

# Anleitung zur Kalibrierung der akustischen Fledermausmonitoring-Systeme mit Elektretmikrofon



Beim akustischen Fledermausmonitoring ist es wünschenswert, vergleichbare und reproduzierbare Ergebnisse bezüglich der detektierten Aktivitätsmuster zu erreichen. Dazu ist es notwendig, die Schwellwerte und sonstigen Einstellungen der RECORDER-Software einheitlich einzustellen.

Da die Empfindlichkeit der Mikrofone sowohl zwischen verschiedenen Exemplaren als auch bei einzelnen Exemplaren in Folge von Alterungsprozessen abweichen kann und bei den Aufnahmegeräten mit stufenlos einstellbarer Verstärkung zunächst keine exakt definierte Einstellung möglich ist, ist es wünschenswert, die gesamte Signalkette vom Mikrofon bis zum Schwellwert in der RECORDER-Software in wiederholbarer Weise zu kalibrieren bzw. zu testen.

Eine solche Kalibrierung kann mit dem Bat monitoring calibration kit (Bestellnummer 60110) durchgeführt werden. Das Kit beinhaltet folgende Komponenten:

- Testsignalgeber (102dB/189mV) mit 3.5mm Klinkenbuchse zum Anschluss an einen LINE- oder Kopfhörerausgang eines Audiowiedergabegerätes
- Führungshülse zur Aufnahme des Testsignalgebers und des zu kalibrierenden Mikrofons
- PCM-Recorder TASCAM DR-05 (Abtastrate 96 kHz) zum Abspielen der Referenzsignale
- WAV-Dateien mit verschiedenen Referenzsignalen

Weiterhin kann es sinnvoll sein, das Aufnahmesystem auch bei Abwesenheit von realen Fledermäusen mittels dieses Werkzeugs auf seine Funktionstüchtigkeit hin zu testen.

## Vorbereitung

Zunächst müssen die Referenzsignaldateien vom Avisoft Bioacoustics Softwareinstallationsmedium (Verzeichnis BatMonCalibration) in den Speicher des PCM-Recorders geladen werden (beim Kit #60110 wurden diese bereits entsprechend kopiert).

Um eine definierte Wiedergabelautstärke zu garantieren, sollte die Lautstärke des PCM-Recorders auf Maximum gestellt werden (Taste „+“ solange drücken, bis der Anzeigebalken vollständig ausgefüllt ist):



Im Menü (Taste „Menü“) sollte unter „PLAY SETTING“ > „REPEAT“ die Option „1 REPEAT“ oder eventuell „SINGLE“ gewählt werden („ALL REPEAT“ sollte vermieden werden, um einer Verwechslung der verschiedenen auf der SD-Karte vorhandenen Dateien vorzubeugen).

Der Signalgeber muss dann über den 3,5mm-Klinkenstecker mit dem Recorder verbunden werden:



Das zu kalibrierende Mikrofon als auch der Signalgeber wird dann in die mitgelieferte Führungshülse eingeführt, wobei ein direkter Kontakt zwischen den beiden Teilen hergestellt werden sollte:



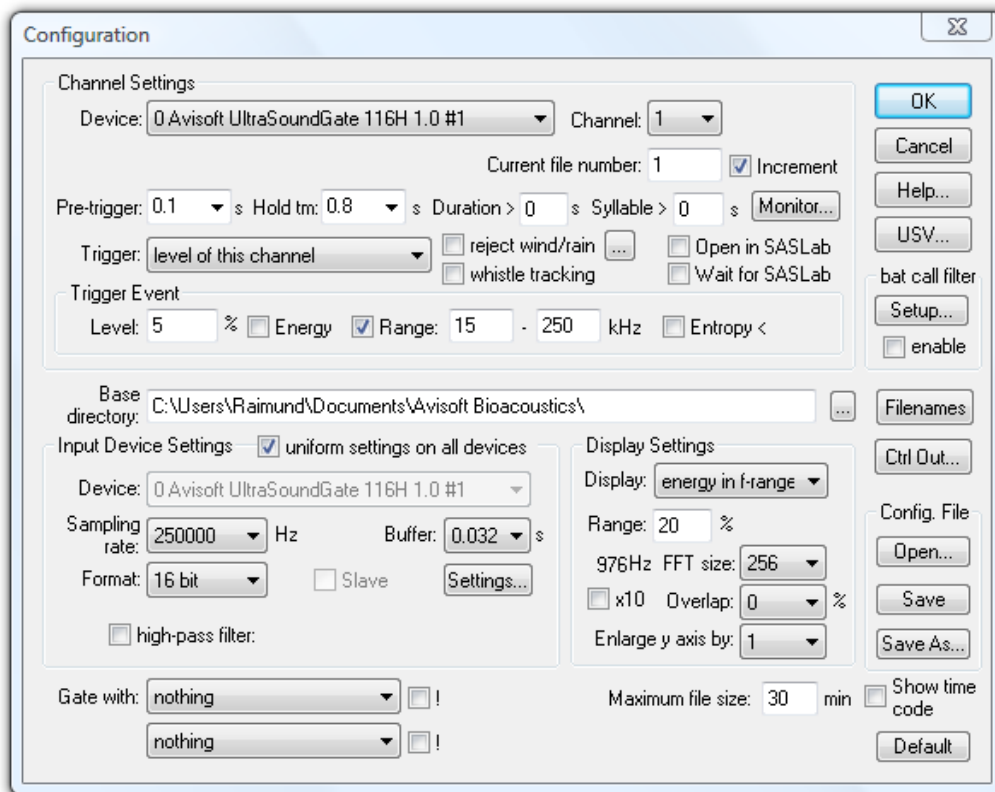
Um eine mögliche Beschädigung des Mikrofons zu vermeiden, sollte es beim Einführen in die Hülse nicht gedreht werden, da dies eventuell dessen Verschraubung lösen könnte.

## Durchführung der Kalibrierung

Nach erfolgter Vorbereitung muss die Referenzdatei **noise15-45kHz -46dBFS.wav** über die Tasten **<<** und **>>** ausgewählt werden. Die Wiedergabe wird anschließend über die Play-Taste **>** gestartet.

Die eigentliche Kalibrierung sollte dann in der RECORDER-Software wie folgt vorgenommen werden:

1. Zunächst sollte die Software über den Menüpunkt **Options/Configuration...** für das Fledermausmonitoring konfiguriert werden. Sinnvolle Voreinstellungen können auch über die Menüpunkte **Options/Configuration management/Presets/Bat monitoring xxxx** abgerufen werden.

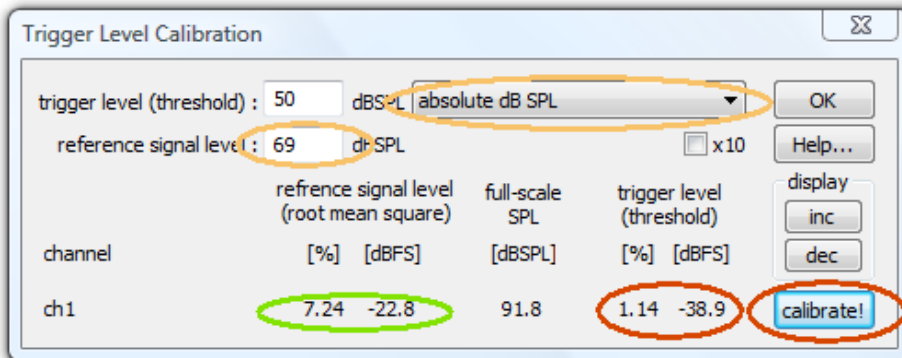


Um während der Kalibrierungsphase sowohl den Pegel des Referenzsignals als auch den Trigger-Level visuell zu überwachen, sollte weiterhin im Abschnitt „**Display Settings**“ vorübergehend die Option „**energy in f-range**“ aktiviert werden.

Die Option „**Energy**“ im Abschnitt „**Trigger Event**“ sollte für das Fledermausmonitoring grundsätzlich **nicht** aktiviert werden. Um eventuelle Fehler bei der Berechnung des Effektivwertes zu vermeiden, sollte darauf geachtet werden, dass während der Kalibrierung kein Gleichspannungsoffset vorhanden ist (dieser wäre in der Oszillogramm-Ansicht sichtbar). Beim USG wird dieser durch die Option „Enable automatic DC offset compensation“ bei den „Advanced USGH Device Settings“ entfernt. Andernfalls könnte auch temporär der „high-pass filter“ im Abschnitt „Input Device Settings“ aktiviert werden, der ebenfalls einen eventuell vorhandenen Offset beseitigen würde.

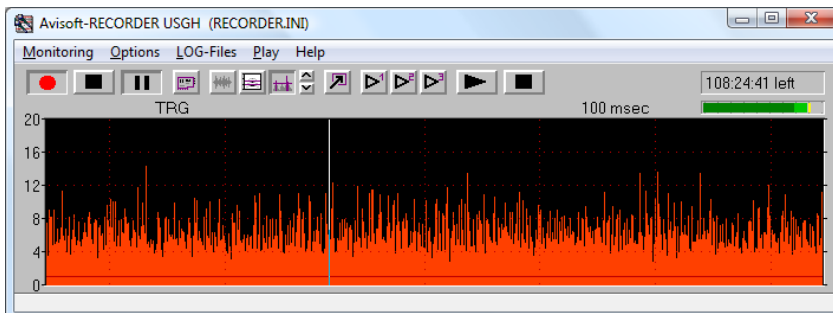
2. Sofern die Verstärkung der Aufnahmehardware verändert werden kann (z.B. beim E-MU USB-Audiointerface oder dem Avisoft-UltraSoundGate 116Hbm), sollte diese auf einen sinnvollen Wert (beim USG etwa auf die 12 Uhr-Position) eingestellt werden (diese Einstellung hat direkten Einfluss auf die Kalibrierung!).
3. Anschließend kann das Kalibrierungs-Softwarewerkzeug über den Menüpunkt **Monitoring/Trigger level calibration...** gestartet werden.
4. Im Eingabefeld „**reference signal level**“ muss zunächst der Schallpegel des Referenzsignals eingetragen werden. Die Voreinstellung von 60 dB SPL entspricht dem Pegel, den die Datei **noise15-45kHz -46dBFS.wav** auf dem TASCAM DR-05 im Zusammenhang mit dem Avisoft-Kalibrier-Kit erzeugt. Um eine direkte Kalibrierung in dB SPL zu ermöglichen, muss weiterhin in der Auswahlbox am oberen Rand die Option „**absolute dB SPL**“ ausgewählt werden (ist

normalerweise bereits voreingestellt, unten in **gelb** markiert). Anschließend kann im Feld „**trigger level (threshold)**“ der gewünschte Trigger-Schwellwert in dB SPL eingegeben werden (Voreinstellung: 50 dB SPL):

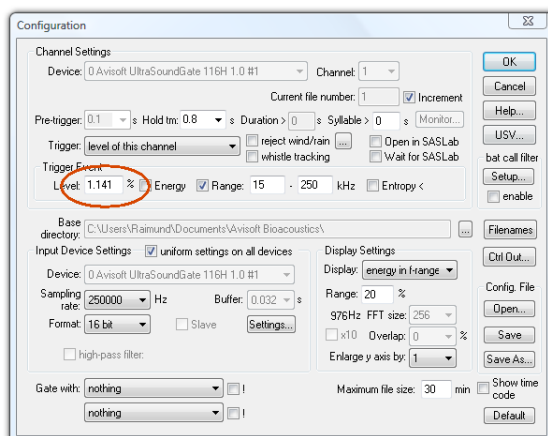


Nach einer Einstellzeit von etwa 5 Sekunden sollte sich die Echtzeitanzeige des gemessenen Effektivwertes des Referenzsignals (oben in **grün** markiert) auf einen nahezu konstant bleibenden Wert eingestellt haben. Wenn dies der Fall ist, kann die eigentliche Kalibrierung durch Anklicken der Schaltfläche **calibrate!** erfolgen. Im Ergebnis wird der trigger level (oben **rot** markiert) des jeweiligen Kanals aktualisiert (bei einem 1-Kanalsystem gibt es natürlich nur einen einzigen Trigger-Level).

Während der Kalibrierung sollte auch der Pegel des Referenzsignals in der Echtzeitanzeige beobachtet werden (der Anzeigebereich kann über die Schaltflächen **inc** und **dec** angepasst werden), um so eventuelle Probleme, wie z.B. Übersteuerungen erkennen zu können:



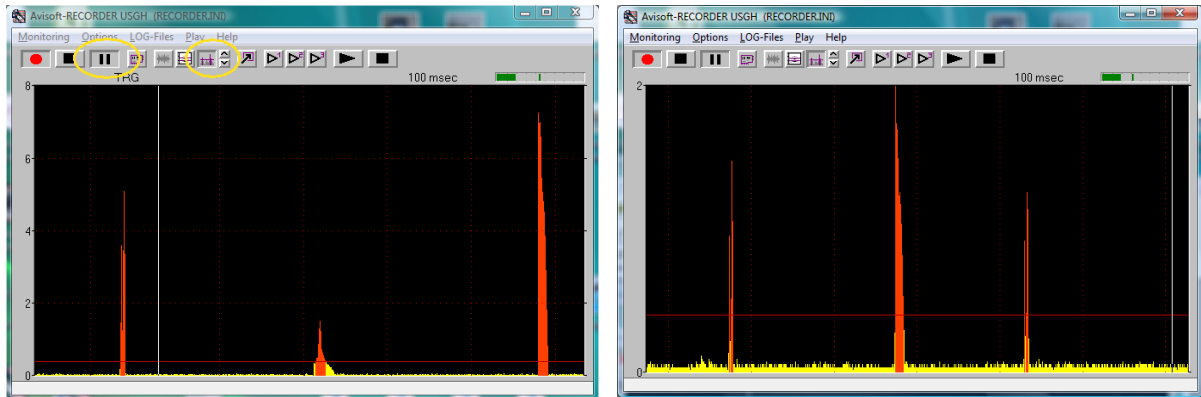
5. Durch Anklicken des **OK**-Buttons wird der Kalibrierungsdialog geschlossen und der so ermittelte Schwellwert sollte in der Configuration-Dialogbox entsprechend aktualisiert worden sein:



Damit ist die RECORDER-Software für die momentan eingestellte Verstärkung kalibriert und kann für das Monitoring verwendet werden.

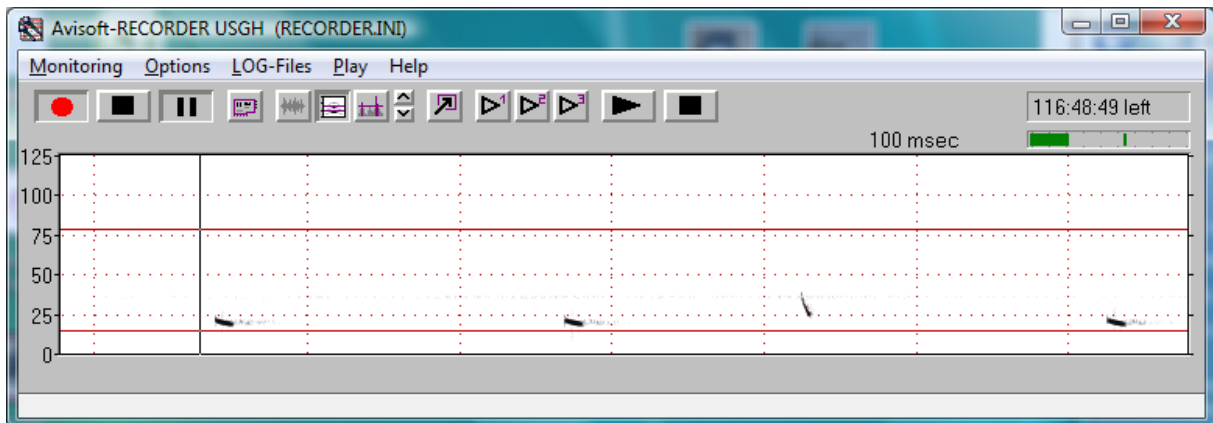
## Test der eingestellten Konfiguration

Nach erfolgter Kalibrierung besteht auch die Möglichkeit, verschieden laute Referenz-Fledermausrufe „Bats -6dBFS.wav“ bis „Bats -66dBFS.wav“ abzuspielen, um so die Funktionsfähigkeit des Systems unter annähernd realen Bedingungen zu testen. Bei diesen Dateien handelt es sich jeweils um typische (synthetisierte) Rufe des Abendseglers und der Rauhaufledermaus. Die einzelnen Dateien Bats xxxx.wav unterscheiden sich jeweils in der Wiedergabelautstärke, was verschiedene Entfernungen zwischen rufender Fledermaus und Mikrofon simuliert.



Die Überschreitung des Schwellwertes wird durch Farbwechsel der Intensitätsanzeige von gelb auf rot sowie durch die Zeichenkette „TRG“ angezeigt

Da es sich bei den Referenzdateien Bats xxxx.wav um realitätsgetreue Echoortungsrufe handelt, kann damit auch die Wirksamkeit eventuell zusätzlich aktivierter Filter (z.B. Bat Call Filter) getestet werden.



Nach Beendigung des Tests ist unbedingt darauf zu achten, dass die Pause-Schaltfläche || wieder deaktiviert wird, um den Aufnahmemodus für das eigentliche Monitoring zu aktivieren.

## Technische Details

Beim Abspielen eines -46dBFS-Signals (Datei „Sine1KHz -46dBFS.wav“) ergibt sich am Kopfhörer bzw. LINE OUT - Ausgang des Recorders bei korrekter Konfiguration ein Wechsellspannungssignal von etwa 17mVrms, was auch mit einem normalen Vielfachmesser überprüft werden könnte.

Die Empfindlichkeit des Signalgebers (es handelt sich um eine Kapsel aus einem InEar-Kopfhörer) beträgt etwa 60dB / 17mV (der genaue Wert ist auf dem Geber angegeben). Durch Abspielen der Datei **Sine1kHz -46dBFS.wav** könnte man den tatsächlich erzeugten Schallpegel auch mittels eines handelsüblichen Schallpegelmessers exakt bestimmen. Ein stationäres -46dBFS Signal sollte dabei ungefähr einen Schallpegel von 60 dB SPL (bzw. den auf dem Geber angegebenen Pegel) produzieren.

Ausgehend von diesem Referenzwert lassen sich daraus auch die theoretischen (Maximal-) Schallpegel der verschiedenen Referenzdateien ermitteln:

noise15-45kHz -46dBFS.wav = 60 dB SPL

Sine30kHz -46dBFS.wav = 60 dB SPL

Bats -6dBFS.wav = 100 dB SPL

Bats -12dBFS.wav = 94 dB SPL

Bats -18dBFS.wav = 88 dB SPL

Bats -24dBFS.wav = 82 dB SPL

Bats -30dBFS.wav = 76 dB SPL

Bats -36dBFS.wav = 70 dB SPL

Bats -42dBFS.wav = 64 dB SPL

Bats -48dBFS.wav = 58 dB SPL

Bats -54dBFS.wav = 52 dB SPL

Bats -60dBFS.wav = 46 dB SPL

Bats -66dBFS.wav = 40 dB SPL

Da der Frequenzgang des Testsignalgebers im Ultraschallbereich nicht linear ist, können diese absoluten dB SPL Schallpegelwerte jedoch nur als grobe Orientierungswerte verwendet werden. Für exaktere Werte müsste der tatsächliche Schallpegel bei den verschiedenen Frequenzen jeweils mittels eines geeigneten Meßmikrofons ermittelt werden. Da jedoch auch die Frequenzgänge sämtlicher für das Fledermausmonitoring verwendeter Elektretmikrofone nicht linear sind, ist die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Mikrofon-Typen jedoch eingeschränkt. Dennoch sollte diese Kalibrierationsmethode für einen bestimmten Mikrofon-Typ jeweils wiederholbare Ergebnisse liefern.

Zusätzlich werden folgende Referenzdateien bereitgestellt:

Noise15-45kHz -46dBFS.wav : bandbegrenztetes Rauschsignal (geeignet für eine präzise Kalibrierung)

Sine1kHz -6dBFS.wav : konstantes 1 kHz Signal zu Kalibrierung mittels Schallpegelmesser

Sine1kHz -46dBFS.wav : konstantes 1 kHz Signal zu Kalibrierung mittels Schallpegelmesser

Sine30kHz -6dBFS.wav : konstantes 30 kHz Signal

Sine30kHz -46dBFS.wav : konstantes 30 kHz Signal

Sine40kHz -6dBFS.wav : konstantes 40 kHz Signal

Sine40kHz -46dBFS.wav : konstantes 40 kHz Signal

Sinesweep1-40kHz -6dBFS.wav : langsam in der Frequenz ansteigendes Sinussignal

Sinesweep1-40kHz -46dBFS.wav : langsam in der Frequenz ansteigendes Sinussignal

Fastsweep1-40kHz -6dBFS.wav : schnell in der Frequenz absteigendes Sinussignal

Fastsweep1-40kHz -46dBFS.wav : schnell in der Frequenz absteigendes Sinussignal

## Menüpunkt *Trigger level calibration...*

Das **Trigger Level Calibration** Softwarewerkzeug in der RECORDER-Software erlaubt die Kalibrierung der Triggerschwellwerte anhand eines stationären Referenzsignals, das mit Hilfe des Avisoft-Referenzsignalgebers (Bestellnummer 60110) in das Mikrofon eingespeist wird. Nach dem Aufrufen des Menüpunktes Monitoring/Trigger level calibration... erscheint eine Dialogbox mit folgenden Elementen:

**Trigger level (threshold)** : Falls in der dahinter befindlichen Auswahlbox die Default-Option "**relative to reference signal level**" ausgewählt ist, wird hier der gewünschte Triggerschwellwert relativ zum Effektivwert des Referenzsignals eingegeben. Bei einem Wert von 0dB würde also der Triggerschwellwert exakt auf den Pegel des Referenzsignal abgeglichen werden.

Für den Fall dass die Option „**absolute dB SPL**“ ausgewählt ist, wird der hier eingegebene Wert als absoluter Schallpegel in dB SPL interpretiert. Dies setzt allerdings voraus, dass ebenfalls der absolute Schallpegel des Referenzsignals im darunter befindlichen Feld „**reference signal level**“ eingegeben wird (andernfalls ist die Option „**absolute dB SPL**“ nicht auswählbar).

Die Option "**x10**" entspricht der gleichnamigen Option auf der *Configuration*-Dialogbox. Diese Option sollte aktiviert werden, wenn die Aufnahmehardware nur eine geringe Verstärkung aufweist (z.B. UltraSoundGate 116Hnbm) und der Triggerschwellwert auf einen niedrigen Wert (<1%) gesetzt werden soll. Bei Bedarf wird diese Option während des Kalibriervorgangs auch automatisch aktiviert, sofern der gewünschte Schwellwert klein gegenüber der Standard-Auflösung (Verstärkung) ist.