

Messung von Nachhallzeiten mit dem Programm HBX

(verfasst von Werner Schwierzock im April 2011)

1. Einleitung

Die nachfolgende Beschreibung basiert auf der Programmversion 6.5.
Eine vollständige und fehlerfreie Installation wird vorausgesetzt.

Folgende Geräte werden verwendet:

Netbook Firma Samsung Typ NC10, Betriebssystem Windows Vista

Externe Soundkarte Firma Miditech Typ Audiolink II

Verstärker Firma T.Amp Typ PM40C

Trennübertrager Firma Palmer Typ PLI 03

Messlautsprecher mit sechs Breitbandlautsprecherchassis bzw. Subwoofer

Mikrofon Firma Monacor Typ ECM40

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 üblich; alle offenbaren Bauteile (Fenster, Türen etc.) sind zu schließen. Der Störgeräuschpegel ist auf ein Minimum zu reduzieren. Insbesondere bei Nachhallzeitmessungen mit einem Pegelabfall von 30dB ist ein hoher Störsignalabstand erforderlich da die Messungen gleichzeitig bei allen Frequenzen mit einem Rauschsignal durchgeführt werden und somit störanfällig sind.

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



Die Chassis sind vom Typ 9BN119/8; diese werden je paarweise in Reihe und dann jeweils drei Paar parallel verdrahtet, so dass ein elektrischer Abschlusswiderstand von rund 5 Ohm entsteht. Die Kantenlänge des Gehäuses beträgt 20cm.

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

Der Sender wird in einer Ecke des Raumes aufgestellt. Bei Messungen unter 100Hz wird zusätzlich ein Subwoofer parallel zum Würfel mit betrieben.

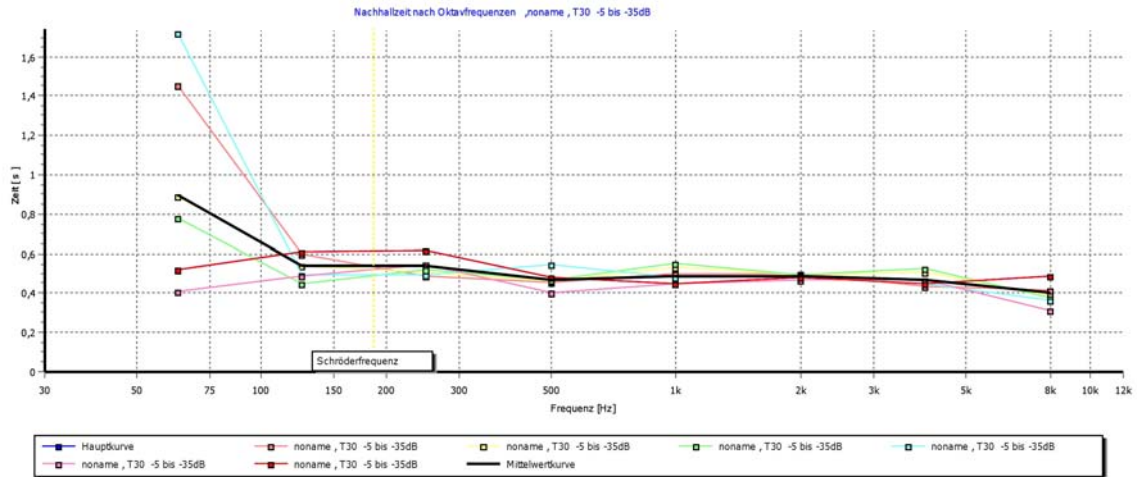
Das Mikrofon weist ebenfalls eine kugelförmige Richtcharakteristik auf und zeigt bei diesen Messungen nach oben. Die Empfangspositionen richten sich nach der Größe des Raumes; der Abstand der Mikrofons zur Schallquelle muss mind. 2m bzw. zu den Raumbegrenzungsflächen mind. 1m sein. Bei kleinen Räumen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

Für alle beschriebenen Messungen empfehlen wir die zweikanalige Messmethode die im Programmmodul Nachhallzeit unter „Einstellungen“ zu wählen ist. Diese Methode benötigt nur ein weiteres, kurzes Verbindungskabel und liefert dabei bessere Ergebnisse, da eine interne Kalibrierung des Messsystems entfällt. Nur im Zweikanalmodus sind Anregungszeiten $>2.7\text{sek}$ und somit Messungen mit längeren Nachhallzeiten möglich. Bitte beachten Sie noch, dass hierfür ein Verstärker mit massebezogenem Lautsprecherausgang benötigt wird (näheres ist der Anleitung zu HBX zu entnehmen).

In dem Programmmodul Nachhallzeit stellen wir zunächst die auszuwertende Messgröße mit T30 ein und eine Auswertung in Oktaven. Eine Messung in Terzen ist zwar genauer, kann aber oftmals gar nicht sinnvoll weiterverwendet werden.

Nach jeder Messung wird die angezeigte Ergebniskurve mit der Funktion „kopieren“, der Eingabe eines kurzen Textes (z.B. Angabe des Messpunktes) und der Auswahl einer Farbe am Bildschirm abgelegt. Nach der Durchführung aller Messungen kann noch der Mittelwert mit angezeigt werden.

Das Ergebnis kann nun z.B. als Bilddatei gespeichert werden; ich wähle vorzugsweise die Option „Export“ und dann „pdf Datei“ da in diesem Fall alle kopierten Nachhallkurven, wie im nachfolgenden Bild zu sehen ist, mitgespeichert werden.

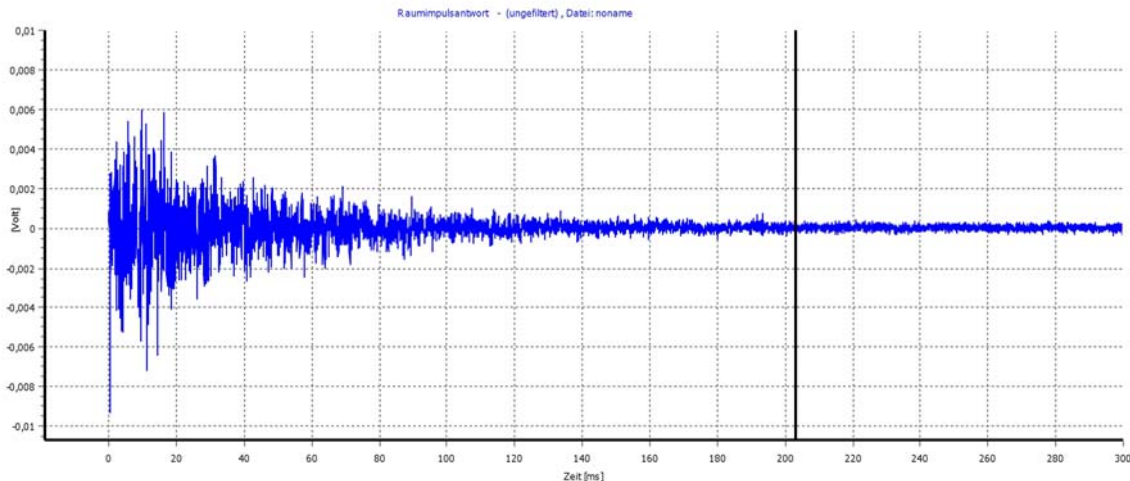


Aber auch ein Speichern als Tabelle ist möglich und sieht dann so aus:

SEMINARRAUM AKUSTIK LABOR FEUCHT								
Oktaven - Nachhallzeit Tabelle - Hauptkurve								
Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
T30[s]	0,52	0,61	0,62	0,48	0,45	0,48	0,45	0,49
cc	-0,918	-0,994	-0,982	-0,998	-0,998	-0,999	-0,997	-0,985
Mittelwert (250-2kHz) = 0,51 s								
Mittelwert (gesamt) = 0,45 s								
T20[s]	0,68	0,62	0,54	0,48	0,46	0,49	0,48	0,52
cc	-0,977	-0,989	-0,978	-0,996	-0,998	-0,999	-0,996	-0,979
Mittelwert (250-2kHz) = 0,49 s								
Mittelwert (gesamt) = 0,47 s								
T10[s]	0,81	0,6	0,42	0,42	0,5	0,5	0,43	0,37
cc	-0,993	-0,959	-0,974	-0,988	-0,998	-0,997	-0,998	-1
Mittelwert (250-2kHz) = 0,46 s								
Mittelwert (gesamt) = 0,45 s								
EDT[s]	0,68	0,56	0,52	0,38	0,49	0,46	0,45	0,35
cc	-0,996	-0,978	-0,992	-0,991	-0,996	-0,994	-0,997	-0,999
Mittelwert (250-2kHz) = 0,46 s								
Mittelwert (gesamt) = 0,43 s								
C50=	6,291 dB							
C80=	11,385 dB							
Baßverhältnis(BR)	1,085							

In der Tabelle sind bereits fast alle Messgrößen enthalten die das Programm HBX derzeit auswerten kann.

Bei raumakustischen Messungen empfiehlt es sich zur Kontrolle noch die Impulsantwort mit anzusehen.



Diese sollte in etwa so aussehen wie im Bild gezeigt. Der im Raum noch vorhandene Störschallpegel ist am Ende der Messphase zu sehen und sollte möglichst gering sein. Die vertikale Linie kann bei Bedarf noch verschoben werden. Für eine Messung des Pegelabfalls mit 30dB braucht es für eine fehlerfreie Messung einen Abstand zum Störgeräusch von mindestens 45dB. Raumakustische Messungen sind daher nur mit sehr hohen Lautstärken, d.h. etwa 90dB im diffusen Schallfeld und mehr möglich. Bitte tragen Sie daher einen Gehörschutz und nehmen Sie Rücksicht auf andere Lebewesen mit Ohren.

Da in kleinen Räumen bei tiefen Frequenzen kein diffuses Schallfeld gegeben ist sind in diesem Bereich die Messdaten vorsichtig zu interpretieren. Einen Hinweis auf diesen Frequenzbereich gibt die Schröderfrequenz. Diese wird dann richtig angezeigt wenn unter „Einstellungen“ die Raumdimensionen eingegeben sind.

Weitere raumakustische Größen sind die frühe Nachhallzeit EDT (=early decay time) bzw. T10. Diese entsprechen mehr der subjektiv empfundenen Halligkeit. In Räumen mit erhöhtem Störgeräuschpegel kann anstelle von T30 auch T20 ausgewertet werden.

Raumakustische Messungen unterscheiden sich deutlich von Frequenzgangmessungen an Lautsprechern. Es sollte daher zunächst am Anfang wenn möglich ein erfahrener Akustiker mit einbezogen werden.