

## **Rechtliches, Gewährleistung**

Die Software **bcAnalyse 2** wurde nach bestem Wissen und Gewissen erstellt und getestet, dennoch können Fehler auftreten. Bitte melden Sie solche direkt an [runkel@ecoobs.de](mailto:runkel@ecoobs.de) unter Angabe ihres Rechnersystems und der Aktion, die zum Fehler geführt hat.

Wir - die ecoObs GmbH - gewähren Ihnen eine Nutzungslizenz, die nicht zum Verkauf des Programms an Dritte berechtigt. Innerhalb der ersten 30 Tage beginnend mit der Installation des Programms können Sie alle Funktionen kostenlos testen. Nach Verstreichen dieses Zeitraumes ist eine Nutzung nur mittels einer von uns zugeteilten Lizenz möglich.

Wir übernehmen keine Haftung die durch Fehler in der Software zu Schäden an Ihrem Rechner oder zu materiellen oder immateriellen Folgeschäden oder Gewinnausfällen bei Projekten führen, die Sie mit bcAnalyse 2 bearbeiten.

## **Systemvoraussetzungen**

Die Software **bcAnalyse 2** ist für Apple Rechner mit dem Betriebssystem 10.6 oder neuer geschrieben und läuft auf Apple Macs mit Intel Prozessor. Empfohlen wird Mac OS X 10.7, ein Intel Core 2 Duo Mac mit Hauptspeicher von wenigstens 4 GB und ausreichend Festplattenplatz für die Speicherung von Tonaufnahmen.

## **Redaktion**

Verantwortlich für den Inhalt dieser Anleitung sind

Dr. Volker Runkel, ecoObs GmbH

Ulrich Marckmann, NycNoc GmbH

## Content

---

<b>Einführung</b>	<b>4</b>
Installation	4
Schnellstart	4
<b>Benutzeroberfläche von bcAnalyse 2</b>	<b>5</b>
<b>Grundlagen</b>	<b>6</b>
Definitionen	6
<b>Mit Dokumenten arbeiten</b>	<b>9</b>
Dateien öffnen	9
Datei-Browser	10
Zoomen und Markieren	11
Abspielen	11
Wellenform-Statistik	12
Spektrum	12
Sonagramm	13
Rufe/Signale automatisch finden und vermessen	16
Arten anzeigen / Rufinformationen	17
Rufliste	18
<b>Filter</b>	<b>20</b>
Allgemein	20
Dokument	20
Farben	22
Sonagramm	22
Rufe suchen	22
<b>Verschiedenes</b>	<b>23</b>
Lizenzierung	23
Updates	23

## Einführung

Vielen Dank, dass sie sich für **bcAnalyze** entschieden haben. Mit **bcAnalyze** haben sie ein Tonanalyse-Programm erworben, das speziell für die Analyse von Fledermaus-Echoortungsrufen entwickelt wurde. Es ist auf die Hard- und Softwarekomponenten des **batcorder-Systems** abgestimmt. Es lassen sich jedoch auch Aufnahmen anderer Systeme analysieren.

Der Schwerpunkt des Programms liegt auf der schnellen Darstellung und Analyse von Tondateien. Auf eine leicht und intuitiv bedienbare Benutzeroberfläche wurde Wert gelegt. Ein spezieller Algorithmus erlaubt es, tonale Ultraschallsignale sehr schnell zu finden, zu vermessen und diese Messwerte gesondert darzustellen. Es handelt sich hierbei um den selben Algorithmus, der auch von unserem Programm **bcAdmin** verwendet wird. Somit eignet sich **bcAnalyze** besonders, um Signale zu analysieren, Messwerte zu extrahieren und diese Werte mit den originalen Tondaten zu vergleichen. **bcAnalyze** richtet sich sowohl an Anfänger der Signalanalyse, die ohne besonderes Vorwissen dennoch sinnvoll Ultraschallsignale auswerten wollen, als auch an Profis, die ein schnelles und exaktes Werkzeug benötigen.

---

## Installation

Die Systemvoraussetzungen für **bcAnalyze** sind ein regulärer Apple Computer (Intel) mit dem Betriebssystem 10.6 oder neuer. Weiterhin empfehlen wir mindestens 4 GB an Hauptspeicher. Das Programm wird in einem ZIP-Archiv verbreitet und kann einfach in den Programme Ordner kopiert werden.

---

## Schnellstart

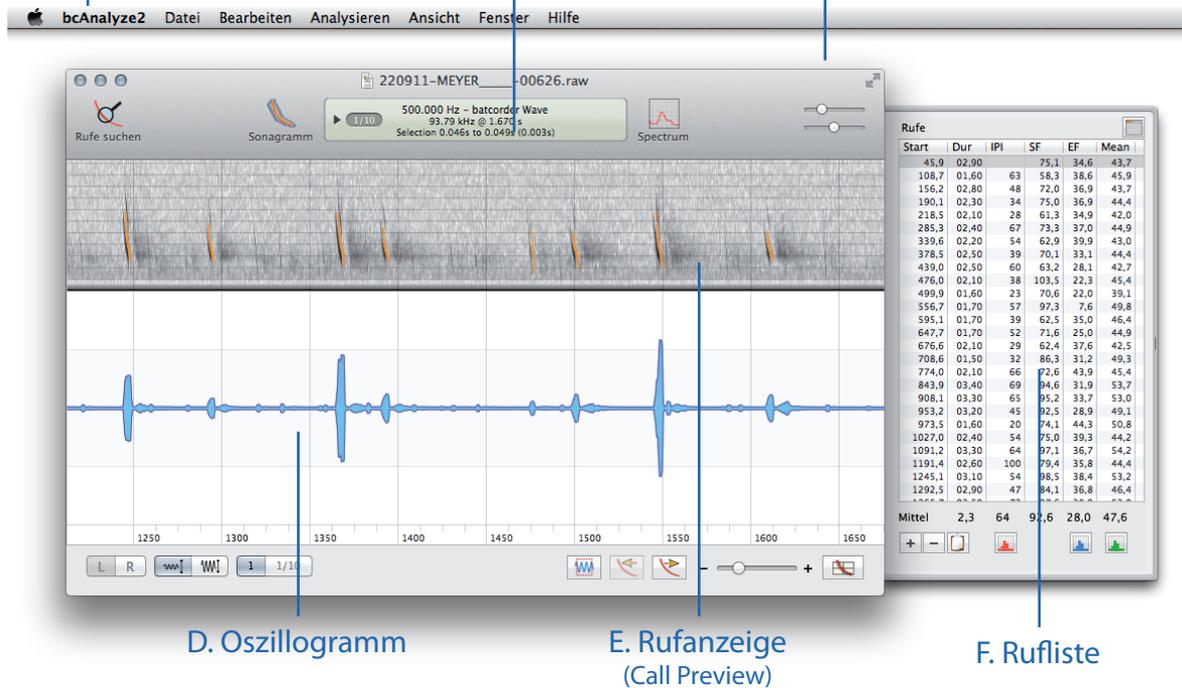
**bcAnalyze** ist wie übliche Programme zur Tonanalyse aufgebaut. Als erfahrener Anwender sollten Sie sich daher sehr schnell in **bcAnalyze** zurecht finden. Bei Doppelklick auf .raw Dateien im Finder öffnet sich bcAnalyze automatisch. Ansonsten können Sie **bcAnalyze** im Programme-Ordner Ihres Rechners finden und dort durch Doppelklick starten. Nach dem Öffnen einer Tondatei, wird diese als Oszillogramm (Wellenform) dargestellt. Sind bereits mit **bcAdmin** Rufe vermessen und in einer .bcCalls (oder .data) gespeichert worden, werden diese zusätzlich zum Oszillogramm dargestellt. Nach Treffen einer Auswahl mit der Maus können Sie ein Spektrum oder ein Sonagramm des gewählten Abschnittes erstellen. Sind Rufe gefunden worden, können Sie diese schnell mit der Tab-Taste ansteuern, **Q+R** erstellt ein Sonagramm des markierten Rufs. Weitere Funktionen entnehmen Sie bitte den folgenden Kapiteln.

## Benutzeroberfläche von bcAnalyze 2

A. Menüleiste

B. Toolbar

C. Dokumentfenster



D. Oszillogramm

E. Rufanzeige  
(Call Preview)

F. Rufliste

A: Menüleiste: Über die Menüleiste sind alle Funktionen von bcAnalyze erreichbar

B: Toolbar: Die Symbolleiste erlaubt den schnellen Zugriff auf wichtige Befehle

C: Dokumentfenster: Hier wird die Tondatei angezeigt

D: Oszillogramm: Die Wellenformdarstellung der Aufnahme

E: Rufanzeige: Die Rufanzeige und ein Überblickssonogramm

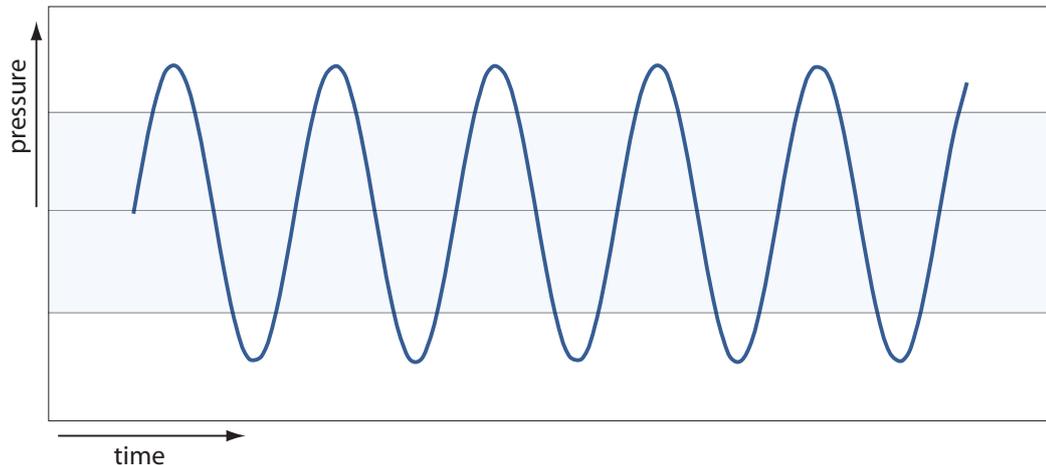
F: Rufliste: Liste gefundener Rufe mit wichtigen Werten

## Grundlagen

### Definitionen

#### Schall

Schall ist eine Luftdruckschwankung, die sich wellenförmig mit einer Geschwindigkeit von ca. 340 m/s ausbreitet. Bei Schwankungen in einer einzigen Frequenz spricht man von einem Ton. Bildet man die Luftdruckschwankung eines reinen Tons über der Zeit ab, ergibt sich ein Sinus. Man spricht bei einer solchen Auftragung von einer Wellenformdarstellung des Schalls oder auch einem Oszillogramm.



#### Frequenz

Die Frequenz des Schalls ist die Zahl der Schwingungen pro Sekunde, angegeben in „Hertz“ [Hz]. Man unterscheidet je nach Schwingungsfrequenz Infraschall (unter 16 Hz), Hörschall (16 Hz bis 20 kHz, für Menschen hörbarer Schall) und Ultraschall (20 kHz bis 1 GHz). Im Unterschied zu einem Ton, setzen sich Geräusche aus vielen Frequenzen zusammen, die auch starken zeitlichen Änderungen unterliegen. Ein Klang ist, wie ein Ton, ein periodisches Signal, besteht aber aus mehreren Tönen (Frequenzen) gleichzeitig.

#### Mikrofon

Ein Drucksensor (Mikrofon) nimmt die Schalldruckänderungen auf und setzt sie in einen elektrischen Puls um. Im optimalen Fall, wenn das Mikrofon den Druck völlig linear umsetzt, ergibt sich aus der Darstellung der Spannung am Mikrofonausgang über die Zeit wieder die oben abgebildete Wellenform. Es handelt sich hierbei noch immer um ein analoges (stufenloses Signal). Für die digitale Speicherung, muss dieses Signal in diskreten Zeit- und Amplitudenstufen ausgelesen und diese Werte gespeichert werden.

#### Abtastrate

Die so genannte Samplerate oder Abtastfrequenz gibt vor, in welchen Zeitabständen das Signal ausgelesen werden soll. Die Abtastfrequenz muss dabei deutlich höher sein als die die Frequenzen, die aufgezeichnet werden sollen. Das Nyquist-Shannonsche Abtasttheorem betrifft die getreue digitale Wiedergabe eines akustischen Signals und besagt, dass die Anzahl Samples eines Signals mindestens das Zweifache von dessen maximaler analoger Frequenz betragen muss. Zum

Beispiel wird eine Audio-CD wird mit einer Samplerate von 44,1 kHz eingelesen, um die von Menschen hörbaren Frequenzen von ca. 50 Hz bis ca. 20 kHz speichern zu können. Da Fledermausrufe Frequenzen von 125 kHz und mehr aufweisen können, sollte die Samplerate mindestens 250 kHz betragen. Wir empfehlen - auch im Hinblick auf die automatische Analyse mit bcAnalyse - eine Abtastrate von 500 kHz zu verwenden.

### Amplitudenauflösung

Die Bittiefe oder Amplitudenauflösung kennzeichnet die Anzahl möglicher Werte der Amplitude bei der Digitalisierung. Hierbei gilt, dass bei einer Bittiefe von N genau  $2^N$  Werte zur Verfügung stehen; bei 16 Bit entspricht das 65536 Stufen. Je höher die Bittiefe, desto besser die Amplitudenauflösung. Bei digitalem Audio wird jedes Sample in der Regel mit mindestens 16 Bit Auflösung digitalisiert, was einer theoretischen Dynamik von 96 dB entspricht. Für die sinnvolle Analyse von Ultraschallsignalen empfehlen wir eine Amplitudenauflösung von 16 Bit nicht zu unterschreiten.

### Lautstärkepegel, Übersteuerung

Häufig wird in der Akustik der Lautstärkepegel nicht linear (Druck in Pascal oder Spannung in Volt) sondern logarithmisch in Dezibel (dB) angegeben. Diese Angabe beschreibt ein im dekadischen Logarithmus angegebenes Verhältnis zweier Pegel. Positive Werte geben eine Verstärkung, negative eine Dämpfung an. Es handelt sich also um keine absolute Maßeinheit, sondern lediglich um ein Verhältnis ohne Dimension. Häufig werden Dezibel-Angaben auf genormte Referenzwerte bezogen. Die Angabe dB SPL bezieht sich auf die menschliche Hörschwelle (bei 1 kHz) und gibt an, um wie viel lauter ein Signal im Verhältnis zu ihr ist. Durch diese Maßeinheit lassen sich die großen Spannen zwischen laut und leise durch übersichtliche Werte ausdrücken. Wenn etwa zwischen zwei Signalen 80 Dezibel liegen, dann entspricht das einem Spannungsverhältnis von 1:10.000. Als Faustformel kann man wie folgt rechnen: eine Verdopplung des Schalldruckpegel bzw. der Spannung ergibt 6 dB, eine Verzehnfachung ergibt 20 dB Unterschied.

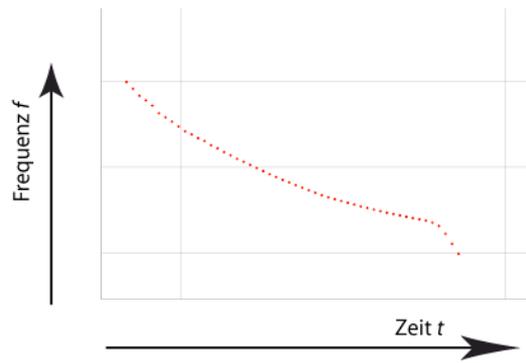
Ist das analoge Signal lauter als der Eingangsbereich des Digitalisierungsbausteins (AD-Konverter), spricht man von einer Übersteuerung. Der eigentliche Sinus des Signals wird hierdurch gekappt, und somit verfälscht. Auch analoge Verstärker können bei zu lautem Signal keine lineare Verstärkung erzielen (Verzerrung), auch hier wird von einer Übersteuerung gesprochen. Bei Frequenzanalysen entstehen so falsche Frequenzen.

### Frequenzanalyse

Für die Analyse von Schallsignalen stehen zahlreiche Methoden zur Verfügung. Die einfachste, und auch recht einfach durchführbare Analyse von Tönen, ist die Nulldurchgangsanalyse, mit der ein Periodogramm erstellt wird. Diese Methode ermittelt, wie viele Schwingungen pro Sekunde vorliegen, und berechnet daraus eine Frequenz. Aus vielen aufeinander folgenden Messungen kann so für ein tonales Signal ein Frequenz-Zeitverlauf erstellt werden (siehe Abbildung). Sind in einem Signal verschiedene Frequenzen enthalten, ist die gebräuchlichste Methode die Fourier-Transformation. Sie zerlegt ein periodisches Signal in seine einzelnen Frequenzbestandteile. Da sie sehr aufwendig ist, wird meist die vereinfachte Fast

Fourier Transformation (FFT) genutzt. Diese Methode wird auch von bcAnalyse zur Berechnung von Spektren und Sonogrammen herangezogen.

Während ein Spektrum die Amplitudenanteile der verschiedenen Frequenzklassen eines Signals wieder gibt, stellt ein Sonogramm auch die zeitliche Abfolge der Frequenzanteile über die Zeit dar.

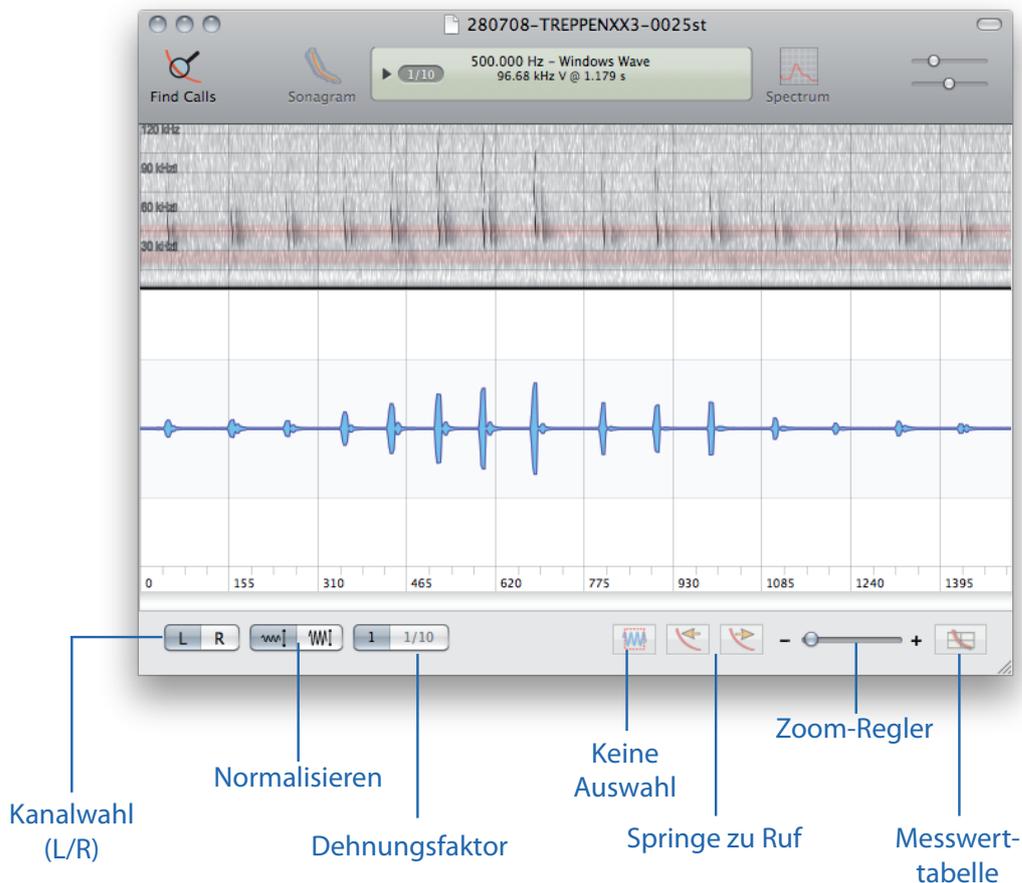


## Mit Dokumenten arbeiten

### Dateien öffnen

Mittels der Funktionen **Öffnen** und **Benutzte Dokumente** aus dem **Datei**-Menü können Dateien geöffnet werden. Unterstützt werden Aufnahmen in den Formaten WAVE, AIFF, MP3 und „batcorder“ Dateien (RAW Format). RAW Dateien werden standardmäßig mit den Einstellungen 500 kHz und 16 Bit interpretiert. Bei Dateien mit geringer Samplerate (< 192 kHz) nimmt **bcAnalyze** zeitgedehnte Daten an (Dehnungsfaktor kann in den Voreinstellungen geändert werden).

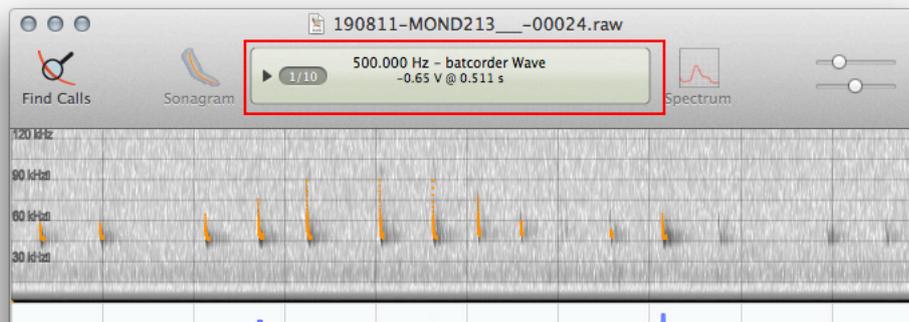
Die geöffnete Datei wird als Wellenform angezeigt. Die Höhe der dargestellten Schwingungen ist hierbei linear zur Lautstärke (in Volt). Erreichen die Ausschläge des Tons den oberen Rand, ist das Signal übersteuert. Zusätzlich wird ein Sonagramm mit geringer zeitlicher Auflösung erstellt und direkt über der Wellenform dargestellt. Sind in einer Audiodatei zwei Tonspuren enthalten (Stereo), kann man jeweils einen Kanal für die Anzeige wählen.



Links unterhalb der Wellenform liegt die Schaltfläche für die Kanalwahl (Links/Rechts). Daneben die Möglichkeit zu Normalisieren, mit der die Darstellung des Oszillogramms normalisiert werden kann. Die Wellenform wird hierbei so angepasst, dass der lauteste Ausschlag im dargestellten Bereich die gesamte Fensterhöhe einnimmt. Der dritte Schalter ermöglicht die Wechsel zwischen Gedeht/

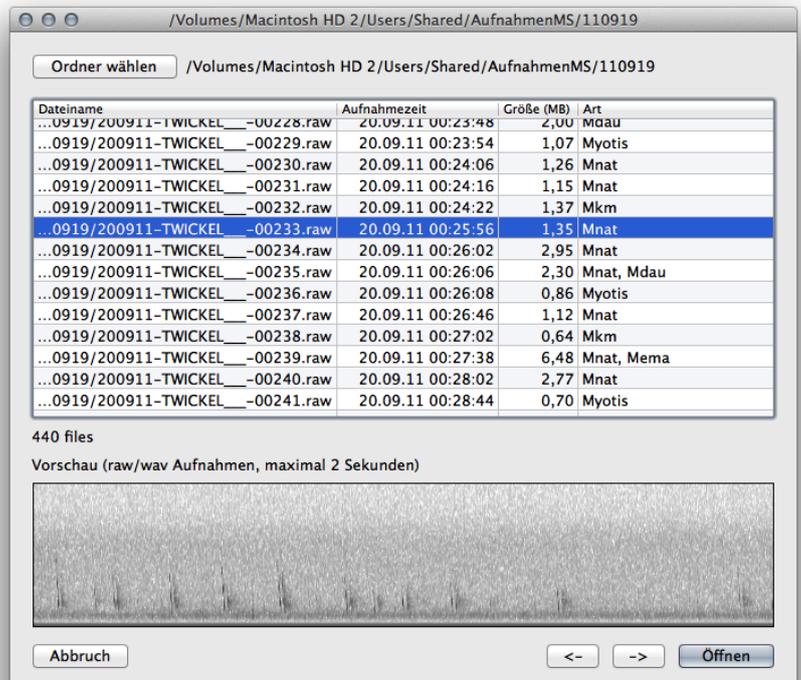
Ungedehnt (nur verfügbar bei Aufnahmen mit < 192 kHz Abtastrate). Die Beschriftung und Unterteilung der Zeitachse erfolgt in der Einheit Millisekunden; Tausend Millisekunden entsprechen einer Sekunde. Existieren zu einer Datei schon Messwerte zu Rufen, werden diese automatisch in der Rufanzeige oberhalb der Tonspur angezeigt.

Bewegt man den Cursor über das Oszillogramm, kann im Infobereich des Fensters der Amplitudenwert in Volt und der Zeitwert in Millisekunden an der aktuellen Cursorposition abgelesen werden (siehe Abbildung unten).



## Datei-Browser

Der Datei-Browser erlaubt es, den Inhalt ganzer Ordner schnell zu überblicken. Nach Auswahl eines Ordners wird eine Liste aller Tondateien (raw, wav, ...) erstellt und angezeigt. Wird eine Datei ausgewählt (raw bzw. wav), wird von dieser eine Vorschau (maximal erste 2 Sekunden) als Sonagramm angezeigt. Die Datei kann durch Doppelklick geöffnet werden. Die Pfeile erlauben das Öffnen der nächsten bzw. vorherigen Aufnahme. Der Datei-Browser wird auch gestartet, sobald ein Ordner auf das Programmsymbol gezogen wird. Für das Prüfen/Laden aller Dokumente im Datei-Browser, kann auch bei geöffnetem Dokument mittels **cmd+←/→** zur vorherigen/nächsten Aufnahme in der Dateiliste gesprungen werden.

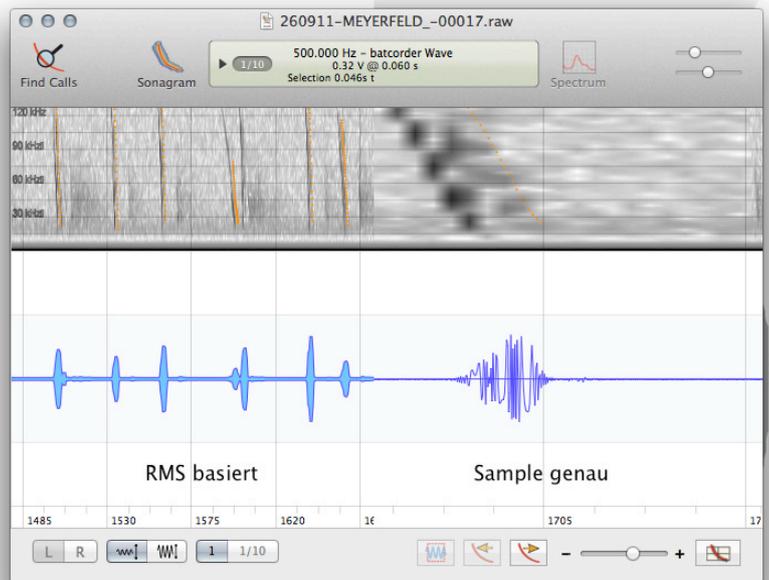


## Zoomen und Markieren

### Zoomen

Nach dem Laden einer Datei, wird das Tonsignal vollständig als Oszillogramm angezeigt. Rechts unten befindet sich ein alternativer Zoom-Regler. Durch Verschieben des Reglerknopfes kann die Vergrößerung stufenlos eingestellt werden. Zusätzlich kann mittels der Tasten +/- die Vergrößerung geändert werden. Ab einer gewissen Zoomstufe wird jeder Sample in der Wellenform dargestellt (Sample-genaue Darstellung). Bis zum Erreichen dieser Zoom-Stufe wird eine Annäherung genutzt, um das Zeichnen zu beschleunigen. Diese basiert auf den maximalen

RMS Werten kleiner, sich überlappender Fenster, die durch das Tonsignal geschoben werden. Die negativen Druckwerte entstehen durch einfache Spiegelung der positiven Maxima. Dadurch können Eigenschaften wie Rauschen oder Offset nur mit der Sample-genauen Darstellung untersucht werden (siehe Abbildung).



### Markieren

Im Oszillogramm kann mit dem Cursor eine rote Markierung aufgezogen werden. Dieser Bereich legt ein Tonstück für die weitere Bearbeitung (Sonagramm, Spektrum, ...) fest. Start- und Endpunkt sowie Dauer des markierten Bereiches werden im Infobereich im Fensterkopf gezeigt. Der Auswahlbereich kann auch über das Menü **Bearbeiten** -> **Selektion ändern** manuell eingegeben werden. Es werden jeweils die Samplewerte und die Zeit in Sekunden angezeigt. Im **Bearbeiten**-Menü können mittels der Funktionen **Alles auswählen** und **Markierung aufheben** die gesamte Tonspur markiert bzw. die Markierung aufgehoben werden. Um die Markierung zurückzusetzen, steht weiterhin die Schaltfläche Auswahl aufheben unten im Fenster zur Verfügung.

Häufig bereitet es Schwierigkeiten, ein bereits markiertes Stück wieder zu finden, wenn man eine starke Vergrößerung eingestellt hat. bcAnalyze bietet hierfür die Funktion **Gehe zur Auswahl** im **Bearbeiten**-Menü. Hierdurch kann das Fenster zum markierten Stück bewegt werden. In den Voreinstellungen kann gewählt werden, ob beim Zoomen ein Markierungsrahmen oder der aktuelle Ausschnitt als Bezug für die Fixierung gelten soll.

### Abspielen

bcAnalyze 2 erlaubt das Abspielen von zeitgedehnten Aufnahmen in Echtzeit und von Echtzeitaufnahmen als 10-fach gedehnten Ton. Ist eine Auswahl vorhanden,

wird diese abgespielt, ansonsten wird die gesamte Aufnahme abgespielt. Die Wiedergabe starten Sie mittels der Leertaste oder über das Datei-Menü. Wahlweise können Sie auch den Play-Knopf in der Infoanzeige in der Toolbar nutzen.

## Signale analysieren

### Wellenform-Statistik

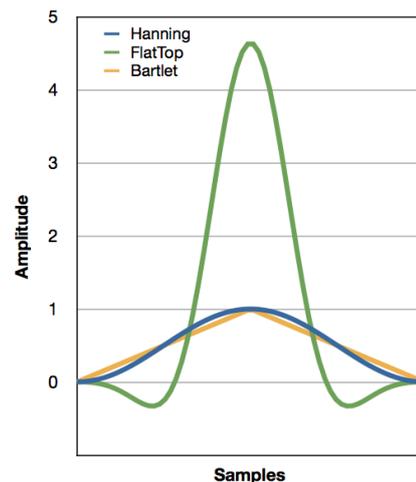
Eine einfache Wellenformstatistik kann über **Analyse** -> **Wellenformstatistik** angezeigt werden. Für einen markierten Bereich wird der DC Offset (Versatz von der Nulllinie) und die maximal gefundenen Amplituden der positiven (Max.) und negativen (Min.) Halbwellen linear in Prozent sowie in dB angezeigt. Normiert sind diese Angaben auf einen Sinuston mit voller Amplitude (maximal ausgesteuert). Im Feld Mittlerer RMS wird zusätzlich der Effektivwert der Lautstärke, also die durchschnittliche Lautstärke des Signals angegeben.

Das Feld RMS Fenster erlaubt die Änderung der Fenstergröße, über die der RMS-Wert und der DC-Offset berechnet werden. Dieses Fenster sollte maximal so groß wie das zu untersuchende Signalstück sein. Ist das Fenster kleiner, werden die Werte mit mehreren, nicht überlappenden Fenstern berechnet. Die Werte können über die Schaltfläche RMS berechnen aktualisiert werden.

### Spektrum

Das Frequenzspektrum wird mit Hilfe einer Fourier-Transformation bestimmt und zeigt die Amplitudenverteilung der Frequenzen eines Signals. **bcAnalyse** nutzt hierfür den Algorithmus der schnellen Fourier-Transformation (englisch fast fourier transform, daher meist FFT abgekürzt). Das Spektrum enthält keinerlei Zeitinformation. Ein Spektrum wird in der Regel über ein einzelnes Fenster (Ausschnitt der analysierten Abtastwerte) berechnet. Das Spektrum ist sehr akkurat hinsichtlich der Frequenzanalyse.

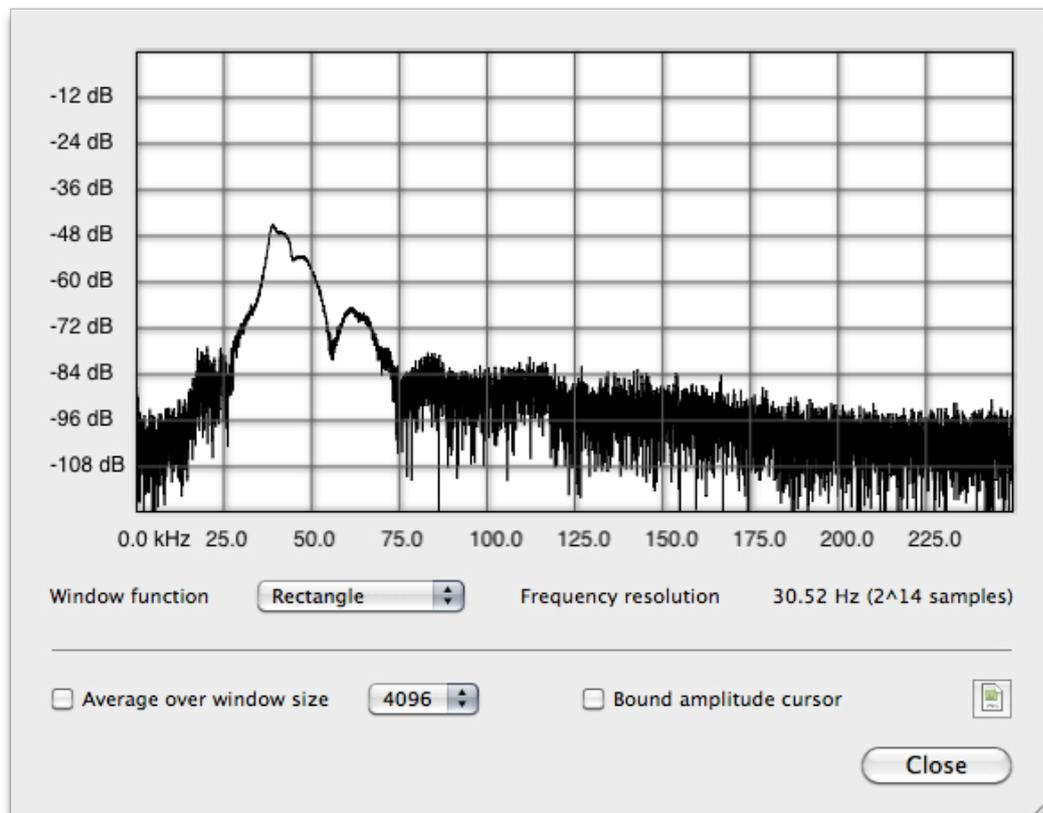
Die Fensterfunktion des Spektrums legt fest, mit welcher Gewichtung die Abtastwerte innerhalb dieses Ausschnitts (Fenster) in die FFT-Berechnung eingehen. Es stehen verschiedene Fensterfunktionen zur Verfügung (zum Beispiel Rechteck, Hanning, Flat Top); diese unterscheiden sich hauptsächlich darin, wie stark die Werte an den Rändern des Ausschnittes berücksichtigt werden. Für ein Spektrum sollte ein Rechteckfenster gewählt werden. Hierdurch werden alle Samplewerte im Ausschnitt gleich bewertet. Je größer das Fenster ist, desto höher ist auch die Frequenzauflösung.



Eine Berechnung ist nur mit Fenstern möglich, die eine Größe von  $2^N$  Samples haben ( $N$  ganzzahlig). Um dennoch beliebige Ausschnitte zu analysieren, fügt bc-Analyse symmetrisch Nullen am Anfang und Ende des ausgewählten Bereichs ein, bis eine Länge von  $2^N$  Samples erreicht ist (*zero padding*).

## Durchführung

Zur Berechnung des Spektrums wird zunächst ein Stück der Tonspur markiert. Dieses sollte nicht zu lang sein, da dann die Berechnung aufwendiger wird. Wir empfehlen kein Spektrum über mehr als  $2^{22}$  (= 4194304) Samples zu berechnen. Dies würde bei einer Abtastrate von 500 kHz ca. 8 Sekunden Aufnahmezeit entsprechen. Wählen Sie danach die Schaltfläche Spektrum oder die Funktion Spektrum im Analyse-Menü. Es erscheint nun ein Fenster mit dem berechnetem Spektrum.



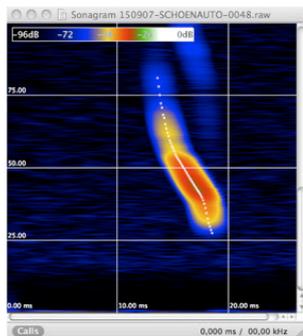
Der Graph zeigt in logarithmischer Auftragung die Amplitudenanteile der Frequenzen. Die Fenstergröße, über die das Spektrum berechnet wurde, sowie die daraus resultierende Frequenzauflösung wird rechts unterhalb des Spektrums angezeigt. Die verwendete Fensterfunktion ist als Auswahllistenfensterfunktion rechts unten zu finden. Fährt man mit dem Cursor über das Fenster, erscheint ein harmonischer Cursor als rote bzw. grüne Linien, der dem Mauszeiger folgt. Es wird außerdem Frequenz sowie Amplitude an der Cursorposition angezeigt. Ein Rechtsklick auf dem Fenster lässt ein Kontextmenü erscheinen. So ist es möglich, das Spektrum als Bild (verschiedene Formate) oder als Textdatei zu speichern. Auch eine Glättung, die einen gleitenden Durchschnitt über eine einstellbare Anzahl an Frequenzklassen berechnet, ist möglich.

## Sonogramm

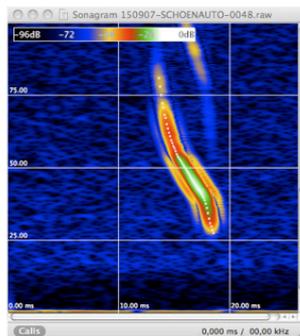
Ein Sonogramm wird aus vielen Spektren über kurze Zeitabschnitte zusammengesetzt, und ist eine zweidimensionale Darstellung der Frequenz über der Zeit.

Die Amplitude der Frequenzen wird hierbei farblich codiert. Im Gegensatz zum Spektrum wählt man als Fensterfunktion nicht das Rectangle-Fenster, da es bei kurzen Fenstern zu unliebsamen Kanteneffekten führt (Sidelobes; picket fences). Die verschiedenen Fensterfunktionen, die in bcAnalyze zu Verfügung stehen, haben unterschiedliche Vor- und Nachteile. Generell kann man sagen, dass Fensterfunktionen, die die Frequenzen akkurat wiedergeben, dazu neigen, den zeitlichen Verlauf „verschmiert“ darzustellen und umgekehrt.

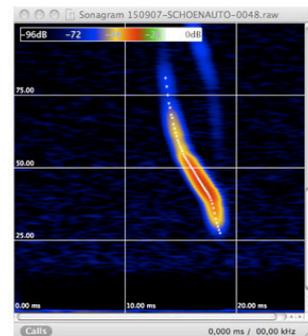
Optimale Fenster zur genauen Frequenzwiedergabe z.B. für konstantfrequente (constant frequency = cf) Signale sind das Hanning- und das Hamming-Fenster. Für zeitlich stark frequenzmodulierte (frequency modulated = fm) Signale eignet sich das FlatTop-Fenster. Als allgemein geeignetes Standardfenster empfehlen wir das 7th term Harris Fenster. Im Folgenden sind Sonagramme abgebildet, die mit verschiedenen Fensterfunktionen berechnet wurden.



Hanning-Fenster



FlatTop-Fenster



7th term Harris Fenster

Die Frequenz- und Zeitauflösung eines Sonagramms wird von verschiedenen Parametern beeinflusst. Diese Einstellungen können über die Voreinstellungen und im Sonagramm Fenster selbst geändert werden.

Der Parameter FFT Größe legt die Größe des FFT-Analysefensters in Samples fest. Je größer der Wert gewählt wird, desto höher ist die Frequenzauflösung und die resultierende Abbildung. Der Wert Überlapp in % bestimmt, mit welcher Überlappung der Fenster das Sonagramm errechnet werden soll. Je höher dieser Wert ist, desto genauer wird die zeitliche Auflösung; das Sonagramm wird breiter.

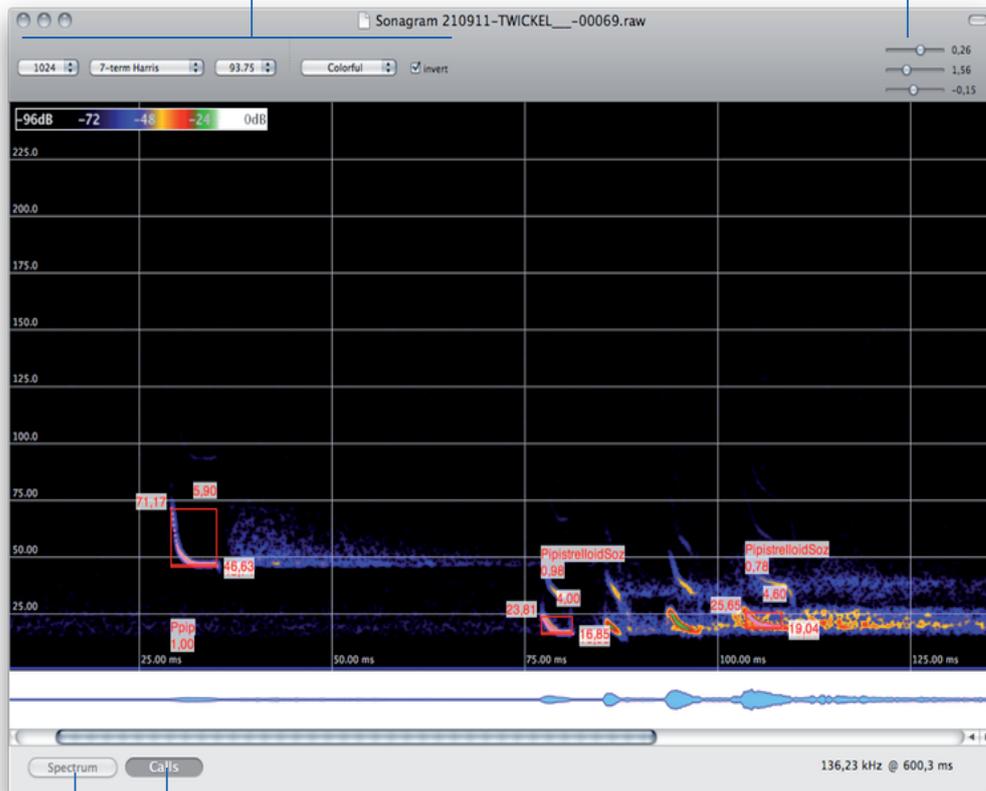
Das Erscheinungsbild des Sonagramms kann mittels verschiedener Funktionen modifiziert werden. Über dem Sonagramm stehen dazu verschiedene Einstellungen bereit. So kann zum Beispiel der Farbstil des Sonagramms festgelegt. Es stehen die Stile Graustufen, Feuer und Bunt zur Verfügung. Über die Schaltfläche Invertiert kann das Sonagramm auch in invertierten Farben angezeigt werden. Die Schieberegler gain, range und smooth dienen zur weiteren Anpassung der farblichen Repräsentation der Amplitudenwerte. So können der Kontrast und der Farbbereich modifiziert werden. Eine Farbrampe in der oberen linken Ecke des Sonagramms zeigt die resultierende farbliche Codierung der Amplitudenwerte an.

Fährt man mit dem Cursor über den Bildbereich, werden rechts unterhalb des Sonagramms die Zeit und Frequenz an der Cursorposition angegeben. Mit gedrückter linker Maustaste kann auch von der Cursorposition ein Markierungsrahmen aufgezogen werden. Oberhalb dieses transparenten Rahmens werden der

Startzeitpunkt und die Länge, sowie die obere und untere Frequenz der Markierung angezeigt. So können schnell Start-/Endfrequenz und die Länge eines Fledermausrufs ermittelt werden.

Sonogramm FFT Einstellungen

Sonogramm Bild Einstellungen



Spektrum  
der Auswahl

Messwerte  
zeigen

Im Bild sind Werte der automatischen Vermessung im Abstand von 0,1 ms als rosa Punkte im Sonogramm eingetragen. Die Darstellung dieser Punkte ist über die Schaltfläche **Rufe** wählbar. Mehr zur automatischen Rufsuche finden Sie im folgenden Abschnitt. Mittels Rechtsklick auf das Sonogramm erhalten Sie ein Menü mit weiteren Optionen. Sie können hier die eingebelendete dB Skala ausblenden. Außerdem lässt sich die Anzeige weiterer Informationen je Ruf aktivieren oder deaktivieren (im Bild oben ist diese aktiviert). Zusätzlich kann der sichtbare Bereich oder das gesamte Sonogramm als Grafik gespeichert werden.

### Rufe/Signale automatisch finden und vermessen

Das Programm bcAnalyse beinhaltet einen einzigartigen und bewährten Algorithmus zum automatischen Finden und Vermessen von Ultraschallsignalen. Diese Funktion wurde für unser Programm bcAdmin entwickelt und wird dort zur vollautomatischen Messwertextraktion bei Fledermausrufen verwendet.

Je Ruf werden in 0,1 ms Abständen die Frequenzwerte über die gesamte Signallänge ermittelt. Diese Rufverlaufsdaten zeigt bcAnalyse in der Rufvorschau an. Mit diesem Verfahren kann eine Datei sehr schnell nach vorhandenen Signalen gescannt werden, ohne dass eine zeitaufwendige, manuelle Durchsicht mittels Sonagrammen erforderlich ist.

### Das Verfahren und dessen Voraussetzungen

Das Verfahren zur automatischen Ruferkennung und -vermessung basiert auf einer komplexen Form der Nulldurchgangsanalyse mit mehreren aufeinander folgenden Arbeitsschritten. Zuerst wird grob analysiert, ob überhaupt Signale einer bestimmten Lautstärke in der Tonspur enthalten sind. Dies soll verhindern, dass zu leise Signale analysiert werden, deren Vermessung nicht mehr sinnvoll möglich ist. Dann erfolgt eine genauere Analyse. Anhand verschiedener Parameter wird festgestellt, ob es sich um Fledermausrufe bzw. rufähnliche Signale handelt. Störgeräusche (z.B. Heuschrecken) und auch Echos von Signalen, werden zum größten Teil erkannt und nicht vermessen. Danach erfolgt die endgültige Vermessung. Hierzu werden zuerst der genaue Start- und Endpunkt des Signals bestimmt und danach der Frequenz-Zeitverlauf in 100µs-Schritten interpoliert. Hierbei werden auch kleine Lücken im Signal übersprungen.

Damit das Verfahren fehlerfrei arbeitet, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein:

- Das Signal muss Frequenzanteile im Ultraschall enthalten (> 14 kHz).
- Es muss sich um ein tonales Signal mit einer deutlich betonten Hauptfrequenz handeln. Bei Signalen mit harmonischen Schwingungen muss die Grundschwingung oder eine der Harmonischen deutlich lauter als die anderen sein.
- Das Signal muss eine Mindestlänge von 1,5 Millisekunden (über Voreinstellung veränderbar) aufweisen.
- Überlappen gleichlaute Signale (z.B. zwei Rufe oder ein Ruf und ein lautes Echo) kann der Überlappungsbereich nicht vermessen werden.
- Die Amplitude des Signals muss mindestens -36 dB erreichen (Schwelle ist einstellbar).
- Das Grundrauschen der Aufnahme sollte nicht zu hoch sein. Aufnahmen mit dem batcorder eignen sich hier optimal. Auch dürfen starke Hintergrundgeräusche das Signal nicht maskieren.

Einige Parameter zur automatischen Ruferkennung und -vermessung sind genau wie im Programm bcAdmin modifizierbar. In den Voreinstellungen kann man unter dem Punkt **Rufe Suchen** die Schwelle für Lautstärke (dB in Relation zu Vollaussteuerung) und Qualität anpassen. Weitere Einstellungen können hier ebenso verändert werden. Rufe, die leiser sind als die eingestellte Lautstärkeschwelle, werden nicht vermessen. Mittels des Kriteriums **Qualität** wird untersucht, ob es

sich um Fledermausrufe oder sonstige Signale handelt. Wir empfehlen den voreingestellten Wert von 20 zu verwenden. Höhere Werte lassen den Rufsucher auch schlechtere (z.B. verrauschte) Signale finden und vermessen. Bei niedrigeren Werten werden mehr Fledermausrufe, die qualitativ nicht optimal sind, ausgesondert.

Werden batcorder-Aufnahmen analysiert, sollte die Lautstärkeschwelle sich an der Schwelle orientieren, die am Gerät für der Aufnahme eingestellt war. Wir empfehlen sowohl beim batcorder als auch in bcAnalyse eine Schwelle von -24 dB zu wählen, da nur gut ausgesteuerte Rufe optimal vermessen und bestimmt werden können. Die gewählte Schwelle kann im **Ansicht-Menü** unter dem Punkt **Analyse** **sesschwelle anzeigen** als Linie im Oszillogramm eingefügt werden.

### Arbeiten mit der automatischen Rufanalyse

Die Tonspur kann über die **Rufe suchen** Funktion im **Analyse**-Menü oder der Symbolleiste automatisch nach rufähnlichen Signalen durchsucht werden, oder eine bestehende, vom Programm bcAdmin erstellte Datei mit Signalverläufen kann geladen werden. Solche Dateien haben den selben Namen wie die zugehörige Tondatei jedoch mit der Endung „.bcCalls“ (bei bcAdmin 1 „.data“). Liegt eine solche Signalverlaufsdatei zusammen mit der Tondatei im selben Ordner, werden die gefundenen Rufe automatisch in die Rufvorschau geladen. Beispiel einer batcorder Tondatei (RAW-Format) und der dazugehörigen Signalverlaufsdatei:

```
250508-ZWEIM2XXXX-0004.raw
250508-ZWEIM2XXXX-0004.bcCalls
```

Die Funktion **Analyse - Rufe suchen** speichert die gefunden Rufverläufe nicht automatisch als Signalverlaufsdatei, sondern hält diese nur temporär vor. Soll eine *bcCalls-Datei* gespeichert werden, muss dies im Menü **Analyse** durch Auswahl des Punktes **Rufe speichern** geschehen. Sollen diese Rufverläufe später von bc-Analyse automatisch gefunden und verwendet werden, muss die Datei im selben Ordner und unter dem selben Namen wie die Tondatei gespeichert werden.

Sind Signalverläufe vorhanden, erscheint die **Rufvorschau** über dem Oszillogramm. In der Rufliste erscheinen die Rufe mit den gemessenen Startzeitpunkten, Längen, Start- bzw. Endfrequenzen und der Mittelfrequenz (gemessen im Spektrum).

---

### Arten anzeigen / Rufinformationen

Wurden bereits Artzuweisungen mit batIdent vorgenommen, stehen bcAnalyse weitere Informationen zur Darstellung je Ruf bereit. So können über Ansicht - Arten anzeigen je Ruf die gefundene Art unter dem Ruf

Wenn in den Voreinstellungen aktiviert, können Rufinfos zu jedem gefunden Ruf in einem kleinen Fenster über dem Oszillogramm eingeblendet werden. Dazu muss die Maus über den gefunden Ruf im Oszillogramm bewegt werden. Ein Cursor mit ausgestrecktem Zeigefinger zeigt an, dass der Ruf getroffen wurde. Durch Klick öffnet sich das Fenster.

## Rufliste

Die Rufliste kann mittels des Knopfs rechts unten im Dokumentfenster geöffnet/geschlossen werden. Sie beinhaltet alle automatisch gefunden Rufe sowie manuell hinzugefügte. Dargestellt werden die wichtigsten Parameter der Rufe. Das sind

Start	Dur	IPI	SF	EF	Mean
46,1	06,30		61,4	45,1	45,5
241,1	05,70	195	59,5	46,4	45,9
511,8	07,00	270	69,1	47,2	46,3
600,7	05,30	89	66,6	46,2	46,4
685,7	04,80	85	62,4	47,0	46,8
773,6	04,70	88	63,4	47,8	46,5
860,7	04,90	87	76,0	47,9	46,9
950,2	05,20	90	71,4	45,8	46,6
1040,9	03,70	90	64,3	44,9	47,6
1129,5	02,30	89	47,3	46,3	45,9
1208,1	01,50	79	73,7	50,4	52,7
1373,8	04,40	165	59,5	46,8	46,5

Avg. 4,7 111 64,6 46,8 47,0

Buttons: + (Add), - (Remove), [Clipboard] (Export), [Histograms] (Histograms)

Annotations:

- Ansichtswechsel (View toggle)
- Ruftabelle mit Startzeit, Dauer, Interval, Start-, Endfrequenz und Hauptfrequenz (Call table)
- Hinzufügen/Löschen von Rufen (Add/Remove calls)
- Export in die Zwischenablage (Export to clipboard)
- Histogramme einzelner Parameter (Individual parameter histograms)

Startzeitpunkt, Rufintervall, Rufdauer, Start-, End- und Mittelfrequenz (ermittelt per FFT). Die Werte lassen sich in die Zwischenablage kopieren, ebenso können Histogramme der Intervalle, End- und Mittelfrequenzen angezeigt werden. Die Rufliste kann wahlweise als Auszug des Hauptfensters (Standard) oder als eigenständiges Fenster angezeigt werden. Zwischen den beiden Ansichten kann mittels des Knops rechts oben über der Rufliste gewechselt werden.

## Manuelles Hinzufügen

Basierend auf der bestehenden Auswahl können Rufe auch manuell zur Rufliste hinzugefügt werden, falls sie nicht automatisch gefunden wurden. Das beste Vorgehen ist dabei, den gewünschten Ruf so exakt wie möglich im Oszillogramm auszuwählen. Dann kann der Ruf über den + Knopf im Ruffenster oder über **Analyse - Ruf aus Selektion** zur Rufliste hinzugefügt werden. Ist in den Voreinstellung der Frequenzeditor beim manuellen Hinzufügen aktiviert, so kann in einem Sonagramm die Startfrequenz

Find Calls dialog box showing spectrogram selection parameters:

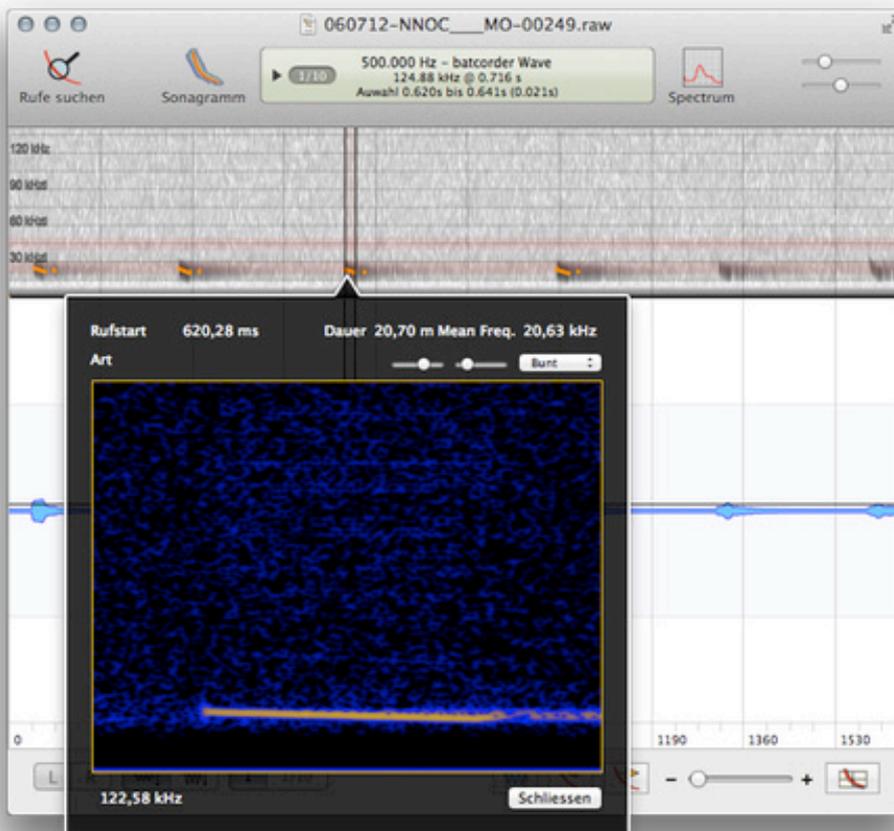
- Start frequency: 69,3 kHz
- End frequency: 45,4 kHz
- Frequency at cursor: 45,4 kHz

Buttons: Cancel, Add call

(Linksklick) und die Endfrequenz (Rechtsklick) bestimmt werden. Der Ruf wird in der Rufübersicht über dem Oszillogramm nicht dargestellt, sondern erscheint nur in der Rufliste.

### Schnelles Sonagramm

Wurden Rufe gefunden, können Sie sich ein schnelles Sonagramm jedes gefundenen Rufes anzeigen lassen, ohne dafür die Sonagramm-Funktion zu verwenden. Bewegen Sie dazu die Maus im Oszillogramm über einen gefundenen Ruf (gegebenfalls müssen Sie etwas einzoomen), es erscheint dann ein Hand-Cursor. Wenn Sie nun Klicken, öffnet sich ein kleines PopUp-Fenster mit einem Sonagramm des Rufes. Dieses ist meist ausreichend für eine Bestimmung und Sie können dabei den Kontext des Rufes in der Ruffolge im Hintergrund sehen. Wechseln Sie nun mit Tab oder Shift+Tab durch die gefundenen Rufe, bleibt dieses fenster geöffnet und zeigt den neu gewählten Ruf an.



## Filter

Mit bcAnalyse 2 können Sie Audiodaten filtern und bearbeiten. Dazu steht im Menü **Bearbeiten** -> **Filter** eine Liste an Audiofiltern zur Verfügung, die auf Ihrem System installiert sind. Nach Auswahl und Anpassung des Filters wird die gesamte Tondatei mit dem Filter verändert.

## Voreinstellungen

Das Verhalten von bcAnalyse lässt sich durch Anpassungen der Voreinstellungen beeinflussen. Die Voreinstellungen sind getrennt nach Bereichen und wirken sich auf das Programm, auf das Arbeiten mit Dokumenten und die Rufanalyse aus. Es bestehen die folgenden Möglichkeiten das Programm anzupassen.

---

## Allgemein

### Frequenz-Editor beim Hinzufügen von Rufen

Wird ein Ruf nach manueller Auswahl der Rufliste hinzugefügt, kann mit dieser Option gewählt werden, dass Start- und Endfrequenz des Rufs mit gewählt wird.

### Zeitdehnungsfaktor

Hiermit wird der Zeitdehnungsfaktor für das Arbeiten mit Aufnahmen von Zeitdehnergeräten festgelegt. Der eingestellte Wert wird für alle neu geöffneten Dokumente verwendet.

### Export-Ordner

Hier wird gewählt, welcher Ordner beim Export von Daten vorgeschlagen wird. Es kann der Benutzerordner, das Arbeitsverzeichnis (Speicherort der Tondatei) und ein frei wählbarer Ordner gesetzt werden. Im letzten Falle muss dann ein Ordner ausgewählt werden.

### Rufliste in eigenem Fenster

Mit dieser Option wird gewählt, ob die Rufliste als eigenes Fenster oder als „Fach“ des Dokumentenfensters angezeigt wird. Die Darstellung kann auch mit dem Knopf rechts oben in der Rufliste geändert werden.

### Inaktives Fenster leicht transparent

Mit dieser Option wird gewählt, dass inaktive Dokumente eine leichte Transparenz erhalten.

### Aktives Dokument beim Wechseln über Datei-Browser schliessen

Ist diese Option aktiviert, wird das geöffnete Dokument beim Öffnen der nächsten Datei aus der Liste des Datei-Browsers geschlossen.

---

## Dokument

### Zeige Hauptfrequenz für die Auswahl

Während eine Auswahl im Dokument vorhanden ist, wird im Info-Bereich des Fensters die Hauptfrequenz, ermittelt durch eine FFT, angezeigt.

### Amplitudenschwelle der Rufsuche zeigen

Blendet die aktuell gewählte Schwelle, ab der Rufe gefunden werden, ein.

### Auswahl zentrieren

Diese Option regelt, ob beim Zoomen die vorhandene Auswahl im Fenster zentriert wird.

### Sonagramm-Überblick - Bildfilter aktivieren

Ist diese Option aktiviert, können Kontrast und Helligkeit des Sonagramms über der Wellendarstellung angepasst werden. Hierfür stehen dann zwei Schieberegler im Dokumentenfenster bereit.

### Sonagramm-Überblick - Frequenzmarken anzeigen

Es besteht die Möglichkeit zwei Marken anzuzeigen, die für Fledermausrufe wichtige Frequenzbereiche hinterlegen.

### Sonagramm-Überblick - Frequenzachse zeigen

Zeigt im Sonagramm-Überblick eine Frequenzachse.

### Sonagramm-Überblick - Beschriftung einblenden

Blendet die Achsenbeschriftung ein.

### Sonagramm-Überblick - Sonagramm-Dehnung

Hier kann die Dehnung der Frequenzachse gewählt werden. Bei höherer Dehnung werden höhere Frequenzen ausgeblendet und die restlichen Frequenzen können besser dargestellt werden.

### Automatisch ersten Ruf markieren

Sind Rufe zu einer Datei vorhanden bzw. werden Rufe gesucht, wird der erste Ruf automatisch markiert.

### Rufinfo im Sonagramm durch Shift+Klick

Ist diese Option aktiviert, kann bei gefundenen Rufen mittels Shift+Klick ein Infofenster zum Ruf eingeblendet werden.

### Arten je Ruf im Oszillogramm zeigen

Zeigt je Ruf unter dem Oszillogramm die Art, falls die Datei mit batIdent untersucht wurde.

---

## Farben

Hier können die Farben für verschiedene Anzeigen des Programms gewählt werden.

---

## Sonagramm

Hier können Einstellungen gewählt werden, die bei der Erstellung neuer Sonagramme standardmässig verwendet werden. Dazu gehören FFT-Fenster-Größe, Fenster-Typ, die Überlappung der Fenster, aber auch Farbeinstellungen. Außerdem kann hier festgelegt werden, ob zu gefundenen Rufen Infos im Sonagramm eingeblendet werden.

---

## Rufe suchen

Der in bcAnalyse implementierte Algorithmus zum Suchen von Rufen in einer Aufnahme kann angepasst werden. Neben der Amplitudenschwelle, die Rufe erreichen müssen, kann hier die nötige Qualität für einen gültigen Ruf eingestellt werden. Niedrigere Werte bedeuten, der Ruf benötigt eine hohe Qualität, um erkannt zu werden. Weiterhin lassen sich die minimale Ruflänge und der minimale Abstand zweier Rufe anpassen, um Rufe als gültig zu erkennen.

## Verschiedenes

---

### Lizenzierung

Das Programm läuft für 30 Tage ohne Lizenzschlüssel. Wird es weiterhin benutzt, ist ein Lizenzschlüssel nötig. Dieser kann käuflich bei der ecoObs GmbH erworben werden. Sie erhalten dann eine auf Ihren Namen zugelassene Seriennummer und den Schlüssel zum Freischalten. Diese müssen Sie im Lizenz-Dialog eintragen.

### Updates

Es sind regelmäßig kostenlose Updates von bcAnalyze verfügbar. Diese sind über die Funktion **Nach Updates suchen...** im **bcAnalyze**-Menü abrufbar und werden, falls eine neue Version vorliegt, installiert. Die Suche nach neuen Updates kann man auch automatisch durchführen lassen. Dies ist in den **Voreinstellungen** unter dem Menü **Update** wählbar.