

Meßbeispiele: Messung der Nachhallzeit (Reverberation) mit MLS

Benötigt werden:

- WinAudioMLS mit Nachhallzeit Plug-In
- Signalgenerator (PRO)
- Meßmikrofon mit Vorverstärker
- Lautsprecher mit Verstärker
- Optional 1/3 Oktav Filterbank

Eigenschaften:

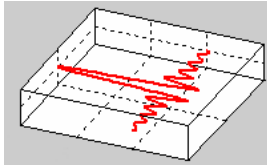
- Breitbandige Berechnung der Nachhallzeit
- Berechnung zusätzlich mit 1/1 und 1/3 Oktavauflösung
- Impulsantwort Messung durch MLS
- Raumimpulsantworten können als .wav Datei importiert und exportiert werden.
- Graphische Darstellung der Energie-Zerfallskurve (Schroeder Plot) sowie der frequenzabhängigen Nachhallzeiten.
- Durch die freie Konfigurierbarkeit können unter anderem RT60, RT30 sowie „Early Decay“ Zeiten (EDT) ermittelt werden.
- Auswahl des Mittelungsbereichs graphisch direkt an der Meßkurve.

Grundlagen

Die Nachhallzeit ist einer der wichtigsten Parameter in der Raumakustik. Dieser Wert gibt die Zeit an, nach der die Schallenergie nach Abschalten des Anregungssignals um einen bestimmten Betrag abgesunken ist. Sehr weit verbreitet ist der Wert RT60, der die Abklingzeit bis auf -60dB vom Ausgangswert beschreibt.

Meßprinzip

WinAudioMLS verwendet zur Messung nicht die direkte Definition der Nachhallzeit. Stattdessen erfolgt die Messung mit einem hochentwickelteren Verfahren mit Hilfe von MLS. Dieses Verfahren ist erheblich unempfindlicher gegenüber Störungen. Daher kann mit deutlich geringeren Pegeln gearbeitet werden. Lautsprecher und Verstärker können damit kleiner dimensioniert werden was besonders für mobile Anwendungen interessant ist. Aus der Raumimpulsantwort wird die Energiezerfallskurve berechnet. Diese Kurve, die auch als Schroeder-Kurve bezeichnet wird, erlaubt die Berechnung der Nachhallzeit. WinAudioMLS bestimmt das Abklingen der Kurve in einem frei definierbaren Bereich z. B. zwischen -10dB und -25dB . Hieraus wird die Zerfallsdauer bis -60dB extrapoliert. Dieser Parameter wird als RT60 bezeichnet. WinAudioMLS kann auch andere Parameter wie RT30 etc. berechnen. Durch die freie Konfigurierbarkeit können auch Zerfallsdauern im frühen Bereich („Early Decay“ EDT) durchgeführt werden. Die Nachhallzeit wird zusätzlich für Oktavbänder bzw. mit 1/3 Oktavauflösung bestimmt und graphisch dargestellt.



Dr-Jordan-Design professional digital signal processing

Alternativ zu der Messung mit MLS können Sie eine Raumimpulsantwort auch direkt aus einer *.wav Datei importieren. Diese Raumimpulsantwort kann dann für eine Berechnung der Nachhallzeit verwendet werden.

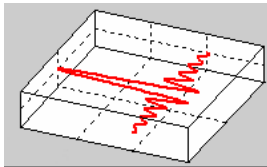
Aufbau

Der Lautsprecher wird mit dem Verstärker an den Ausgang der Soundkarte angeschlossen. Das Mikrofon wird mit der Soundkarte verbunden.

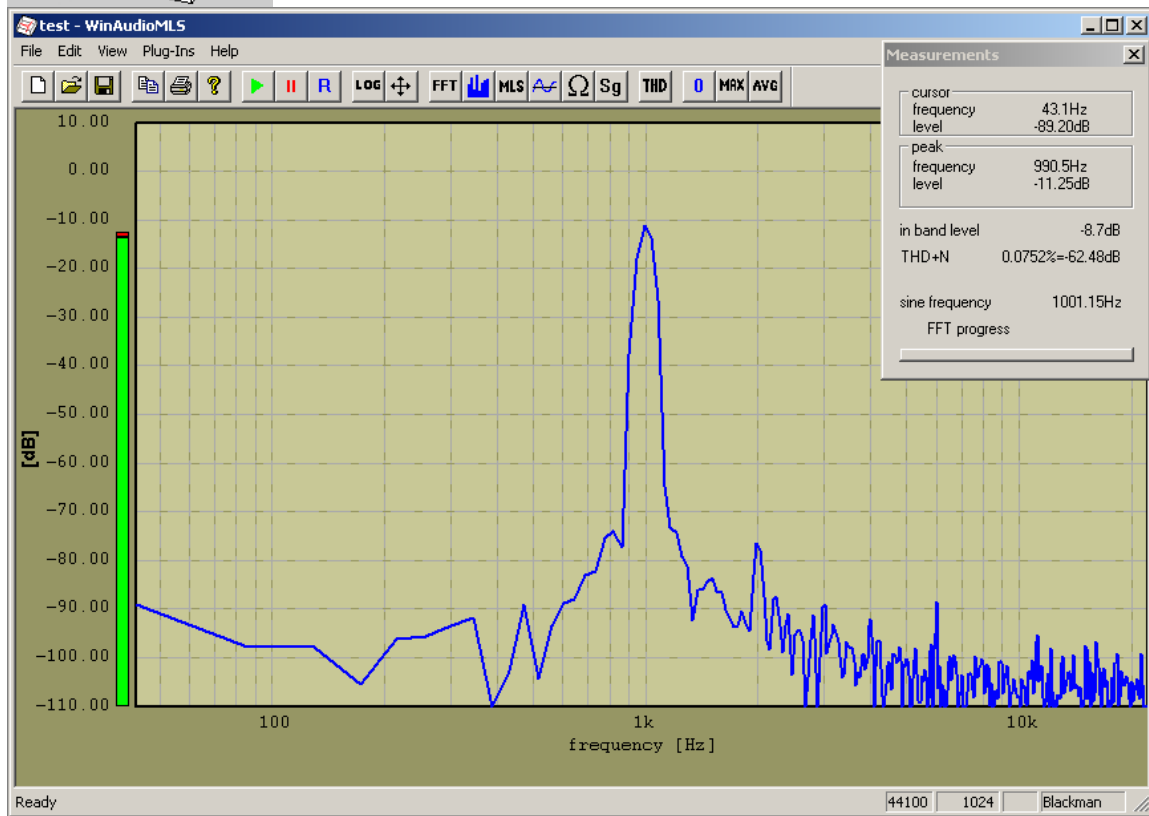
Durchführung

Um die Messung zu vereinfachen, haben wir typische Einstellungen als „Wizards“ definiert. Sie brauchen dadurch nur sehr wenige Einstellungen vorzunehmen. Für erfahrene Anwender steht zusätzliche eine Fülle an Parametern zur Verfügung, mit denen Sie die Einstellungen manuell vornehmen.

1. Schließen Sie den Verstärker und Lautsprecher an sowie das Mikrofon an den Vorverstärker.
2. Starten Sie den Signalgenerator und beginnen Sie die Signalausgabe mit „Play“. Sie sollten ein Ton der Frequenz 1 kHz hören. Bitte beachten Sie, daß Sie durch zu hohe Pegel leicht die Lautsprecher beschädigen können.
3. Starten Sie den Analyser und beginnen Sie die Messung mit „Play“. Sie sollten die Grundfrequenz erkennen. Das Bild sieht etwa wie folgt aus.



Dr-Jordan-Design professional digital signal processing



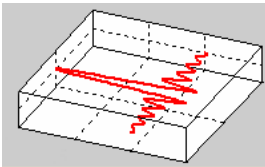
Diese Schritte dienen nur zur Überprüfung des Aufbaus. Sie können übersprungen werden.

4. Starten Sie den "Reverberation Wizard".

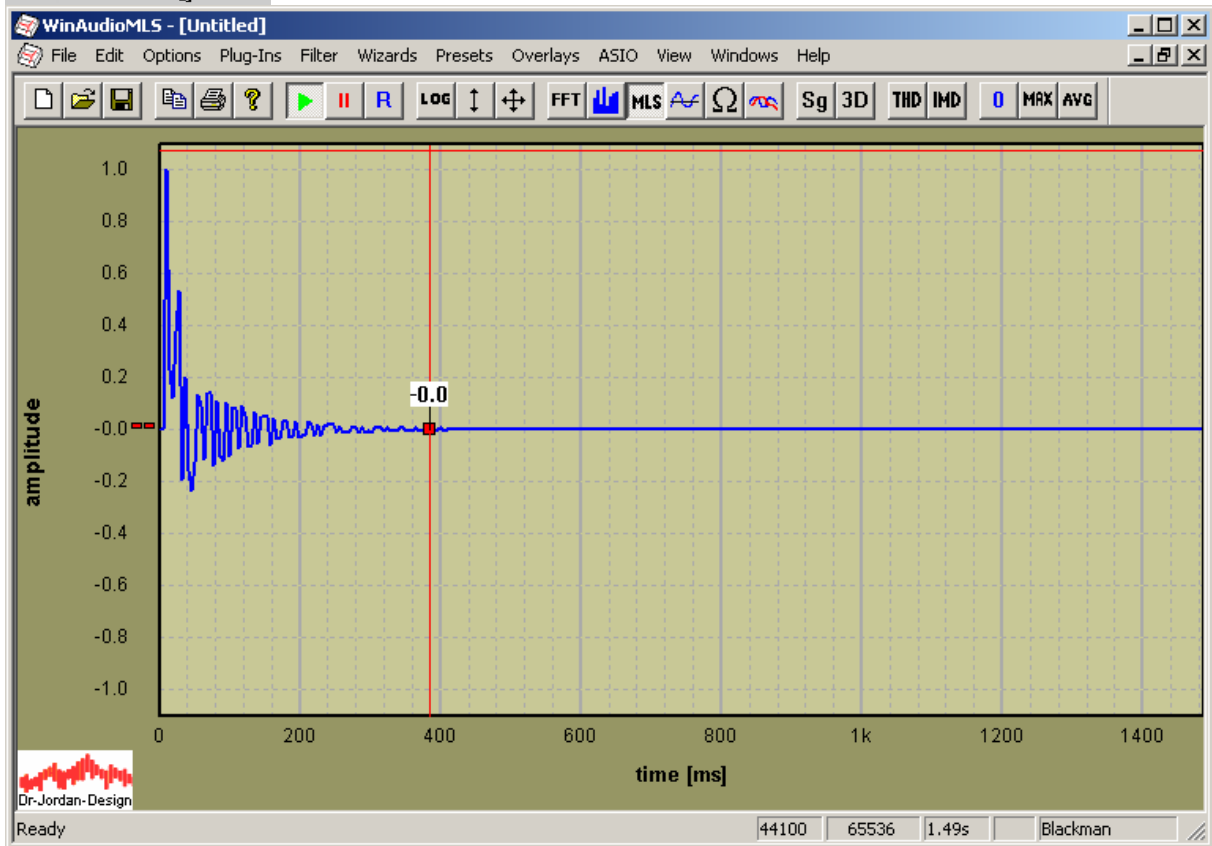
Dadurch werden Standard-einstellung vorgenommen, die für viele Räume geeignet sind. Es wird sowohl der Analyser als auch der Signalgenerator geeignet eingestellt. Aus dem Lautsprecher hören Sie jetzt ein rauschähnliches Signal. Der Analyser zeigt die Energie-Zerfallskurve (Schroeder-Plot), die breitbandige Nachhallzeit sowie die Nachhallzeit in Oktavauflösung an. Die Messung ist dann korrekt, wenn sich ein möglichst lineares Abklingen der Kurve zeigt.

Beispiel

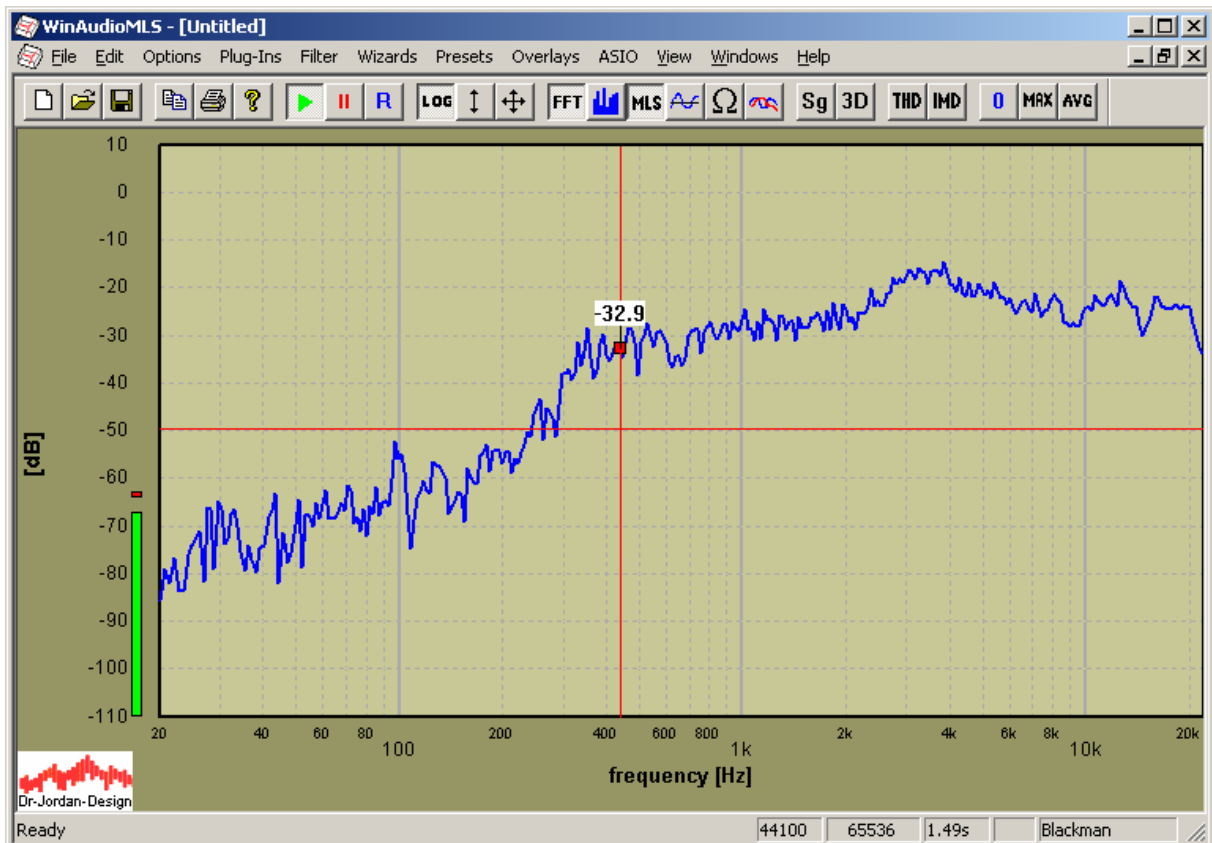
Das folgende Bild zeigt die Impulsantwort einer kleinen Konzerthalle.

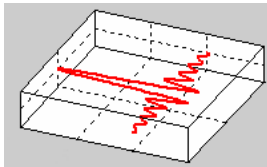


Dr-Jordan-Design professional digital signal processing



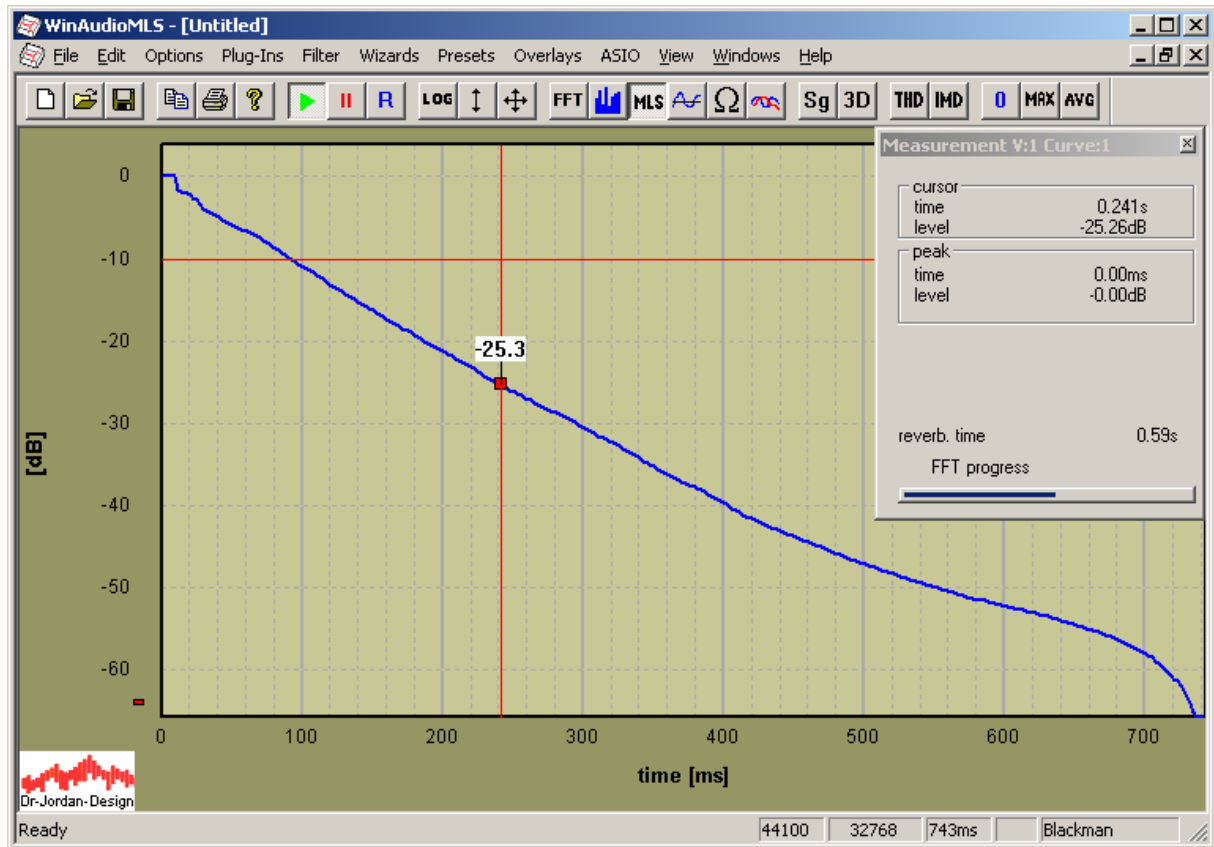
Sie können aus der Impulsantwort auch den Frequenzgang berechnen.



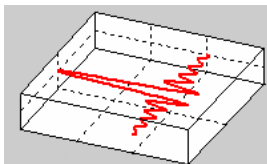


Dr-Jordan-Design professional digital signal processing

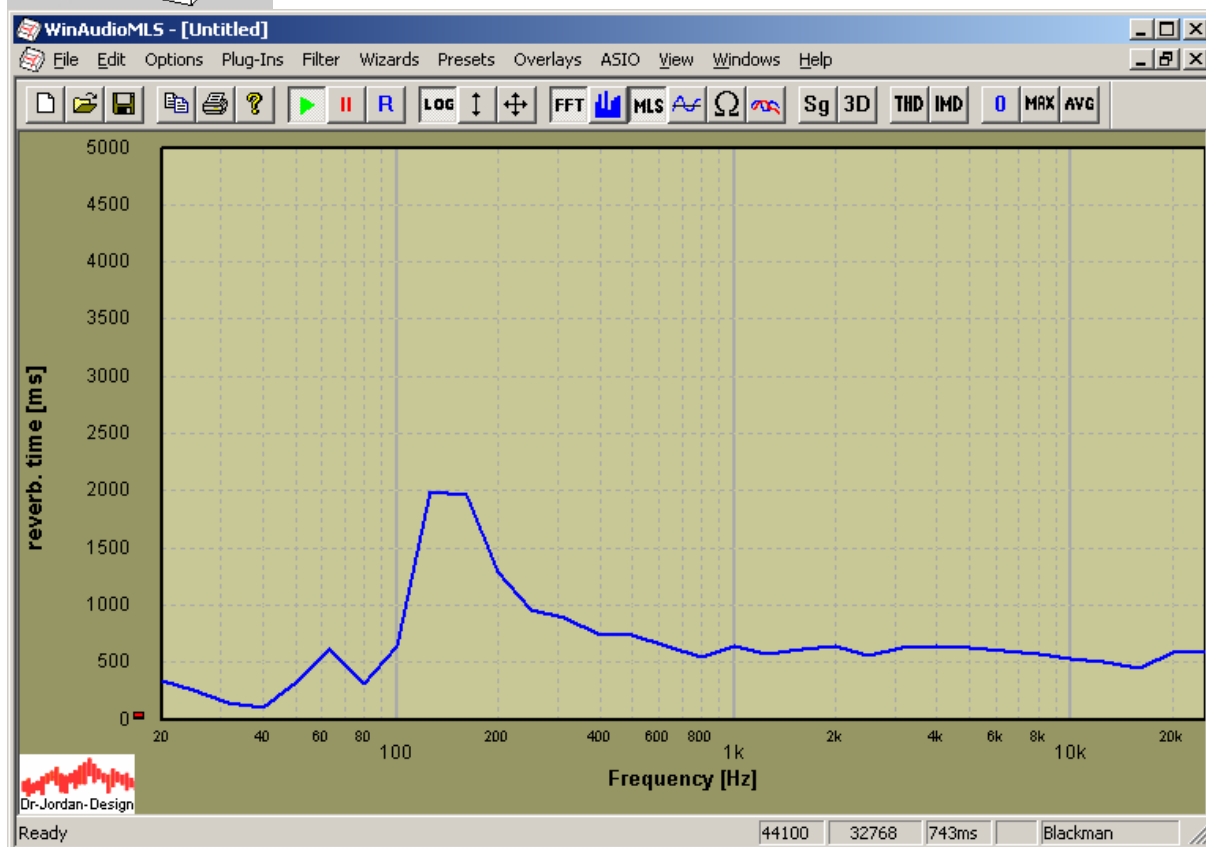
Aus der Impulsantwort wird die Energie-Zerfallskurve (Schroeder-Plot) berechnet. Hier ist sehr deutlich der lineare Bereich der Abklingphase zu erkennen. Die Nachhallzeit beträgt hier 600ms.



Die Nachhallzeit kann auch mit 1/1 bzw. 1/3 Oktavauflösung dargestellt werden.



Dr-Jordan-Design professional digital signal processing



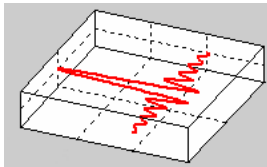
Für eine weitere Analyse oder Dokumentation können Sie die Meßwerte anzeigen und über die Zwischenablage exportieren (view->Show results).

The Results dialog box displays a list of frequency and reverberation time measurements. The data is as follows:

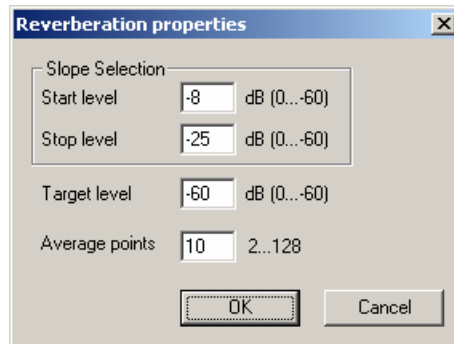
Frequency [Hz]	Reverberation Time [ms]
20.0Hz	389.28ms
25.0Hz	312.44ms
31.5Hz	199.76ms
40.0Hz	204.88ms
50.0Hz	386.71ms
63.0Hz	840.02ms
80.0Hz	486.59ms
100.0Hz	1021.85ms
125.0Hz	2171.75ms
160.0Hz	1931.01ms
200.0Hz	1226.73ms
250.0Hz	939.90ms
315.0Hz	870.75ms
400.0Hz	781.11ms
500.0Hz	747.82ms
630.0Hz	627.45ms
800.0Hz	565.99ms
1000.0Hz	606.96ms
1250.0Hz	604.40ms
1600.0Hz	624.89ms
2000.0Hz	653.06ms

Konfiguration

Die Nachhallzeitmessung kann auf vielfältige Weise angepaßt werden. Die folgende Dialogbox zeigt die möglichen Einstellungen.



Dr-Jordan-Design professional digital signal processing



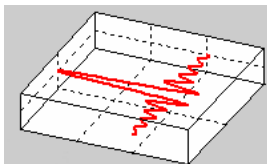
Sie können den Bereich der fallenden Flanke frei wählen, die für die Extrapolation genutzt werden soll. Der Bereich wird durch einen Startpegel und einen Stoppegel definiert. Zusätzlich können Sie die Anzahl der Meßwerte vorgeben, die für die Mittelung (lineare Regression) verwendet werden sollen.

Weiterhin können Sie den Zielpegel festlegen, auf den sich die Nachhallzeit beziehen soll. In diesem Beispiel wird im Bereich zwischen -8dB und -25dB 10 Werte gemittelt und aus dem Mittelwert wird die Nachhallzeit auf -60dB berechnet.

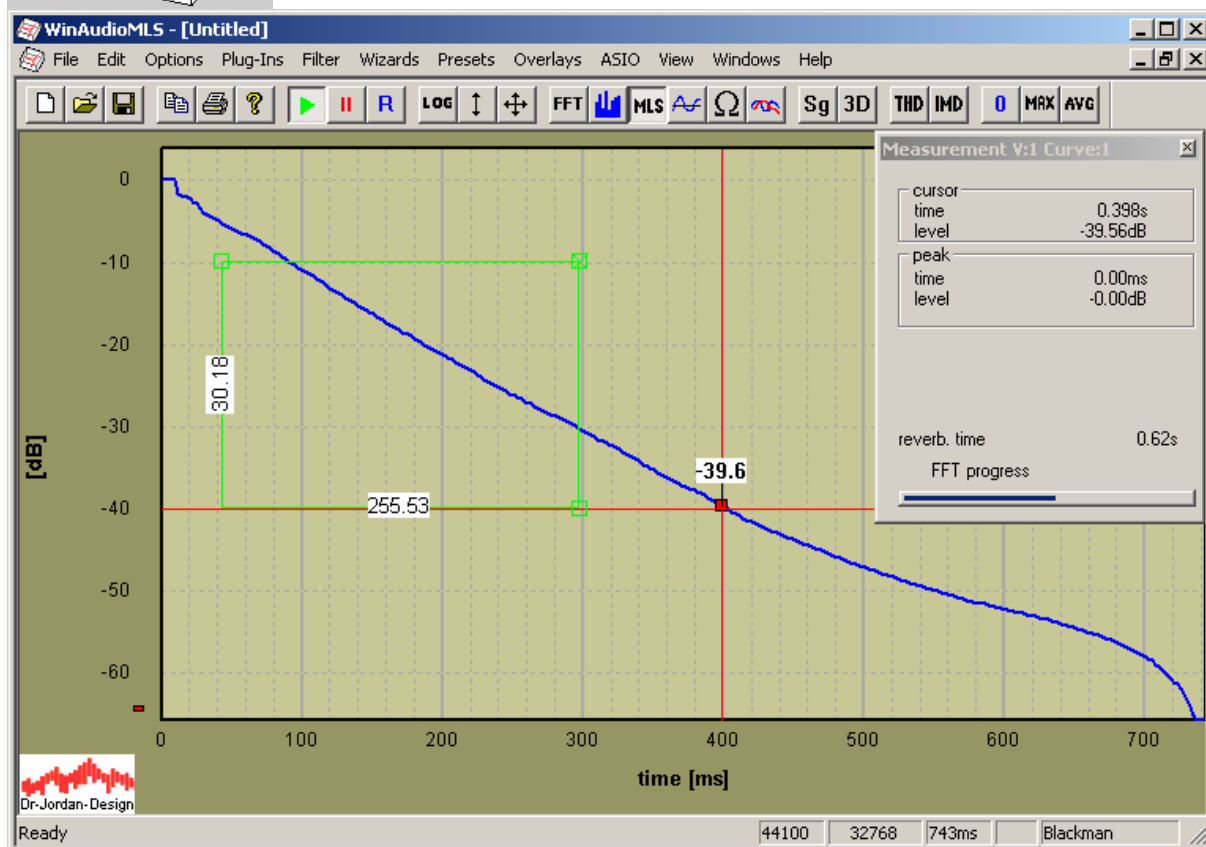
Bitte beachten Sie, dass der Mittelungsbereich auch graphisch direkt an der Meßkurve festgelegt werden kann.

Graphische Auswahl

Sie können den Mittelungsbereich auch direkt mit der Maus definieren. Grundlage hierfür bildet das Meßrechteck, das Sie durch Doppelklick in der Meßgraphik erzeugen können. Das folgende Beispiel zeigt eine Messung in dem der Bereich zwischen -10dB und -40dB für die Berechnung der Nachhallzeit verwendet wurde. Die Nachhallzeit wird automatisch für die neue Auswahl aktualisiert. Sie können das Meßrechteck mit der Maus verschieben oder in seiner Größe verändern. Die resultierende Nachhallzeit wird direkt angezeigt.



Dr-Jordan-Design professional digital signal processing



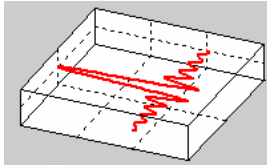
Aus dem Meßrechteck wird der Start- und Stoppegel definiert. Diese Werte werden auch in die Konfiguration übernommen.

Hinweise

Für die automatische Einstellung des Signalgenerators benötigen Sie die PRO Version des Signalgenerators.

Fehlerquellen:

- Sind Lautsprecher/Verstärker/Mikrofon richtig verkabelt?



Dr-Jordan-Design professional digital signal processing

- Beachten Sie die Mixereinstellungen für Ihre Soundkarte. Keine Komponente der Signalkette darf übersteuert sein.
- Verändern Sie die Position von Lautsprecher und Mikrofon. Diese Messung der Nachhallzeit funktioniert nur für den diffusen Nachhall. Direkte Reflexionen können das Ergebnis verfälschen.