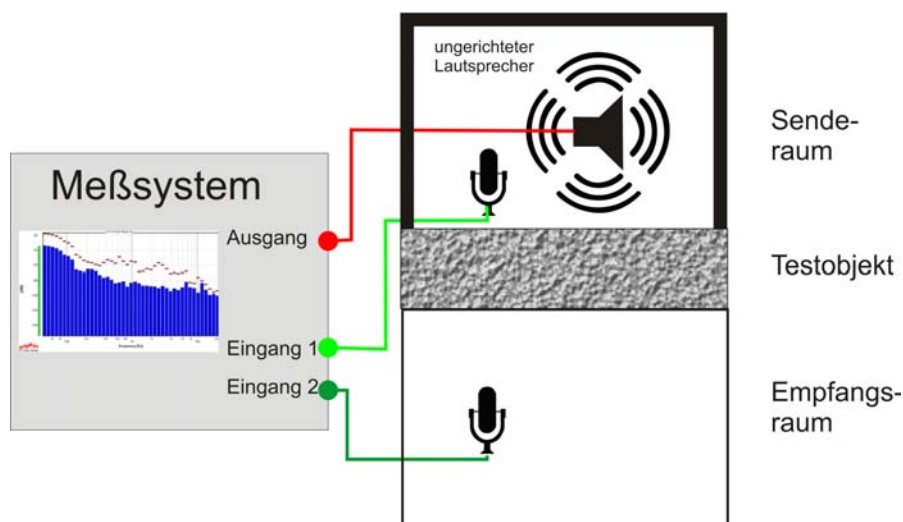


Messung bauakustischer Parameter mit Akulap durch Chirp-Methode

Mittlerweile ist die Chirp-Methode das Standard-Verfahren zur Messung raumakustischer Parameter. Selbst bei hohem Fremdgeräuschpegel können die Impulsantwort und daraus abgeleitete Größen zuverlässig bestimmt werden.

Das Chirp-Verfahren eignet sich auch besonders gut, um das Dämpfungsverhalten zwischen dem Sende- und Empfangsraum zu bestimmen.

Klassischerweise wird hierfür ein Rauschsignal verwendet, das über einen Lautsprecher im Senderaum eingebracht wird. Man misst den Schallpegel im Senderaum und Empfangsraum. Die Pegeldifferenz führt zum gesuchten Dämpfungsmaß. Dieses Verfahren ist seit Jahrzehnten das Standardverfahren.



Fremdgeräuschpegel

Allerdings kommt das Verfahren an seine Grenzen, wenn das Nutzsignal im Empfangsraum kaum aus dem Hintergrundpegel messbar ist. Entscheidend ist, dass das Empfangssignal einen deutlichen Abstand zum Fremdgeräuschpegel hat. Hier sind mindestens 6dB erforderlich. Der Fremdgeräuschpegel setzt sich aus externen Störquellen (z.B. benachbarte Strassen oder Aggregate) und internem Rauschen des Messsystems zusammen.

Im Senderaum ist dies unproblematisch, da die Nutzpegel deutlich höher sind.

Problematisch wird die Messung, wenn hochdämmende Materialien vermessen werden müssen. Die notwendigen Schallpegel im Senderaum sind durch übliche Dodekaeder kaum zu erreichen. Zusätzlich sind bei extrem hohen Pegel Aspekte des Arbeitsschutzes relevant.



Chirp-Methode

Durch die Chirp-Methode wird synchron im Senderraum als auch im Empfangsraum (also mit zwei Mikrofonen gleichzeitig) die Übertragungsfunktion zwischen dem Mikrofon und dem Lautsprecher gemessen. Aus diesen beiden Übertragungsfunktionen berechnet Akulap die gesuchte Schallpegeldifferenz.

Der enorme Vorteil liegt darin, dass durch Korrelationsgewinne der notwendige Schallpegel verringert werden kann. Damit können die Lautsprecher/Verstärker kleiner sein, extrem stark dämpfende Materialien vermessen werden oder in „lauter“ Umgebung gemessen werden kann. Gerade im Bereich tiefer Frequenzen, wo Lautsprecher nicht besonders hohe Schallpegel liefern können, ist die Chirp-Methode nützlich.

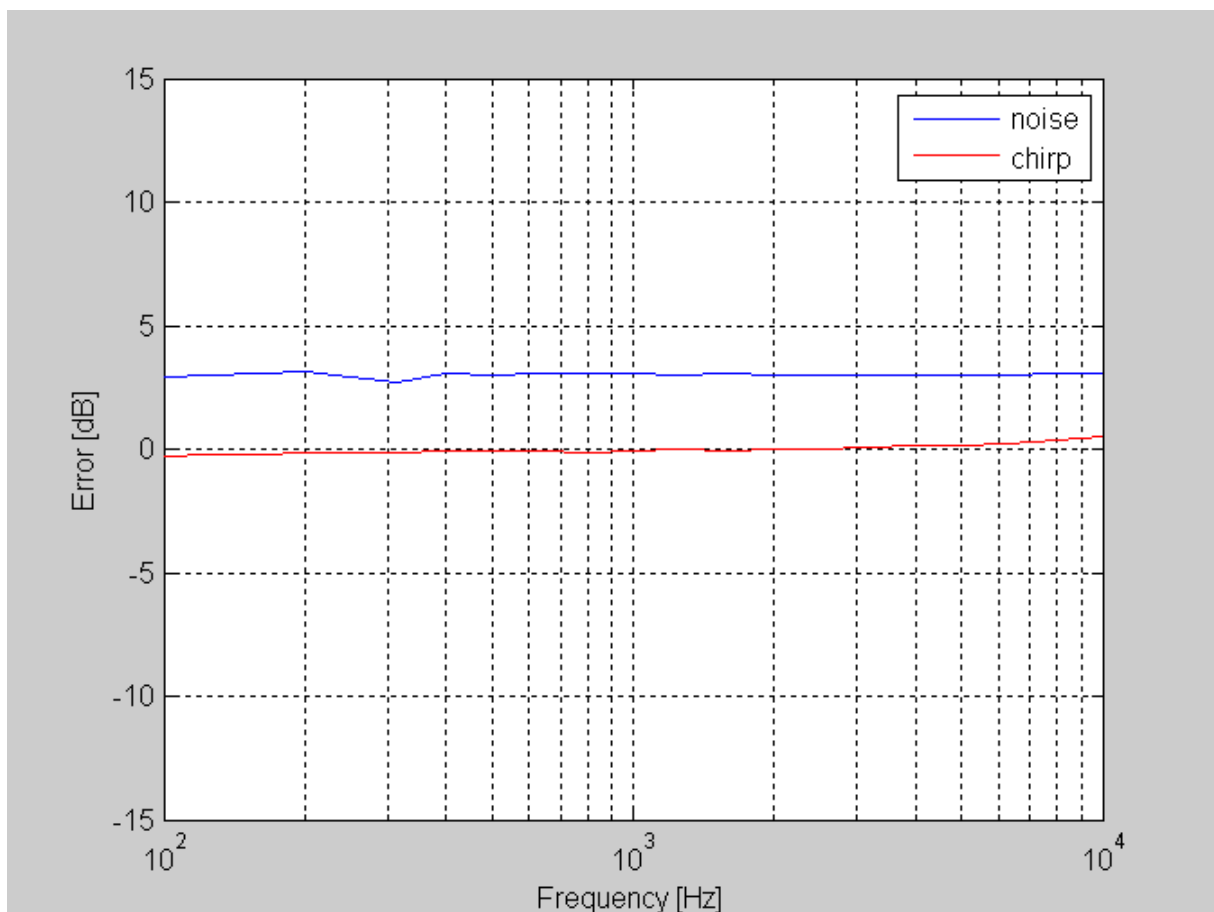
Beim klassischen Verfahren mit Rauschen, kann man prinzipiell mit nur **einem** Mikrofon messen. Senderraum und Empfangsraum werden dann hintereinander gemessen. Bei der Chirp-Methode müssen jedoch mit **zwei** Mikrofonen beide Räume **gleichzeitig** gemessen werden.

Beispiele

Nehmen wir an, dass der Fremdgeräuschpegel im Empfangsraum 30dB beträgt. Die Dämpfung zwischen Senderraum und Empfangsraum beträgt 80dB. Der Pegel im Senderraum beträgt 110dB. Damit ist der Fremdgeräuschsabstand 0dB im Empfangsraum.

Die Messzeit beträgt 10s für die Rauschmethode. Die Chirp-Länge beträgt 1048576 (ca. 22s).

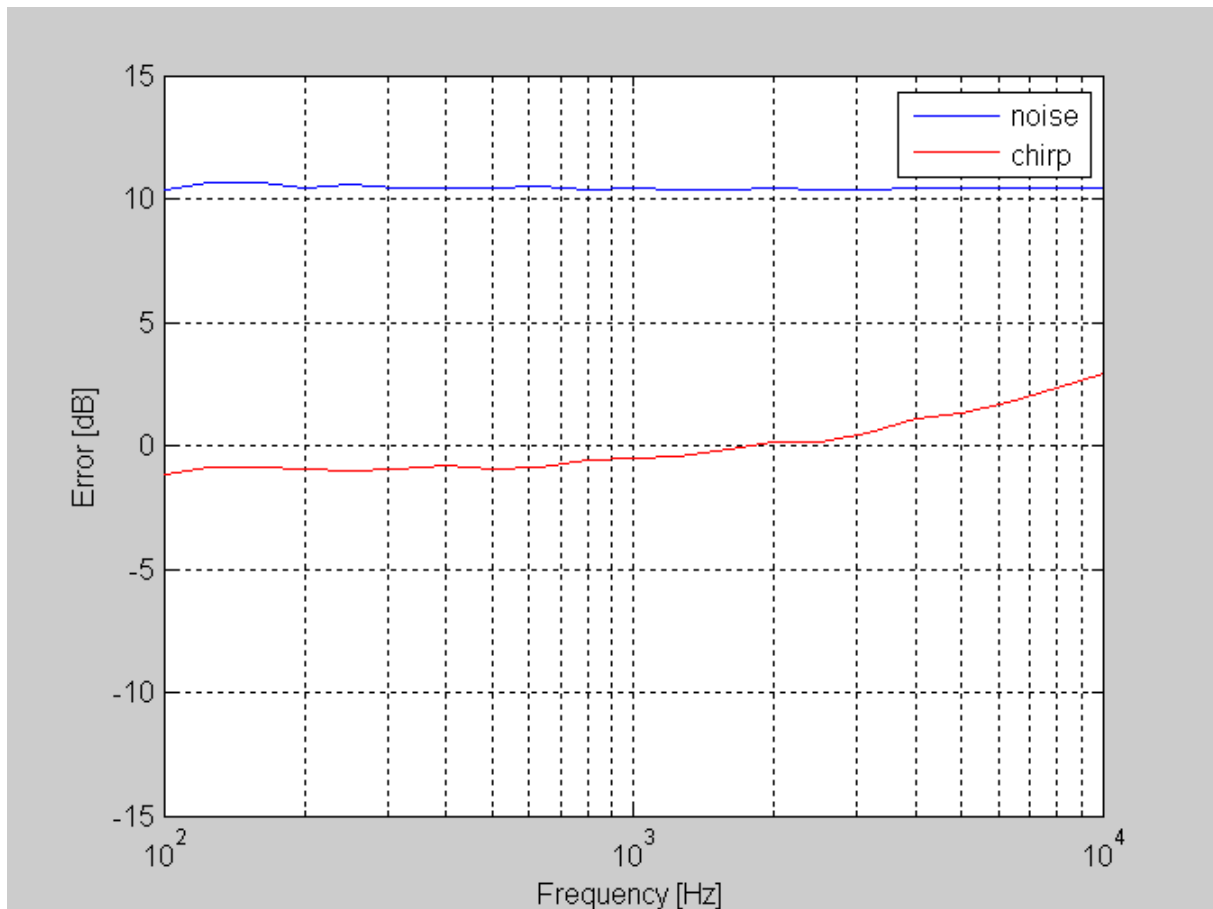
Die Rauschmethode zeigt einen deutlichen Messfehler. Der Pegel im Senderraum müsste um 10dB also auf 120dB erhöht werden, um sinnvolle Ergebnisse zu erzielen. Eine verlängerte Messzeit verbessert das Ergebnis bei der Rauschmethode nicht.



SNR 0dB. Nchirp=1048576

Die Chirp-Methode liefert einen Messfehler der erheblich unter 1dB liegt.

Bei der nächsten Analyse verringern wir den Pegel um 10dB im Senderraum. Äquivalent könnten wir auch die Dämpfung um 10dB erhöhen. Der Fremdgeräuschsabstand im Empfangsraum ist **negativ** und beträgt -10dB. Erwartungsgemäß können bei diesen Pegelverhältnissen mit der klassischen Rauschmethode keine sinnvollen Ergebnisse erzielt werden.

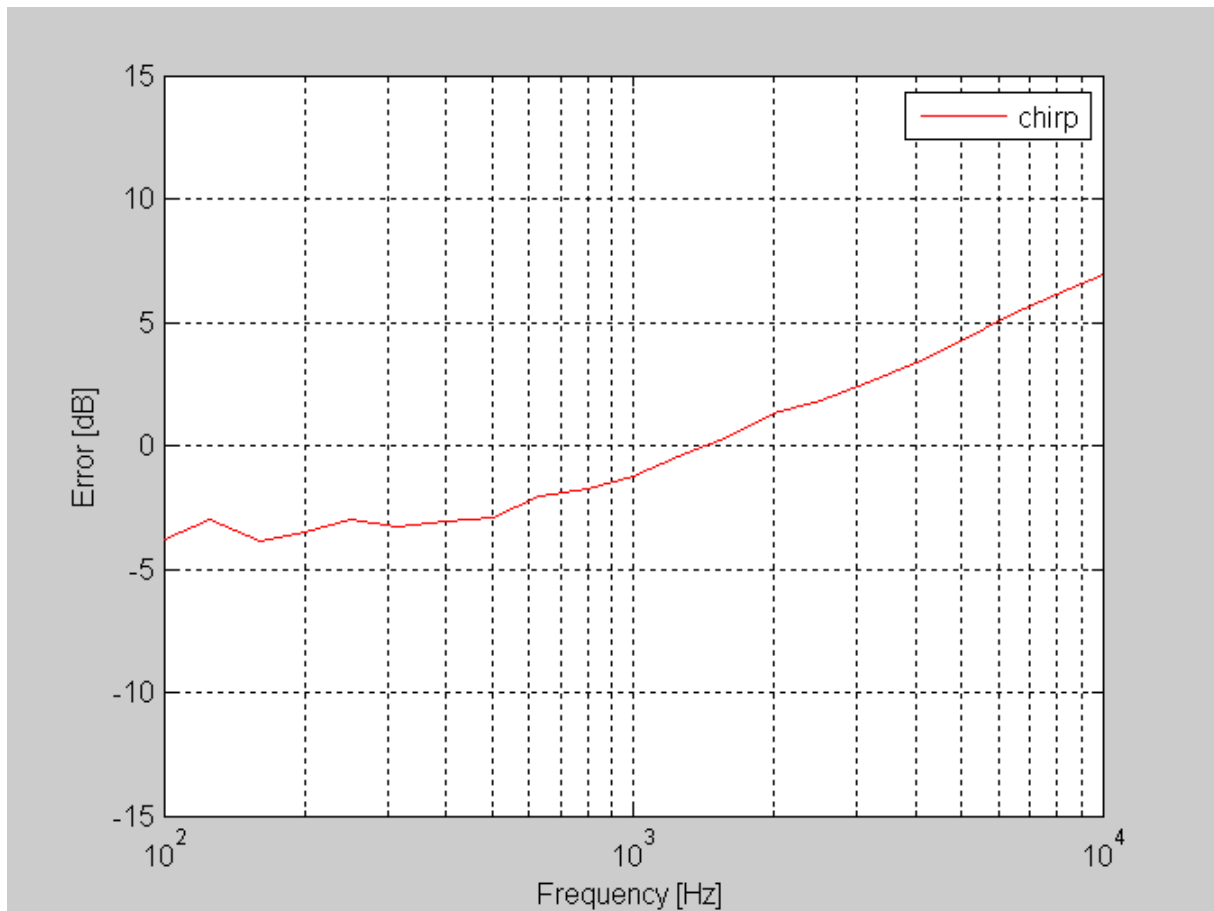


SNR -10dB. Nchirp=1048576

Selbstverständlich beeinflusst die Nachhallzeit im Senderraum das Ergebnis. Die Nachhallzeit führt zu einem erhöhten „Rauschen“ bei der Chirp-Methode. Bei extrem langen Nachhallzeit muss ggf. die Chirp-Länge erhöht werden.

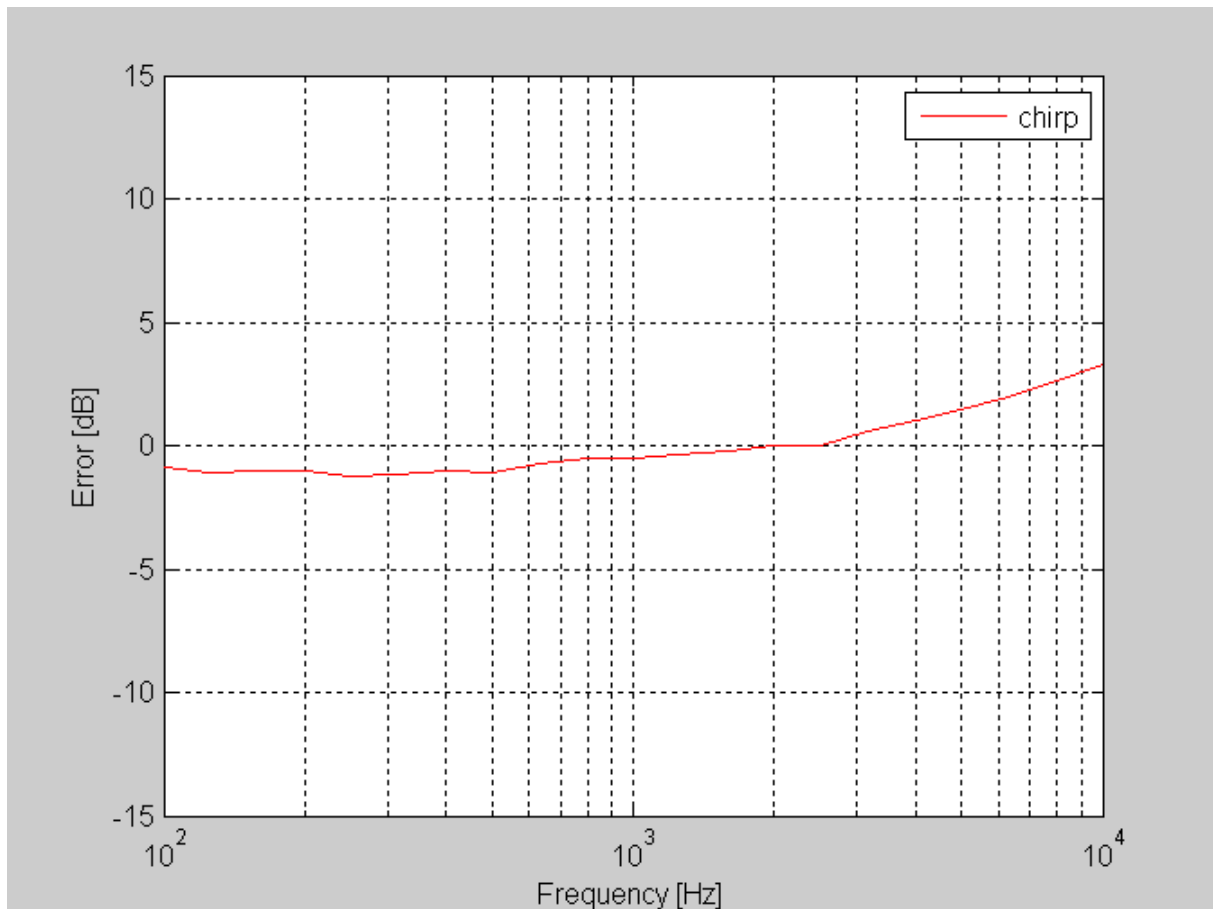
Diese Beispiele zeigten, dass bei moderaten Chirp-Längen ein Pegelgewinn von 20dB erreicht werden kann. Selbst diese 20dB bedeuten eine Verstärker/Lautsprecher Leistung von 1000W bei der Rauschmethode und 10W bei der Chirp-Methode. Ein solcher Leistungsunterschied hat natürlich einen deutlichen Einfluss auf die Bauform und Gewicht der Lautsprecher.

Die Chirp-Methode ist damit keinesfalls am Ende. Wir verringern den Pegel um weitere 10dB im Senderraum. Der Fremdgeräuschabstand beträgt -20dB. Die Rauschmethode wird in den Grafiken nicht dargestellt, da hier keine sinnvollen Messungen möglich sind.



SNR -20dB. Nchirp=1048576

Bei diesem extrem geringen Signalpegel zeigt sich deutlich die Auswirkung des Fremdgeräuschs. Diese Messergebnisse sind so nicht verwertbar. Wir erhöhen daher die Chirp-Länge um den Faktor 8.



SNR -20dB. Nchirp= 8388608

Die Erhöhung der Chirp-Länge verbessert das Messergebnis deutlich. Die Messzeit beträgt hier aber auch schon 3min alleine für den Chirp. Der Fall zeigt dann auch den typischen Nutzbereich bis zu einem Fremdgeräuschsabstand von -20dB.

Gegenüber der Rauschmethode können wir mit einem um 30dB geringeren Pegel messen.

Diesen Pegelgewinn können Sie verwenden um:

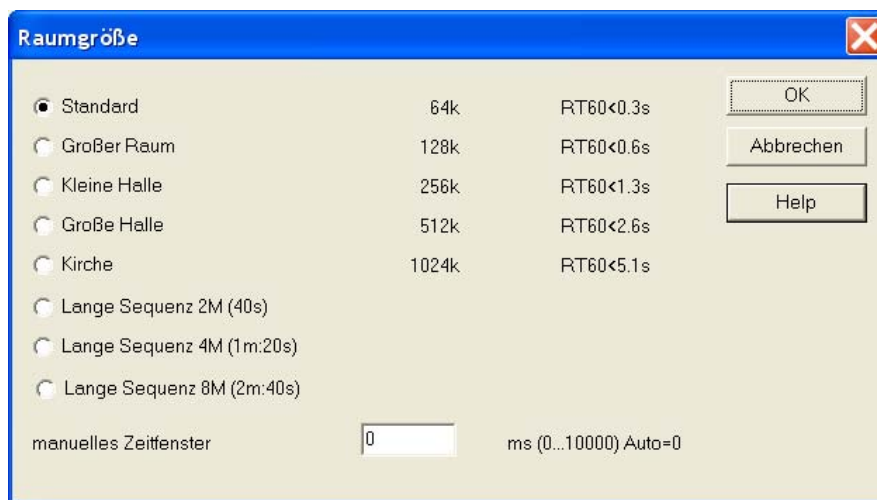
- Höher dämpfende Materialien vermessen
- Kleinere (ggf. tragbare Lautsprecher) verwenden
- In einer lauten Umgebung (Industrie/Verkehr) messen

Bedienung

Schliessen Sie das USB-Messmikrofon für den Senderraum und den Empfangsraum an. Der Lautsprecher ist mit dem Ausgang des PCs verbunden.

Einstellungen

Konfigurieren Sie die Messung. Im Menü mit Module->Pegelmessung->2 Kanal Chirp->Einstellungen

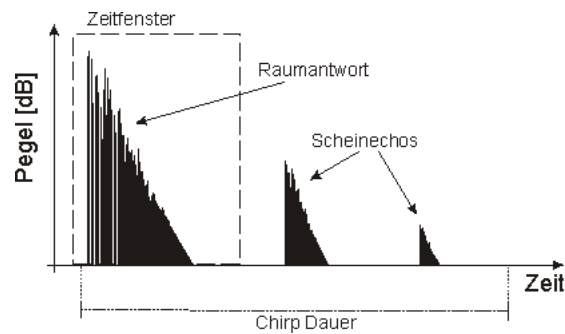


Option	Sample Rate	RT60
<input checked="" type="radio"/> Standard	64k	RT60<0.3s
<input type="radio"/> Großer Raum	128k	RT60<0.6s
<input type="radio"/> Kleine Halle	256k	RT60<1.3s
<input type="radio"/> Große Halle	512k	RT60<2.6s
<input type="radio"/> Kirche	1024k	RT60<5.1s
<input type="radio"/> Lange Sequenz 2M (40s)		
<input type="radio"/> Lange Sequenz 4M (1m:20s)		
<input type="radio"/> Lange Sequenz 8M (2m:40s)		

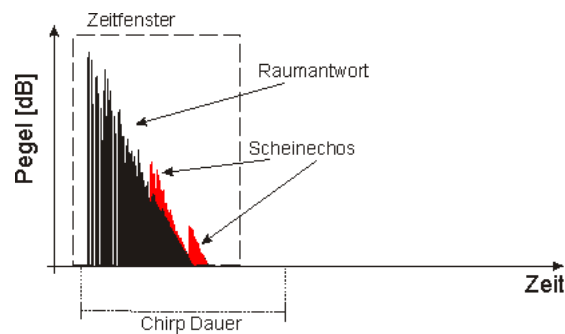
manuelles Zeitfenster ms (0...10000) Auto=0

Sie können die Chirp-Länge und das Zeitfenster einstellen. Grundsätzlich gilt, je länger die Chirp-Sequenz ist, desto geringere Signalpegel sind notwendig. Theoretisch gewinnen Sie 6dB mit jeder Verdopplung der Chirp-Länge. In der Praxis ist dieser Wert jedoch geringer. Die Chirp-Länge sollte erheblich länger sein als die Nachhallzeit im Senderraum oder im Empfangsraum. Mit einer Länge von 512k sind sie hier meist auf der sicheren Seite. Mit dem Zeitfenster wählen Sie den Bereich der Impulsantwort aus, der dem linearen Abklingen entspricht. Wir empfehlen 80% der Nachhallzeit. Je mehr Sie abschneiden, desto geringer ist das Rauschen. Gleichzeitig verändern Sie die Übertragungsfunktion, wenn das Zeitfenster zu gering ist.

Sie können zunächst mit einem Wert 0 starten. Akupal wählt dann einen Standardwert. Für eine optimale Analyse messen Sie zunächst die raumakustischen Parameter mit Akupal und können aus der Fülle von Messwerten aus den Berichten das Zeitfenster optimal einstellen. Bei der 2-Kanal Chirp Messung wird eine Grafik der Impulsantwort mit gespeichert. Diese Kurve hilft bei der optimalen Wahl des Zeitfensters. Letztlich ist dieser Parameter nicht kritisch, da nur völlig unsinnige Werte zu falschen Ergebnissen führen.



Sinnvoll gewählte Chirpdauer und Zeitfenster



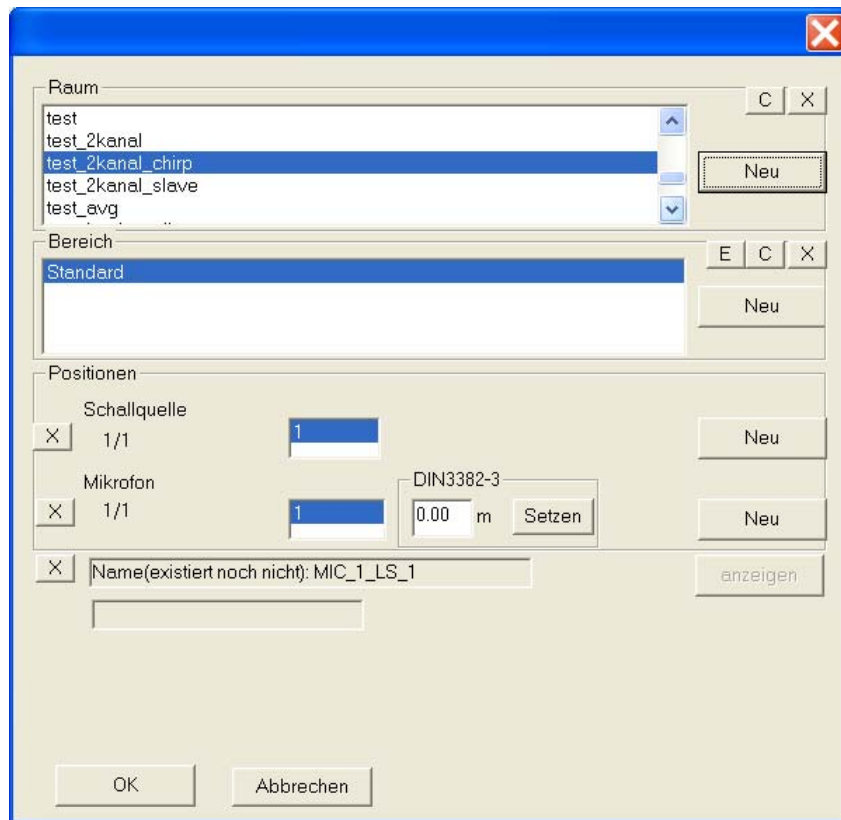
Chirp-Länge ist zu kurz

Zusammenfassung: Das Abklingverhalten des Raumes sollte mindestens 3 mal in die Chirp-Länge passen. Das Zeitfenster kann entweder 0 sein für den Standardwert oder 75% der Nachhallzeit.

Messung durchführen

Starten Sie die Messung im Menu mit Module->Pegelmessung->2 Kanal Chirp->Messung starten. Wir empfehlen zuvor die Kalibrierung zu überprüfen, da Pegelabweichung sonst direkt in die zu messende Pegeldifferenz einfließt.

Akulap startet den Signalgenerator und misst parallel beide Kanäle. Die Ergebnisse werden zunächst in einem temporären Ordner gespeichert. Nach Abschluss der Messung wird eine Grafik mit der Pegeldifferenz zwischen beiden Kanälen angezeigt. Sie können dann bei Bedarf die Messung speichern. Diese 2 Kanalmessung wird als Pegelmessung gespeichert.



Mit dem Modul Bauakustik können sie diese Daten wie bei einer normalen Pegelmessung laden und auswerten. Es werden beide Kanäle gleichzeitig übernommen.

