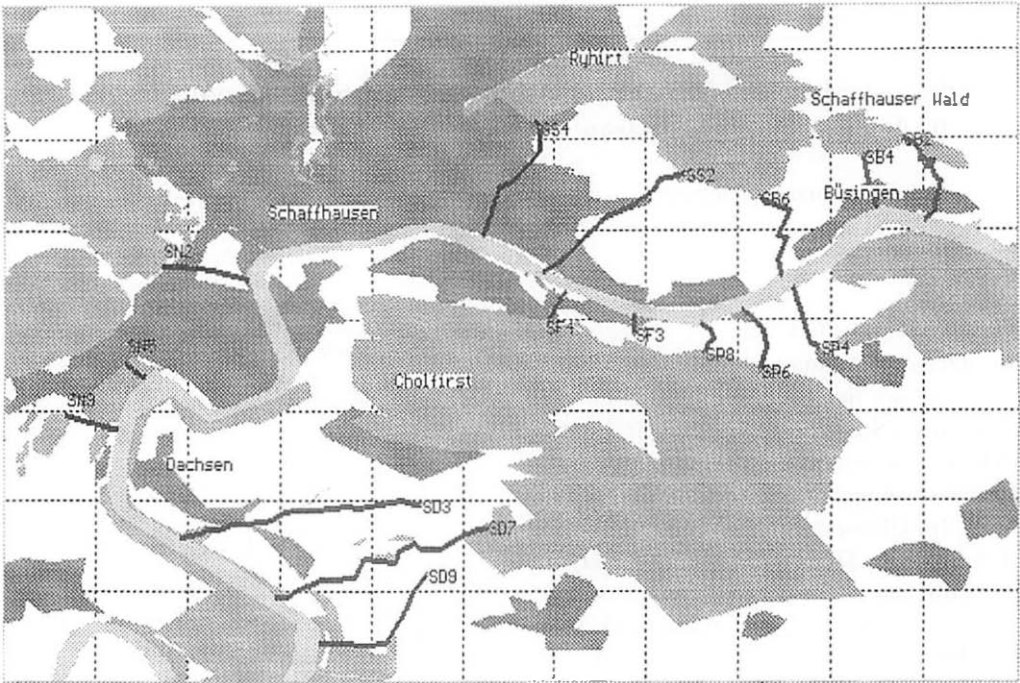


Abb. 1. Untersuchungsgebiet der Fledermaus-Gruppe Rheinfall mit Wasserfledermaus-Flugstraßen. Raster Rhein, Wald, Siedlung (von hell nach dunkel)

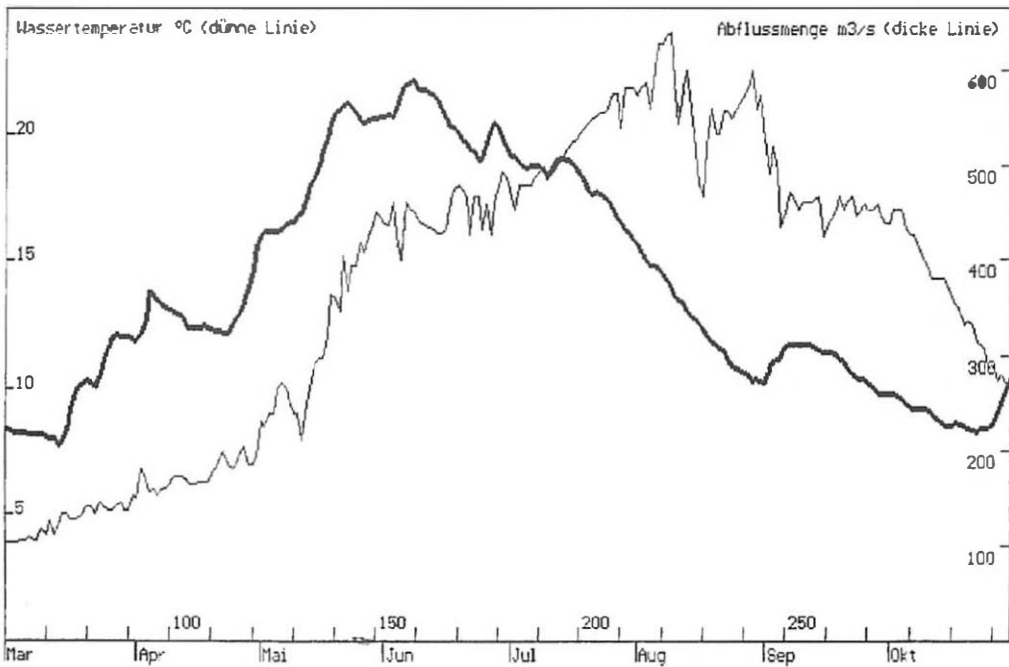


Abb. 2. Rhein: Wassertemperatur [°C] und Abflussmenge [m³/s] (Daten von 1992)

In den letzten 6 Jahrzehnten verdoppelte sich das Holzvolumen im Chollfirst-Wald. Fichten, *Picea abies*, steigerten ihren Anteil von rund einem Fünftel auf rund ein Viertel. Der Anteil an Weißtannen, *Abies alba*, sank von einem Fünftel auf ein Achtel. Die Buche, *Fagus sylvatica*,

ist mit einem Drittel am gesamten Holzvorrat die häufigste Holzart. Eichen, *Quercus sp.*, wurden seltener, ihr Anteil sank von einem Viertel in den 20er Jahren auf ein Sechstel in den 80er Jahren (Tab. 1).

Wasserfledermaus-Tagesquartiere sind in unserer Region vorwiegend in hohlen Bäumen (RIEGER 1996). Leider gibt es weder regionale noch landesweite Statistiken über die Häufigkeit von hohlen Bäumen. Subjektiv habe ich den Eindruck, daß in den Wäldern der Region Rheinfal mehr Bäume mit Höhlen sind als in andern Wäldern in der näheren oder weiteren Umgebung.

nigermaßen überschaubar ineinander verschachteln, aber bei drei oder mehr Stichproben sind die Linien in Kumulativen Verteilungen übersichtlicher als neben- oder hintereinander angeordnete Histogramm-Säulen). Wir sehen in Kumulativen Verteilungen sofort:

- **Gesamtzahl:** Z.B.: Wieviele Fledermäuse sind vorbeigeflogen?

Tabelle 1. Relativer Anteil [%] Kubikmeter Holzvorrat (OBERHOLZER, VOGELSANGER, pers. Mitt.)

	Rot-tanne	Weiß-tanne	Föhre Lärche	andere Nadelhölzer	Buche	Eiche	andere Laubhölzer	total [%]
1980 Cholfirst	28.21	2.19	12.26	2.07	33.48	16.66	5.13	100
1986 Buchthalen	36	3	18	-	32	6	5	100
1993 Neuhausen	17.5	0.9	7.9	7.7	35.9	15.2	15.0	100

## 2.2 Klima und Wetter im Untersuchungsgebiet

Tab. 2 zeigt einige Wetter-Parameter der Meßstation Neuhausen der Schweiz. Meteorologische Anstalt SMA (Koordinaten 688.7 / 282.8; 445 m NN).

- **Zeitspanne:** Z.B.: In welcher Zeitspanne fliegen die Fledermäuse vorbei? Wann fliegt die erste, die letzte, das Mediantier?
- **Rate:** Aus der Steigung der Kurven in Kumulativen Verteilungen lesen wir die Zuwachsraten ab. Z.B.: Wieviele Tiere fliegen pro Minute vorbei?

Tabelle 2. Wetter-Daten der SMA-Station Neuhausen / Charlottenfels

ganzes Jahr [Jan .. Dez]	mean Temp °C	Rel Hum %	Luftdruck mbar	Niedersch. mm	mean Wind-speed m/s	Wind Dir
1992	9.724	76.486	*****	10263	3.370	167
1993	9.449	75.781	967.636	8036	3.394	167
Sommer [Mar .. Okt]	mean Temp °C	Rel Hum %	Luftdruck mbar	Niedersch. mm	mean Wind-speed m/s	Wind Dir
1992	13.616	71.875	*****	7086	3.454	168
1993	13.126	72.847	966.163	5944	3.111	167
1994	14.225	73.207	966.013	6968	3.332	168
Winter [Nov .. Feb]	mean Temp °C	Rel Hum %	Luftdruck mbar	Niedersch. mm	mean Wind-speed m/s	Wind Dir
1988 /1989	2.172	87.261	973.754	2121	2.958	184
1989 /1990	2.313	84.210	968.032	3053	3.065	175
1990 /1991	0.889	84.126	967.795	2226	3.394	169
1991 /1992	0.792	84.862	974.064	1770	3.262	166
1992 /1993	2.524	84.607	964.099	3148	3.446	162
1993 /1994	2.611	81.455	965.300	2863	3.862	173

## 2.3 Methoden

**Kumulative Verteilungen:** Das Histogramm zeigt Häufigkeiten von Werten oder Gruppen von Werten. Auch in Kumulativen Verteilungen kann man Häufigkeiten von Werten oder Gruppen von Werten ablesen. Eine aufwärts kumulierte Verteilung zeigt für jede Stufe die Summe der Häufigkeiten für diese und alle niedrigeren Stufen.

Kumulative Verteilungen haben gegenüber Histogrammen einige Vorteile:

- **mehrere Datengruppen:** Wenn wir zwei oder mehr Verteilungen miteinander vergleichen wollen (die Histogramme zweier Stichproben lassen sich noch ei-

- **Zeitprotokoll:** Treffen die Ereignisse einzeln oder gruppenweise auf? Z.B.: Fliegen Fledermäuse einzeln oder in Gruppen vorbei?

**Zeit-Angaben:** Bei Parallelbeobachtungen unbedingt Uhren der Beobachter auf Sekunden genau synchronisieren. Bei Pilotbeobachtungen jede Beobachtung so genau wie möglich festhalten (d.h. möglichst auf Sekunden genau). In unseren standardisierten Flugstraßen-Beobachtungen halten wir die Vorbeiflüge auf die Minute genau fest.

Wasserfledermäuse steuern ihre Aktivität zu einem großen Teil via die Helligkeit. Wir verwenden daher für Zeit-

angaben jeweils die Differenz zum Sonnenuntergang (SU) oder Sonnenaufgang (SA). Für Ganz-Nacht-Resultate verwenden wir auch die relative Nachtzeit (in %; 0% = SU, 100% = SA).

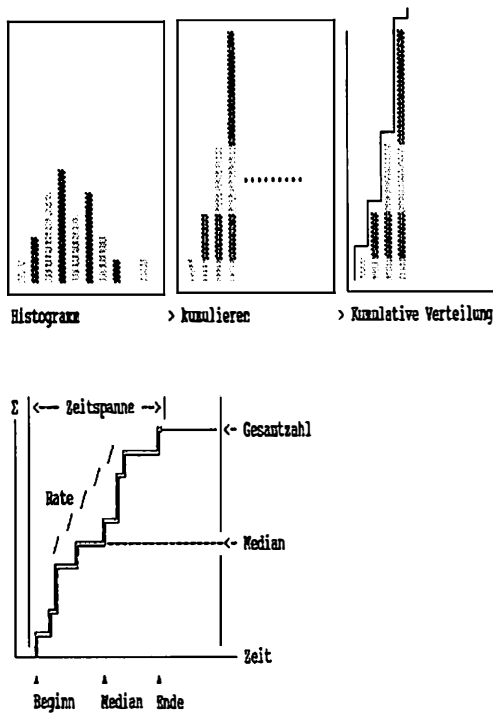


Abb. 3. Methoden / Methoden-Vergleich

### 3. Resultate: Flugstraßen suchen und finden

#### 3.1 Abklären...

##### 3.1.1 Hat es Wasserfledermäuse in der Region?

Wasserfledermaus-Flugstraßen sind arttypische Wechsel (nach HEDIGER 1946) zwischen dem Tages-Aufenthaltsort (dem Tagesquartier) und dem Jagdhabitat über Gewässern. Sie können die Frage „Hat es Wasserfledermäuse in der Region?“ positiv beantworten, wenn Sie in Ihrem Untersuchungsgebiet Wasserfledermaus-Quartiere oder Wasserfledermaus-Gewässerjagdhabitate kennen. Je größer die Bestände im Jagdgebiet sind (RIEGER et al. 1992, RIEGER & WALZTHÖNY 1993), desto größer sind auch die Bestände auf Flugstraßen.

Teichfledermaus, *Myotis dasycneme*, und Fransenfledermaus, *Myotis nattereri*, jagen sehr ähnlich wie Wasserfledermäuse und können im Gewässerjagdhabitat leicht mit Was-

serfledermäusen verwechselt werden. In meinem Untersuchungsgebiet ist die Teichfledermaus, *Myotis dasycneme*, nicht nachgewiesen. Von der Fransenfledermaus, *Myotis nattereri*, gibt es nur Einzel-Nachweise aufgrund von Netzfängen vor Höhlen (STUTZ 1985). Ich gehe vorerst davon aus, daß in der Region Rheinfall knapp über dem Wasserspiegel jagende Fledermäuse Wasserfledermäuse sind.

#### 3.1.2 Sind die Landschaftselemente für Flugstraßen vorhanden?

Wasserfledermäuse haben ihre Tagesquartiere in den weitaus meisten Fällen in hohlen Bäumen in Wäldern (DIETZ 1993, GEIGER 1992, LABES et al. 1989a, b, IFFERT et al. 1989, HELMER 1983, HIEBSCH 1989, NYHOLM 1965, RIEGER 1995). Bisher kennen wir nur Flugstraßen in Regionen, wo Wälder mit Wasserfledermaus-Tagesquartieren nicht bis zum Ufer der Gewässers gehen, über dem Wasserfledermäuse jagen.

**Flugstraßenhabitate:** Wasserfledermaus-Flugstraßen führen vom Waldrand über die offene Landschaft, meist entlang von linearen Landschaftselementen (LIMPENS et al. 1989), zum Gewässerjagdhabitat. In unserem Untersuchungsgebiet finden wir Wasserfledermaus-Flugstraßen in folgenden Habitaten:

- Hecken / Waldränder
- Wald
- Böschungen
- Täler / Geländeeinschnitte
- freistehende einzelne Gebäude
- Siedlungsgebiet: Häuser und Bäume („Dorf“)
- Siedlungsgebiet: Häuser ohne Bäume („Stadt“)
- Obstgärten / Parkanlagen
- offenes Gelände

Bisher habe ich die verschiedenen Habitate entlang der Wasserfledermaus-Flugstraßen in unserem Untersuchungsgebiet weder erfaßt noch statistisch ausgewertet. Subjektiv scheinen für Wasserfledermäuse die folgenden Ansprüche (in abnehmender Wichtigkeit) eine Rolle zu spielen:

- Schutz vor Wind
- Schutz vor Raubfeinden
- Länge der Flugstraße

## 3.2 Flugstraßen suchen

### 3.2.1 Karten und Luftbilder studieren

Wenn ich in einem mir unbekanntem Gelände Wasserfledermaus-Flugstraßen suche, dann suche ich auf Karten, Luftbildern und im Gelände nach Flugstraßen-Habitaten sowie nach Verbindungen zwischen Wald und Gewässer via solcher Habitate mit möglichst kleinen Lücken „offenes Gelände“.

Bemerkenswert ist, daß Wasserfledermäuse

- weder im Gewässerjagdhabitat-Abschnitt jagen, der am nächsten beim Tagesquartier ist (Abb. 4).
- noch auf Flugstraßen fliegen, welche die geometrisch kürzeste Verbindung zwischen Tagesaufenthaltort und Gewässerjagdhabitat sind (Abb. 1, 6) (siehe auch LIMPENS et al. 1989).

### 3.2.2 Vermutete Flugstraße nachweisen

**Definition: Vorbeifliegen auf Flugstraßen:**  
An einigen Beobachtungspunkten zeigen Wasserfledermäuse ein Verhalten, das wir „Vorbeifliegen“ nennen:

- Eine Wasserfledermaus ist jeweils nur für einige Sekunden auf dem Bat-Detektor zu hören (Abb. 5).
- Die Mehrzahl der Fledermäuse, die wir an diesem Ort in der Abenddämmerung beobachten, fliegen alle in die gleiche Richtung.

Wenn das Studium von Karten, Luftbildern und Gelände eine potentielle Flugstraße zeigt, muß man die Vermutung bestätigen:

1. Während der Vorbeiflugzeit müssen Fledermäuse auf der potentiellen Flugstraße vorbeifliegen.

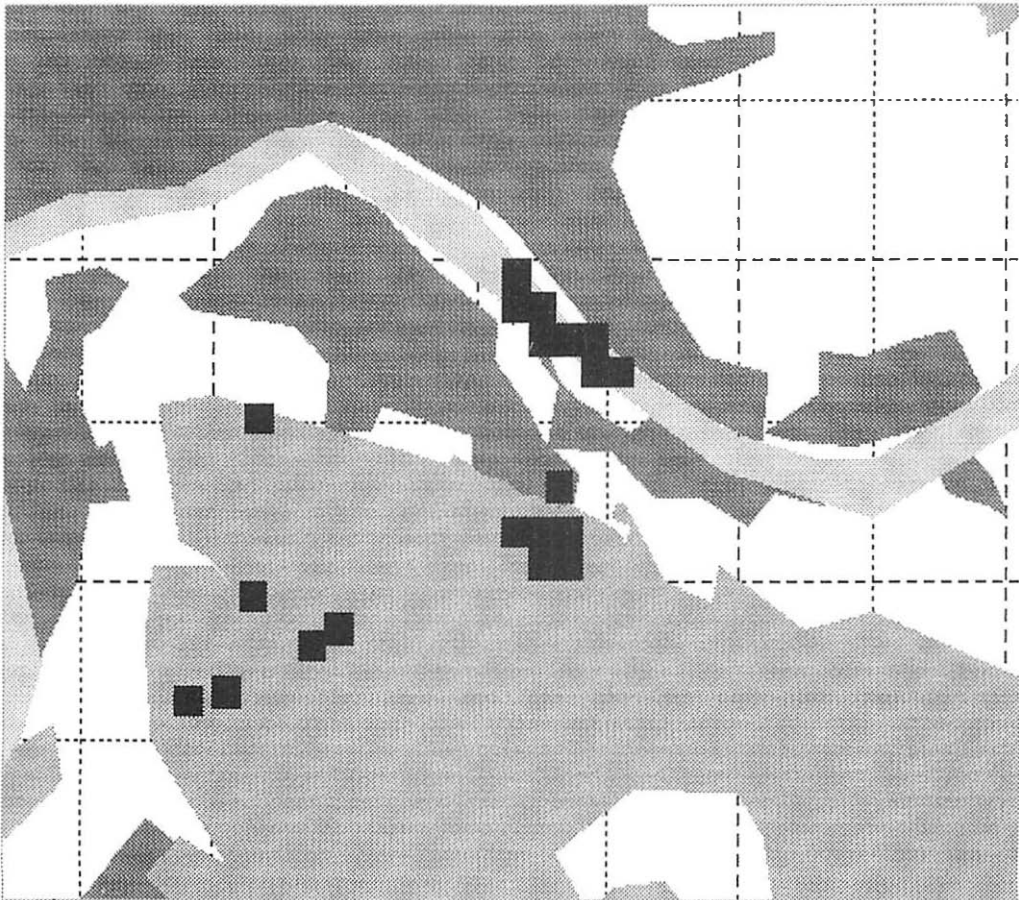


Abb. 4. Aufenthaltsorte [Rechtecke] des radiomarkierten Wasserfledermaus-♀920705 (Cholfirst-Wald östlich Flurlingen ... Rhein Lindli Schaffhausen). Raster: Rhein, Wald, Siedlung. Koordinaten 689.2/281.0 - 693.1/283.8

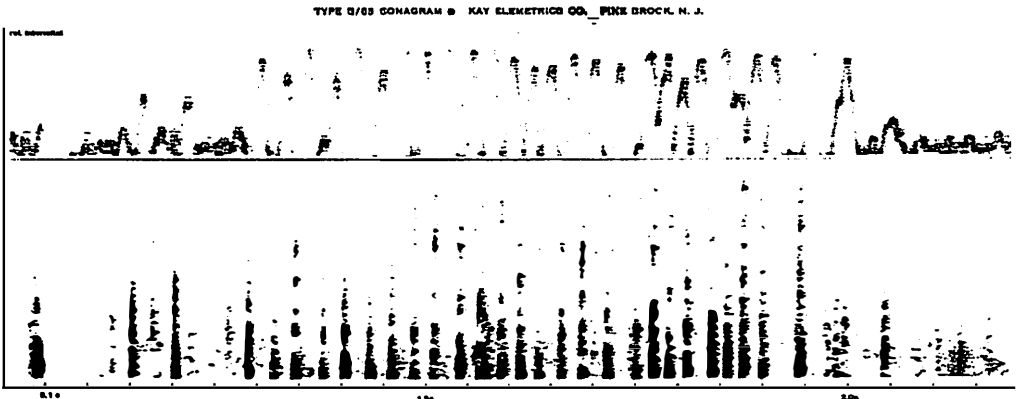


Abb. 5. Sonagramm von Ultraschall-Orientierungslauten einer Wasserfledermaus auf der Flugstraße (SD710, 1. Juli 1989) (Kay Electric, via Mini-2 Bat-Detektor)

## 2. Die Flugbahnen der Fledermause werden kartiert.

Die folgenden Überlegungen zu Zeit und Ort beeinflussen den Erfolg beim Nachweis und beim Kartieren der Flugstraßen:

- **Jahreszeit:** Wasserfledermäuse fliegen zwischen April und September (Oktober) auf Flugstraßen. Die höchsten Bestände sind zwischen Mai und der ersten August-Hälfte anzutreffen (Abb. 10) (RIEGER et al. 1990, 1993).
- **Tageszeit:** Wasserfledermäuse fliegen in der Abenddämmerung in einer vergleichsweise engen Zeitspanne vom Tagesquartier ins Gewässerjagdhabitat. Wasserfledermäuse fliegen auf Flugstraßen zwischen 30 und 90 min nach Sonnenuntergang (Abb. 11). Der Rückflug in der Morgendämmerung verteilt sich, soweit unsere wenigen Beobachtungen zeigen, über eine größere Zeitspanne (Abb. 14).
- **Ort - einen Flaschenhals suchen:** Ich beginne mit meiner Suche nach Wasserfledermäusen auf einer potentiellen Flugstraße an einer Stelle, wo das Habitat die Wasserfledermäuse auf einen möglichst engen Raum, einen „Flaschenhals“, zwingt. Am besten eignet sich hierzu eine Hecke.
- **Ort - nicht im Mündungsfächer:** In unserem Untersuchungsgebiet fächern alle Flugstraßen 100 - 200 m vor dem Gewässerjagdhabitat auf: einige Individuen fliegen nach links, andere geradeaus und wieder andere nach rechts.
- Wenn verschiedene potentielle Flugstraßen denkbar sind, beginne ich meist bei der kürzesten, vermutlich deshalb, weil in meinem

Untersuchungsgebiet eine der kürzesten Flugstraßen den höchsten Wasserfledermaus-Bestand hat. Die Kenntnisse der Wasserfledermaus-Ökologie sind aber zu klein, um hier eine allgemein gültige Regel wie „je kürzer die Flugstraße, desto mehr Tiere fliegen darauf“ abzuleiten.

Wenn wir diese Elemente der Wasserfledermaus-Biologie berücksichtigen, sollten wir relativ bald den ersten Punkt einer Flugstraße finden: Wir hören die Ultraschall-Orientierungslaute der Fledermause im Bat-Detektor und im Dämmerlicht, gegen den relativ hellen Abendhimmel sehen wir die Fledermause vorbeifliegen. Es erleichtert die nachfolgende Kartierarbeit, wenn wir sehen, aus welcher Richtung die Fledermäuse auf diesen Punkt zufliegen und in welche Richtung sie weiterfliegen.

*Achtung: Wasserfledermäuse fliegen an jedem Punkt einer Flugstraße in einer typischen Höhe. Zum Punkt SD720 mache ich oft Exkursionen. Hier fliegen die Tiere etwa auf 2 m Höhe. Es gibt aber auch Ausnahmen. Einmal hörten wir zur Vorbeiflugzeit die Fledermäuse ganz deutlich auf dem Detektor, sahen sie aber trotz relativ hellem Abendhimmel nicht. Ich stand vor einem Rätsel, bis plötzlich ein Exkursionsteilnehmer rief „die fliegen hinter unserem Rücken“. Tatsächlich flogen die Wasserfledermäuse etwa 50 cm über dem Boden, zwischen den Rücken der Exkursionsteilnehmer und der Hecke.*

### 3.3 Flugstraßen-Merkmale dokumentieren

Eine ganze Reihe von Merkmalen sind typisch für jede einzelne Wasserfledermaus-Flugstraße, die wichtigsten sind die Karte, das Profil, das Gelände und der Standard-Bestand.

#### 3.3.1 Die Flugstraßen-Karte

Wenn wir einen Punkt einer Wasserfledermaus-Flugstraße gefunden haben, geht es darum, die ganze Straße möglichst vollständig zu kartieren. Hier arbeitet man zu zweit bedeutend effizienter als allein. Wenn die Beobachter A und B zusammenarbeiten, steht A am bekannten Flugstraßen-Punkt, B in einem Abstand von etwa 200 m an einer Stelle der potentiellen Flugstraße. Jeder meldet dem anderen jede vorbeifliegende Fledermaus (entweder via Sprechfunk oder mittels Taschenlampen-Lichtsignalen, die man vor Beobachtungsbeginn vereinbarte).

Wenn Beobachter B einen Punkt auf der Flugstraße fand, d.h. wenn an seinem Standort zwei, drei Tiere vorbeiflogen, dann stellen sich A und B neu auf: A geht zum neu gefundenen Punkt auf der Flugstraße (dem früheren Standort von B) und B stellt sich wieder etwa 200 m

entfernt auf der potentiellen Flugstraße auf.

**Flugstraßenhabitate ohne lineare Strukturen:** In offenem Gelände, in Parkanlagen und in Obstgärten fliegen Wasserfledermäuse nicht in einem zwei bis fünf Meter breiten Luftkorridor, sondern in einer oft Dutzende Meter breiten Schneise. Hier registriert man vorbeifliegende Wasserfledermäuse nur mit einer Beobachter-Bat-Detektoren-Kette im rechten Winkel zur Flugrichtung: Die Beobachter, alle mit Bat-Detektoren ausgerüstet, stehen in Abständen von rund 10 m auf einer Linie quer zur Fledermaus-Flugrichtung.

Ein andere Möglichkeit ist, im Habitat ohne lineare Strukturen keine Zeit mit Flugstraßen-Kartierungen zu verschwenden, sondern weiterzufahren in Flugstraßen-Habitate mit linearen Strukturen. In diesem Fall muß man aber nachweisen, daß die Tiere auf dem Flugstraßen-Abschnitt vor dem Bereich „offenes Gelände“ identisch sind mit den Tieren auf dem Abschnitt nach dem „offenen Gelände“. Wir machen dies mit Parallelzählungen auf den beiden Flugstraßen-Abschnitten: Die Tiere, die am Beobachtungspunkt vor dem „offenen Gelände“ vorbeifliegen, müssen in mehr oder weniger gleichen Zeitabständen am zweiten Beobachtungspunkt auch vorbeifliegen.

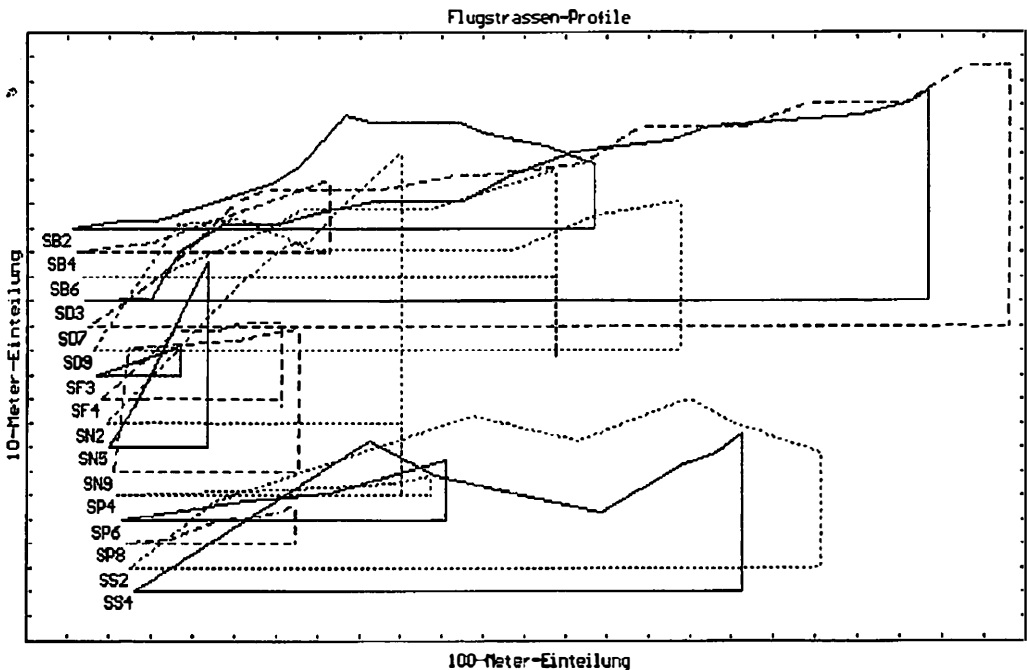


Abb. 6. Profile der Wasserfledermaus-Flugstraßen in der Region Rheinfalt

**Sammelstraßen:** Mit Parallelzählungen auf einer Flugstraße stellen wir immer wieder fest, daß einige Flugstraßen eigentlich Sammelstraßen sind: Je näher die Zählpunkte am Gewässer-jagdhabitat sind, desto größer sind die Flugstraßen-Bestände. Das bedeutet, daß verschiedene Tiere an verschiedenen Stellen von den Seiten her auf die „Hauptflugstraße“ einmünden.

Wenn genügend Punkte der Flugstraße bekannt sind, kann man den Verlauf der Straße kartographisch darstellen (Abb. 1, 7, 8).

### 3.3.2 Flugstraßen-Profil

Die Profile der Wasserfledermaus-Flugstraßen (Abb. 6) in der Region Rheinflall zeigen - deutlicher noch als die Flugstraßen-Karte (Abb. 1) - die ganz unterschiedlichen Längen der Flugstraßen. Weiterkann man die Höhendifferenzen zwischen den Endpunkten jeder Flugstraße herauslesen (Tab. 3).

### 3.3.3 Flugstraßen-Gelände

Unter Flugstraßen-Gelände fasse ich Topographie und Habitat auf der Flugstraße zusammen.

- die Geländestruktur der Straße dokumentieren (Abb. 7, 8, Tab. 4).

Tabelle 3. Flugstraßen-Statistik

Straße	Länge [m]	Altitude	
		von	bis [m NN]
SB2	1261	392	418
SB4	610	392	422
SB6	1148	392	436
SD3	2030	359	445
SD7	2213	359	465
SD9	1420	359	420
SF3	200	392	404
SF4	433	392	423
SN2	713	389	500
SN5	236	359	435
SN9	443	359	418
SP4	752	392	400
SP6	779	392	417
SP8	406	392	408
SS2	1664	392	440
SS4	1465	392	458
n = 16	15774		

### 3.3.4 Bestand auf der Flugstraße

**Bestand erfassen:** Als Flugstraßen-Bestand bezeichnen wir die Anzahl der Tiere, die in der Abenddämmerung auf der Flugstraße vom Tagesaufenthaltort ins Gewässerjagdhabitat fliegen. Beobachtungsbeginn ist etwa 20 min nach Sonnenuntergang (im Frühling und im Herbst

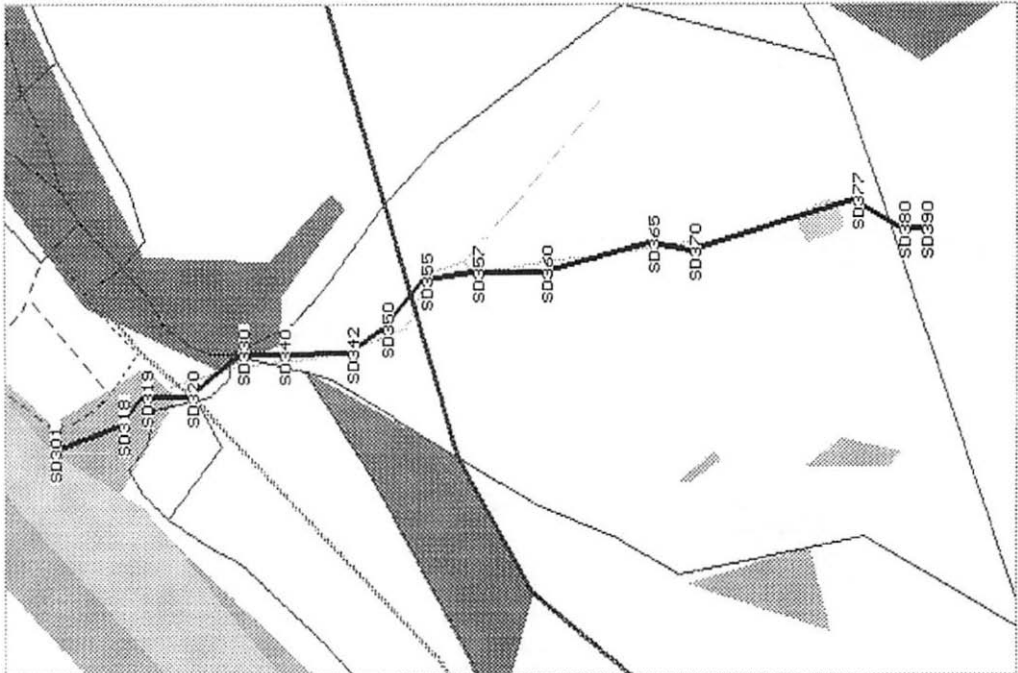


Abb. 7. Karte der Flugstraße SD3. Raster: Rhein, Wald, Siedlung (von hell bis dunkel)



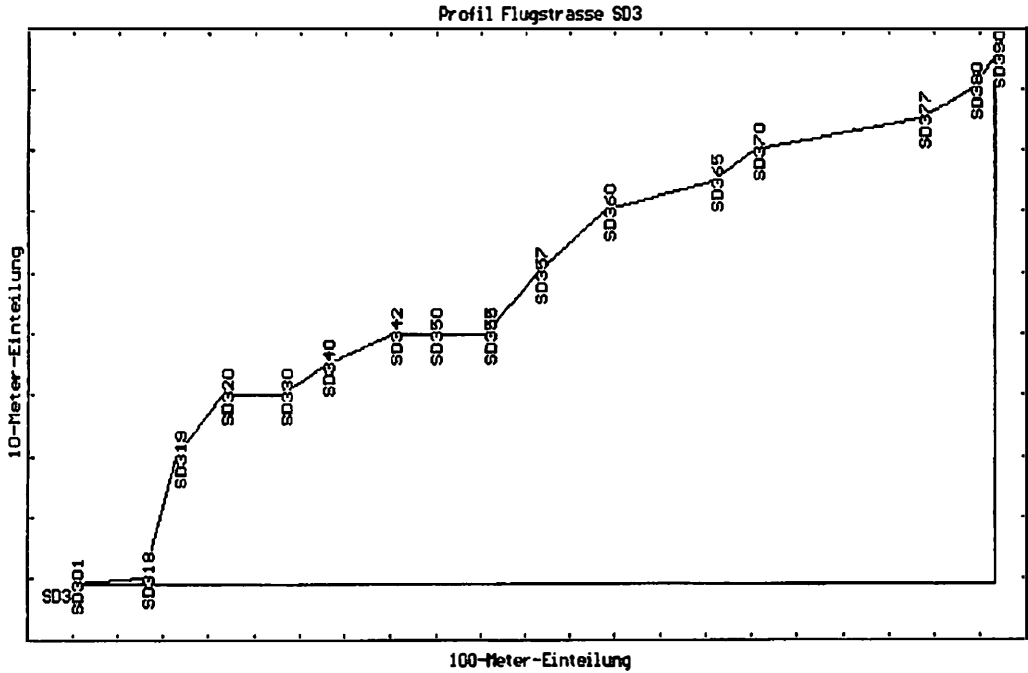


Abb. 8. Profil der Flugstraße SD3

Tabelle 4. Gelände der Wasserfledermaus-Flugstraße SD3

Abstand vom Rhein (m)	m NN	PosCode	Habitat zwischen PosCodes										
			Tal		Ebene		Wald		Hecke, Obst- garten Park	einzelne Bäume	einzelne Häuser	Häuserreihe	offen
			tief	flach	links	rechts							
0	359	SD301	✓				✓	✓					
158	360	SD318	✓				✓	✓					
228	380	SD319											
328	390	SD320				✓			✓				
461	390	SD330				✓			✓				
551	395	SD340		✓					✓				
702	400	SD342		✓					✓				
789	400	SD350		✓					✓				
909	400	SD355	✓						✓				
1025	410	SD357		✓					✓				
1175	420	SD360		✓					✓				
1415	425	SD365		✓					✓				
1506	430	SD370			✓								
1867	435	SD377		✓					✓	✓			
1979	440	SD380		✓									✓
2029	445	SD390		✓						✓			

früher) (Abb. 11). Bei jeder Wasserfledermaus, die vorbeifliegt, registrieren wir die Zeit, auf die Minute genau. Das Beobachtungsende ist

- frühestens 60 min nach Sonnenuntergang und
- 5 min nach der zweitletzten vorbeigeflogenen Fledermaus.

Wir erfassen den Bestand auf einer Flugstraße

- „von Hand“,
- halb-automatisch oder
- automatisch.

„**Von Hand**“ bedeutet, daß ein Beobachter mit Bat-Detektor und Taschenlampe zwischen Beobachtungsbeginn und Beobachtungsende auf der Flugstraße steht und im Protokollblatt jede vorbeifliegende Fledermaus registriert. Bei **halb-automatischer Bestandserfassung** sind am Kontrollpunkt ein Bat-Detektor und ein Tonbandgerät mit mindestens 60 min Aufzeichnungszeit vorhanden. Das Tonbandgerät zeichnet die Bat-Detektor-Signale auf. Später werde ich die Tonbandaufzeichnung aus: Ich starte das Band und gleichzeitig eine Stoppuhr, registriere die Stoppuhrzeit jedes Fledermaus-Ultraschallgeräusches und berechne aus Stoppuhrzeit und Startzeit des Tonbands beim Feldeinsatz die Vorbeiflugzeit jeder Fledermaus (auf die Minute genau). Bei **automatischer Bestandserfassung** sind am Kontrollpunkt ein

Bat-Detektor und ein PC mit Interface. Via Computerprogramm werden die Vorbeiflugzeiten direkt gespeichert.

#### Probleme:

- **Frühe Tiere fliegen oft ohne Ultraschall-Orientierungslaute.** Bei den halb-automatischen und automatischen Bestandserfassungen werden diese Tiere nicht registriert (aber auch bei Kontrollen mit einem Beobachter ist keine Gewähr gegeben, daß alle frühen Fledermäuse, die sich ohne Ultraschall orientieren, erfaßt werden, denn das Detektor-Signal ist auch für den Beobachter ein wichtiges Hilfsmittel, im richtigen Moment besonders aufmerksam den Luftraum nach vorbeifliegenden Fledermäusen abzusuchen).
- Anhand der Information des Detektors kann man „von Ohr“ nicht immer entscheiden, ob **nur ein Tier oder zwei Tiere gleichzeitig** vorbeifliegen. In solchen Zweifelsfällen registriere ich jeweils nur 1 vorbeifliegendes Tier, nicht 2. In den weitaus meisten Fällen fliegen aber Wasserfledermäuse einzeln auf Flugstraßen, so daß auch halb-automatische und automatische Kontrollen genügend genau sind. In der zweiten Hälfte der Vorbeiflugzeit ist es im allgemeinen so dunkel, daß Beobachter die Wasserfledermause auf den

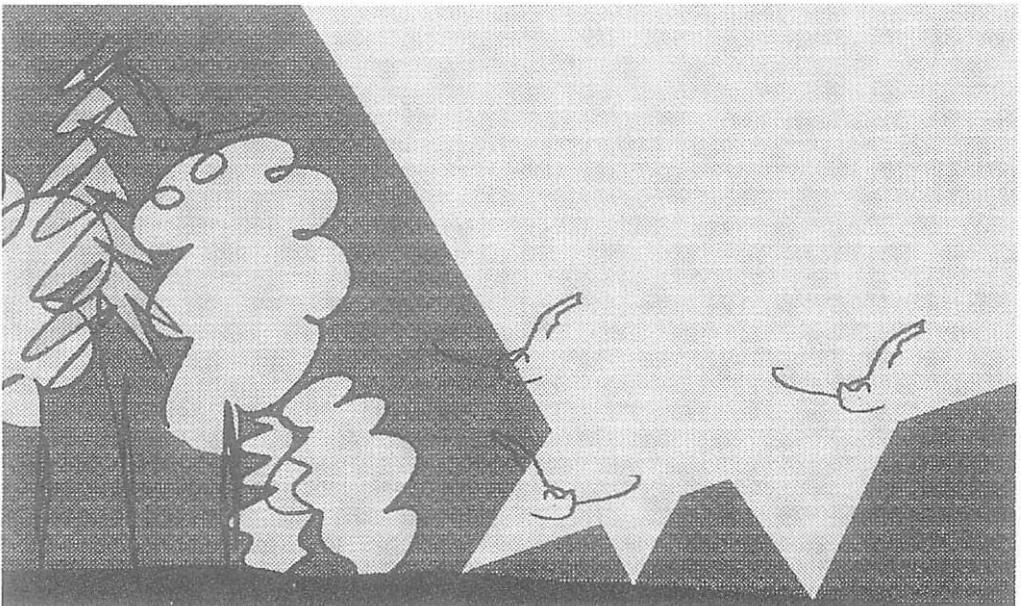
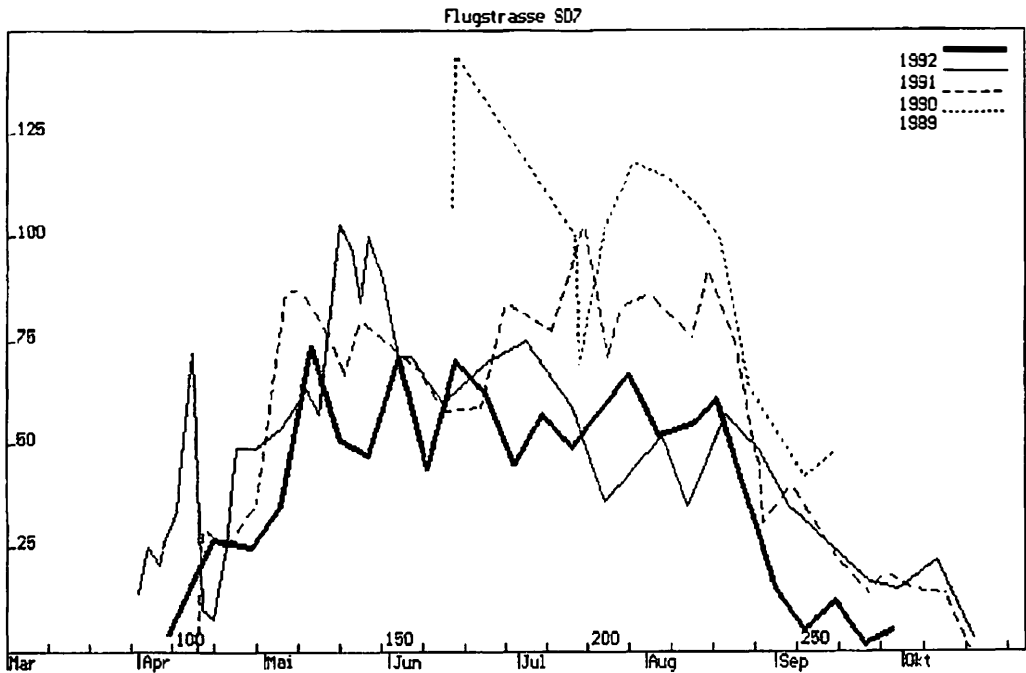


Abb. 9. Lichtvorhang auf Flugstraße: einige Taschenlampen beleuchten einen Ausschnitt des Flugstraßen-Luftraums. Achtung: Lichtquelle so richten, daß die Tiere auf die Lichtquelle zufliegen müssen



Flugstraßen nur mit Hilfe einer Taschenlampe oder eines Handscheinwerfers sehen können, vorausgesetzt, der Beobachter trifft das Tier mit dem Lichtkegel. Ein Beobachter im Feld garantiert daher noch nicht, daß sicher entschieden werden kann, ob nur eine oder gleichzeitig zwei Individuen vorbeifliegen. Wenn man diesen Punkt exakt erfassen will, bietet der „Lichtvorhang“ (Abb. 9) eine gewisse Sicherheit.

- **Laubheuschrecken.** *Tettigonioidea*, beginnen ab Jahresmitte sehr laut zu zirpen. Bei halb-automatischer oder automatischer Bestandserfassung muß man darauf achten, daß der Bat-Detektor möglichst nicht auf zirpende Laubheuschrecken gerichtet ist.
- Individuen von **anderen Fledermaus-Arten** fliegen oft in Wasserfledermaus-Flugstraßenhabitaten. Ihre Ultraschall-Orientierungssignale können die Genauigkeit von halb-automatischen und automatischen Bestandserfassungen beeinträchtigen. In unserem Untersuchungsgebiet ist es vor allem eine *Pipistrellus*-Art, höchstwahrscheinlich die Rauhhautfledermaus, *Pipistrellus nathusii*, welche in Flugstraßenhabitaten fliegt.

Die so erhobenen Flugstraßen-Bestände beschreiben wir anhand von:

- Bestand
- erstes, mittleres und letztes Tier
- kumulative Verteilung
- Vorbeiflug-Raten

**Bestände auf Flugstraßen** (Abb. 10): Die ersten Wasserfledermäuse erscheinen im März / April auf den Flugstraßen, die letzten beobachten wir im September / Oktober. Im Juni und im August ist der Bestand auf jeder Flugstraße mehr oder weniger konstant. Im Mai und im Juli finden wir teilweise deutliche Bestandsmaxima, in einzelnen Jahren gibt es auch ein Bestands-Nebenmaximum im September (RIEGER et al. 1990, RIEGER & ALDER 1993). An den drei Kontrollstellen auf den Flugstraßen fliegen unterschiedlich viele Tiere in der Abenddämmerung vorbei, am meisten auf der SD7, am wenigsten (und mit großen Schwankungen von Messung zu Messung) auf SD9. Auf Flugstraßen mit wenig vorbeifliegenden Tieren sind die Schwankungen von Woche zu Woche oft beträchtlich. Auf Flugstraßen (z.B. SD7) mit vielen vorbeifliegenden Tieren fällt die Bestandsveränderung von Woche zu Woche weniger auf.

Als **Standardbestand** bezeichnen wir den Bestand in der zweiten Juni-Hälfte (gemittelt aus Bestandserhebungen von mindestens drei

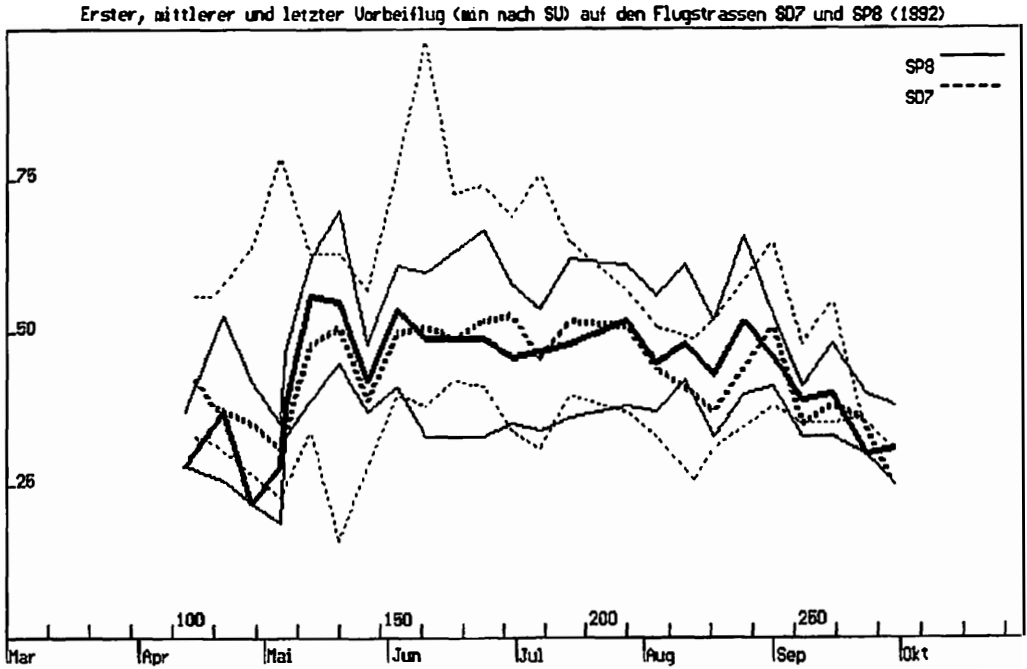


Abb. 11. Erste, mittlere und letzte Wasserfledermaus auf den Flugstraßen SP8 (Linie) und SP7 (punktiert) (1992), in Minuten nach Sonnenuntergang

Tagen mit „gutem Fledermaus-Wetter“, d. h. ohne Regen, Gewitter, Kälteeinbruch).

**Das erste, mittlere und letzte Tier** (Abb. 11): Wasserfledermäuse fliegen zwischen

30 und 90 min nach Sonnenuntergang auf den Flugstraßen vom Tagesquartier ins Jagdhabitat.

Bei Jagdsaison-Beginn bis etwa Mitte April fliegen die Tiere etwa 20 min früher als ab Mitte

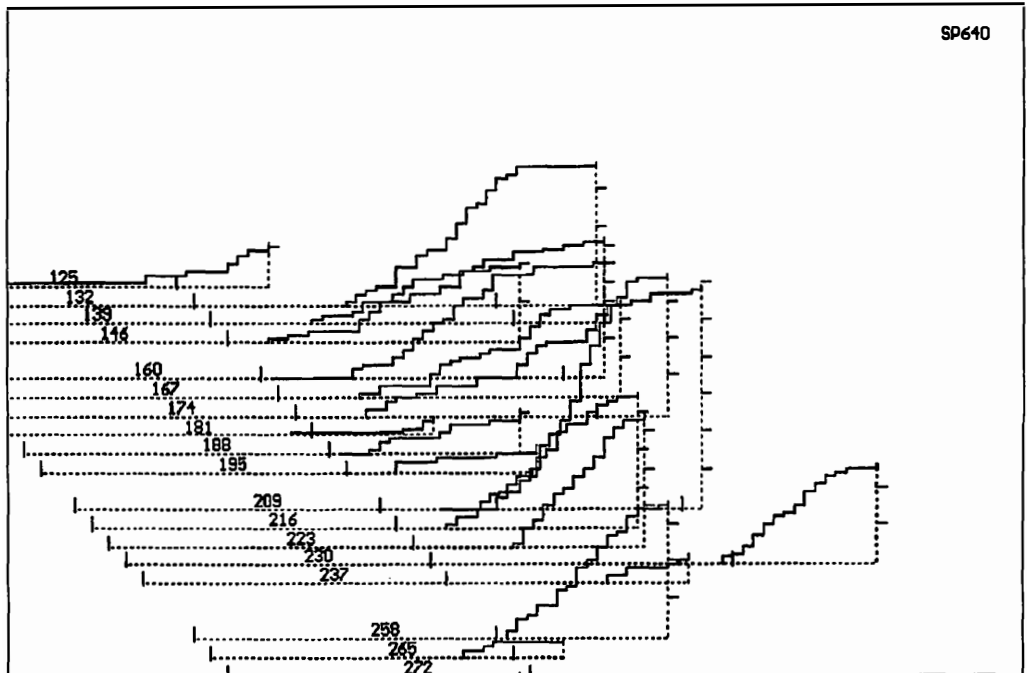


Abb. 12. Kumulative Verteilungen der Vorbeiflüge auf SP6, 1992 (aus RIEGER & ALDER 1993)

Mai. In der ersten Mai-Hälfte fliegen die Tiere bis zu einer Viertelstunde später als nach Mitte Mai. Ab Ende August bis zum Ende der Jagd-saison fliegen die Tiere immer früher.

**Vorbeiflug-Raten** (Abb.12, 13): Vorbeiflug-Raten variieren mit dem Bestand, dieser variiert von Flugstraße zu Flugstraße und mit der Jahreszeit. Es gibt Minuten, in denen 10 oder

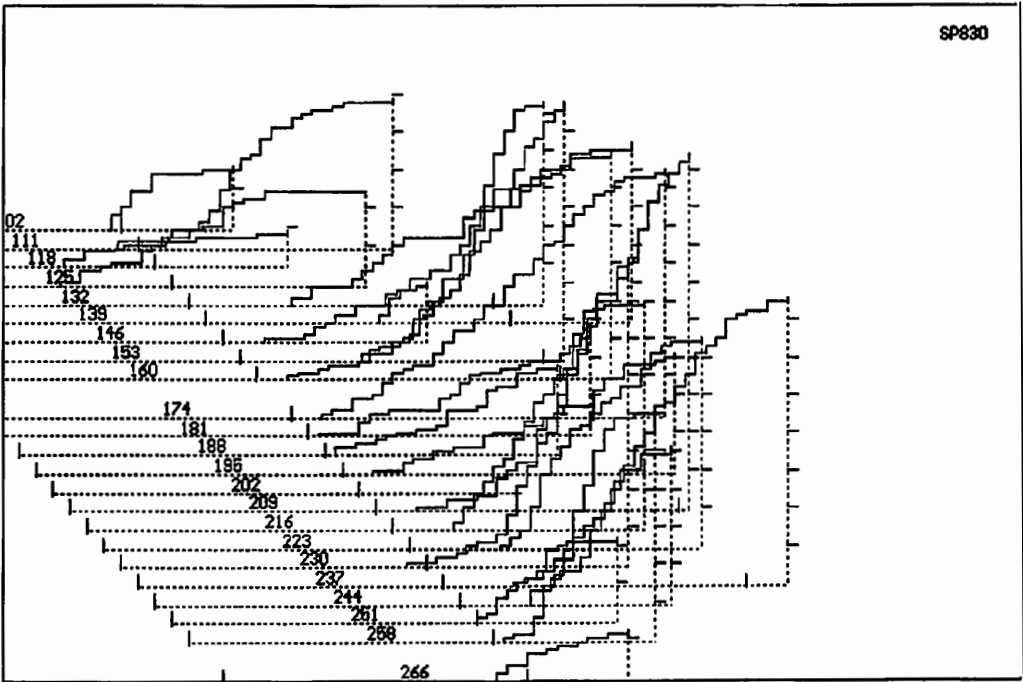


Abb. 13. Kumulative Verteilungen der Vorbeiflüge auf SP8, 1992 (aus RIEGER & ALDER 1993)

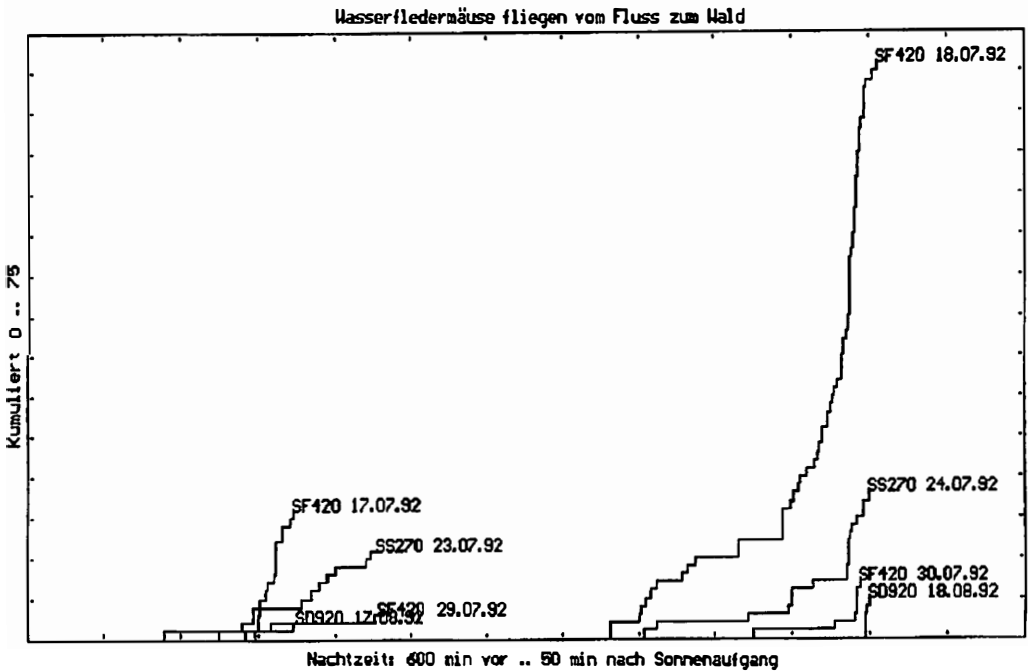


Abb. 14. Kumulative Verteilung des Fluges „Fluß -> Wald“ in Minuten vor Sonnenaufgang. Pilotuntersuchung auf verschiedenen Flugstraßen 1992

gar mehr Individuen vorbeifliegen. Auf einer Flugstraße mit einem - für unsere Region - durchschnittlichen Standardbestand von etwa 60 Tieren, fliegen zur Vorbeiflugzeit des Mediantieres 3 bis 5 Tiere pro Minute vorbei.

**Hin- und Her-Fliegen** (Abb. 14): Wasserfledermäuse jagen nicht nur über Wasser, sondern auch im Wald. Radiomarkierte Tiere wechselten pro Nacht bis zu dreimal zwischen Gewässerjagdhabitat und Waldjagdhabitat hin und her. Sie flogen dabei über Flugstraßen, die sie auch in der Abenddämmerung benutzen. Systematische Untersuchungen zu diesem Verhalten fehlen bis jetzt.

**Rückflug am Ende der Jagd über Wasser:** Bis jetzt fehlen systematische Untersuchungen zu diesem Aspekt des Wasserfledermaus-Verhaltens. Die geplanten Untersuchungen zum Hin- und Her-Fliegen ergeben auch Resultate zum Rückflug in der Morgendämmerung. Tele-

metrie-Untersuchungen, Ganz-Nacht-Kontrollen im Gewässerjagdhabitat und Kontrollen des Hin- und Her-Fliegens (Abb. 14) zeigen, daß die Tiere im April rund 1 - 2 Stunden, später im Jahr bis rund eine halbe Stunde vor Sonnenaufgang über dem Wasser jagen.

#### Hindernisse auf Flugstraßen:

- Licht auf Flugstraßen: Wasserfledermäuse auf Flugstraßen vermeiden es, direkt auf eine helle Lichtquelle zuzufliegen (siehe auch LIMPENS & KAPTEYN 1991).
- Wasserfledermäuse umflogen eine Bewässerungsanlage, die quer zu einer Flugstraße aufgebaut wurde, sie überflogen sie nicht. Sie nahmen damit einen Umweg von gegen hundert Metern in Kauf.
- Brücken über Flugstraßen sind offenbar keine Hindernisse. Wasserfledermaus-Flugstraßen führen unter 20 m hohen Brücken hindurch, aber auch durch Bahndamm-Unter-

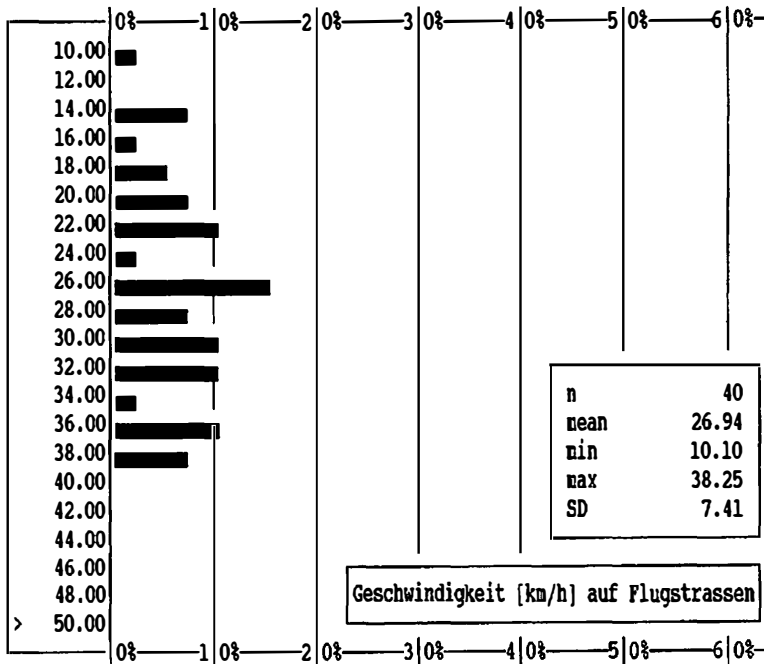


Abb. 15. Fluggeschwindigkeit auf verschiedenen Flugstraßen

Tabelle 5. Teile der Wasserfledermaus-Jagdsaison mit typischen Merkmalen im Zusammenhang mit Flugstraßen

Teil-Saison	Dauer	Flugstraßen
I	Mitte April (etwa um Tag 105)	Der Bestand steigt steil an.
Ia	Mitte April bis Mitte Mai (etwa Tag 105 bis Tag 135)	Der Bestand steigt weiter an, aber langsamer.
II (Mai-Peak)	Mitte bis Ende Mai (etwa Tag 135 bis Tag 150)	Der Bestand steigt steil an auf ein relatives Bestandsmaximum und sinkt dann wieder auf den Wert zu Beginn der Teil-Saison ab (Ausnahmen: Flugstraßen SP6, SS2, SN2). Die Tiere fliegen bis zu einer Viertelstunde später als vor und nach dieser Teil-Saison.
III (Standard-Bestand)	Juni bis Mitte Juli (etwa Tag 150 bis Tag 210)	Der Bestand ist mehr oder weniger konstant (außer in der Teil-Saison IIIb). Die Vorbeiflugzeiten relativ zum Sonnenuntergang sind mehr oder weniger konstant (außer in der Teil-Saison IIIa).
IIIa	Juni (etwa Tag 150 bis Tag 180)	Auf Flugstraßen, die östlich von Langwiesen in den Rhein münden, fliegen die ersten, Median- und letzten Wasserfledermäuse früher als auf anderen Flugstraßen.
IIIb	Anfang Juli bis etwa 20. Juli (etwa Tag 180 bis Tag 200)	Die Flugstraßen SB2, SP6, SP8 weisen ein relatives Bestandsminimum auf.
IV (Jungen-Peak)	Ende Juli (etwa Tag 210 bis Tag 220)	In dieser Teil-Saison steigen die Bestände auf ein relatives, teilweise auch absolutes Maximum (außer auf den Flugstraßen SB2, SF4, SS2). Auch die Vorbeiflugraten in dieser Teil-Saison zeigen ein relatives, teilweise das absolute Maximum, d.h. die Wasserfledermäuse fliegen in kurzen Abständen, oft in kleinen Gruppen, vorbei (außer SB2, SS2). Wir nehmen an, daß in dieser Teil-Saison die diesjährigen Jungen über die Flugstraßen ins Jagdhabitat über dem Rhein fliegen (außer auf den Flugstraßen SB2, SS2).
V	August bis Oktober (etwa Tag 220 bis Tag 270)	Der Bestand sinkt kontinuierlich bis auf Null, die Wasserfledermäuse fliegen früher als in der Teil-Saison zuvor.
Va	Mitte August (etwa um Tag 230)	Ein relatives Bestandsmaximum und/oder relatives Maximum in der Vorbeiflugrate wird erreicht (außer SS2; bei SP6 ein Bestandsminimum, es scheint, als würden die Tiere via die benachbarte Flugstraße SP8 fliegen).
Vb	Mitte September (etwa um Tag 260)	Nur auf den Flugstraßen SP6 und SP8 erreichen Bestand und Vorbeiflugrate relative Maxima.

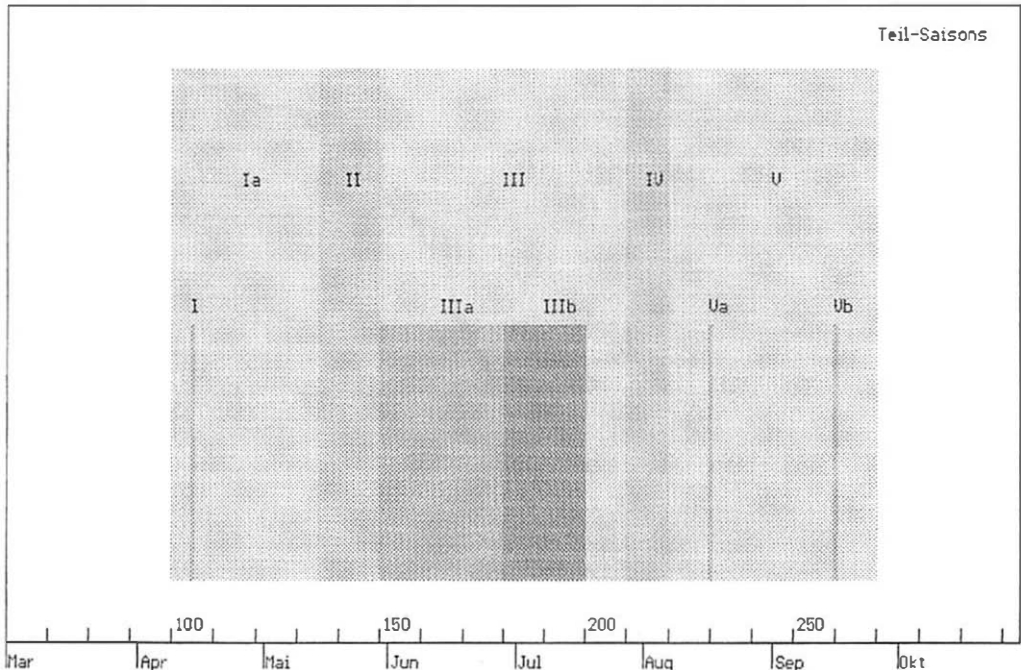


Abb. 16. Die Jagd-Saison der Wasserfledermäuse läßt sich in Teil-Saisons mit typischer Öko-Ethologie einteilen (siehe auch Tab. 5; modifiziert aus RIEGER 1994).

führungen, die zu klein sind für einen großen LKW. Wasserfledermäuse jagen auch neben und unter Brücken.

### 3.4 Fluggeschwindigkeit auf Flugstraßen

Auf verschiedenen Flugstraßen bestimmten wir die Wasserfledermaus-Fluggeschwindigkeiten (Abb. 15). Sie flogen mit einer mittleren Geschwindigkeit von 27 km/h.

Es ist denkbar, daß die Fluggeschwindigkeit in verschiedenen Flugstraßenhabitaten unterschiedlich ist. Ebenso könnte man eine andere durchschnittliche Fluggeschwindigkeit erwarten, wenn Jungtiere fliegen. Hierzu fehlen genauere Untersuchungen.

## 4. Diskussion

### 4.1 Bestand auf Flugstraßen

Abb. 10 zeigt die Bestände auf einer Flugstraße mit einem relativ großen Standard-Bestand. Analoge Kurven von Flugstraßen mit kleineren Beständen zeigen teilweise deutlich andere Muster (RIEGER & ALDER 1993, siehe auch Tab. 5).

Bis jetzt fehlen Daten, um diese Unterschiede zufriedenstellen interpretieren zu können.

**Teil-Saisons:** Wir teilen die Jagdsaison der Wasserfledermäuse in verschiedene Teil-Saisons ein. In jeder Teil-Saison verteilen sich die Wasserfledermäuse nach einem typischen Muster in ihrem Aufenthaltsgebiet (RIEGER 1994, RIEGER et al. 1992, 1993) (Abb. 16). Aussagen zum Tierbestand brauchen somit immer neben der Bestandsgröße auch die Ergänzungen „Jahreszeit (Teil-Saison) und Habitat der Datenaufnahme“.

Der Wasserfledermaus-Bestand auf den Flugstraßen ist nicht identisch mit dem Wasserfledermaus-Bestand in der Region, aus folgenden Überlegungen:

- Es gibt eine gewisse Ungenauigkeit bei den Bestandserhebungen auf Flugstraßen. Nicht alle Tiere werden erfaßt. Früh fliegende üben unter Umständen keine Ultraschall-Orientierungslaute.
- Es ist denkbar, daß in einem Untersuchungsgebiet nicht alle Flugstraßen bekannt sind, und / oder daß nicht jede Wasserfledermaus sich an eine Flugstraße hält beim Flug vom Wald ins Gewässerjagdhabitat.

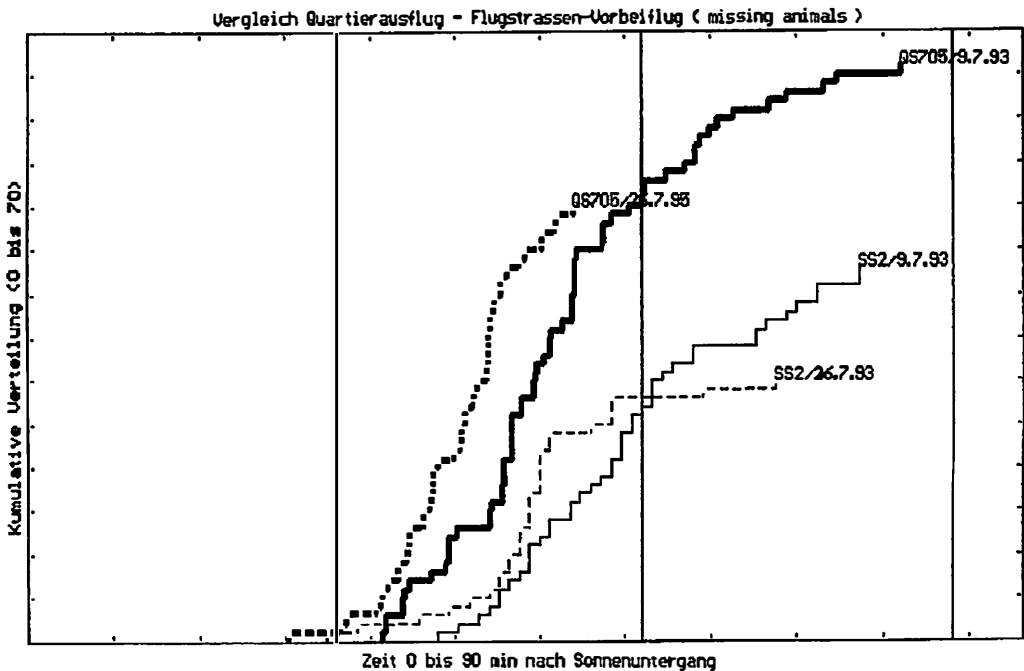


Abb. 17. „Missing Animals“: Vergleich Quartierausflug <-> Vorbeiflug auf Flugstraße; dick: Quartierausflug QS705; dünn: Vorbeiflug auf SS2; ausgezogen: 9. Juli, gestrichelt: 26. Juli 1993



- Wir haben recht überzeugende Hinweise dafür, daß nicht alle Tiere, die abends ein Tagesquartier verlassen, via Flugstraßen ins Gewässerjagdhabitat fliegen (Abb. 17).

**Missing Animals:** Im Ryhirt-Wald kennen wir rund 30 Wasserfledermaus-Quartiere. Von diesem Wald führen drei Flugstraßen, die SS4, die SS2 und die SB6 zum Rhein (Abb. 1).

- Nach Parallelzählungen an den größten Baumhöhlen-Quartieren in dieser Region kennen wir die Wasserfledermaus-Bestände in diesem Wald. Im Hochsommer dürften es zwischen 100 und 150 Tiere sein.
- Parallelzählungen auf den drei Flugstraßen zeigen, daß rund 60 - 80 Tiere die Flugstraßen in der Abenddämmerung nutzen.
- Parallelzählungen an einem wichtigen Tagesquartier und auf einer der drei Flugstraßen lassen vermuten, daß nicht alle Wasserfledermäuse in der Abenddämmerung zum Rhein fliegen. Die Ausflug-Kurven und die Flugstraßen-Kurven laufen meist parallel (Abb. 17), in einem Abstand von rund 10 min. Das bedeutet, daß die ausfliegenden Tiere rund 10 min später an der Zählstelle SS270 auf der Flugstraße SS2 vorbeifliegen.

Es fehlt uns somit ein Großteil der Tiere. Abgesehen davon, daß wir so kaum den Wasserfledermaus-Bestand einer Region via Bestandserhebungen auf Flugstraßen bestimmen können, sind Fragen offen: Was machen diese Tiere in der Nacht? Um welchen Teil der Population handelt es sich hier bei diesen „missing animals“?

**Flugstraßen-Netze:** Eine Wasserfledermaus fliegt nicht immer auf der gleichen Flugstraße, sondern benutzt ein Flugstraßen-Netz. Folgende Beobachtungen stützen diese Aussage:

- Flugstraßen-Karte: Einzelne Wald- und Gewässerabschnitte sind über zwei oder mehr Flugstraßen miteinander verbunden. In solchen Fällen spreche ich von einem Flugstraßen-Netz (Abb. 1; SB2 - SB4; SD3 - SD5 - SD7 - SD9; SS2 - SS4 (- SB2); SP4 - SP6 - SP8).
- Radiomarkierte Wasserfledermäuse benutzen verschiedene Straßen eines Straßennetzes (RIEGER & ALDER 1993).
- Parallelzählungen auf verschiedenen Straßen eines Netzes zeigen, daß die Bestände auf

den einzelnen Straßen stark schwanken, die Summe der Bestände auf den einzelnen Straßen, d.h. der Bestand auf dem Flugstraßen-Netz aber recht konstant ist (RIEGER et al. 1991). Hierzu sind aber weitere und umfangreichere Untersuchungen dringend nötig.

#### 4.2 Wettereinfluß

Es ist denkbar (z.T. haben wir mehr oder weniger konkrete Hinweise), daß bei bestimmten Wetterverhältnissen die Wasserfledermäuse

- nicht aus dem Quartier ausfliegen (RIEGER & ALDER 1994),
- später als üblich aus dem Quartier ausfliegen,
- innerhalb eines Flugstraßen-Netzes eine bestimmte Flugstraße meiden, eine andere bevorzugen.

Hierzu fehlen genaue Untersuchungen.

#### 4.3 Langfristige Bestandentwicklung

Die Wasserfledermaus-Bestände im Gewässerjagdhabitat sind über Jahre hinweg mehr oder weniger konstant. Die Wasserfledermaus-Bestände auf den Flugstraßen ändern sich von Jahr zu Jahr teilweise recht deutlich (Abb. 18). Folgende Überlegungen könnten die großen Schwankungen auf den Flugstraßen erklären:

- Konstant ist nicht der Bestand auf einer Straße, sondern der Bestand auf einem Straßennetz. Die Tiere wechseln je nach Wetterverhältnissen auf die eine oder andere Straße innerhalb des Netzes.
- Möglicherweise gibt es mehrjährige Bestandszyklen.
- Eventuell beeinflusst das Wetter im vorangegangenen Winter den Wasserfledermaus-Bestand im Sommer. Bis jetzt erkenne ich aber keine Korrelationen zwischen einem Klimafaktor und dem Flugstraßen-Standard-Bestand.

Die Faktoren, welche den Bestand auf einer Flugstraße beeinflussen, müssen noch herausgefunden werden.

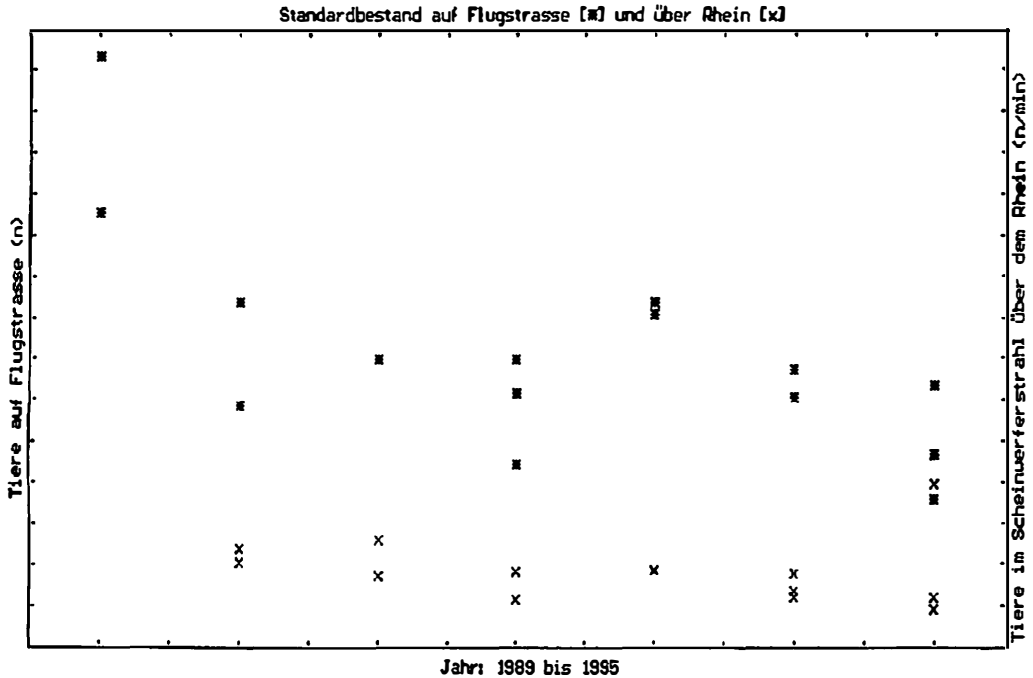


Abb. 18. Bestandsentwicklung seit 1989 auf der Flugstraße SD7 und über dem Rhein unterhalb des Rheinfalls

#### 4.4 Flugstraßen-Geographie

**Flugstraßen im Wald?** Auch in Regionen, wo Wälder mit Wasserfledermaus-Tagesquartieren ans Gewässerjagdhabitat anstoßen, fliegen die Tiere vom Quartier ins Gewässerjagdgebiet. Diese Flugwege sind immer im Wald. Bei einem Pilotprojekt im Rahmen des ENSJ95 zeigte es sich, daß Wasserfledermäuse Wald-Flugstraßen nutzen und meist in Baumwipfelhöhe fliegen.

**Flugstraßen-Länge:** Im Untersuchungsgebiet der FMGR sind die längsten dokumentierten Flugstraßen etwas mehr als 2 km lang, die kürzesten einige hundert Meter (Tab. 3). ARNOLD & BRAUN (1995) berichten von bis 8 km langen Wasserfledermaus-Flugstraßen.

Wir kennen Flugstraßen-Habitats, die rund 200 m neben einer bekannten Flugstraße liegen. Eine Flugstraße durch dieses Habitat wäre etwas länger als die bekannte Flugstraße. Bei den wenigen Kontrollen fanden wir in diesen suboptimalen (?) Flugstraßen-Habitats keine Wasserfledermäuse.

**Umwege:** Auf ihrem Flug vom Tagesquartier ins individuelle Jagdgebiet fliegt eine Wasserfledermaus oft aus zwei verschiedenen Gründen nicht die kürzeste Strecke:

1. Die linearen Geländestrukturen sind nur ausnahmsweise auf der geometrisch kürzesten Verbindung zwischen Start und Ziel. Somit zwingt die Geographie der Flugstraßen-Habitats zu Umwegen (siehe auch LIMPENS et al. 1989).
2. Eine Wasserfledermaus fliegt nicht auf dem kürzesten, dem direktesten Weg ins Gewässerjagdhabitat und im Gewässerjagdhabitat in ihr individuelles Jagdgebiet, sondern über mehr oder weniger optimale Flugstraßen-Habitats möglichst direkt in ihr individuelles Jagdgebiet.

#### 4.5 Verhalten auf Flugstraßen

In erster Linie fliegen die Wasserfledermäuse auf den Flugstraßen, denn sie wechseln hier zwischen Wald und Gewässerjagdhabitat, d.h. sie machen auf Flugstraßen eine Ortsveränderung.

**Jagen:** Gelegentlich jagt eine Wasserfledermaus auf einer Flugstraße. Meist ist der Jagdstecher in den Wald, in den sie einfliegt, nur von kurzer Dauer (Größenordnung eine bis einige Minuten).

**Mut anfliegen:** Wasserfledermäuse scheinen sich „Mut anzufliegen“, wenn sie auf der Flugstraße von einem Bereich mit guter Dekkung in einen Bereich mit schlechterer Dekkung wechseln. Beim „Mut anfliegen“ fliegen die Tiere mehrmals vor und zurück, bevor sie den deckungsarmen Bereich überfliegen. Bestandserfassungen in solchen Abschnitten führen leicht zu falschen Bestandsschätzungen.

**Neugier:** Wasserfledermäuse sind äußerst neugierig. Wenn ich bei einer Flugstraßen-Exkursion mit 20 oder mehr Personen auf einer Flugstraße stehe und „Wasserfledermäuse auf Flugstraßen“ zeige, wird sicher das eine oder andere Tier eine Neugierrunde fliegen: es fliegt vorbei, wendet, kreist über den Exkursionsteilnehmern und fliegt wieder weiter. Möglicherweise liegt hier eine Ursache für die Behauptung des Volksmundes, Fledermäuse würden in die Haare von Menschen fliegen und sich hier verheddern.

**„Historische“ Flugstraßen:** Alle oder wenigstens die wichtigsten Flugstraßen führen nicht durch dicht besiedeltes Gebiet. Nur eine Flugstraße, SS4, führt durch Außenquartiere der Stadt Schaffhausen. Eine zweite Flugstraße, SD5, scheint einen Bogen um das in den letzten Dekaden entstandene Quartier Sunneberg (Dachsen) zu machen (Abb. 1). Auf beiden Flugstraßen fliegen eher wenig Tiere. Beide Flugstraßen führten noch vor dreißig Jahren durch unbesiedeltes Gelände mit vielen Obstgärten (RIEGER et al. 1990). Wir glauben, daß dies die „Überreste“ von ehemals wichtigen Wasserfledermaus-Flugstraßen sind.

**Konservative Wasserfledermäuse:** Die Hinweise auf „historische“ Flugstraßen lassen vermuten, daß Wasserfledermäuse sich bei der Wahl einer Flugstraße konservativ verhalten. Eine weitere Beobachtung deutet in die gleiche Richtung: In einem Gelände zwischen Waldrand und einer bekannten Flugstraße wächst Mais. Die Feldgrenze bildet eine ideale lineare Struktur, die Wasserfledermäusen einen Windschatten bieten könnte. Dennoch beobachtete ich am Rand eines solchen Maisfeldes in der Abenddämmerung keine Wasserfledermäuse.

**Früh-, Median- und Spätflieger:** Die Vorbeiflugzeit ist in der Regel immer etwa gleich

groß (Abb. 11), die Vorbeiflugrate dagegen je nach Bestand größer oder kleiner (Abb. 12, 13). Somit fliegen Wasserfledermäuse nicht in einem mehr oder weniger konstanten Abstand hintereinander auf der Flugstraße, sondern sie fliegen innerhalb einer mehr oder weniger fixen Zeitspanne. Das würde bedeuten, daß es Frühflieger, Medianflieger und Spätflieger gibt.

Im weiteren scheint es Ultra-Spätflieger zu geben. Ich denke dabei an jene Tiere, die später aus dem Quartier ausfliegen, als die letzten Tiere auf der Flugstraße vorbeifliegen (Abb. 17).

Ich kann nicht sagen, ob es sich hier um individuelle Merkmale, Merkmale von bestimmten Alters-, Geschlechts- oder anderen Teilpopulationen handelt. Weitere Untersuchungen sind dringend notwendig.

Wasserfledermäuse fliegen auf Flugstraßen in der Regel allein, ganz selten fliegen zwei, nur ausnahmsweise drei Tiere zusammen. Auch hier fehlen genauere Untersuchungen. (Wiederfiniere ich „zwei Tiere fliegen gemeinsam“? Eventuell auf 2 Punkten der Flugstraße Parallelbeobachtungen machen und verifizieren, ob gemeinsam fliegende Tiere auf beiden Beobachtungspunkten festgestellt werden.)

**Hin- und Her-Fliegen:** Auf einigen Flugstraßen in meinem Untersuchungsgebiet ist zeitweise während der ganzen Nacht reger Verkehr: Wasserfledermäuse fliegen zum Teil schon 60 min nach Sonnenuntergang vom Gewässerjagdhabitat zurück zum Wald. Nach LIMPENS (1993) fliegen Fledermäuse in der Säugezeit auf Flugrouten hin und her. Wir haben bis jetzt keine Hinweise, daß Wasserfledermäuse in der Säugezeit nachts ins Quartier zurückkehren, um die Jungen zu säugen. Aber auch hier fehlen systematische Beobachtungen. Weitere Untersuchungen zu diesem Verhalten sind dringend notwendig.

**Wechsel des momentanen Jagdgebiets:** Es sind auch Flugstraßen denkbar, auf denen Wasserfledermäuse Ortsveränderungen machen, die nicht Tagesquartier und Jagdgebiet verbinden. Es könnte sein, daß Wasserfledermäuse während der nächtlichen Jagdzeit zwei oder mehr Jagdgebiete nutzen und beim Wechsel vom einen zum andern Jagdgebiet sich an Flugstraßen halten (ähnlich wie das Hin- und Her-Fliegen).

#### 4.6 Welche Teilpopulationen auf welchen Flugstraßen?

Wir haben zu wenig Informationen darüber, wer wann wo fliegt? Die wenigen Daten sind dennoch bemerkenswert: In der FMGR-Datenbank sind die Daten gespeichert von 13 verschiedenen Tieren, die wir zwischen April und September auf fünf verschiedenen Flugstraßen fingen. Mehr als 90% waren adulte ♀♀ (Tab. 6).

Tabelle 6. Geschlechter-Anteil beim Fang (mit Japannetz) auf Flugstraßen an Tagesquartieren (FMGR-Datenbank)

Teilpopulation	Flugstraßen		Tagesquartiere	
	n	%	n	%
♀♀	12	92.3	296	77.5
♂♂	1	7.7	85	22.1
?			1	.0.3
total	13		382	

**Achtung:** Möglichweise nicht-zufällig verteilte Daten: In der Regel gehen nur die Frühflieger ins Netz. Wenn unter den Frühfliegern vor allem oder ausschließlich ♀♀ sind, dann würde dies die einseitige Verteilung erklären. Hierzu fehlen genauere Untersuchungen.

#### 4.7 Zeiten auf den Flugstraßen

Als Regel gilt, daß die Wasserfledermäuse zwischen 30 und 90 min nach Sonnenuntergang auf der Flugstraße vom Tagesquartier ins Gewässerjagdhabitat fliegen. Von dieser Regel gibt es einige Abweichungen (Abb. 11):

- im April fliegen sie früher
- im August und später fliegen sie kontinuierlich früher
- im Mai fliegen sie später

Im weiteren gibt es Ausreißer (Abb. 12).

Wenn man annimmt, daß der Zeitpunkt des Vorbeiflugs mit der durchschnittlichen Helligkeit korreliert ist, dann könnte man die Zeiten im April und ab August noch einigermaßen gut mit der Bürgerlichen Dämmerung in Verbindung bringen. Für die Vorbeiflugzeiten im Mai habe ich aber keine Erklärung. Der Ausreißer (Abb. 12) - eine Verzögerung um rund 45 min im August - könnte nach Beobachtungen von S. SCHÜRMANN und H. WOLTER (pers. Mitt.) dar-

auf zurückzuführen sein, daß eine Eule sich zur Ausflugzeit vor einem Wasserfledermaus-Quartier aufhielt.

Die Ausnahmen dieser Zeitregel muß man beachten und weiter untersuchen. Warum fliegen die Tiere im Mai später? Warum kann es Verzögerungen geben? Warum fliegen einzelne Tiere zu ganz „unüblichen“ Zeiten? Was machen sie während der üblichen Vorbeiflugzeit?

#### 4.8 Weitere offene Fragen

- Warum fliegen Wasserfledermäuse ausnahmsweise 50 cm über dem Boden, und nicht wie sonst üblich auf 2 - 5 m über Boden?
- Warum steigt der Bestand im Mai während etwa zwei bis drei Wochen deutlich an (und gleichzeitig kommen die Tiere etwa eine Viertelstunde später)? Wo sind die zusätzlichen „Mai-Tiere“ später im Jahr?
- Kann man Jungtiere am Vorbeiflugverhalten erkennen, beispielsweise an der Ultraschallsignal-Rate? Wenn ja, gibt es bestimmte Zeiten (Tageszeiten, Jahreszeiten), in denen die Jungtiere fliegen? Bevorzugen Jungtiere bestimmte Flugstraßen? Reagieren Jungtiere besonders empfindlich auf schlechtes Flugwetter?
- Im Frühling und im Herbst beobachtet man die ersten Tier im Gewässerjagdhabitat einige Minuten, bevor die ersten Tiere auf den Flugstraßen fliegen (Abb. 19, siehe auch RIEGER et al. 1992). Das bedeutet, daß nicht alle Tiere im Gewässerjagdhabitat via bekannte Flugstraßen einfliegen. Ich habe bis jetzt keine Hinweise auf die Tagesaufenthaltsorte dieser frühen Tiere. Ich nehme an, daß diese Tiere sich relativ nahe beim Gewässerjagdhabitat aufhalten.

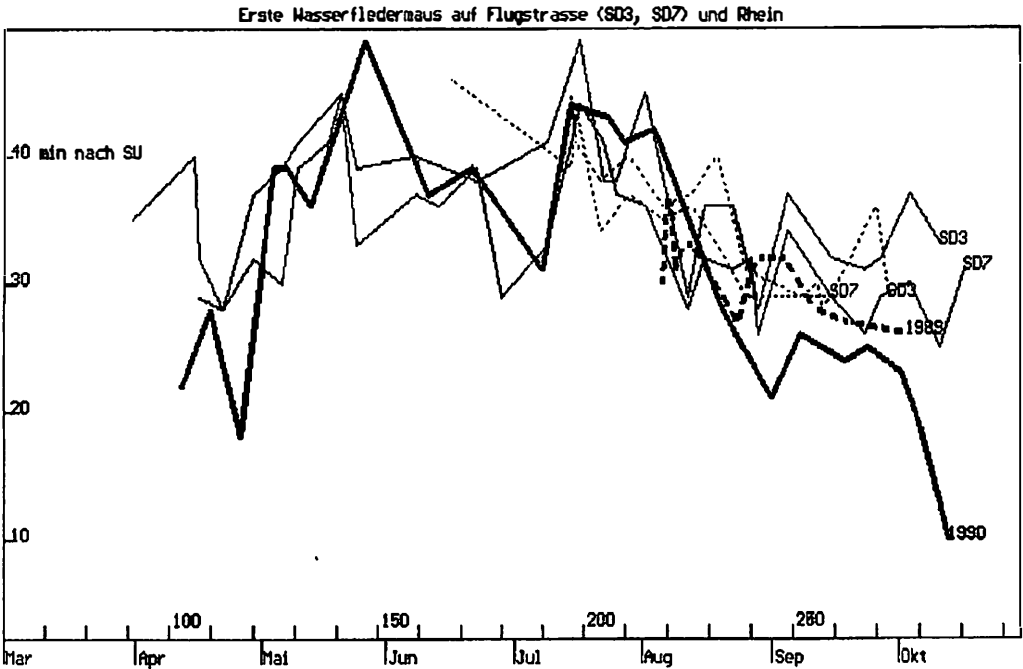


Abb. 19. Erste Wasserfledermaus auf den Flugstraßen SD3 und SD7 und über dem Rhein (bei ZD001) [dicke Linien] in den Jahren 1989 (gestrichelt) und 1990 (ausgezogen).

- Wie lernen die Jungen die Flugstraßen kennen? Gibt es eine Teilsaison, in der vermehrt Gruppen oder wenigstens zwei Tiere gemeinsam auf Flugstraßen fliegen? Wann kann man von „gemeinsam fliegen“ sprechen?
- Bestandsmaximum im Juli: Bei der +/- Bestandsverdopplung in dieser kurzen Zeitspanne liegt die Vermutung nahe, daß wir hier die diesjährigen Jungen beim Flug auf der Flugstraße beobachten. Nur ist dies bis jetzt weder anhand von Fängen noch anhand anderer Beobachtungen (Ultraschall-Impulsrate müßte bei Jungen etwas höher sein als bei adulten, weil sie kleinere Flügel haben und daher auch eine raschere Flügelschlagfrequenz haben, und die Ultraschall-Impulsrate ist korreliert mit dem Flügelschlag (JONES & KOKUREWICZ 1994, SPEAKMAN et al. 1989, SUTHERS et al. 1972).

#### 4.9 Andere Fledermäuse auf Flugstraßen

Bisher beobachteten wir neben Wasserfledermäusen vier weitere Fledermaus-Arten an bestimmten Stellen auf den Flugstraßen. Drei Arten konnten wir beobachten und ihr Ultraschall-

Orientierungssignal im Bat-Detektor hören. Die erste Art bestimmten wir ohne Schwierigkeiten als Abendsegler, *Nyctalus noctula*. Bei der zweiten Art vermuten wir, aufgrund der Größe der Tiere, ihres Ultraschallsignals und ihres bevorzugten Aufenthaltsortes, daß es sich um eine *Pipistrellus*-Art, möglicherweise um die Rauhhauffledermaus, *Pipistrellus nathusii*, handelt. Als dritte Fledermaus-Art stellten wir das Mausohr, *Myotis myotis*, fest. Zudem fingen wir mit dem Japannetz ein Braunes Langohr, *Plecotus auritus*.

An Stellen auf Flugstraßen, wo wir regelmäßig *Pipistrellus* (?) beobachten, fliegen diese höher als die Wasserfledermäuse. Zudem verschwinden diese *Pipistrellus* (?) zu Beginn der Vorbeiflugphase der Wasserfledermäuse und zeigen sich erst wieder gegen deren Ende.

#### Danksagung

Die Fledermaus-Gruppe Rheinfall ist eine lose Arbeitsgruppe, in der je nach den gerade aktuellen Projekten mehr oder weniger Freunde mitarbeiten. Ohne diese ehrenamtliche Arbeit wäre es mir nicht möglich, hier Beobachtungen zum Verhalten und zur Ökologie der Wasserfledermäuse zusammenzustellen. Ich danke hier allen für ihren nächtlichen Einsatz. Mein ganz besonderer Dank gilt DORIS

WALZTHONY und ALEXANDRA RIEGER, die mich bei meiner Fledermaus-Arbeit unterstützen und motivieren und immer wieder als Beobachter und Helfer einspringen.

Die hier verwendeten Wetter-Daten stellte die Schweizerische Meteorologische Anstalt SMA, Zürich, zur Verfügung. Die Rhein-Parameter erhielt ich vom Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern, und vom Elektrizitätswerk Schaffhausen EWS. Auch diesen Stellen danke ich bestens.

## Zusammenfassung

Öko-ethologische Studien an Wasserfledermäusen sollten immer mit einer genauen Beschreibung der geographischen, klimatischen und meteorologischen Parameter des Untersuchungsgebiets beginnen, denn nur so sind Unterschiede in der Öko-Ethologie der Art in verschiedenen Teilen des Verbreitungsgebiets verständlich. Flugstraßen findet man nur dort, wo die Gewässerjagdhabitats und die Wälder mit den Tagesquartieren räumlich getrennt sind. Wasserfledermaus-Flugstraßen führen entlang von linearen Landschaftselementen, welche in erster Linie den Wasserfledermäusen Schutz vor Wind bieten. An einigen Beispielen wird gezeigt, wie man Flugstraßen qualitativ und quantitativ beschreiben kann anhand des Bestandes, der Vorbeiflugzeit der ersten, mittleren und letzten Fledermaus, der Vorbeiflugraten, dem nächtlichen Hin- und Herfliegen etc. Weitere Beispiele zeigen, daß man am Bestand auf Flugstraßen nicht ohne weiteres auf den Bestand im Untersuchungsgebiet schließen kann. Ein ganzes Fragenpaket weist auf Unklarheiten und Wissenslücken hin. Erst präzise Antworten auf diese Fragen bringen uns im Verständnis der Wasserfledermaus-Öko-Ethologie weiter.

## Summary

Eco-ethological studies of Daubenton's bat should start with detailed descriptions of the geographical, climatical and meteorological parameters of the study area because this could explain differences in the eco-ethology of the species in different parts of its range. Flight roads are only found in areas where hunting habitats over water and forests with day roosts are spatially separated. Flight roads of Daubenton's bats follow linear elements in the landscape that first of all function as wind shield for the bats. A few examples show how to describe qualitatively and quantitatively the flight roads, using the number passing by, the time of the first, median and last bypassing bat, the bypassing rates, the to- and fro-flying (flying towards the hunting habitat of water, flying towards the forest). Other examples show that the number of bypassing bats are a bad estimate for the number of bats in the study area. Several questions lead to open fields in the eco-ethology of Daubenton's bats.

## Schrifttum

DIETZ, M. (1993): Beobachtungen zur Lebensraumnutzung der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni*, Kuhl, 1819) in einem urbanen Untersuchungsgebiet in Mittelhessen. Diplomarbeit, Justus-Liebig-Universität Gießen (93 pp.).

GEIGER, H. (1992): Untersuchungen zur Populationsdichte der Wasserfledermaus (*Myotis daubentoni* Kuhl, 1819) im mittelfränkischen Teichgebiet. Diplomarbeit, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (119 pp.).

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

HELMER, W. (1983): Boombewonende Watervleermuizen *Myotis daubentoni* (Kuhl, 1817) in het rijk van nijmegen. Lutra 26, 1-11.

-, & LIMPENS, H. J. G. A. (1988): Echo's in het landschap; over vleermuizen en oecologische infrastructuur. De Levende Natuur 1988 (1), 2-6.

HIEBSCH, H. (1989): Stand der Fledermauskartierung und Beispiele der rechnergestützten Auswertung. In: HEIDECHE, D., & STUBBE, M. (Herausg., 1989): Populationsökologie von Fledermausarten. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Wissenschaftliche Beiträge 1989/20, Halle, 81-92.

IFFERT, D., TRESS, J., & TRESS, C. (1989): Kastenbesatz durch Fledermäuse in Abhängigkeit zur Waldstruktur im Forstrevier Hahnenhorst (Bezirk Schweinin). In: HEIDECHE, D., & STUBBE, M. (Herausg., 1989): Populationsökologie von Fledermausarten. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Wissenschaftliche Beiträge 1989/20, Halle, 277-289.

JONES, G., & KOKUREWICZ, T. (1994): Sex and age variation echolocation and flight morphology of Daubenton's Bat *Myotis daubentoni*. Mammalia 58, 41-50.

LABES, R., KÖHLER, W., HEUSSNER, U., & BINNER, U. (1989a): The situation of the bat fauna in a northern part of the GDR. In: HANÁK, V., HORÁČEK, I., & GAISLER, J. (eds.): European Bat Research 1987, Charles Univ. Press, Praha, 331-337.

-, LABES, S., & SAWALLISCH, D. (1989b): Erstnachweis des Kleinen Abendseglers (*Nyctalus leisleri*) in einer Wasserfledermausgesellschaft (*Myotis daubentoni*). In: HEIDECHE, D., & STUBBE, M. (Herausg., 1989): Populationsökologie von Fledermausarten. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Wissenschaftliche Beiträge 1989/20, Halle, 111-112.

LIMPENS, H. J. G. A. (1993): Bat-Detectors in a Detailed Bat Survey: A Method. In: KAPTEYN, K. (ed): Proceedings of the first European Bat Detector Workshop. Netherlands Bat Research Foundation, Amsterdam, 79-90.

-, HELMER, W., VAN WINDEN, A., & MOSTERT, K. (1989): Vleermuizen (*Chiroptera*) en lintvormige landschapselementen. Lutra 32, 1-20.

NYHOLM, E. S. (1965): Zur Oekologie von *Myotis mystacinus* (Leisl.) und *M. daubentoni* (Leisl.) (*Chiroptera*). Ann. Zool. Fenn. 2, 77-123.

RIEGER, I. (1996): Quartiere von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni*, in hohlen Bäumen. Schweiz. Z. Forstwesen 147, 1-20.

-, & ALDER, H. (1993): Weitere Beobachtungen an Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni*, auf Flugstraßen. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen 38, 1-34.

- , & – (1994): Verhalten von Wasserfledermäusen, *Myotis daubentoni*, am Baumhöhlen-Quartier. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen **39**, 93-118.
- , –, & WALZTHÖNY, D. (1992): Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, 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 daubentoni*, im Jagdgebiet. Z. Säugetierkd. **58**, 1-12.
- , –, & ALDER, H. (1990): Wasserfledermäuse, *Myotis daubentoni*, benutzen Flugstraßen. Mitt. natf. Ges. Schaffhausen **35**, 37-68.
- SPEAKMAN, J. R., ANDERSON, M. E., & RACEY, P. A. (1989): The energy cost of echolocation in pipistrelle bats (*Pipistrellus pipistrellus*). J. Comp. Physiol. A **165**, 679-685.
- STUTZ, H. P. (1985): Fledermäuse im Kanton Schaffhausen. Neujaahrsblatt Naturf. Ges. Schaffhausen Nr. **37**, 40 pp.
- SUTHERS, R. A., THOMAS, S. P., & SUTHERS, B. J. (1972): Respiration, wing-beat and ultrasonic pulse emission in an echo-locating bat. J. exp. Biol. **56**, 37-48.