

Bestimmungshilfe für das Erkennen europäischer Fledermäuse – insbesondere anhand der Ortungsrufe¹⁾

Roland Weid

1. Einleitung

Ungefähr 30 Jahre nach der Entdeckung des nächtlichen Orientierungssinnes der Fledermäuse, der Echoortung, durch DIJKGRAAF (1946) und GRIFFIN (1944; siehe auch 1958) wurden die ersten vergleichenden Freilandstudien der Echoortungsrufe angestellt (FENTON 1982, 1983; FENTON & BELL 1976, 1979, 1981; AHLEN 1981).

Mit zunehmendem faunistischen Interesse an Fledermäusen wuchs auch die Hoffnung, mit Hilfe neuentwickelter elektronischer Geräte, die Fledermausarten im Feld anhand ihrer Ortungsrufe zu erkennen. Dies ist von Vorteil, da die sonstigen Nachweismethoden zeitraubend sind und außerdem keinen repräsentativen Querschnitt der Fledermausfauna geben.

Im Unterschied zu bisherigen Bestimmungsschlüsseln anhand der Ortungsrufe (siehe FENTON et al. 1983; AHLEN 1981) erscheint es sinnvoll – insbesondere in den kritischen Fällen – zusätzliche Merkmale, z. B. Größe und Verhalten, für eine Charakterisierung heranzuziehen. Dies ist deshalb wichtig, da eine Arterkennung selbst bei einer Laborauswertung der Rufe oft nicht für eine Identifizierung der Art ausreicht, geschweige denn während der Feldbeobachtung mit einem „Bat-Detektor“.

2. Elektronische Hilfsmittel zum Erkennen von Ultraschallsignalen

Zum Auffinden von Fledermäusen anhand ihrer Ortungsrufe mit Hilfe elektronischer Geräte werden im Moment vor allem zwei Gerätetypen verwendet, der Frequenzteiler-Detektor und der Mischer-Detektor.

Der **Teiler-Detektor** (divider) wurde erstmals von ANDERSON & MILLER (1977) beschrieben. Ultraschallsignale werden durch einen Teiler um einen bestimmten Betrag, meist 1:10 (divide-by-ten detector), heruntersetzt, indem nur ein Teil der Schwingungen (bei einem 1:10 Teiler jede zehnte) zur Auswertung kommt. Fledermausrufe zwischen 20 und 110 kHz werden durch einen 1:10 Teiler in Signale zwischen 2 und 11 kHz verwandelt und damit für den Menschen hörbar. Zudem können sie auf ein normales Magnetbandgerät aufgenommen und im Labor ausgewertet werden (Periodogramm, s. Abb. 5). Aller-

dings gehen die Informationen über Obertöne und – zumindest bei den älteren Detektoren – auch über Umhüllende und Relative Lautstärke verloren, da jede zur Auswertung verwendete Sinusschwingung in ein Rechtecksignal einheitlicher Amplitude umgewandelt wird.

Bei **Mischer-Dektoren** (Hetero-dyn-Empfänger; Überlagerungsempfänger) wird dem eintreffenden Schallereignis (z. B. Fledermausruf) ein von einem Oszillator erzeugtes Signal bestimmter Frequenz, die am Gerät eingestellt werden kann, hinzugemischt. Die resultierende Differenzfrequenz wird in einem nur wenige kHz breiten Frequenzband über Kopfhörer oder Lautsprecher hörbar. Da sowohl ober- als auch unterhalb der Frequenz des Schallsignales ein Differenzton gehört werden kann, muß man zur genauen Frequenzbestimmung auf den leisesten Bereich zwischen den beiden Lautstärkemaxima einstellen. Die Beobachtungssituationen sind aber meist so kurz, daß die beiden nur wenige kHz voneinander getrennten Lautstärkemaxima nicht trennbar sind. Fledermausrufe, die über Mischer-Dektoren aufgenommen werden, verlieren jegliche Frequenzinformation; es können also keine Periodogramme gewonnen werden. Allerdings eignen sich Mischer-Dektoren für ein Einhören während der Beobachtung viel besser als Teiler-Dektoren, da sie Rufe mit schönerer Klangfarbe liefern. Ein weiterer Vorteil gegenüber den Teiler-Dektoren ist die viel höhere Empfindlichkeit, bedingt durch den schmalen eingestellten Frequenzbereich. Nachteilig ist dabei jedoch, daß Fledermausrufe in anderen als den eingestellten Frequenzbereichen überhört werden.

Für eine Bearbeitung im Labor und für den bestmöglichen Klangeindruck sind Direktaufzeichnungen der Ultraschallrufe anzustreben. Bisher war das nur mit großem Geräteaufwand möglich. Neuerdings bieten sich Transientenrecorder (Memory Detektor) als Alternativen an:

Die Signale werden in einen digitalen Speicher eingelesen und von dort verlangsamt, z. B. 1:10, ausgegeben und können damit auch auf herkömmliche Magnetbandgeräte aufgenommen werden. So registrierte Fledermausrufe enthalten dieselbe Information wie Rufe, die mit kostspieligen großen und schweren Hochgeschwindigkeitsrekordern aufgezeichnet wurden. Eine Darstellung der Möglichkeiten der Direktaufzeichnung und deren Auswertung geben PYE (1983) und WEID & HELVERSEN (1987).

Die Entdeckung der Echoortung war abhängig von der Entwicklung der Ultraschallwandler. Da diese das wesent-

¹⁾ Überarbeitete Fassung eines Vortrages anlässlich des Treffens der Fledermausschützer der Bundesrepublik Deutschland in Erlangen 1986.

liche Bauteil eines Detektors darstellen, sollen hier kurz die Ultraschallwandler (hier im weitesten Sinne als Mikrophone bezeichnet) besprochen werden. Zur Zeit werden zwei Mikrophontypen für „Bat-Detektoren“ verwendet, nämlich Kondensatormikrophone mit externer Hochspannung und Elektretmikrophone.

Kondensatormikrophone mit externer Hochspannung, wie sie z. B. in den Geräten *QMC S 100 / 200* oder *Pettersen D 940 / 960* eingesetzt werden, arbeiten nach folgendem Prinzip: Mit einer Hochspannung von ca. 200 V wird zwischen einer einseitig metallbedampften Membran und einer Metallplatte ein elektrisches Feld im Dielektrikum Luft aufgebaut; durch Schalldruck verursachte Membranschwingungen verändern die Dicke des Luftspaltes und damit die Kapazität des Kondensators. Die resultierenden kleinen Spannungsänderungen können nach Durchlauf einer Verstärkerröhre auf Magnetbandgeräten aufgezeichnet werden. Diese Kondensatormikrophone sind wegen der ausgesprochen dünnen metallbedampften Membran sehr anfällig gegenüber mechanischer Beanspruchung. Sie sind aber wegen ihrer Empfindlichkeit im hohen Frequenzbereich für gute Ultraschall-Aufnahmen unentbehrlich.

Elektretmikrophone, wie sie z. B. im *QMC Mini-Batdetektor* oder im *FLAN* (Technische Hochschule Darmstadt) verwendet werden, sind sehr robust, haben eine einfache Spannungsversorgung, verlieren aber mit zunehmender höher werdender Frequenz sehr schnell an Empfindlichkeit.

3. Die Rufe der europäischen Fledermäuse im Überblick

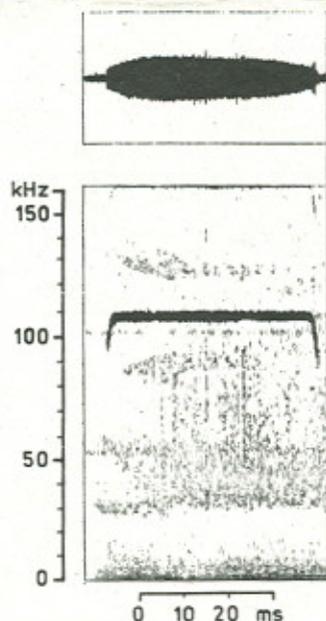
Die Ortungsrufe können in vier nicht immer eindeutig voneinander getrennte Gruppen untergliedert werden:

a) *Rhinolophus* (CF)-Typ:

Eindeutig und charakteristisch sind die Rufe der Hufeisennasen (Abb. 1): Einem ansteigenden frequenzmo-

Abb. 1: Frequenzverlauf (Sonagramm) und Amplitudenverlauf eines Ortungsrufes der Kleinhufeisennase (*Rhinolophus hipposideros*), (Franken; Sommer 1985)

Im Sonagramm (unteres Teilbild) wird die Frequenz (in Kilohertz – kHz) gegen die Zeit (in Millisekunden – ms) aufgetragen und im oberen Teilbild der dazugehörige Amplitudenverlauf dargestellt. Die Auswertemethode wird ausführlich in WEID & HELVERSEN (1987) beschrieben.



dulierten (FM) Rufbeginn folgt ein konstantfrequenter (CF) Teil von 20 bis 60 ms Dauer und ein kurzer, absteigender, frequenzmodulierter Endteil. Die frequenzmodulierten Teile können wegfallen. Bei den *Rhinolophiden* ist die Zeit des Rufens länger als die Pausen zwischen diesen Rufen (s. Abb. 2).

Die Ortungsrufe der folgenden Gruppen sind durch mehr oder weniger stark ausgeprägte Frequenzmodulationen gekennzeichnet.

b) *Pipistrellus* (FM-CF)-Typ:

Dieser Ruftyp kann manchmal eine gewisse Ähnlichkeit mit den CF-Rufen der Hufeisennasen aufweisen, da er bei manchen Arten in bestimmten Jagdsituatio-

Abb. 2: Frequenz- (Sonagramm) und Amplitudenverlauf einer Rufserie der Großhufeisennase (*Rhinolophus ferrum-equinum*). Das Tier wurde während der Aufnahme in der Hand gehalten; während des Jagdfluges treten normalerweise weniger häufig Obertöne auf. (Griechenland; Frühjahr 1986).

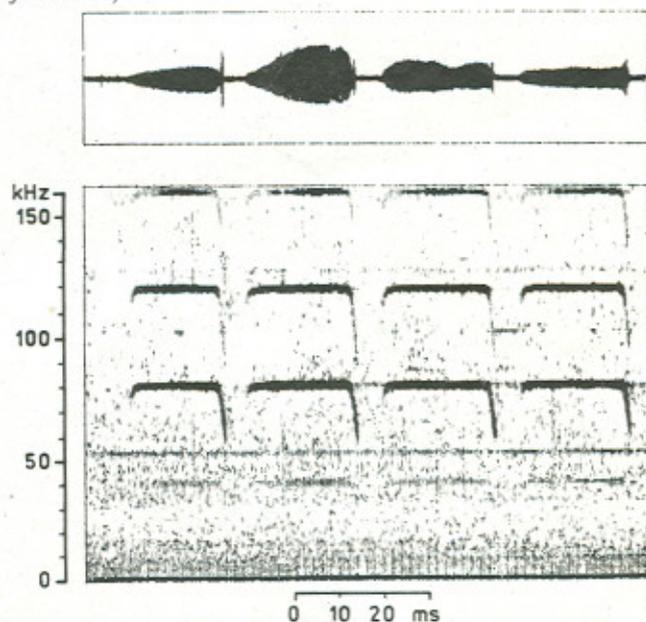
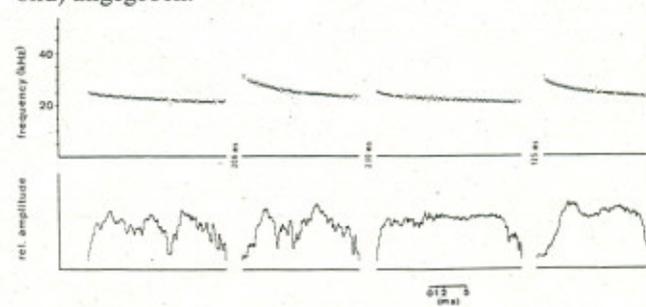


Abb. 3: Frequenzverlauf (Periodogramm) und Amplitudenverlauf einer Rufserie des Abendseglers (*Nyctalus noctula*) (Griechenland; Sommer 1984).

Im Periodogramm (oberes Teilbild), bei dem im Unterschied zum Sonagramm keine Obertöne dargestellt werden, wird Frequenz (in Kilohertz – kHz) gegen die Zeit (in Millisekunden – ms) aufgetragen. Die Pausendauer zwischen den einzelnen Rufen wird durch die ms-Angaben in der Bildmitte (z. B. 230 ms) zwischen Periodogramm und der Darstellung des Amplitudenverlaufes (unteres Teilbild) angegeben.



nen aus bis zu 25 ms langen Signalen mit geringem Frequenzumfang bestehen kann. Man spricht dann von „Beinahe CF-Rufen“ (s. Abb. 3). Fast die gesamte Energie des Rufes liegt im CF-Teil. Daneben treten aber auch Rufe mit größerem Frequenzumfang und kürzerem CF-Teil (s. Abb. 8) auf. Die Rufe von *Eptesicus serotinus* (s. Abb. 4 und 5) sollen exemplarisch zeigen, daß die Grenze zwischen *Pipistrellus*- und *Myotis*-Typ (der nächsten Gruppe) fließend ist.

Abb. 4: Frequenzverlauf (Periodogramm) und Amplitudenverlauf einer Rufserie der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*). Das Tier flog während der Aufnahme über einer offenen mit Büschen bestandenen Fläche. (Griechenland; Frühjahr 1984). (Erläuterungen s. Abb. 3).

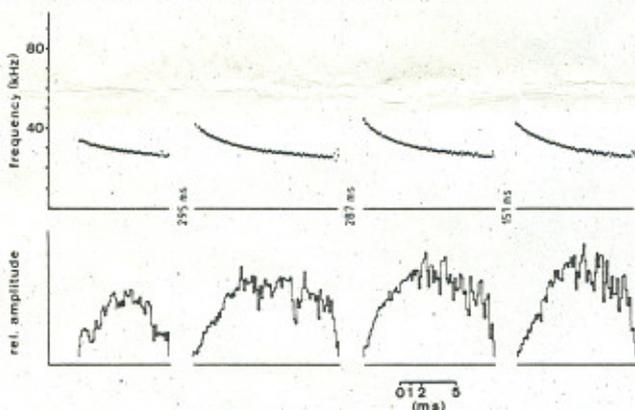
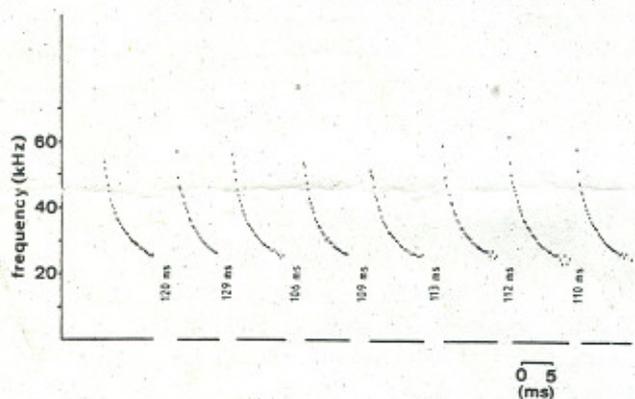


Abb. 5: Frequenzverlauf (Periodogramm- die Aufnahme wurde mit Hilfe eines 1:10 Teiler gewonnen) einer Rufserie der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*), aufgenommen während der Jagd an einer Waldlichtung (Griechenland, Frühjahr 1981) (Erläuterung s. Abb. 3)



c) *Myotis* (FM)-Typ:

Diese Gruppe ist charakterisiert durch kurze, oft nur wenige ms lange Rufe mit hohem Frequenzumfang (s. Abb. 6). Allerdings können einige Vertreter der Gattung *Myotis* auch längere Rufe – im Extremfall sogar 20 ms lange und CF-artige Rufe – ausstoßen z. B. *M. dasycneme* (AHLEN 1981).

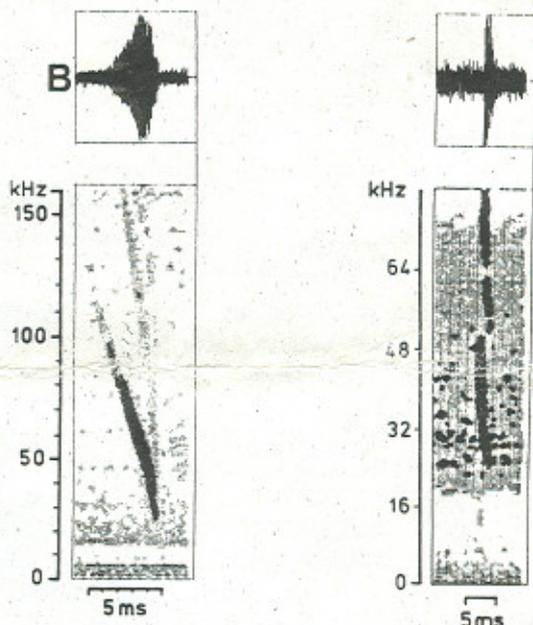
d) *Plecotus*-Typ:

Diese meist sehr kurzen FM-Rufe können durch das Vorhandensein von Obertönen charakterisiert werden und sind oft auffallend leise (s. Abb. 7).

Abb. 6 und 7:

Frequenzverlauf (Sonagramm) und Amplitudenverlauf eines Rufes der Fransenfledermaus (*Myotis nattereri*) (Franken; Sommer 1984). (Erläuterungen s. Abb. 1)

eines Ortungsrufes des Braunen Langohres (*Plecotus auritus*) (Franken; Sommer 1985)



4. Interpretation der über Detektor empfangenen Signale

Beim Verhören von Fledermäusen mit Hilfe von Detektoren muß v.a. auf die Frequenz des Rufes, die Ruflänge und die Lautfolge geachtet werden. Die Frequenz läßt sich im Feld am schnellsten mit dem Mischer-Detektor durch Einstellen auf das Lautstärkemaximum ermitteln. Die beiden anderen erwähnten Parameter sind im Feld schwerer einschätzbar.

Bei Rufen vom *Rhinolophus*-Typ wird auf die Frequenz des CF-Teils, bei langen FM-CF-Rufen ebenfalls auf den CF-Teil eingestellt; bei kürzeren FM-CF-Rufen auf die amplitudenstärkste Frequenz, die meist nur wenige kHz höher als der CF-Teil liegt. Bei FM-Rufen entspricht das gehörte Lautstärkemaximum der amplitudenstärksten Frequenz; ober- und unterhalb von ihr kann man leise die anderen Teile des Rufes vernehmen.

4.1 *Rhinolophus*-Typ

Der lange CF-Teil und die im Verhältnis dazu kurzen Pausen geben diesen Rufserien einen charakteristischen Klangeindruck. Im Teilerdetektor ist ein ständiges, hartes und hohes „tii-tii-tii“ zu hören, im Mischer-Detektor ein feines und klangvolles „biii-biii-biii...“ (fast an ein Pfeifen erinnernd). Die Pausen erscheinen nur als kurze Unterbrechungen eines langen Tones.

4.2 *Pipistrellus*-Typ, *Myotis*-Typ, *Plecotus*-Typ

Normalerweise ist die Ruflänge groß bei Serien mit langen Pausendauern zwischen den Rufen, während sie bei höherer Rufrate kürzer wird. So stößt der Abendsegler bei Pausendauern von 300–400 ms (Flug über den Kronenbe-

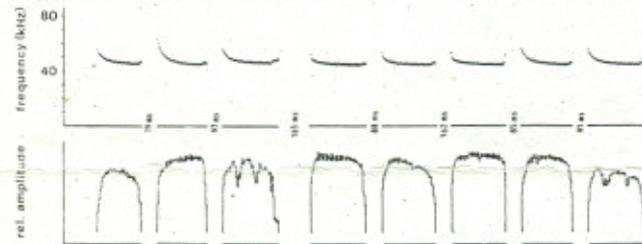
reich der Bäume) Rufe von ca. 20 ms Dauer aus, während bei Pausendauern von 100 bis 200 ms (niedriger Flug) kürzere Ruflängen (von z. B. 10 ms) auftreten. Kurze Rufe bei hoher Ruftrate erzeugen ein völlig anderes Klangbild als lange Rufe bei geringer Ruftrate. Letztere ist im Feld eine schwer abschätzbare Größe, da bei der Beobachtung meistens keine sofortige Vergleichsmöglichkeit der Rufarten mit ähnlichen Arten besteht.

Die Rufarten variieren je nach Jagdsituation stark, so daß sie für eine Artunterscheidung nicht immer brauchbar sind.

Das Klangbild eines über Detektor heruntergesetzten Ultraschallsignales ist schwer zu beschreiben und hängt stark von der Ruflänge und – bei Mischer-Detektoren – von dem eingestellten Frequenzbereich ab.

Fast reine CF-Rufe sind klangvoll und hören sich wie „tong“, oder wie „chock“ (WATSON 1970), „plop“ (AHLEN 1981) oder wie ein „tonal chirp“ (FENTON 1983) an. Kürzere CF-Rufe (z. B. die der Zwergfledermaus s. Abb. 8) klingen ähnlich, aber insgesamt weniger klangvoll („tok“). Reinen FM-Rufen scheinen Vokale oft gänzlich zu fehlen; sie klingen wie „tk – tk – tk“ oder wie „tick-tick-tick“ („dry clicks“ – AHLEN 1981 oder „sharp tick“ FENTON 1983). Diese klangliche Interpretation bezieht sich v. a. auf über Mischer-Detektoren vernommene Rufe. Mit Teiler-Detektoren hörbar gemachte Rufe hinterlassen dagegen ein viel weniger klangvolles und damit einprägsames Bild des Rufes; so sind sehr kurze FM-Rufe unter ungünstigen Beobachtungs- bzw. Aufnahmebedingungen oft nur als „Knackse“ zu vernehmen.

Abb. 8: Frequenzverlauf (Periodogramm) und Amplitudenverlauf einer Rufserie der Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) (Nordgriechenland, Sommer 1985) (Erläuterungen s. Abb. 3)



5. „Bestimmungshilfe“ zur Anwendung im Feld

5.1 Vorbemerkungen

Das Identifizieren von Fledermäusen mit Hilfe elektronischer Geräte, welche die Ortungsrufe aufzeichnen oder hörbar machen, gibt dem Fledermauskundler bessere Möglichkeiten für eine faunistische Feldforschung. Allerdings wird sich die Erwartung, die durch die ersten Freilandarbeiten über Ortungsrufe geweckt wurde, nämlich eventuell alle Arten anhand ihrer Ortungsrufe im Feld zu erkennen, nach bisherigen Erkenntnissen – zumindest ohne zusätzliche Hilfsmittel – nicht verwirklichen lassen.

Ortungsrufe werden zur Orientierung im Raum und für die Jagd nach Insekten eingesetzt. Sie unterliegen deshalb

anderen Selektionsfaktoren als etwa Vogelrufe und Gesänge, bei denen es sich um Signale innerhalb von Kommunikationssystemen handelt, die dann in der Regel artspezifisch sind. Die Rufe der einzelnen Fledermausarten können sich verschiedenen Erfordernissen anpassen, wobei die Grenzen der Variabilität (z. B. Ruffrequenzen, Ruf- und Pausendauer) sicherlich teilweise durch die Morphologie (z. B. Larynx, Atmungsorgan usw.), teilweise durch das Verhalten (z. B. Flugweise, Flügelschlagfrequenz usw.) der einzelnen Arten bestimmt werden. Um ein sicheres Ansprechen der Arten bzw. Artengruppen zu ermöglichen, muß in den nächsten Jahren noch viel mehr als bisher auf die Variabilität der Rufe innerhalb der einzelnen Arten geachtet werden.

Wie variabel und situationsabhängig die Ortungsrufe einer Art sein können, soll am Beispiel des Abendseglers erläutert werden:

Bei Jagdflügen in 15 bis 20 m Höhe werden lange, fast konstantfrequente Rufe bei 20 kHz, bei Jagden zwischen Bäumen in oft nur wenigen Metern Höhe stärker frequenzmodulierte Rufe mit der amplitudenstärksten Frequenz bei 25 bis 30 kHz, ausgestoßen. Man kann dann einen Abendsegler nicht mehr in dem im Schlüssel angegebenen Bereich von 20 bis 25 kHz hören, sondern – was die Artbestimmung wesentlich erschwert – in einem von mehreren Fledermäusen „benutzten“ Frequenzbereich.

Es ist deshalb in den allermeisten Fällen ratsam, zur Ruffrequenz, die am Detektor eingestellt bzw. am Sonograph/Periodometer ausgewertet wird, noch zusätzliche Information über Ruffolge, Flugverhalten, Silhouette und Größe der Tiere heranzuziehen.

Obwohl im folgenden ein als Bestimmungshilfe gedachter Schlüssel vorgestellt wird, muß ausdrücklich darauf hingewiesen werden, daß faunistische Daten, die mit Detektoren gewonnen wurden, in vielen Fällen nur als Hinweis auf die entsprechende Art gewertet werden können. Bei Veröffentlichungen so gewonnener Daten sollten grundsätzlich Aussagen nur über das erwartete (und in Betracht gezogene) Artenspektrum gemacht werden.

Wenn Angaben über die Häufigkeit einer Art mittels Detektor gewonnen wurden, ist unbedingt auch anzugeben, wie oft die Art im untersuchten Gebiet auch direkt nachgewiesen wurde (z. B. durch Japannetzfänge).

Viele Verbreitungsangaben, besonders für das Mittelmeergebiet, sind noch unvollständig (s. z. B. STEBBINGS & GRIFFITH 1986) und deshalb nicht als einzige Arbeitsgrundlage für Detektorstudien geeignet.

Die „Bestimmungshilfe“ ist für die Anwendung im Feld konzipiert. Es wird deshalb auf exakte Frequenzangaben (z. B. Mittelwerte und Standardabweichungen der Ruffrequenzen) verzichtet, da die Mischer-Detektoren nur eine relativ ungenaue Ermittlung der Ruffrequenz erlauben (für genaue Parameterangaben siehe WEID & HELVERSEN 1987). So sind Ruffrequenzen im Bereich bis 60 kHz mit dem QMC Mini-Batdetektor kaum besser als auf 5 kHz genau zu bestimmen. Außerdem kann bei diesem Gerät die angegebene Frequenz bis zu 5 kHz von der tatsächlichen abweichen (THOMAS & WEST 1984); es ist deshalb ratsam, den Detektor vor Gebrauch zu eichen. Genauere Frequenzangaben erlauben neuentwickelte Ge-

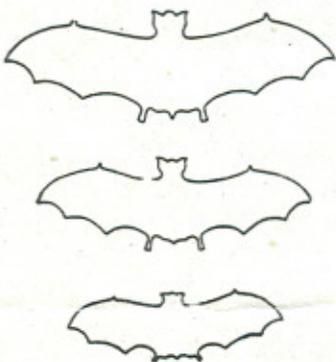
räte wie das QMC S 200, auch der FLAN und vor allem die D 940/960 von Petterson mit digitaler LCD-Anzeige (mit diesen Geräten haben wir allerdings selbst keine Erfahrung).

Die im Schlüssel angegebene Frequenz bezieht sich auf „normale“ Jagdsituationen. Die Erkennung mittels Detektor kann zwar eine effektive, aber meist nur eine zusätzliche Hilfe sein. Freilandbeobachtungen (in der Dämmerung oder in der Nacht mit Taschenlampe und/oder Nachtsichtgerät), so wie sie z. B. KLAWITTER & VIERHAUS (1975), VIERHAUS & KLAWITTER (1978) sehr schön beschrieben haben, sind für eine mögliche Artenkennung weiterhin unentbehrlich.

5.2 Bestimmungsschlüssel

Die Frequenzangaben beziehen sich auf die Frequenz, deren Einstellung am Detektor zum lautesten Signal führt:

Tab. 1:
Bestimmungsschlüssel für Fledermäuse anhand der Ortungsrufe mit Hilfe elektronischer Geräte

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> - Ortungsrufe klingen etwa wie „tii-tii-tii“ im Teiler-D. und „biü-biü-biü“ im Mischer-D.. Die breitflügeligen Tiere jagen sehr gewandt am Gebüschrand oder im Gebüsch, in Südeuropa oft auch ganz dicht über der Macchie. - Ortungsrufe klingen völlig anders, entweder kurz und fein „tik-tik-tik“ oder laut und klangvoll „tong“ | <p style="text-align: center;">Hufeisennasen</p> <p>1</p> <p>2</p> |
| <p>1 Hufeisennasen: In Europa können fünf Arten angetroffen werden. Einige Arten sind gut anhand der Ortungsrufe zu unterscheiden; <i>Rhinolophus hipposideros</i> und *<i>Rh. mehelyi</i>, die beiden in der Frequenz ähnlichsten Arten, unterscheiden sich durch ihre Größe. Das Bestimmen der Ruffrequenz am Detektor bereitet häufig Schwierigkeiten, bedingt durch das schmale Frequenzband, die enge Schallkeule und die geringe Reichweite der Rufe.</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 2;"> <ul style="list-style-type: none"> - 75 bis 82 kHz: <i>Rhinolophus ferrum-equinum</i> (Große Hufeisennase); etwas kleiner als ein Mausohr - um 95 kHz: *<i>Rhinolophus blasii</i> (<i>Blasius-Hufeisennase</i>); mittelgroße Art - 100 bis 108 kHz: *<i>Rhinolophus euryale</i> (Mittelmeer-Hufeisennase); mittelgroße Art - 105 bis 112 kHz: *<i>Rhinolophus mehelyi</i> (Mehelyi-Hufeisennase); große Art, etwas kleiner als <i>ferrum-equinum</i>. - 105 bis 112 kHz: <i>Rhinolophus hipposideros</i> (Kleine Hufeisennase); kleinste Hufeisennase, ungefähr so groß wie die Wasserfledermaus. </div> </div> | <p>3</p> <p>6</p> <p>4</p> <p>5</p> |
| <p>2 Rufe sind sehr klangvoll („tong-tong“ oder „smacks“) und meist auch laut und deutlich im Detektor zu hören</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rufe sind nicht sehr klangvoll, meist kurz „tk-tk-“ oder „tick-tick“ („dry clicks“) und schnell aufeinander folgend. Höchstens die Rufe nahe am Mikrofon vorbeifliegender Tiere sind laut zu hören. Die Rufe sind auch bei anderen als der amplitudenstärksten Frequenz, allerdings deutlich leiser, zu vernehmen. | <p>3</p> <p>6</p> |
| <p>3 Frequenz unter 25 kHz; Pulsrate oft niedriger als vier Rufe pro Sekunde</p> <ul style="list-style-type: none"> - Frequenz um 25 kHz oder darüber; Pulsrate meist höher als vier Rufe pro Sekunde | <p>4</p> <p>5</p> |
| <p>4 *<i>Tadarida teniotis</i>, *<i>Nyctalus lasiopterus</i>¹⁾ und <i>Nyctalus noctula</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Rufe zwischen 10 und 15 kHz (also ohne <i>Bat-Detektor</i> hörbar): *<i>Tadarida teniotis</i> (Bulldoggfledermaus) | <p>4</p> |

Bei Hufeisennasen entspricht dies dem CF-Teil, bei langen FM-CF-Rufen ebenfalls, bei kurzen FM-CF-Rufen dem amplitudenstärksten Bereich, der meist um einige kHz über dem CF-Teil liegt. Bei Rufen, die zum FM-Typ gehören, ist die am lautesten zu hörende Frequenz der amplitudenstärkste Teil des Rufes.

Der Schlüssel ist nur für die Zuordnung anhand der Ortungsrufe gedacht. Die in bestimmten Jagdsituationen oder Jahreszeiten vernehmbaren Sozial- und Balzrufe sind durch ihren anderen melodioseren Klang und durch ihre Frequenz meist unter 30 kHz leicht von Ortungsrufen zu unterscheiden.

Im nachfolgenden Bestimmungsschlüssel (Tab. 1) sind außer den in Deutschland vorkommenden Arten auch südeuropäische Arten berücksichtigt. Diese sind durch „*“ gekennzeichnet.

¹⁾ ISSEL et al. (1977) erwähnen einen Fund von JÄCKEL aus dem vorigen Jahrhundert von Schloß Banz (Franken).

Eine frühausfliegende, großbohrige Fledermaus, die durch ihre schmalen Flügel und ihre hohe Fluggeschwindigkeit auffällt. Während des nächtlichen Jagdfluges kann sie meist auch mit sehr guten Taschenlampen wegen ihrer großen Flughöhe nicht gesehen werden. Allerdings sind die für das menschliche Ohr gut hörbaren Ortungsrufe als Hinweis für ihr Vorkommen fast überall in Südeuropa zu vernehmen.

– Rufe zwischen 16 und 25 kHz:

Nyctalus lasiopterus (Riesenabendsegler) und *Nyctalus noctula* (Abendsegler)

Diese beiden Abendsegler sind vor allem an der Größe unterschieden: *N. noctula*, im Vergleich zu anderen Arten schon relativ groß, wird von **N. lasiopterus* noch erheblich an Größe übertroffen und erscheint sogar noch bedeutend größer als **T. teniotis*. Die Frequenzen der Ortungsrufe der beiden Arten haben breite Überschneidungszonen, allerdings stößt **N. lasiopterus* Rufe vor allem unter 20 kHz aus (also für viele Menschen hörbar), während *N. noctula* vor allem Rufe mit CF-Teil zwischen 20 und 25 kHz verwendet.

- 5 – Rufe zwischen 25 und 30 kHz
– Rufe zwischen 30 und 35 kHz
– Rufe zwischen 35 und 45 kHz
– Rufe zwischen 45 und 65 kHz

(a) Rufe zwischen 25 und 30 kHz:

Nyctalus noctula (Abendsegler)

Eptesicus serotinus (Breitflügelfledermaus)

Nyctalus leisleri (Kleinabendsegler)

Vespertilio discolor (Zweifarbflledermaus)

Eptesicus nilssoni (Nordfledermaus)

Diese Arten (Abb. 9) können alleine anhand der Ortungsrufe oft nicht sicher bestimmt werden. Es müssen deshalb – für eine Artbestimmung – zusätzliche Kriterien, wie Flugverhalten und Größe, herangezogen werden.

Die Arten der Abb. 9 sind in zwei deutlich voneinander getrennte Größenklassen aufgeteilt. Für den geübten Beobachter sollten Abendsegler (*N. noctula*) und Breitflügelfledermaus (*E. serotinus*) vor allem nach der guten Flugbeschreibung von KLAWITTER & VIERHAUS (1975) keine Bestimmungsschwierigkeiten bereiten: Der Abendsegler mit seinen tiefen Abschlügen, den langen, schmalen Flügeln und seinem meist schnellen Flug in großer Höhe ist klar unterschieden von der Breitflügelfledermaus mit ihrem langsameren, bedächtigeren Flug mit mittlerer Flügelschlagamplitude, breiten Flügeln und ihren Flug in oft 5 bis 10 m Höhe. Die Ortungsrufe des Abendseglers sind etwas tiefer als die der bei 25 kHz zu hörenden *Eptesicus serotinus* und werden oft abwechselnd mit höherer und tieferer Frequenz („*plip-plop*“) vorgetragen. Allerdings stößt der Abendsegler bei Jagden zwischen Bäumen, also in geringer Flughöhe, Rufe aus, die sehr ähnlich denen der Breitflügelfledermaus und ohne das sonst typische „*plip-plop*“ sind.

Schwieriger an der Flugsilhouette zu unterscheiden sind Breitflügelfledermaus und das Mausohr, allerdings unterscheiden sich Jagdhabitate (*E. serotinus* in Mitteleuropa v.a. in Städten, aber auch an Waldrändern (VIERHAUS & KLAWITTER 1978); das Mausohr vor allem im Wald (LIEGL & HELVERSEN 1987)) und Ortungsrufe (*E. serotinus* bei 25–30 kHz kräftig und etwas tonal klingend; *M. myotis* bei 30–40 kHz und mehr „*click-artig*“ klingend).

Die anderen drei, deutlich kleineren, Arten sind – wenn überhaupt – sowohl akustisch als auch optisch schwieriger zu unterscheiden.

Die Rufe der Zweifarbflledermaus (*Vespertilio discolor*) sind im Detektor um 25 kHz, die der Nordfledermaus (*Eptesicus nilssoni*) und des Kleinabendseglers (*Nyctalus leisleri*) zwischen 25 und 30 kHz zu vernehmen. Vom Flugverhalten ist der Kleinabendsegler am leichtesten aus dieser Dreiergruppe zu erkennen: Er ähnelt dem Abendsegler (*Nyctalus noctula*) ist aber deutlich kleiner. Allerdings jagt diese Art – im Gegensatz zu *N. noctula* – in lichten Parks und auf Waldlichtungen bevorzugt in 5 bis 15 m Höhe, wo die Tiere gewandt und schnell auch zwischen den Bäumen jagen.

(b) Rufe zwischen 30 und 35 kHz:

Myotis myotis (Mausohr)

Barbastella barbastellus (Mopsfledermaus)

Myotis myotis

Es wurde auch das Mausohr an dieser Stelle aufgenommen, obwohl es nochmals an anderer Stelle im Schlüssel erscheint. Dies ist berechtigt, da die bis 10 ms langen Rufe im Detektor einen kräftigeren Ton – allerdings bei weitem nicht so klangvoll wie z. B. ein Abendseglerruf – erzeugen können. Der Ruftyp klingt in etwa wie „*tock*“ oder wird auch als „*put sound*“ (FEN-

TON 1983) beschrieben. Die kurzen Rufe dieser Art erzeugen einen „tick“-artigen Klang (weshalb das Mausohr im Schlüssel unter 6 nochmals auftaucht).

Barbastella barbastellus

AHLEN (1981) beschreibt die Rufe dieser Art als „smacks“ mit charakteristischem Klang bei 30 bis 35 kHz: „loud and weak pulses alternating like castanets“.

Bisher konnten wir die Mopsfledermaus nur wenige Male beim Einfliegen in eine Höhle beobachten. Unter diesen Beobachtungsbedingungen war der Klang der Rufe weniger hart und die amplitudenstärkste Frequenz lag bei 40 bis 45 kHz; es war in dieser Jagdsituation auch kein Alternieren („like castanets“) festzustellen.

(c) Rufe zwischen 35 und 45 kHz:

Pipistrellus savii (Alpenfledermaus)

**Pipistrellus kuhli* (Weißbrandfledermaus)

Pipistrellus nathusii (Rauhhaufledermaus)

In diesem 10 kHz breiten Bereich gehören auch die Rufe von vier *Myotis*-Arten, die nochmals an anderer Stelle im Schlüssel auftauchen, nämlich *Myotis myotis* (vor allem um 35 kHz),

**Myotis blythi* (Kleinmausohr), *Myotis bechsteini* (Bechsteinfledermaus) und *Myotis dasycneme* (Teichfledermaus).

Diese Arten können auch längere Rufe mit schmalerem Frequenzband ausstoßen (sonst eher als untypisch für die Gattung *Myotis* angesehen).

Die Rufe klingen dann kräftiger als die sonst von Vertretern der Gattung *Myotis* ausgestoßenen kurzen „tik - tik - tik“-artigen Rufe.

M. dasycneme kann sogar Rufe mit einem CF-Teil zwischen 35 und 40 kHz abgeben; im Detektor klingen diese Rufe „smack“-artig.

Rufe um 35 kHz:

Pipistrellus savii

Die Alpenfledermaus ist die im Fluge am größten wirkende *Pipistrellus*-Art, die auch mit 15 bis 20 m überraschend hoch fliegen kann.

Rufe um 40 kHz:

Vor allem um 40 kHz sind die Ortungsrufe von **Pipistrellus kuhli* und *P. nathusii* zu hören.

Beide Arten können bisher nicht anhand der Ortungsrufe oder des Flugverhaltens unterschieden werden. Bei der Einordnung nach den bisher bekannten Verbreitungskarten sollte berücksichtigt werden, daß *P. nathusii* auch in den Küstenregionen und anderen eher für **P. kuhli* als typisch angesehenen Lebensräumen vorkommen kann.

(d) Rufe zwischen 45 und 65 kHz:

Pipistrellus pipistrellus (Zwergfledermaus)



≈ 45 = Zwergfledermaus
≈ 52-56 = Mücken "

Miniopterus schreibersi (Langflügel-Fledermaus)



Pipistrellus pipistrellus

Diese kleine Art jagt meist in 5 bis 10 m Höhe. Die Flugbahn ist nicht so geradlinig wie bei den anderen *Pipistrellus*-Arten, sondern öfters unterbrochen von abrupten und eckigen Wendungen. Der Flug ist trotzdem noch gut unterschieden von dem viel „unruhigeren“ (aber nicht so eckigen) Flug der etwa gleichgroßen Bartfledermäuse. Die Ruffrequenzen zeigen ein noch nicht ganz verstandenes Phänomen, nämlich regionale Unterschiede des CF-Teils der Rufe: Die Ortungsrufe der skandinavischen Zwergfledermäuse sind zwischen 50 und 60 kHz zu hören (AHLEN 1981), die der süddeutschen (Franken) zwischen 40 und 50 kHz. In Südeuropa scheinen Zwergfledermäuse in den Küstenregionen Spaniens und Griechenlands ihren konstantfrequenten Rufteil zwischen 50 und 65 kHz, Tiere aus nordgriechischen Gebirgen hingegen zwischen 42 bis 50 kHz aufzuweisen (s. WEID & HELVERSEN 1987).

← Mücken
← Zwerg "

Miniopterus schreibersi

Die Ortungsrufe dieser mittelgroßen Art haben ihren CF-Teil zwischen 50 und 55 kHz. Sie erinnert vom Flugbild an einen Kleinabendsegler. Sie jagt bevorzugt in 5 bis 10 m Höhe, allerdings auch knapp über der Bodenoberfläche (!). Eine sehr schnell und sehr rasant fliegende Fledermaus.

6 Gattungen *Myotis* und *Plecotus*

Vor allem die kleineren Arten der Gattung *Myotis* sind nur schwer zu unterscheiden, und nur der sehr geübte und erfahrene Beobachter wird eine über Land jagende Wasserfledermaus (was durchaus nicht selten vorkommt) von einer Bartfledermaus unterscheiden können. Nicht zuletzt auch deshalb ist bei dieser Gruppe höchste Vorsicht bei der Artbestimmung angebracht (s. Abb. 10).

- Rufe am lautesten zwischen 40 bis 50 kHz und darüber
- Rufe am lautesten zwischen 30 bis 45 kHz und mittelgroße bzw. große Tiere. (Rufe hören sich oft kräftiger und klangvoller an, weshalb die Arten auch an anderer Stelle im Schlüssel auftauchen – nähere Erklärung siehe unter 5 (b) und 5 (c)).

Myotis myotis (Mausohr)

**Myotis blythi* (Kleinmausohr)

- zwei große Fledermausarten

Myotis bechsteini (Bechsteinfledermaus)

Myotis dasycneme (Teichfledermaus)

- zwei mittelgroße Fledermausarten

M. myotis und **M. blythi*

In weiten Teilen Südeuropas können beide nah verwandten Arten syntop vorkommen. Eine Unterscheidung anhand morphologischer Merkmale ist nicht immer leicht. Ortungsrufe: *M. myotis* ist v.a. zwischen 30 und 40 kHz und **M. blythi* zwischen 35 und 45 kHz zu hören.

Myotis bechsteini

Eine typische Laubwaldfledermaus, die sehr schwer zu beobachten ist (WOLZ 1986); im Detektor v.a. zwischen 35 und 45 kHz zu vernehmen.

Myotis dasycneme

Die Rufe dieser Art können im Detektor einen kräftigen Ton zwischen 35 und 40 kHz erzeugen. Durch ihre charakteristische Jagdweise unterscheidet sie sich von der Wasserfledermaus: Sie jagt zwar ähnlich *M. daubentoni* dicht über der Wasseroberfläche, allerdings etwas höher als diese und **M. capaccinii*, nämlich bevorzugt in einem halben Meter Höhe (VOUTE 1972). Zudem werden die Ortungsrufe nicht mit so hoher Folge wie bei Wasser- und Langfußfledermaus ausgestoßen.

7 Hierher gehören 9 Arten (s. Abb. 10):

„Wasserfledermäuse“:

M. daubentoni (Wasserfledermaus)

**M. capaccinii* (Langfußfledermaus)

M. dasycneme (Teichfledermaus)

„Bartfledermäuse“:

M. mystacinus (Kleine Bartfledermaus)

M. brandti (Große Bartfledermaus)

In Südosteuropa kommt vermutlich eine dritte Art vor, deren systematische Zuordnung noch unklar ist.

M. nattereri (Fransenfledermaus)

M. emarginatus (Wimperfledermaus)

Plecotus auritus (Braunes Langohr)

P. austriacus (Graues Langohr).

Nicht unterscheidbar (Ortungsrufe, Flugweise) sind im Moment die Bartfledermäuse. Sie können in einer Vielzahl von Habitaten angetroffen werden, wobei sie besonders gerne an Gebüschrändern über Gewässern, meist in 3 bis 8 m Höhe, jagen. Die oft im gleichen Biotop jagenden Zwergfledermäuse können durch ihre Flugweise und den anderen Klang der Ortungsrufe unterschieden werden.

Fransenfledermäuse und die zwei Wasserfledermausarten *M. daubentoni* und **M. capaccinii* sind durch einen geradlinigeren und weniger tänzelnden Flug gegenüber den Bartfledermäusen ausgezeichnet. Fransenfledermäuse jagen in Wäldern im Baumkronenbereich, wo sie durch ihr „circling around“ auffallen (AHLEN 1981). Nach AHLEN ist die höhere Ruftrate ein Unterschied zu anderen *Myotis*-Arten.

Nahrungsuntersuchungen an *M. nattereri* (BAUEROVA & CERVENY 1986) ergaben einen hohen Anteil tagaktiver Insekten, die mit großer Wahrscheinlichkeit durch Ablesen von Blättern u.ä. aufgenommen werden. Fransenfledermäuse konnten wir aber auch über Wasseroberflächen in 1 bis 4 m Höhe in relativ geradlinigem Flug in auf- und absteigenden Kreisbahnen

beobachten. Das Flugverhalten gleicht dann dem der über Weiherdämmen jagenden *M. daubentoni*. *M. daubentoni* muß also nicht, wie auch schon NYHOLM (1965) berichtet, immer mit schwirrendem Flug über der Wasseroberfläche jagen. Bei dieser für sie typischen Jagdweise kann sie jedoch sehr leicht erkannt und kartiert werden, v.a. wenn man bei der Suche eine Fernglas/Scheinwerferkombination, wie sie KLAWITTER (1976) vorschlägt, verwendet. Im nördlichen Europa können auch Teichfledermäuse in ähnlicher Art über Wasseroberflächen jagen, allerdings kann *dasynceme* von *daubentoni* durch ihre Größe, durch den Flug meist in 0,5 m (und nicht 0,2 m) und den wenig schwirrenden Flug unterschieden werden (s. VOUTE 1972). Im Detektor sind bei 35–40 kHz charakteristische, von AHLEN als „smacks“ bezeichnete Rufe zu hören.

In Mitteleuropa scheinen sonst keine Arten in ähnlicher Art und Weise zu jagen. Ein völlig anderes Bild ergibt sich dagegen in Südosteuropa. Dort konnte neben *M. daubentoni* und **M. capaccinii* regelmäßig noch *M. emarginatus* und eine Bartfledermaus im schwirrenden, schnellen Flug über der Wasseroberfläche beobachtet werden. Es ist dann oft nur bei genauerer Beobachtung möglich, die Art anzusprechen:

**M. capaccinii* jagt geradlinig in der Mitte von Bachläufen. Schleifen und Kreise werden nur über großen offenen Wasserflächen gezogen, während *M. daubentoni* in jeder Bucht eines Bachlaufes mehrere Kreise ziehen kann. Die Bartfledermaus kann ihren geradlinigen Flug durch „tänzelnde“ Flugeinlagen unterbrechen und dann leicht erkannt werden, während *M. emarginatus*, wenn sie ihren rasanten Oberflächenflug unterbricht, in einem wellenförmigen Auf- und Abflug (pro Welle wird ca. 5 bis 10 m zurückgelegt) in 1 bis 3 m Höhe übergehen kann.

Die Wimperfledermaus konnten wir bisher – außer bei Jagden über der Wasseroberfläche – nur selten beobachten. Die Frequenzen der Ortungsrufe scheinen dann (im Vergleich zu Jagden über der Wasseroberfläche) zu höheren Werten, mindestens bis 70/80 kHz verschoben zu sein.

Die Langohren (*Plecotus auritus* und *P. austriacus*), deren oft leise Ortungsrufe allerdings nur unter günstiger Bedingung im Detektor meist bei 40 bis 50 kHz zu hören sind, fallen durch die Vielfältigkeit des Flugverhaltens auf z. B. rütteln sie vor Blättern, fliegen gewandt zwischen Zweigen, aber auch beinahe geradlinig über offenen Flächen. Von *Plecotus austriacus* wurden laute Ortungsrufe mit amplitudenstärkster Frequenz um 35 kHz beobachtet (GEBHARD mündl.; eig. Beob.). Sozialrufe – zumindest von *Plecotus auritus* – sind vom Aufbau den Ortungsrufen sehr ähnlich, aber zu tieferen Frequenzwerten verschoben und im Detektor vor allem zwischen 15 und 30 kHz zu hören (AHLEN 1981, VIERHAUS & KLAWITTER 1978), also auch mit dem unbewaffneten Ohr wahrzunehmen; die Rufe erinnern dann an das „Schnickern“ eines Rotkehlchens (KLAWITTER mündl.).

Abb. 9:

Konstantfrequente Rufteile verschiedener Fledermausarten. Die Breite des Schriftzuges entspricht der uns bisher bekannten Variabilität des CF-Teiles. Die Umrißskizzen wurden aus GAISLER (1959) entnommen.

Abkürzungen:

- E. = *Eptesicus*
- Vesp. = *Vespertilio*
- B. = *Barbastella*
- Nyc. = *Nyctalus*
- UA = Unterarm

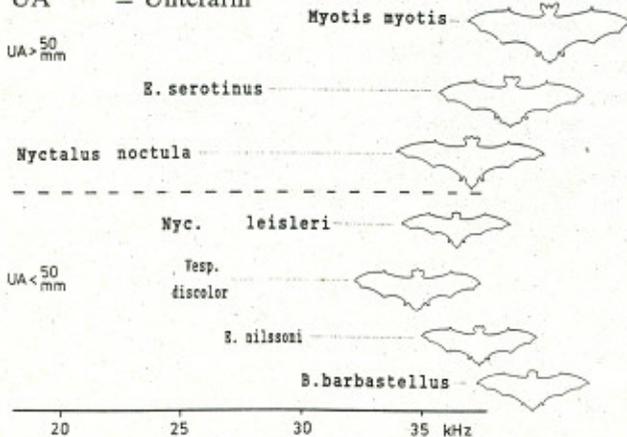
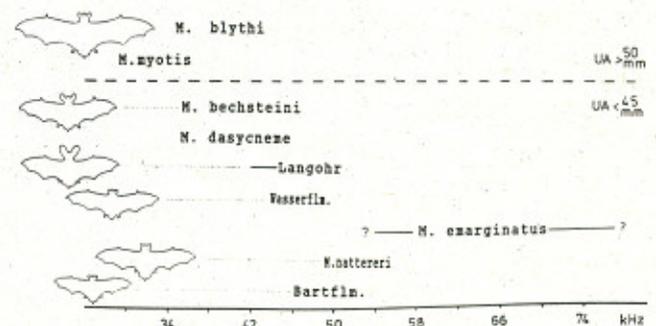


Abb. 10:

Die Länge des Schriftzuges entspricht dem bisher bekannten Bereich der amplitudenstärksten Frequenzen (bei den Langohren und *M. emarginatus* zuzüglich der Striche). Um eine Vorstellung von der relativen Größe und den Flugsilhouetten verschiedener Arten zu geben, wurden Umrißskizzen (entnommen aus GAISLER 1959) beige-fügt.

Abkürzungen:

- M. = *Myotis*
- Wasserflm. = *M. daubentoni* und **M. capaccinii*
- Bartflm. = *Myotis brandti*, *Myotis mystacinus* und die südosteuropäische Bartfledermaus
- UA = Unterarm



6. Zusammenfassung

Für die Felderkennung von Fledermäusen anhand der Ortungsrufe sind Mischer- und Teiler-Detektoren gebräuchlich. Das Einhören in die verschiedenen Ruftypen erfordert allerdings viel Übung. Mit Hilfe von Mischer-Detektoren ist – unter günstigen Beobachtungsbedingungen und bei bestimmten Arten – ein Ansprechen bis zur Gattung oder zur Art möglich. Dies fällt umso leichter, je geringer die vorkommende Artenzahl im Untersuchungsgebiet ist.

Die beiden deutschen Hufeisennasen (Rhinolophidae) können eindeutig anhand ihrer Ortungsrufe erkannt werden. Die südeuropäische Bulldoggfledermaus, *Tadarida teniotis* (Molossidae) ist ebenfalls eindeutig an ihren Peillauten zu identifizieren. *Vespertilio discolor*, *Nyctalus*- und *Eptesicus*-Arten sind nicht leicht zu unterscheiden, da sie ihren konstantfrequenten Rufanteil teilweise zwischen 25 und 30 kHz haben. Nicht voneinander zu trennen anhand der Ortungsrufe oder des Flugverhaltens sind Raauhautfledermaus (*Pipistrellus nathusii*) und Weißbrandfledermaus (*P. kuhli*).

Große Probleme bei der Arterkennung bereiten die mittelgroßen und kleinen *Myotis*-Arten, während die beiden Mausohren (*Myotis myotis* und *Myotis blythi*) von den „kleinen *Myotis*“ leicht durch ihre Größe und an den tieferen Ortungsrufen unterschieden sind.

Summary

Bad-detectors are used for identification of bats in the field by their echolocation calls. The identification of different genera and species by their cries requires a lot of training. Certain bat genera and species can be recognized under favourable observation conditions by using the bat-detectors. The effectiveness of this method is increased if there is only a limited number of species in the field to be studied. The two German Rhinolophidae can be clearly identified by their echolocation calls. The southern European *Tadarida teniotis* (Molossidae) can also be clearly identified by its cries. The species of *Nyctalus* and *Eptesicus* and *Vespertilio discolor* cannot be recognized easily since their constant frequency call may be between 25 and 30 kHz. *Pipistrellus nathusii* and *Pipistrellus kuhli* cannot be identified separately by their echolocation calls or flight behaviour. The medium sized and small *Myotis* species cause big problems for identification purposes, the two „largest *Myotis*“, *Myotis myotis* and *Myotis blythi*, however, can be identified by their sizes and the „lower“ echolocation calls.

7. Dank

Für die Unterstützung der Arbeit möchte ich mich bei Prof. O. v. Helversen bedanken; tatkräftige Hilfe während den Exkursionen oder im Labor gaben A. Benk, K.-G. Heller, M. Henning, J. Sachteleben, S. Steibel und T. Volpers.

8. Literatur

AHLEN, I. (1981): Identification of Scandinavian Bats by their sounds. – Rapp. 6 Swed. Univ. Agric. Sci.; Dept. Wildlife, 56 S. Uppsala.

- ANDERSEN, B. B. & MILLER, L. A. (1977): A portable ultrasonic detection system for recording bat cries in the field. – *J. Mammal.* **58**: 226–229.
- BAUEROVA Z. & CERVENY, J. (1986): Towards an understanding of the trophic ecology of *Myotis nattereri*. – *Folia Zool.* **35**: 55–61.
- DIJKGRAAF, S. (1946): Die Sinneswelt der Fledermäuse. – *Experientia* **2**: 438–448.
- FENTON, M. B. (1982): Echolocation calls and patterns of hunting and habitat use of bats from North Queensland. – *Austr. J. Zool.* **30**: 417–425.
- FENTON, M. B. & BELL, G. B. (1979): Echolocation and feeding behaviour in four species of *Myotis* (Chiroptera). – *Can. J. Zool.* **57**: 1271–1277.
- FENTON, M. B. & BELL, G. B. (1981): Recognition of insectivorous bats by their echolocation calls. – *J. Mammal.* **62**: 233–243.
- FENTON, M. B., MERRIAM, W. G. & HOLRYD, G. (1983): Bats of Kootenay and Mount Revelstoke national parks in Canada: identification by echolocation calls, distribution, and biology. – *Can. J. Zool.* **61**: 2503–2508.
- GAISLER, J. (1959): Beitrag zum vergleichenden Studium des Flugapparates der Fledermäuse (Mikrochiroptera). – *Folia Zool.* **22**: 37–62 (in tschechisch).
- GRIFFIN, D. R. (1944): Echolocation by blind men, bats and radar. – *Science* **100**: 589–590.
- GRIFFIN, D. R. (1958): *Listening in the Dark*. – 413 S.; Yale University Press, New Haven.
- ISSEL, B., ISSEL, W. & MASTALLER, M. (1977): Zur Verbreitung und Lebensweise der Fledermäuse in Bayern. – *Myotis* **15**: 19–97.
- KLAWITTER, J. & VIERHAUS, H. (1975): Feldkennzeichen fliegender Abendsegler, *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774) und Breitflügelfledermaus, *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774). – *Säugetierkd. Mitt.* **23**: 212–222.
- KLAWITTER, J. (1976): Eine Fernglas-Scheinwerfer-Kombination zum Beobachten und Nachweisen von Wasserfledermäusen. – *Myotis* **14**: 55–56.
- LIEGL, A. & HELVERSEN, O. v. (1987): Jagdgebiet eines Mausohrs weitab von der Wochenstube. – *Myotis* **25**: 71–76.
- NYHOLM, E. S. (1965): Zur Ökologie von *Myotis mystacinus* und *Myotis daubentoni*. – *Ann. Zool.* **2**: 77–123.
- PYE, J. D. (1983): Techniques for studying ultrasound. – In: LEWIS B. (Hrsg.): *Bioacoustics. A comparative approach*. 493 S.; London.
- STEBBINGS, R. E. & GRIFFITH, F. (1986): Distribution and status of bats in Europe. – *Natur. Envir. Res. Council. Inst. of Terr. Ecol.*, 142 S.
- THOMAS, D. W. & WEST, S. D. (1984): On the use of ultrasonic detectors for bat species identification and the calibration of QMC Mini Bat Detectors. – *Can. J. Zool.* **62**: 2677–2679.
- VIERHAUS, H. & KLAWITTER, J. (1976): Zur Feldbestimmung westfälischer Fledermäuse. – *Natur- u. Landschaftsk. Westf.* **14**: 86–92.
- VOUTE, A. M. (1972): Bijdrage tot de oecologie van de Meervleermuis *Myotis dasycneme* (Boie, 1825). – Proefschrift.
- WATSON, A. (1970): Electronic aids to the identification of bats in flight and their study under natural conditions. – *Proc. 2nd Int. Bat Res. Conf. Bijdragen tot de Dierkunde* **40**: 99–102.
- WEID, R. & HELVERSEN, O. v. (1987): Ortungsrufe europäischer Fledermäuse beim Jagdflug im Freiland. – *Myotis* **25**: 5–27.
- WOLZ, I. (1986): Wochenstubenquartierwechsel bei der Bechsteinfledermaus. – *Z. Säugetierkunde* **51**: 65–74.

Anschrift des Verfassers:

Roland Weid
II. Zoologisches Institut
Universität Erlangen
Staudtstraße 5
D-8520 Erlangen