

Koordinationsstelle für Fledermausschutz Südbayern

Eva Kriner
Kirchplatz 6
82211 Herrsching

Tel.: 08152-1724
Email: eva.kriner@t-online.de

Hinweise zum Umgang mit dem Fledermausdetektor

Die Entwicklung immer kleinerer, leistungsfähigerer und dabei im Verhältnis immer preiswerterer Fledermaus- oder Batdetektoren hat dazu geführt, dass immer mehr Natur- und Fledermausinteressierte sich einen Batdetektor zulegen, um in die faszinierende, für uns Menschen ansonsten verschlossene Welt der Fledermausrufe einzudringen. Um das Verständnis dafür, was wir mit einem Batdetektor hören, zu erleichtern, soll im Folgenden ein Überblick gegeben werden über die Struktur von Fledermausrufen und die Erfassung dieser Rufe mit dem Batdetektor.

Die Struktur von Fledermausrufen

Die Rufe von Fledermäusen lassen sich aufteilen in Soziallaute und Ortungsrufe. Diese beiden Rufstypen dienen völlig verschiedenen Zielen und sind somit unterschiedlich charakterisiert. Während Soziallaute der innerartlichen Kommunikation dienen, werden Ortungsrufe ausgestoßen, um ein akustisches Abbild der Umgebung zu erhalten.

Soziallaute

- sind somit logischerweise artspezifisch
- haben eine größere Komplexität als Ortungsrufe
- werden nur bei sozialen Interaktionen oder im Werbeflug ausgestoßen
- sind nicht zu jeder Jahreszeit zu hören

Ortungsrufe

- dienen dagegen der Orientierung. In gleicher Umgebung werden an die Rufstruktur verschiedener Fledermausarten die gleichen Anforderungen gestellt.

Daraus folgt, dass zwar einige Kennzeichen artspezifisch sein können, aber

- abhängig vom Verhalten und vom Habitat können die Rufe innerhalb einer Art variieren
- im gleichen Habitat (gleiche Anforderungen an die Orientierung) können die Rufe verschiedener Arten sehr ähnlich sein

Um Fledermäuse mit dem Batdetektor bestimmen zu können, wird eine ganze Reihe von Lautmerkmalen herangezogen.

Lauttypen

Wir unterscheiden bei Ortungsrufen von Fledermäusen verschiedene Lauttypen. Die Rufe lassen sich in sogenannten Sonogrammen darstellen. Dabei wird auf der y-Achse die Ruffrequenz aufgetragen, die x-Achse stellt die Zeitachse dar. Außer der Frequenz zeigt die Abb. 1 auch die Amplitude (obere Reihe) und das Energiemaximum (linke Grafik) der dargestellten Rufe, s. Seite 7.

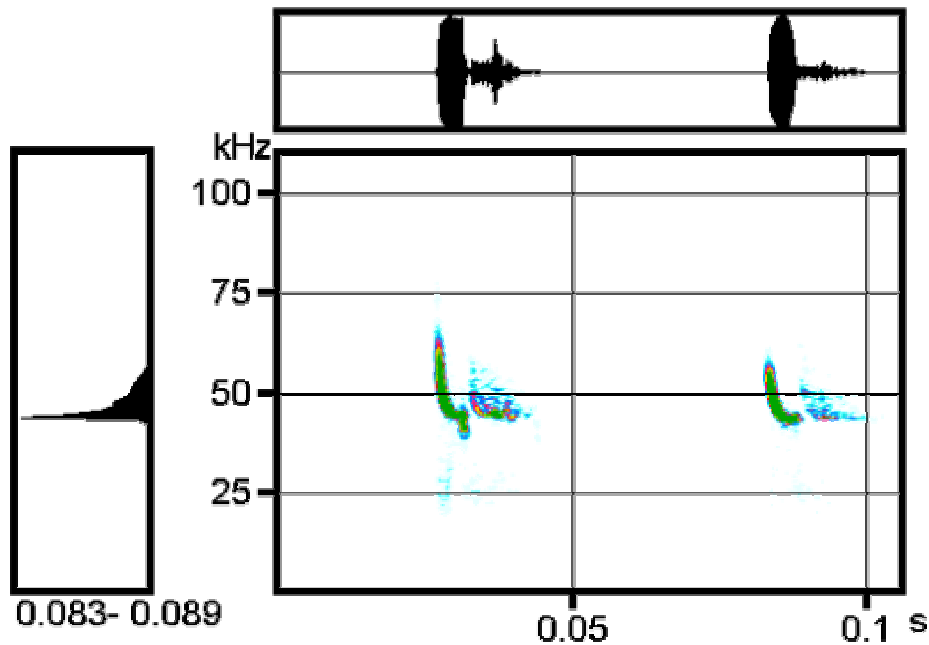


Abb. 1: Sonogramm: Rufe einer Zwergfledermaus

Abb. 2 stellt eine Zusammenstellung typischer (schematisierter) Fledermaus-Lauttypen dar. Es wird unterschieden zwischen:

- ✦ FM: frequenzmodulierter Ruf: in relativ kurzer Zeit fällt der Ruf über einen größeren Frequenzbereich, das Ergebnis ist ein „trockenes“ Knacken.
- ✦ CF: konstantfrequenter Ruf: der Ruf verharrt über längere Zeit auf einer Frequenz, das Ergebnis ist ein Pfeifton. Konstantfrequente Rufe werden meistens mit einem kleinen frequenzmodulierten Anteil (fm) begonnen und beendet.
- ✦ QCF: quasi frequenzmodulierter Ruf: Der Ruf fällt über längere Zeit nur geringfügig ab. Das Ergebnis ist ein Laut mit einem deutlich tonalen Anteil.
- ✦ FM-qcf: deutlicher FM-Anteil mit angedeutetem QCF-Auslauf
- ✦ fm-QCF: kleiner FM-Anteil, langer QCF-Auslauf

Die Übergänge zwischen den Lauttypen sind fließend. Nach obigem Schema werden prinzipiell die Hauptanteile des Rufes mit großen Buchstaben bezeichnet, kleine Buchstaben bezeichnen den kleineren Rufanteil.

Um so steiler (= kürzer) ein Ruf ist, desto mehr Probleme hat das menschliche Ohr, die Frequenzänderung aufzulösen. Im Extremfall hören wir nur noch ein trockenes Knacknen.

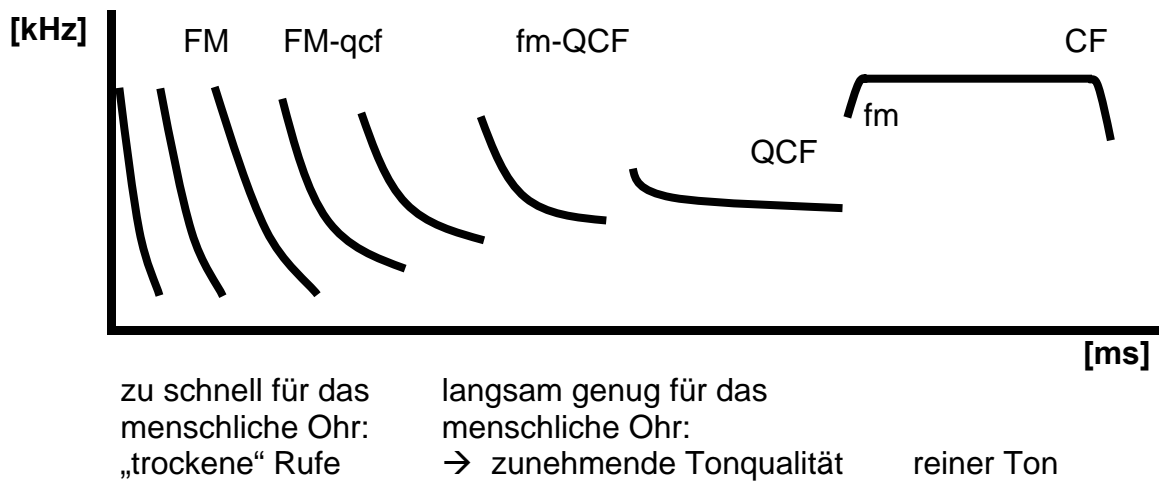


Abb. 2: Zusammenstellung typischer Fledermaus-Lauttypen (Erläuterung der Abkürzungen: siehe vorausgehender Text)

Mit dem Batdetektor lassen sich somit Rufe von unterschiedlicher Tonqualität feststellen:

Laute ohne Tonqualität

☛ FM - Rufe trockene Rufe *tick tick tick* 🗣️

Laute mit Tonqualität

☛ FM-qcf - Rufe *plip plip plip* 🗣️

☛ fm-QCF – Rufe *plop plop plop* 🗣️

☛ QCF – Rufe *iiiiib iiiib* 🗣️

☛ CF - Rufe Flötenton *iiiiib iiiib* 🗣️

☛ bei QCF - und CF - Rufen sind Dopplereffekte hörbar: *iiiiib iiiib buub buub iiiib* 🗣️

☛ Manchmal ist auch ein abwechselnder Gebrauch verschiedener Signaltypen zu beobachten: *plip plop plip plop* 🗣️

Frequenzbereich und Bandbreite

Für die Bestimmung von Fledermausrufen sind der Frequenzbereich mit der höchsten Rufintensität sowie die Bandbreite des Rufes wichtige Bestimmungsmerkmale. Rufe vom CF- oder QCF- Typ haben eine klar zu bestimmende Hauptfrequenz. FM-Rufe dagegen fallen in sehr kurzer Zeit über einen großen Frequenzbereich ab. Hier ist es oft schwierig, mit dem Batdetektor einen Bereich zu finden, in dem der Ruf am besten wahrzunehmen ist. Um die belauschte Fledermaus zu bestimmen, kann man jedoch versuchen, die höchste bzw. tiefste noch wahrzunehmende Frequenz festzustellen. Bei der Feststellung des Frequenzbereiches muß allerdings bedacht werden, dass

- ✦ die wahrzunehmende Maximalfrequenz abhängig ist von der Entfernung zum Tier und von der Luftfeuchtigkeit (um so höher die Frequenz, desto stärker ist die atmosphärische Dämpfung)
- ✦ dass die festgestellte Minimalfrequenz auch innerhalb einer Art individuell und abhängig vom Habitat, in dem die Fledermaus fliegt, unterschiedlich sein kann
- ✦ dass besonders die einfacheren Batdetektoren im hohen Frequenzbereich immer unempfindlicher werden

Mit dem Batdetektor lassen sich somit unterschiedliche Frequenzcharakteristika feststellen (s. Abb. 3):

- ✦ der Gesamt-Frequenzbereich
- ✦ die maximale Frequenz, F-max
- ✦ die minimale Frequenz, F-min, meist der QCF Teil
- ✦ die Frequenz, bei der die Signale am besten empfangen werden, das kann entweder der Bereich der größten Amplitude (s. unten) oder des QCF-Teils sein
- ✦ die Verteilung der Lautenergie (s. unten)

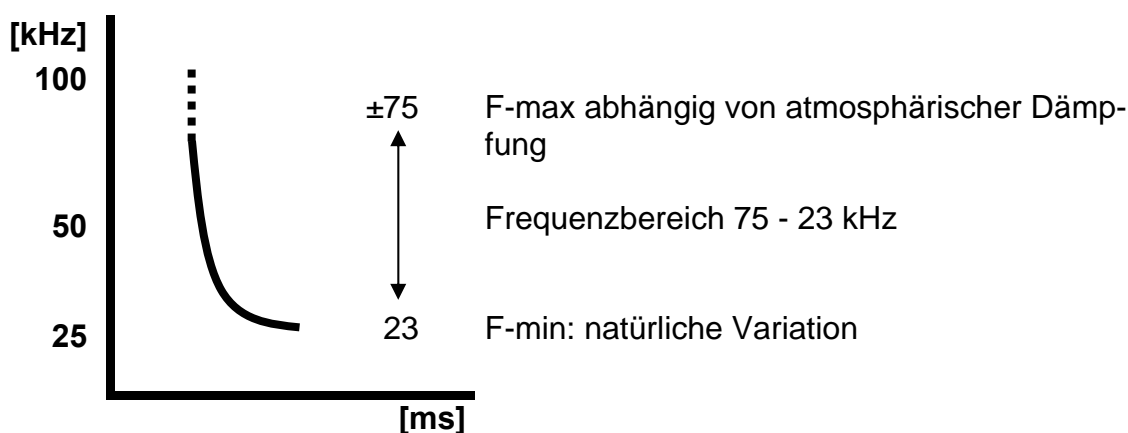


Abb. 3: Mit dem Batdetektor feststellbares Frequenzmaximum (F-max) und –minimum (F-min)

Rhythmus

Über die Ruffrequenz hinaus liefert auch der Rhythmus der Rufe oft einen wichtigen Arthinweis. Dabei muß auf die Pulsdauer, den Abstand der einzelnen Pulse voneinander (die Pulsfrequenz), die Regelmäßigkeit (bzw. Unregelmäßigkeit) der Rufe und die Abwechslung der Pulstypen geachtet werden.

Pulsdauer:

Die meisten Fledermausrufe sind sehr kurz. Das menschliche Ohr ist meist nicht fähig, einen Unterschied zu erkennen in der Ruflänge verschiedener Fledermausarten. Bei Detektoren mit der Möglichkeit der Rufdehnung ist eine Unterscheidung manchmal auch im Feld möglich, meistens ist jedoch nach dem Kriterium der Pulsdauer nur im Labor mit Hilfe von Sonagrammen eine Bestimmung möglich.

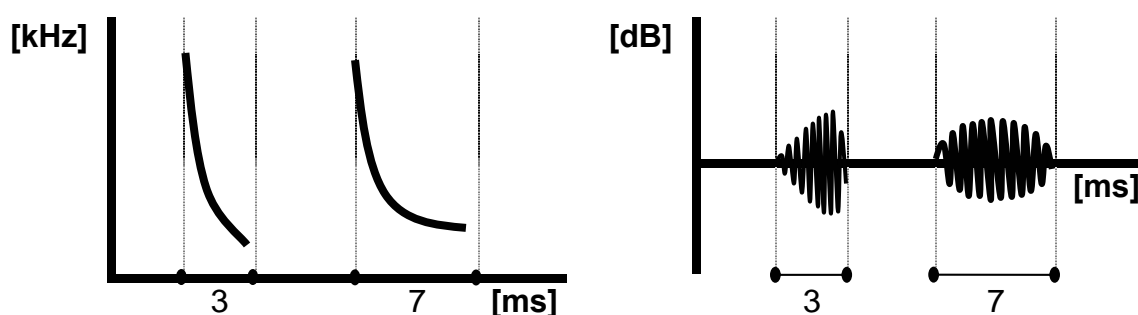


Abb. 4: Unterschiedliche Pulsdauer. In der rechten Grafik ist der Schalldruck (die Lautstärke) dargestellt.

Lautabstand:

Im Gegensatz zur Pulsdauer ist der Abstand der einzelnen Pulse voneinander (Abb. 5) ein gutes Bestimmungsmerkmal auch im Feld. Besonders verschiedene Arten einer Gattung lassen sich des öfteren nicht nur an der Ruffrequenz, sondern zusätzlich auch an der Pulsfrequenz voneinander unterscheiden. So ruft zum Beispiel die Zwergfledermaus (*Pipistrellus pipistrellus*) nicht nur höher, sondern auch mit deutlich schnellerer Ruffrequenz als die verwandte Rauhaufledermaus (*Pipistrellus nathusii*), mit der sie sich oft das Jagdgebiet teilt. Auch bei der Breitflügelfledermaus (*Eptesicus serotinus*) ist (bei tieferer Ruffrequenz) der Ruffrhythmus schneller als bei der verwandten Nordfledermaus (*Eptesicus nilssonii*).

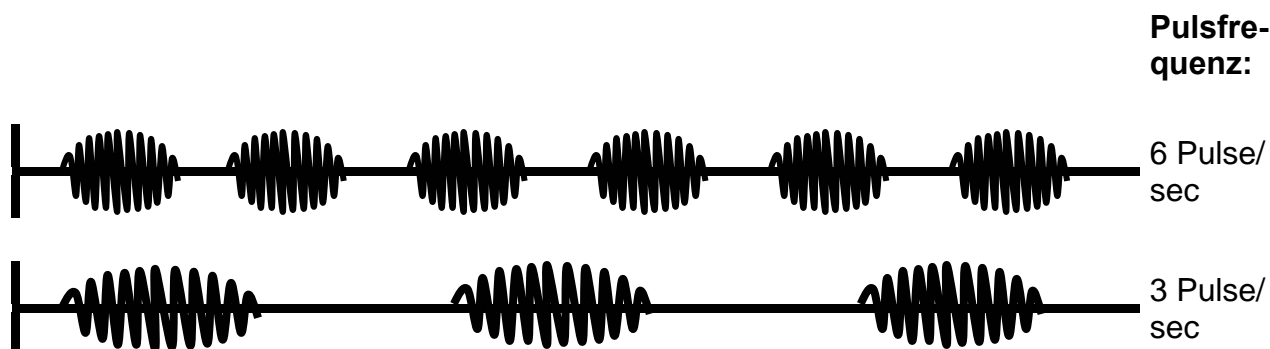


Abb. 4: Unterschiedliche Pulsfrequenzen. Die Rufe in der oberen Reihe sind nicht nur kürzer, sondern werden auch in kürzeren Zeitabständen ausgestoßen.

Auslassen von Pulsen:

Oft werden beim Rufen auch einzelne Pulse ausgelassen, der Rhythmus wirkt „holprig“. Auch dies ist für manche Fledermausarten typisch und kann als Bestimmungsmerkmal herangezogen werden.



Abb. 5: Auslassung von Rufen.

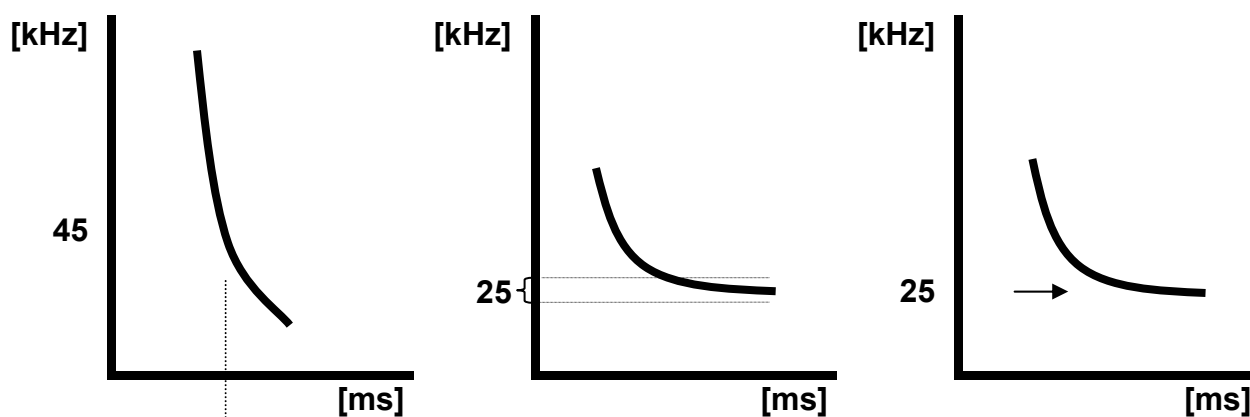
Mit dem Batdetektor achtet man somit auf :

- ✦ die Pulsdauer: länger - kürzer
- ✦ die Lautabstände: länger - kürzer
- ✦ die Pulsfrequenz: schneller - langsamer
- ✦ ausgelassene Pulse
- ✦ Muster von Wiederholungen
- ✦ abwechselnde Signaltypen

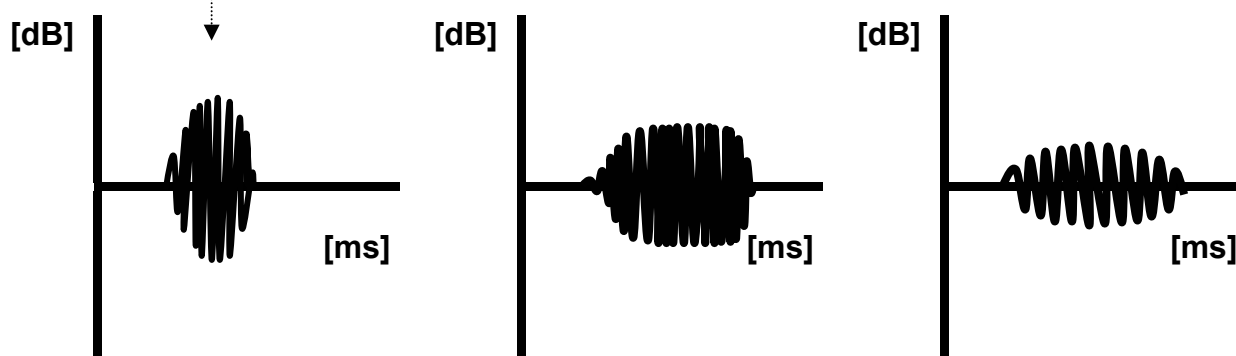
Schallenergie

Bei der Bestimmung der Ruffrequenz der beobachteten Fledermaus wird versucht, den Bereich der höchsten Schallenergie festzustellen. Bei FM-Rufen konzentriert sich die Schallenergie meist auf einen bestimmten Abschnitt des Rufes (Abb. 6 linke Reihe). Bei QCF- und CF- Rufen liegt die höchste Schallenergie im flachen Bereich des Rufes im Sonogramm. Dabei kann sich die Energie auf den letzten Teil des Rufes konzentrieren (Abb. 6 mittlere Reihe) oder sich gleichmäßig über den Ruf verteilen (Abb. 6 rechte Reihe).

Sonogramm



Amplitude



Energie im Puls

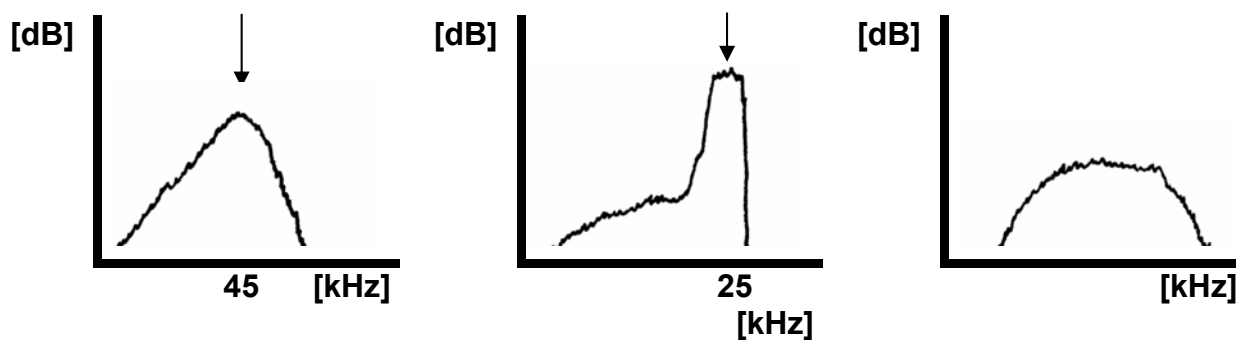


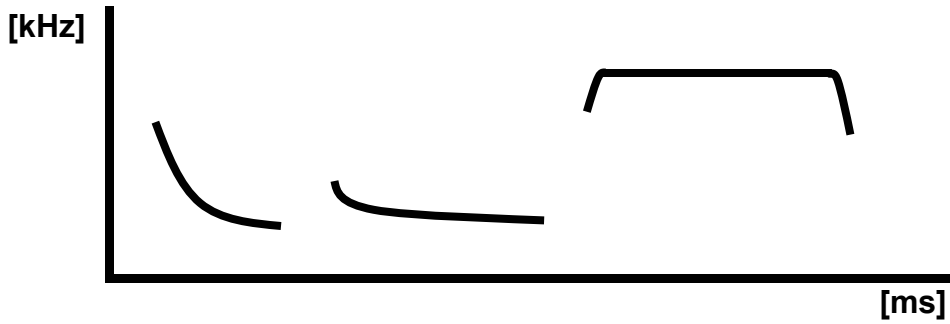
Abb. 6: Sonogramme mit zugehöriger Amplitude und Energieverteilung.

Der Bereich des Energiemaximums stellt die im Detektor hörbare beste Frequenz dar.

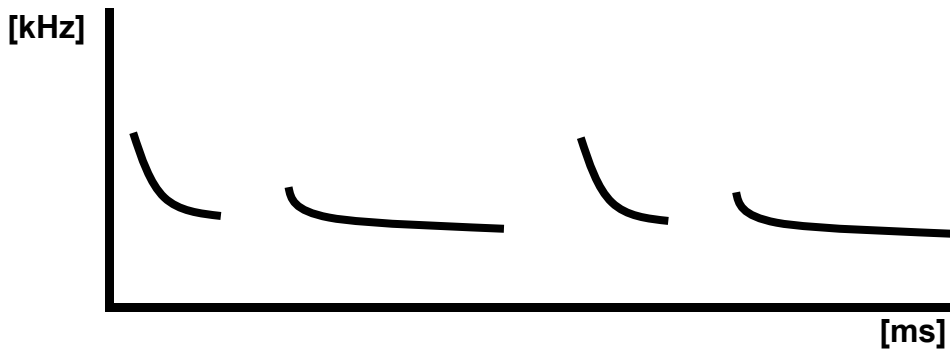
Die Reichweite des Schalls (die Lautstärke) ist abhängig von der Frequenz (um so höher die Frequenz ist, desto schneller wird der Schall geschluckt), der Temperatur und der Luftfeuchte (umso höher Temperatur und Luftfeuchtigkeit, desto schneller werden die Schallwellen absorbiert).

Die Lautstärke eines mit dem Batdetektor empfangenen Signals ist somit einerseits ein wichtiges Charakteristikum des Rufes der beobachteten Fledermausart (Abendseglerrufe haben z.B. den Schalldruck eines Preßlufthammers, Langohren sind meist schon in 10 Meter Entfernung nicht mehr zu hören), zum anderen aber auch ein Ergebnis von Ruffrequenz und Beobachtungsbedingungen (Wetter).

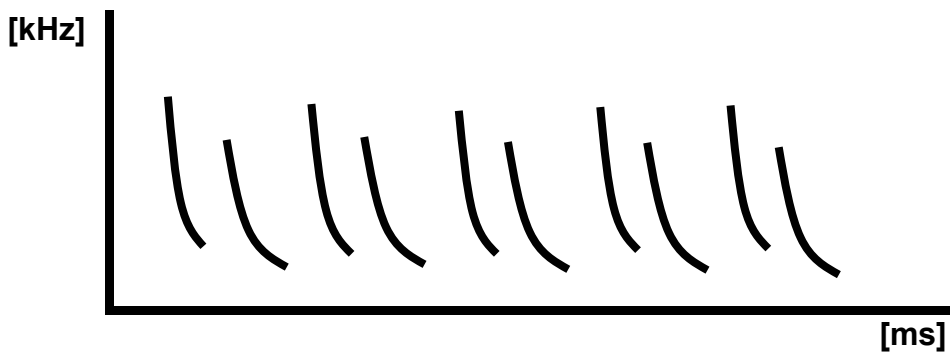
Alle Rufkennzeichen zusammen ergeben (meistens) einen charakteristischen Rhythmus, an dem man bei einiger Übung die verschiedenen Fledermausarten unterscheiden kann. Die Abb. 7 gibt einige Beispiele für sehr verschieden strukturierte Fledermausrufe.



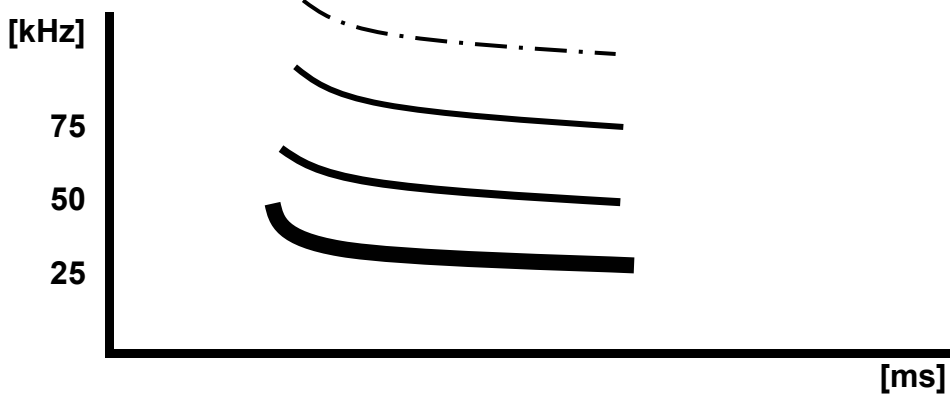
Hier ist ein Dopplereffekt deutlich wahrnehmbar!



Hier sind unterschiedliche Pulstypen wahrnehmbar



Hier sind unterschiedliche Pulstypen nicht oder kaum wahrnehmbar



Hier sind mehrere Harmonische feststellbar

Abb. 7: Sonagramme verschiedener Fledermausrufe.

Die Bestimmung fliegender Fledermäuse

Die einzelnen Fledermausarten sind an bestimmte Nischen angepaßt. Ihr Körperbau und ihr Jagdverhalten ergeben sich arttypisch aus dem jeweils bevorzugten Jagdhabitat.

Neben den Rufen der Fledermäuse lassen sich diese Merkmale (helles Mondlicht, das Licht von Straßenlaternen oder sonstige günstige Beobachtungsbedingungen vorausgesetzt) somit ebenfalls zur Bestimmung nutzen.

Besonders sollte man dabei auf die Größe der Fledermaus achten sowie auf die Form der Flügel (schmal oder breit, lang oder kurz) und der Schwanzflughaut. Bei sehr guter Sicht kann auch die Länge der Ohren als Merkmal herangezogen werden sowie der Kontrast zwischen Rücken- und Bauchfärbung.

Oft ist auch das Flugbild typisch (geradliniger oder zackiger Flug, flacher oder kräftiger Flügelschlag).

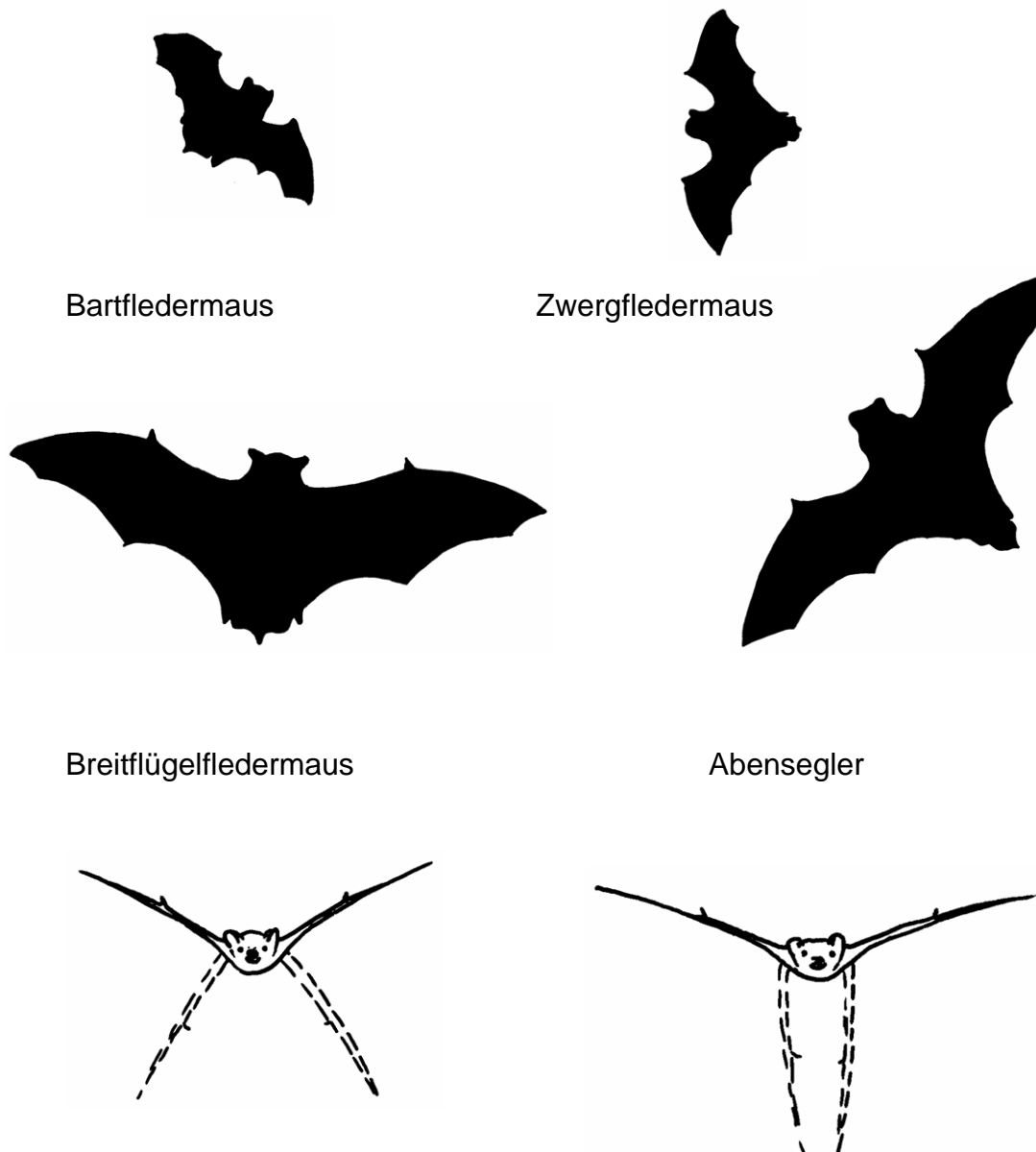


Abb. 8: Flugbilder von Abendsegler, Breitflügelfledermaus, Zwergfledermaus und Bartfledermaus.

Eine Übersicht auch über die wichtigsten Merkmale bei Sichtbeobachtungen für jede Fledermausart bietet der Artikel „[Kleine Übersicht über die Rufe unserer Fledermäuse](#)“.

Natürlich kann nicht jede vorbeifliegende Fledermaus eindeutig bestimmt werden. Oft ist eine Sichtbeobachtung nicht möglich und die Beobachtungszeit ist zu kurz oder die Fledermaus ist zu weit entfernt. Bei guten Beobachtungsbedingungen lässt sich jedoch fast jede einheimische Fledermausart im Feld bestimmen. Schwierig ist allerdings auch bei guten Beobachtungsbedingungen die Unterscheidung zwischen den verschiedenen Langohrarten sowie zwischen Großer und Kleiner Bartfledermaus.

Kompliziert wird es auch, wenn mehrere ähnliche Arten gemeinsam jagen oder wenn wir eine Fledermaus in eher ungewohnter Umgebung beobachten, z.B. eine Wasserfledermaus, die im Wald jagt. Hier kann sich der Ortungsruf plötzlich ganz anders anhören, als man es von dieser Art gewohnt ist. Man hüte sich daher vor Schnellschlüssen!

Für einen intensiveren Einstieg in die nicht ganz einfache Materie finden sich auf unserer [Literatur -Liste](#) einige empfehlenswerte Bücher und auch CDs mit Rufsammlungen.

Funktionsweise eines Fledermausdetektors

Um Fledermausrufe mit Hilfe eines Batdetektors bestimmen zu können, ist es wichtig, die Funktionsweise eines Batdetektors zu verstehen. Was wir hören, wenn wir ein Signal aus dem Batdetektor empfangen, ist nämlich nicht der Ruf der Fledermaus, sondern ein vom Batdetektor künstlich erzeugtes Signal.

Die heutzutage auf dem Markt befindlichen Batdetektoren lassen sich grob in drei verschiedene Typen einteilen, die unterschiedlich funktionieren: den Teiler- oder Dividerdetektor, den Mischer-, Überlagerungs- oder Heterodyndetektor und den Transientenrekorder oder Memorydetektor.

Der Teilerdetektor (Divider)

Ultraschallsignale werden durch einen Teiler um einen bestimmten Betrag (meist 1:10) herabgesetzt, indem nur ein Teil der Schwingungen (bei 1:10-Teiler jede zehnte) zur Auswertung kommt. Ein von der Fledermaus ausgesendeter Ruf von 40 kHz (für das menschliche Ohr unhörbar) wird in diesem Fall z.B. auf 4 kHz herabgesetzt, ein Ruf von 80 kHz auf 8 kHz usw.. Dabei werden die Signale in Rechtecksignale mit einheitlicher Amplitude verwandelt (Abb. 9).

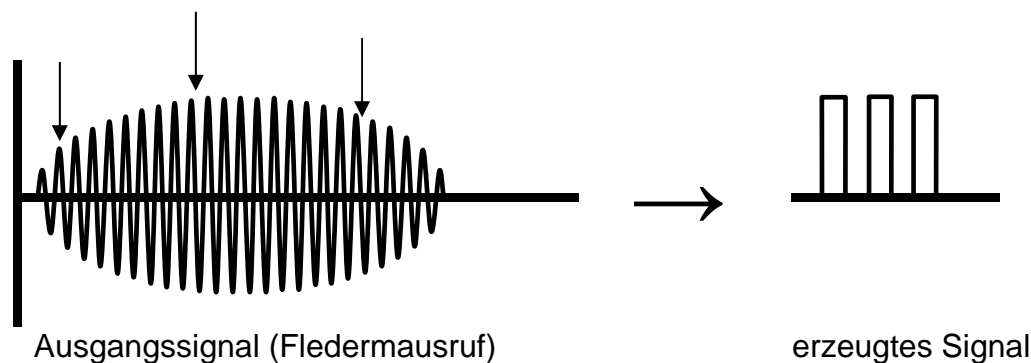


Abb. 9: Funktionsweise eines Teilerdetektors.

Die Vorteile:

- Die Rufe werden für das menschliche Ohr hörbar
- Es werden alle Rufe vorbeifliegender Fledermäuse registriert. Somit geht einem keine Fledermaus durch die Lappen.

Die Nachteile:

- Die erzeugten Signale erhalten kaum Informationen über die Ruffrequenz. Das menschliche Ohr ist zu langsam und ungenau, um einen Abfall eines Rufes von 7,5 kHz auf 2,3 kHz (Originalruf der Fledermaus: 75 kHz auf 23 kHz) innerhalb weniger Millisekunden auflösen zu können.
- Rufe können somit nur sehr schwer bis gar nicht einzelnen Arten zugeordnet werden.
- Die aufgenommenen Signale sind kaum zur Laborauswertung zu gebrauchen, da zu viele Informationen verloren gehen.

Trotz der genannten Nachteile sind im englischsprachigen Raum hauptsächlich Teilerdetektoren im Einsatz. Das bekannte Anabat-System arbeitet zum Beispiel nach diesem Prinzip.

Der Mischerdetektor (Heterodyn-Empfänger, Überlagerungsempfänger)

Bei einem Mischerdetektor wird ein von einem Oszillator erzeugtes Signal einer bestimmten Frequenz, die am Gerät mit Hilfe eines Drehknopfes eingestellt werden kann, dem eintreffenden Schall beigemischt. Dabei entsteht durch Überlagerung eine Differenzfrequenz, die in einem nur wenige kHz breiten Frequenzband über Lautsprecher hörbar wird.

In Abb. 10 wird dies verdeutlicht. Der Ruf der Fledermaus (schwarze Kurve) wird durch die vom Oszillator erzeugte Frequenz überlagert. Durch die Überlagerung ist die Differenz zwischen der eingestellten, vom Oszillator erzeugten Frequenz und dem Ruf zu hören (jeweils linke Grafik). Alle Rufanteile außerhalb des detektorspezifischen Frequenzbandes (in diesem Beispiel $2 \times 2,5$ kHz ober- und unterhalb der eingestellten Frequenz = 5 kHz) werden ausgeblendet. Übrig bleibt der in der Abbildung rot dargestellte Bereich. Da die Differenz natürlich positiv ist, ist kein Laut mit einer abfallenden Frequenz zu hören, sondern ein Signal, dessen Frequenz im ersten Bereich abfällt und im zweiten wieder ansteigt (jeweils rechte Grafik).

Wenn die am Detektor eingestellte Frequenz auf den fm-Anteil eines Rufes fällt (mittlere Reihe), wird die erzeugte zu hörende Kurve sehr kurz und steil, es ist nur noch ein trockenes Knacken zu hören.

Wenn die am Detektor eingestellte Frequenz auf den QCF-Anteil eines Rufes fällt (untere Reihe), wird die erzeugte zu hörende Kurve relativ lang und niedrig. Es ist ein deutlich tonales Signal zu hören. In dem Bereich, in dem der Fledermausruf die selbe Frequenz wie das Oszillatorsignal hat, löschen sich die beiden Signale durch die Überlagerung aus. Da aber in der Praxis auch reine CF-Fledermausrufe nie völlig konstantfrequent sind, ist immer ein Tonsignal wahrnehmbar.

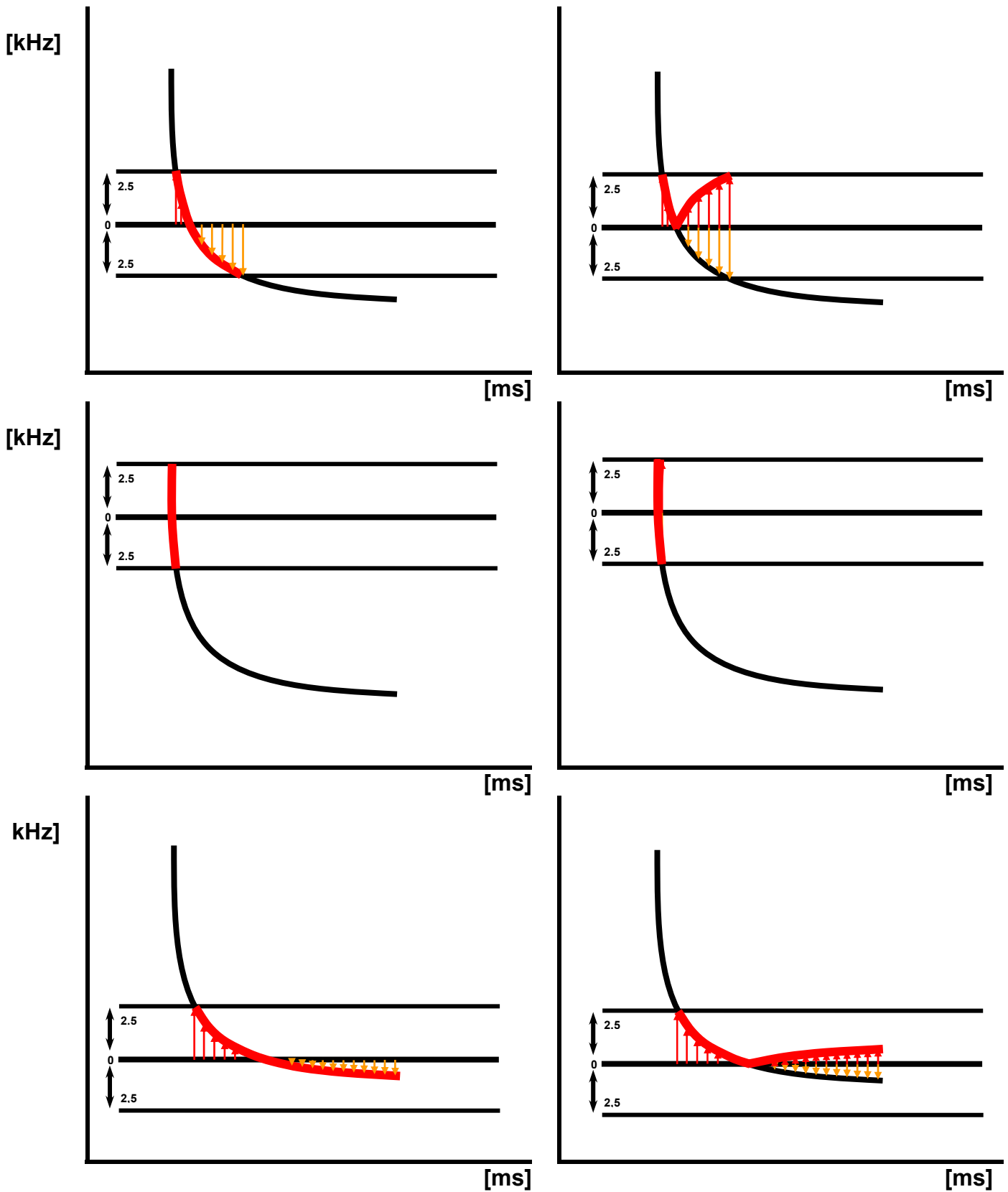


Abb. 10: Funktionsweise eines Mischerdetektors.

Die Vorteile:

- ✦ Es entstehen Rufe mit deutlich unterscheidbarer Klangfarbe.
- ✦ Mischerdetektoren haben durch das schmale Frequenzband eine viel höhere Genauigkeit als ein Teilerdetektor.
- ✦ Fledermäuse sind somit im Feld mit einem Mischerdetektor viel besser zu bestimmen als mit einem Teilerdetektor.

Die Nachteile:

- ✦ Fledermäuse ober- und unterhalb des schmalen Frequenzbandes des Teilerdetektors werden überhört. Sollten man gerade eine Zwergfledermaus belauschen, so dürfte ein direkt vorüberfliegender Abendsegler wohl nicht registriert werden.
- ✦ Die aufgenommenen Signale enthalten keine Frequenzinformationen und sind somit nicht zur Laborauswertung zu gebrauchen.

Einfachere Mischerdetektoren besitzen zum Einstellen der Frequenz einen Drehknopf mit einer auf dem Gerät aufgedruckten Skala. Dies bedingt eine gewisse Ungenauigkeit, da der frequenzerzeugende Oszillator temperaturabhängig ist und sich somit die eingestellte Frequenz unbemerkt verschieben kann, wenn die Nacht kälter wird. Bei den etwas teureren Detektoren mit einer Digitalanzeige kann dies nicht passieren. Hier wird immer die aktuell erzeugte Frequenz angezeigt.

Um zu vermeiden, dass man Fledermäuse bei Benutzung eines Mischerrekorders überhört, kann man im Feld ständig die Frequenzeinstellung nach oben und unten verstellen, um einen möglichst großen Bereich abzudecken. Günstig ist es auch, falls man zu mehreren unterwegs ist, wenn jeder einen unterschiedlichen Frequenzbereich abdeckt. Ideal ist es in diesem Fall, wenn einer der Teilnehmer einen Teilerdetektor hat.

Um die Vorteile von Mischer- und Teilerdetektor zu kombinieren, sind Detektormodelle auf dem Markt, die beide Prinzipien in einem Gerät vereinen. Solange man auf der Suche nach Fledermäusen ist, wird die Einstellung als Teilerdetektor verwendet. Sobald dann eine Fledermaus zu hören ist, wird auf Mischerbetrieb umgeschaltet, um eine Artbestimmung zu ermöglichen.

In Europa wird aufgrund der deutlichen Vorteile im Feld bevorzugt mit Mischerdetektoren gearbeitet. Da auch in Deutschland fast ausschließlich Mischerdetektoren zum Einsatz kommen, sind die Rufbeispiele dieses Artikels mit Mischerdetektoren aufgenommene Rufe.

Der Transientenrecorder (Memory Detektor)

Die Rufsignale der Fledermaus werden in einen digitalen Speicher eingelesen und von dort verlangsamt (z.B. 1:10) wieder ausgegeben. Sie können so auf Datenträgern (DAT-Recorder, MiniDisc-Recorder o.ä.) aufgezeichnet werden. Die aufgenommenen Signale behalten dabei alle Informationen. Das Prinzip ist vergleichbar mit einer Tonbandaufnahme, bei der das Band verlangsamt wieder abgespielt wird.

Die Vorteile:

- ✦ Die aufgenommenen Signale enthalten alle Informationen. Sie sind somit optimal zur Laborauswertung zu gebrauchen.

- ✦ Durch die Zeitdehnung werden Rufcharakteristika deutlich, die sonst vom menschlichen Ohr nicht wahrgenommen werden können.
- ✦ Die aufgenommenen Rufe können schon im Gelände wiedergegeben werden zur genaueren Bestimmung.

Der Nachteil:

- ✦ der Preis!

Verschiedene Batdetektor-Modelle

Hersteller	Modell	Typ	Preise	Bemerkung
CSE	CSE	Mischer	70,- €	für Kinder
Stag	Microbat	Mischer	95,- €	für Kinder
Batec	SSF	Mischer	135,- €	auch Selbstbausatz
Laar	TD 05	Mischer	150,- €	
Stag	Batbox III	Mischer	220,- €	sehr handlich
Petterssen	D 100	Mischer	240,- €	
Skye	SBR 1200	Mischer	350,- €	etwas unhandlich
QMC	Mini 3	Mischer	360,- €	handlich
Petterssen	D 200	Mischer	310,- €	Digitalanzeige
Stag	Bat Box Duet	Mischer + Teiler	450,- €	Digitalanzeige
Laar	PX 1	Mischer	460,- €	
Petterssen	D 220	Mischer + Stereo	525,- €	Produktion eingestellt
Petterssen	D 230	Mischer + Teiler	520,- €	Digitalanzeige
Laar	Explorer	Memory	830,- €	
Petterssen	D 240x	Mischer + Memory	1.460,- €	Digitalanzeige