

Messung von Nachhallzeiten mit dem Programm Carma

(verfasst von Werner Schwierzock im Oktober 2019)

1. Einleitung

Die nachfolgende Beschreibung basiert auf der Programmversion Carma 4.5.

Eine vollständige und fehlerfreie Installation wird vorausgesetzt.

Das Programm steht auf der homepage von Audionet für Windows und Mac OSX zur Verfügung kann aber auch erfolgreich unter Linux (z.B. Xubuntu 18.04 mit Openjdk8-jre) gestartet werden.

Folgende Geräte werden verwendet:

Netbook Firma Samsung N120 mit Win XP

usb Soundkarte Firma miditech audiolink light mit 48 V Phantomspeisung

Mini Verstärker Firma T.Amp TA-50

Messlautsprecher mit sechs Breitbandlautsprecherchassis bzw. Subwoofer

Mikrofon Firma Monacor ECM 40

Gerätekoffer und verschiedene Kabel



Nachfolgend werden die wesentlichen Punkte, die bei der Messung der Nachhallzeit zu beachten sind, zusammengefasst.

2. Messungen

Während der Messungen dürfen sich in dem Raum nur so viele Personen aufhalten wie nötig; alle öffenbaren Bauteile (Fenster, Türen etc.) sind zu schließen. Der Störgeräuschpegel ist auf ein Minimum zu reduzieren. Insbesondere bei der Messung der Nachhallzeit mit einem Pegelabfall von 30 dB ist ein hoher Störsignalabstand erforderlich. Die Messungen sind allerdings nicht besonders stör anfällig da diese mit einem sinussweep Signal durchgeführt werden und daher schmalbandig angeregt und ausgewertet werden. Bei den Einstellungen lässt sich sowohl die Dauer des Signals als auch die Anzahl einstellen wodurch die Messgenauigkeit noch erhöht werden kann.

Der Sender besteht aus einem von uns entwickelten, rundumstrahlenden, Lautsprecher mit einem kleinen quadratischen Gehäuse in das insgesamt sechs kleine Breitbandchassis der Firma Ciare eingebaut sind. Damit wird eine weitestgehend kugelförmige Anregung des Raumes mit Schallenergie ermöglicht.



Die Chassis werden je paarweise in Reihe und dann die drei Paare parallel verdrahtet, so dass ein elektrischer Abschlusswiderstand von rund 5 Ohm entsteht. Die Kantenlänge des Gehäuses beträgt 20 cm.

Bereits fertige Würfel gibt es bei der Firma Boesner Künstlermaterialien unter der Rubrik Malgründe.

Die Messungen werden zunächst mit dem kleinen Kugellautsprecher durchgeführt. Für Messungen unter 100 Hz wird zusätzlich ein Subwoofer verwendet.

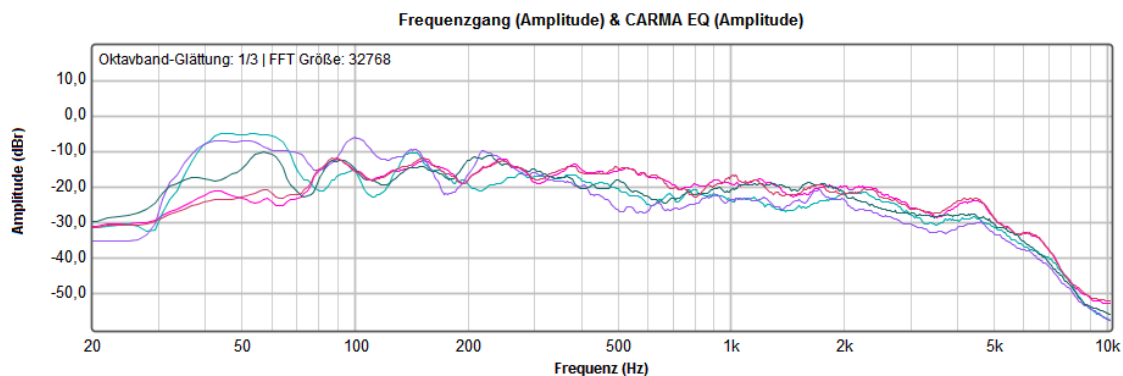
Das Mikrofon weist eine kugelförmige Richtcharakteristik auf und zeigt bei diesen Messungen nach oben. Die Empfangspositionen richten sich nach der Größe des Raumes; der Abstand der Mikrofons zur Schallquelle muss mind. 2m bzw. zu den Raumbegrenzungsflächen mind. 1 m sein. Bei üblichen Hörräumen sollten mindestens zwei Lautsprecherpositionen und je drei Mikrofonpositionen mit unterschiedlicher Höhe, insgesamt also sechs unabhängige Sender-Mikrofon-Positionen aufgezeichnet werden.

Zusätzlich messe ich auch am Hörplatz und in zwei Raumkanten.

Zunächst werden mit Carma an verschiedenen Mikrofonpositionen Frequenzgänge gemessen.

Diese können über die Funktion „overlay“ gespeichert und damit mehrere Kurven gleichzeitig angezeigt werden. In der Zeitebene kann aus mehreren einzelnen Werten auch ein Mittelwert dargestellt werden.

Die nachfolgenden Messungen wurden zur Vereinfachung nur mit einem Subwoofer (ohne Bandbegrenzung) durchgeführt.



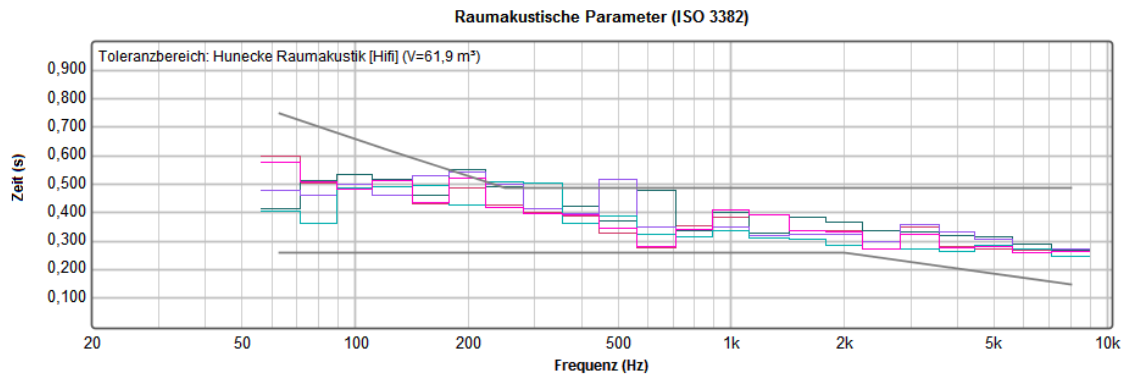
Frequenzgänge mit Terzauflösung

3. Auswertung:

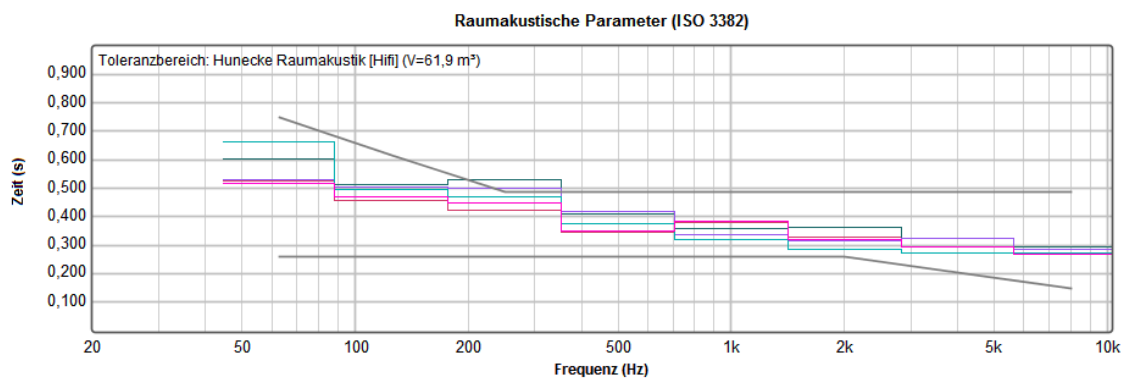
Die Darstellung der Nachhallzeit und anderer Parameter wird über „Raumakustische Parameter“ gewählt.

Die Auflösung kann dabei in Terzen oder Oktaven, die Ergebnisse für alle Messwerte als Kurve oder für einzelne Messwerte als Tabelle dargestellt werden.

Da in kleinen Räumen bei tiefen Frequenzen im Allgemeinen kein diffuses Schallfeld gegeben ist schwanken die Messdaten dort stark.. Dies ist im vorliegenden Fall bis etwa 500 Hz der Fall, darüber ergeben sich unabhängig von der Messposition sehr ähnliche Ergebnisse was auf ein gleichmäßig im Raum verteiltes und somit diffuses Schallfeld hindeutet.



Nachhallzeit T 30 mit Terzauflösung



Nachhallzeit T 30 mit Oktavauflösung

4. Fazit:

Carma ist für mich ein brauchbares und gut zu bedienendes Programm und da es kostenlos vertrieben wird ein schönes Geschenk.

Die Qualität der durchgeführten Messungen wurde mit dem professionellen Raumakustik Messsystem der Firma Bruel & Kjaer Dirac Version 6.0 verifiziert. Insgesamt zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung der Messdaten.

Die raumakustische Analyse ist somit dank Carma in vielen Räumen möglich. Allerdings bedarf es doch einiger Erfahrung um mit Hilfe der Messdaten die richtigen raumakustisch wirksamen Maßnahmen ausarbeiten zu können. Daher sollte wenigstens am Anfang ein erfahrener Akustiker hinzugezogen werden.