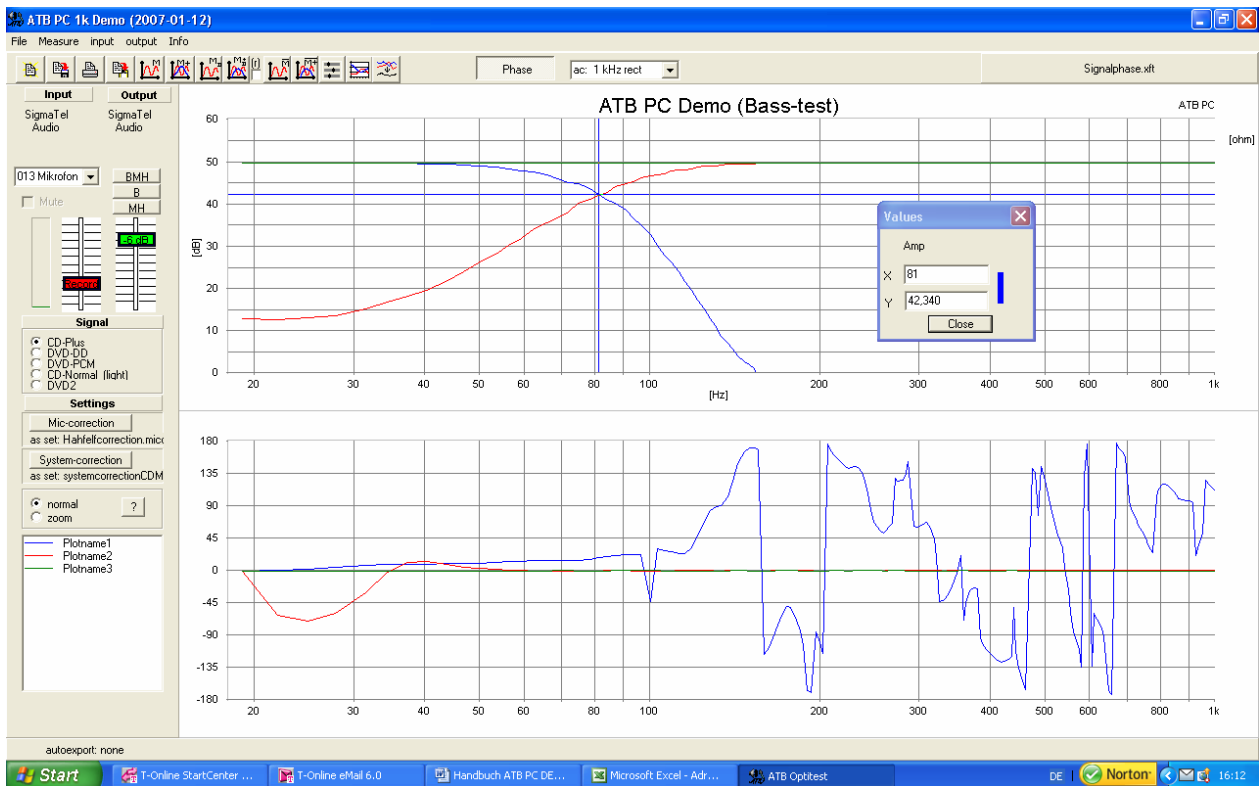


high technology h technology hig chnology high ter  
h technology hig anology high tech  
hnology high tec agy high technolo  
high technology a technology high  
h technology hig echnology high r  
hnology high ter anology high tech  
high technology high technology  
h technology high technology hr  
hnology high technology high te.  
high technology high technology  
h technology high technology high  
hnology high tec nology high techn.  
high technology h technology high  
h technology hig chnology high tech.  
hnology high tec cy high technology  
high technology chnology high tec  
h technology hig ology high technol.  
hnology high tec gh technology hig.  
high technology ology high technol.  
h technology hig high technology h.

**Kirchner elektronik**

Kirchner elektronik, Brunnenweg 10, D-38118 Braunschweig



# ATB PC DEMO HANDBUCH

# HANDBUCH

## ATB PC DEMO

### Entwicklung

Dipl.-Ing. Leo Kirchner

### Programmentwicklung

Dipl.-Inf. Elmar Meyer-Carlstädt  
Joachim Metzner

Copyright 1995 by  
Kirchner elektronik  
Brunnenweg 10  
38118 Braunschweig  
Telefon +49(531)46412  
Fax +49(531)2407434  
Email: [Kirchner-elektronik@t-online.de](mailto:Kirchner-elektronik@t-online.de)

<b>2.</b>	<b>DAS MESSSYSTEM STELLT SICH VOR.....</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>START .....</b>	<b>7</b>
3.1.	INSTALLATION DER SOFTWARE.....	7
<b>4.</b>	<b>KURZANLEITUNG .....</b>	<b>8</b>
4.1	MESSUNG MIT MESSIGNAL VON DER SOUNDKARTE .....	8
4.1.1	<i>EINSTELLEN DES SOUNKARTEN EINGANGS.....</i>	<i>8</i>
4.1.2	<i>EINSTELLEN DES SOUNDKARTEN AUSGANGS .....</i>	<i>9</i>
4.1.3	<i>KALIBRIERUNG DER SOUNDKARTE.....</i>	<i>10</i>
4.1.4	<i>DIE MESSUNG MIT DEM MESSIGNAL VON DER SOUNDKARTE.....</i>	<i>11</i>
4.1.5	<i>WAHL DES MESSIGNALS VON DER SOUNKARTE.....</i>	<i>12</i>
<b>4.1</b>	<b>MESSUNG MIT DEM MESSIGNAL VON DER CD ODER DVD .....</b>	<b>13</b>
4.2.1	<i>EINSTELLUNG DES SOUNDKARTENEINGANGS.....</i>	<i>13</i>
4.2.2	<i>KALIBRIERUNG DER SOUNDKARTE.....</i>	<i>13</i>
4.2.3	<i>WAHL DES MESSIGNALS.....</i>	<i>13</i>
4.2.3	<i>START DES CD ODER DVD-SPIELERS.....</i>	<i>14</i>
4.2.3	<i>KORREKTUR DER SOUNDKARTE.....</i>	<i>14</i>
4.2.4	<i>DIE MESSUNG MIT DEM MESSIGNAL VOM CD ODER DVD SPIELER.....</i>	<i>14</i>
4.3.	DIE MESSUNG .....	15
<b>5.</b>	<b>MESSIGNAL.....</b>	<b>17</b>
5.1	AUFBAU DES MESSIGNALS .....	17
5.2	EINSTELLUNG DES SIGNALS.....	18
<b>6.</b>	<b>DIE KORREKTUR.....</b>	<b>19</b>
<b>7.</b>	<b>DAS MIKROFON .....</b>	<b>22</b>
7.1	DIE MIKROFONKORREKTUR .....	22
7.2	DIE MIKROFONEMPFLINDLICHKEIT .....	23
<b>8.</b>	<b>ANZEIGEN VON KURVEN.....</b>	<b>24</b>
8.1	BEARBEITUNG VON EINZELMESSUNGEN .....	24
8.2	CURSOR.....	26
8.3	DIE ZOOM FUNKTION .....	26
<b>9.</b>	<b>ALLGEMEINE PARAMETER.....</b>	<b>27</b>
9.1	SCALE .....	27
9.2	SMOOTH.....	27
9.3	DIE GLÄTTUNGSFUNKTION.....	27
<b>10.</b>	<b>DAS WINDOWS-PROGRAMM.....</b>	<b>28</b>
10.1	ATB PRECISION STARTEN.....	28
10.2	BENUTZERDEFINIERTES MESSPROGRAMM .....	29
<b>11.</b>	<b>DATEI ÖFFNEN.....</b>	<b>30</b>
<b>12.</b>	<b>DATEI SPEICHERN .....</b>	<b>32</b>
<b>13.</b>	<b>EXPORT VON DATEN .....</b>	<b>33</b>
<b>14.</b>	<b>DRUCKEN.....</b>	<b>35</b>
14.1	EINSTELLUNGEN .....	35

14.2	DRUCKERSTART .....	36
<b>15.</b>	<b>ARBEITEN MIT DER WINDOWS ZWISCHENABLAGE.....</b>	<b>37</b>
15.1	KOPIEREN .....	37
15.2	KOPIEREN VON EINZELMESSUNGEN.....	37
<b>16.</b>	<b>DIAGRAMM .....</b>	<b>38</b>
16.1	DIAGRAMMBESCHRIFTUNG .....	38
<b>17.</b>	<b>DIE MESSUNGEN.....</b>	<b>39</b>
17.1	PARAMETER.....	39
17.2	SIGNAL .....	39
17.3	DIE MESSUNGEN .....	40
17.4	COMBINE.....	41
17.5	BESCHREIBUNG DER MESSUNG .....	42
<b>18.</b>	<b>AMPLITUDENFREQUENZGANG.....</b>	<b>44</b>
18.1	LINE-IN .....	44
18.2	MIC-IN.....	44
<b>19.</b>	<b>PHASENMESSUNG .....</b>	<b>45</b>
19.1	GRUNDLAGEN .....	45
19.2	ELEKTRISCHE PHASENMESSUNG .....	48
19.3	AKUSTISCHE PHASENMESSUNG .....	48
<b>20.</b>	<b>SPRUNGANTWORT.....</b>	<b>49</b>
20.1	THEORIE.....	49
20.2	DIE MESSUNG .....	50
<b>21.</b>	<b>MESSUNGEN MIT CD IM AUTO .....</b>	<b>51</b>
21.1	RAUMKORREKTUR.....	51
21.2	NAHFELDMESSUNG .....	51
<b>22.</b>	<b>EINMESSEN DER SURROUND ANLAGE MIT DVD.....</b>	<b>53</b>
22.1	VERSTÄRKER.....	53
22.2	MIKROFON.....	53
22.3	DVD SPIELER.....	54
22.4	EINZELMESSUNGEN.....	54
22.5	SUMMENSIGNALE .....	58
22.6	SUMMENSIGNALE+BASS .....	59
22.7	DER HÖRTEST .....	61
<b>23.</b>	<b>EINMESSEN DER HIFI STEREOANLAGE .....</b>	<b>62</b>
23.1	MIKROFON.....	62
23.2	AUFSTELLUNG DER LAUTSPRECHER UND SITZPOSITION .....	63
23.3	RAUMAKUSTIK MESSUNGEN .....	64
<b>24.</b>	<b>SURROUND-TEST DVD .....</b>	<b>66</b>
<b>25.</b>	<b>DIGITALMESSUNGEN .....</b>	<b>67</b>
<b>26.</b>	<b>PERIPHERIEGERÄTE, MIKROFON UND ADAPTER.....</b>	<b>68</b>

## **1. KURZINFO ZUM ATB PC DEMO**

Das Messprogramm ATB PC DEMO dient zum Einmessen der Surroundanlage sowie Aufstellung der Lautsprecher. Die Einschränkung gegenüber dem normalen Programm liegt in den bei 1kHz begrenzten Frequenzbereich. Der Betreiber einer Home Cinema Anlage ist mit dem Programm in der Lage den Subwoofer richtig einzustellen und die Lautsprecher optimal aufzustellen.

Benötigt wird ein PC mit Soundkarte und Betriebssystem Windows XP, ein PC Mikrofon (Multimediamikrofon) und ein Kabel zum Kalibrieren der Soundkarte.

Vor dem Start der Messung wird der LINE Ausgang der Soundkarte mit dem MIC Eingang über das Kalibrierkabel (Anleitung für den Aufbau des Kabels unter Help & Info im System-correction Menü) verbunden. Nach dem Start der Messung im System-correction Menü wird eine Korrekturkurve automatisch erstellt. Da die Eigenschaften der Soundkarte gezeigt werden, kann der Anwender sich auf die Messungen verlassen. Die Kalibrierung wird gespeichert und steht für alle weiteren Messungen zur Verfügung.

Für die Messung wird der LINE Ausgang der Soundkarte an den Stereoeingang des Surroundverstärkers angeschlossen. Das Mikrofon wird an den Ort des Sitzplatzes gestellt und an den MIC Eingang der Soundkarte angeschlossen. Die Messung zeigt so den Klang am Hörplatz. Für die Einstellung des Subwoofers stehen Dolby Digital Signale für Bass sowie Mittel-Hochton zur Verfügung.

Der Profi kann beim Vertreib die Surround-Test DVD erwerben. Diese wird im DVD Spieler abgespielt und enthält alle Signal zum Einstellen des optimalen Klanges.

Der Besitzer einer Stereoanlage findet mit dem ATB PC DEMO Programm die optimale Aufstellung für seine Lautsprecherboxen.

## 2. DAS MESSSYSTEM STELLT SICH VOR

Das ATB PC Messprogramm bildet zusammen mit der Soundkarte des Computers einen genauen und umfangreichen Audio Analyzer.

Folgende Messungen stehen zur Verfügung:

Elektrischer und akustischer Amplitudenfrequenzgang, SPL  
elektrischer und akustischer Phasenfrequenzgang

Durch zwei Eigenschaften wird die Genauigkeit des Systems von der Qualität der Soundkarte unabhängig. Erstens wird bei der Messung nur die Aufnahmefunktion der Soundkarte benutzt. Die Messsignale kommen von einem CD oder DVD Spieler. Als weiteres besitzt das Programm eine aufwändige Korrekturfunktion zum Ausgleich der nicht idealen Soundkarten Parameter.

Das ATB PC Messprogramm ist durch modernste Messtechnik so einfach wie ein Analyzer zu bedienen. So ist das Messsystem auch für den interessierten Laien zu verwenden.

Das Windows ATB PC Messprogramm ist entsprechend dem professionellen ATB precision Programm aufgebaut.

Die DVD enthält auch Signale zum Check der Surround Wiedergabe durch Hören.

Der Audio Analyzer dient bei der Entwicklung von Lautsprechern, der Optimierung der Raumakustik, der Installation von Car Hi-Fi Anlagen und dem Einmessen von Surroundanlagen. Für das Auto ist die Auto-Test CD für die Messsignale verfügbar.

Das Windows Messprogramm bietet alle Funktionen des Windows Betriebssystems. Für die Soundkarte haben wir eine neue Messtechnik entwickelt, die die nicht optimalen messtechnischen Eigenschaften umgeht. Das Messsignal wird bei der internen Generatorfunktion mit der Soundkarte erzeugt. Bei der externen Generatorfunktion wird das Messsignal durch einen CD oder DVD Spieler erzeugt. Hierdurch sind auf ältere Rechner mit einfacher Soundkarte für die Messung geeignet. Es wird der sehr schlechte Multiplexbetrieb der Soundkarten, die gleichzeitige Wiedergabe und Aufnahme, vermieden. Von der Soundkarte wird nur die Aufnahme Funktion benutzt, die dank der Spracherkennungsprogramme auch für die Messtechnik geeignet ist. Gerade die Notebooks sowie externe USB Soundkarten sind ideal. Die Frequenzgangfehler der Soundkarte werden durch eine Korrekturkurve vermieden. Mithilfe des mitgelieferten Adapters ist die Korrekturkurve leicht zu erstellen. Die Frequenzfehler der Soundkarte durch ungenaue und teilweise auch schwankende Samplerate werden durch ein neues Korrelationsverfahren umgangen. Die neue Korrelation ermöglicht auch eine akustische Messung ohne Abstandsbestimmung. Auch müssen keine Zeitfenster gesetzt werden. So wird die Bedienung so einfach wie bei einem Terz Analyse.

Damit die Messdaten mit CAD Programmen weiterverarbeitet oder in vorhandenen Datenbanken gespeichert werden können, besitzt das ATB PC eine Exportfunktion. Die ATB Daten lassen sich in folgende Formate umwandeln:

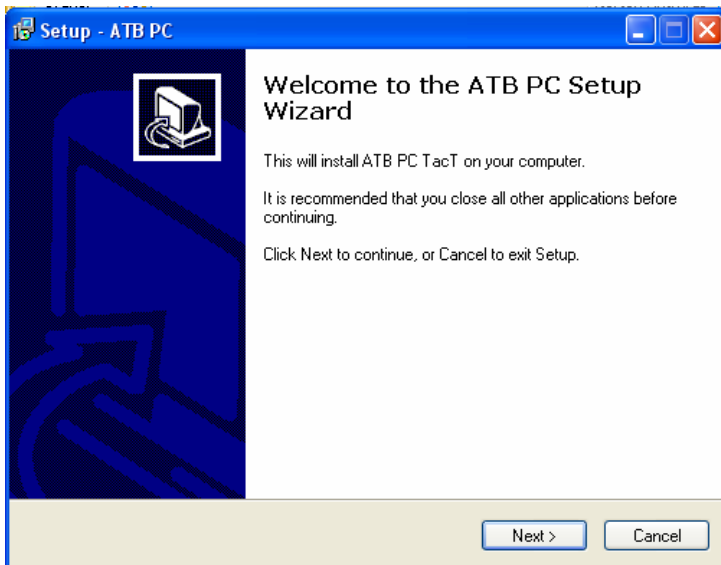
MLSSA, LAUD, IMP und CLIO.

### 3. START

#### 3.1. INSTALLATION DER SOFTWARE

Laden Sie das Programm von der Website.

Führen Sie setup.exe aus.

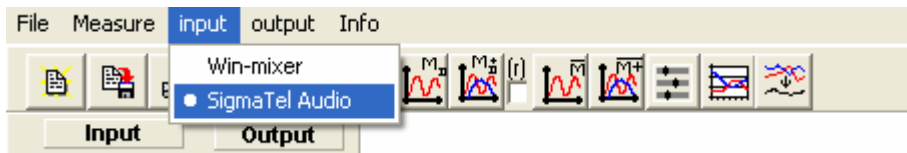


Folgen Sie nun den Anweisungen des Setup-Programms.

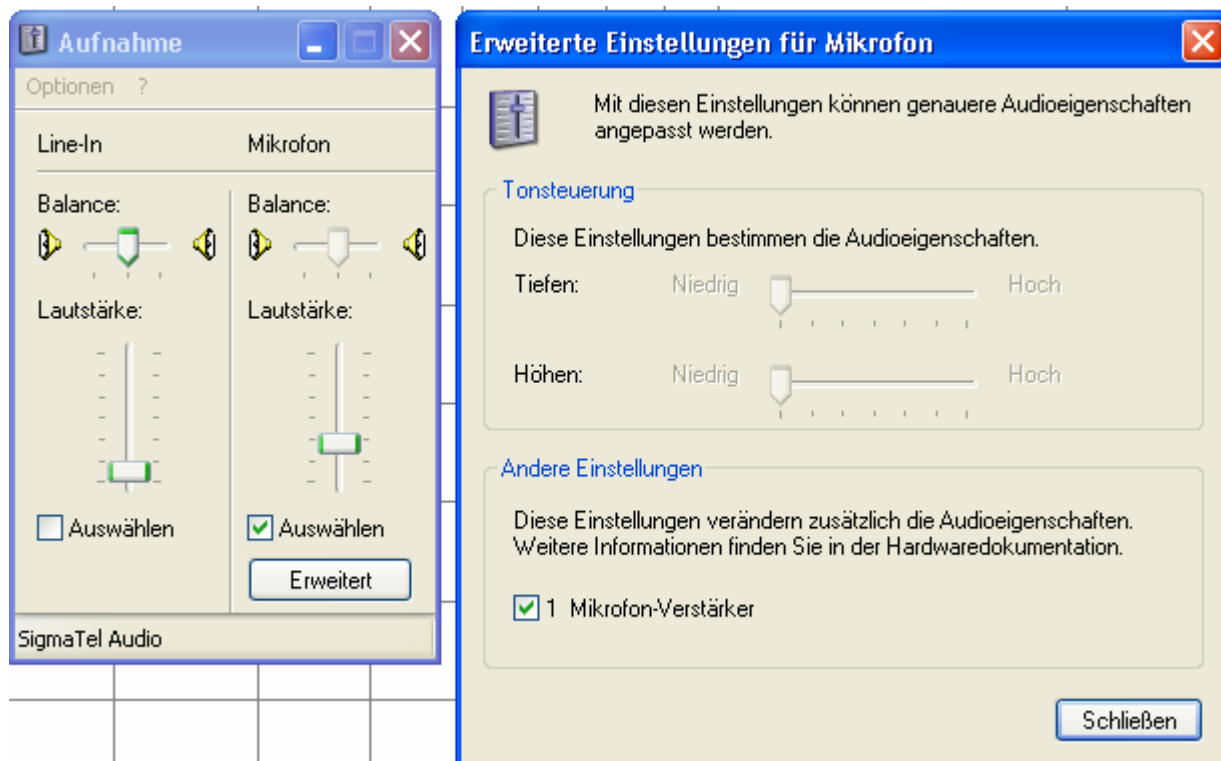
## 4. KURZANLEITUNG

### 4.1 MESSUNG MIT MESSIGNAL VON DER SOUNDKARTE

#### 4.1.1 EINSTELLEN DES SOUNKARTEN EINGANGS



Bei einer Soundkarte im Rechner wird diese vom Programm gewählt. Bei mehreren Soundkarten wird die Gewünschte im Menü angeklickt.



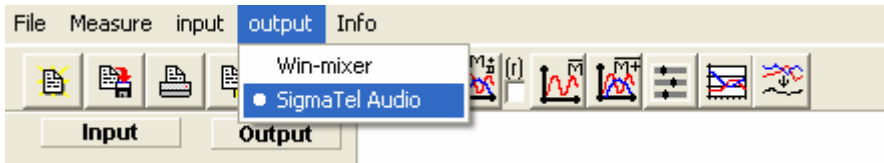
ausgewählt. Mit der Schaltfläche ERWEITERT wird das Menü ERWEITERTE EINSTELLUNGEN FÜR MIKROFON geöffnet. Dort wird MIKROFON-VERSTÄRKER angeklickt. Die Einstellung wird auch als Mic-boost oder +20dB bezeichnet. Als Nächstes wird der Win-mixer aufgerufen. Im AUFNAHME Menü wird das Mikrofon mit Vorverstärker oder für elektrische Messungen wird LINE-IN gewählt. Bei vorhandenem Digitaleingang kann auch dieser benutzt werden.



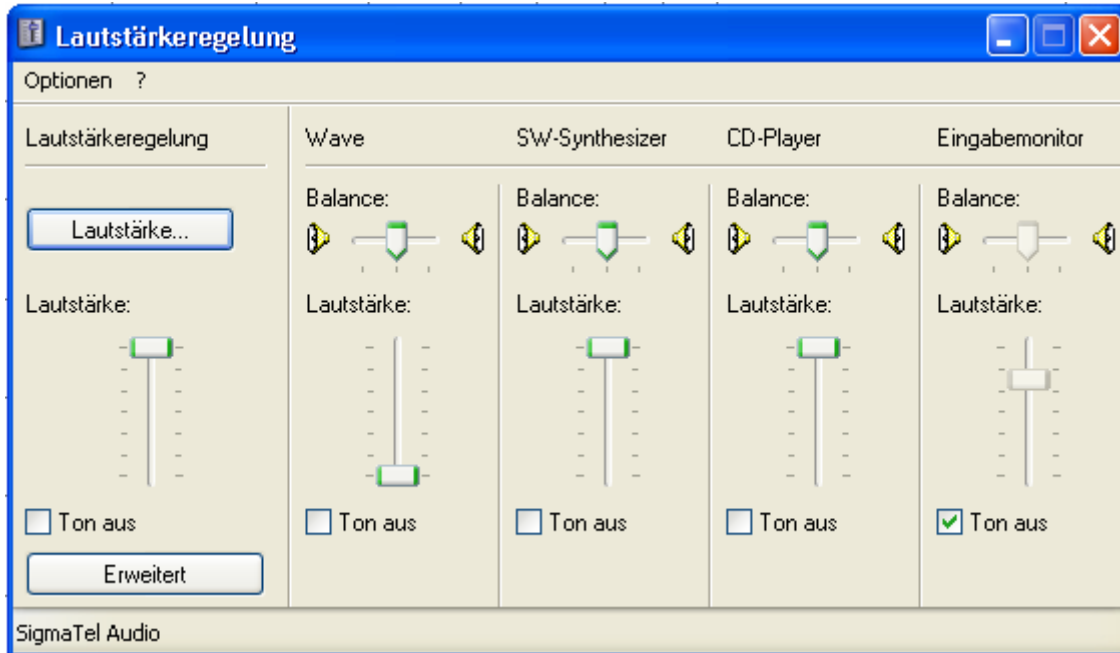
Die Eingänge können auf im Hauptmenü gewählt werden.



## 4.1.2 EINSTELLEN DES SOUNDKARTEN AUSGANGS



Bei einer Soundkarte im Rechner wird diese vom Programm gewählt. Bei mehreren Soundkarten wird die Gewünschte im Menü angeklickt.



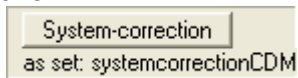
In dem Menü wird unter LAUTSTÄRKEREGELUNG der Lautstärkeregler in die obere Position gebracht und TON AUS wird nicht aktiviert. Unter EINGABEMONITOR wird TON AUS aktiviert, mit einem Haken versehen.

Unter LAUTSTÄRKEREGELUNG kann mit ERWEITERT der digitale SPDIF Ausgang gewählt werden.

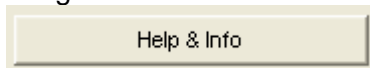
### 4.1.3 KALIBRIERUNG DER SOUNDKARTE

Bei Rechnern mit dem Betriebssystem Windows 7 haben die Soundkarten schon für eine einfache Messung ausreichende Linearität des Frequenzganges. Die nachfolgende Kalibrierung wird so nicht zwingend.

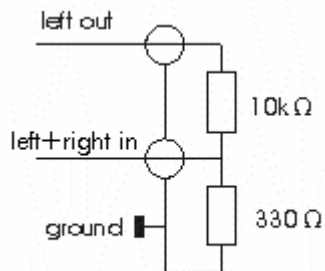
Vor der Messung wird die Soundkarte getestet und eine Korrekturdatei erstellt. Hierzu wird im Hauptmenü mit der Schaltfläche



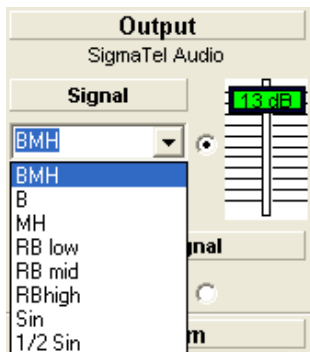
Das System-correction Menü aufgerufen. In dem Menü wird eine Anleitung mit



geöffnet. Als erstes wird der Ausgang der Soundkarte über ein Kabel, dem Testadapter, mit dem Eingang der Soundkarte verbunden. Der Testadapter besitzt eine Schaltung zur Anpassung des Soundkarten Ausgangs an den Eingang. Die Schaltung ist folgend:

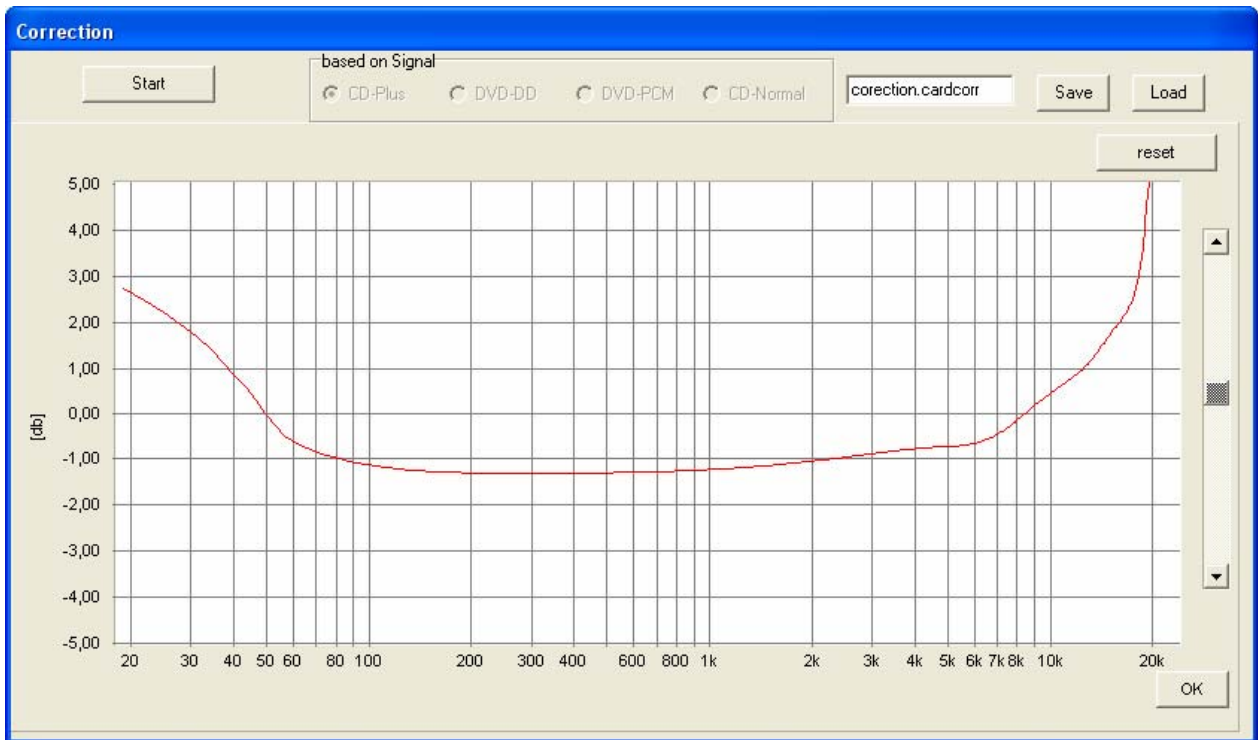


Nach dem Anschluss des Testadapters wird zur internen System-correction das BMH Signal mit dem Frequenzgang von 20Hz – 20kHz eingeschaltet.



Mit START wird die Messung gestartet. Hierbei werden die Pegel automatisch eingestellt. Es erscheint folgendes Bild, das auf eine gelungene Kalibrierung hinweist.

Die Messung wird mit dem oberen Start Button. Als erstes wird vom Programm der optimale Pegel eingestellt. Auf der Aussteueranzeige links oben im Hauptmenü ist der Vorgang zu beobachten.

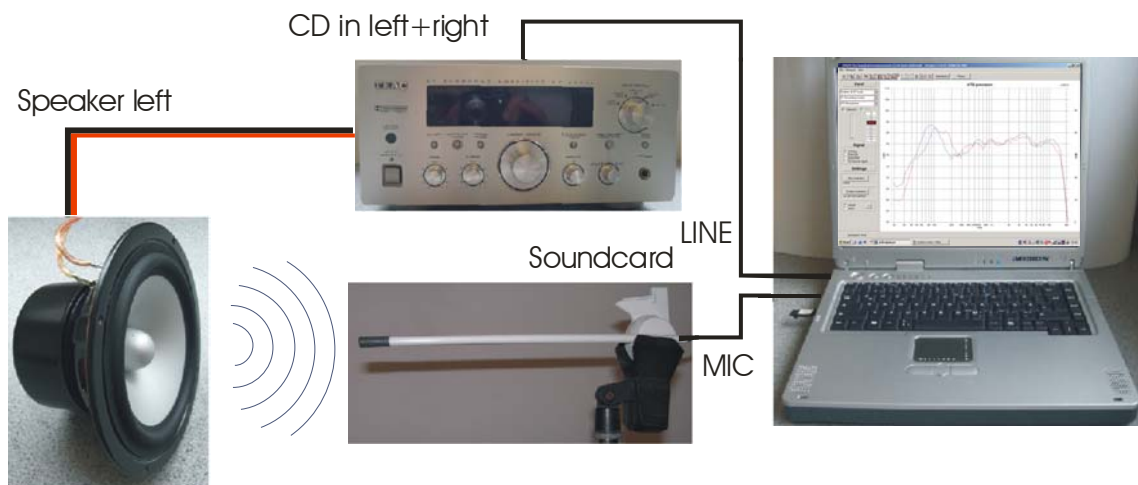


Das Ergebnis ist die rote Kurve.

Damit die Korrektur bei einem erneuten Start des Programms zur Verfügung steht, wird sie gespeichert.

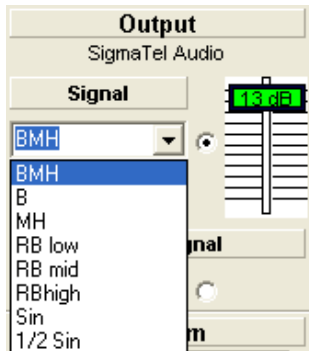
Nach dem Speichern steht die Korrektur für alle weiteren Messungen zur Verfügung und wird beim Start des Programms automatisch geladen.

#### 4.1.4 DIE MESSUNG MIT DEM MESSSIGNAL VON DER SOUNDKARTE



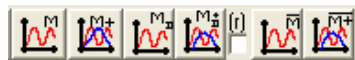
#### 4.1.5 WAHL DES MESSSIGNALS VON DER SOUNKARTE

Das Messsignal wird unter INTERN ausgewählt.



Für die Messung mit dem Messsignal von der Soundkarte wird BMH. Das Signal für den Frequenzbereich von 20Hz bis 20kHz, bei der DEMO Version bis 1kHz, gewählt.

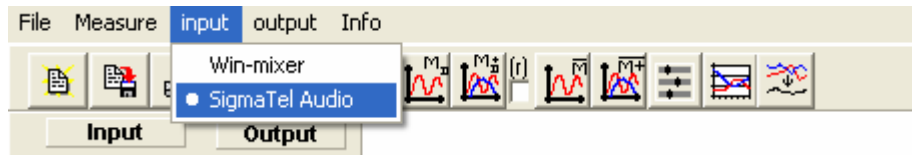
Die Messung wird mit einem Klick mit der linken Maustaste auf die M Schaltflächen gestartet.



## 4.1 MESSUNG MIT DEM MESSSIGNAL VON DER CD ODER DVD

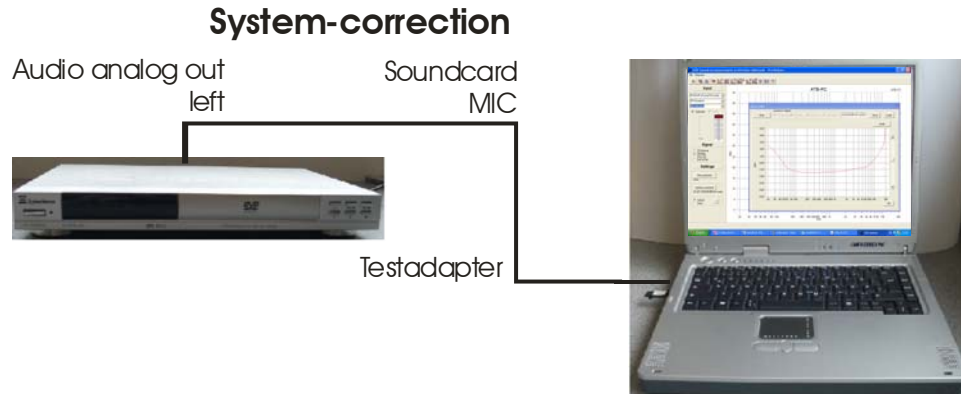
### 4.2.1 EINSTELLUNG DES SOUNDKARTENEINGANGS

Die Einstellung des Mikrofoneingangs der Soundkarte erfolgt wie bei 4.1.1



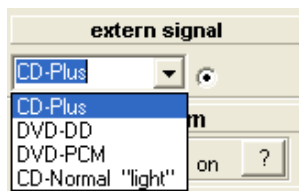
### 4.2.2 KALIBRIERUNG DER SOUNDKARTE

Messaufbau für die Kalibrierung der Soundkarte mit dem Signal vom CD oder DVD Spieler

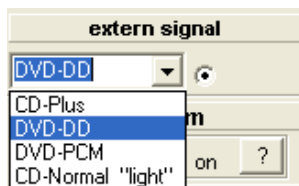


Schließen Sie den Testadapter mit dem Cinch Stecker an die Audio OUT analog Buchse linker Kanal des DVD-Spielers an. Der Klinkenstecker kommt in den Mikrofoneingang (rot-rosa) der Soundkarte.

### 4.2.3 WAHL DES MESSSIGNALS



Für den CD Spieler wird das CD-Plus Signal gewählt



Für den DVD Spieler wird das DVD-DD Signal gewählt.

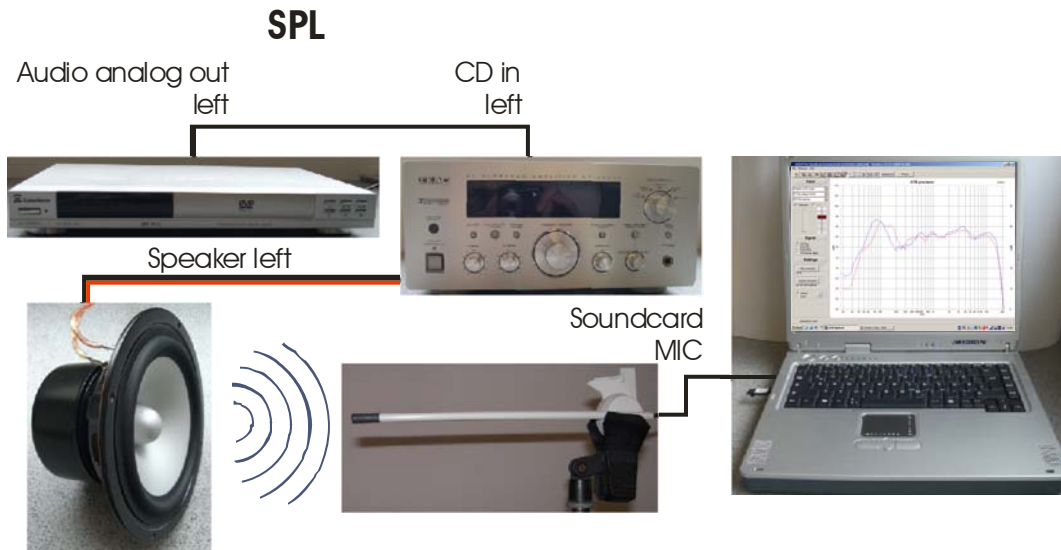
### 4.2.3 START DES CD ODER DVD-SPIELERS

Beim DVD-Spieler wird im Menü der Surround Test DVD der Punkt „Einzelsignale“ ausgewählt. In der folgenden Übersicht muss der linke Frontlautsprecher blinken (DVD Track 3).

### 4.2.3 KORREKTUR DER SOUNDKARTE

Die Kalibrierung der Soundkarte erfolgt wie unter 4.1.3

### 4.2.4 DIE MESSUNG MIT DEM MESSIGNAL VOM CD ODER DVD SPIELER



Verbinden Sie wieder Ihren DVD-Spieler mit der Hifi Anlage.

Stellen Sie das Mikrofon 1m vor den linken Frontlautsprecher und verbinden Sie das Mikrofon mit dem Mikrofoneingang ihrer Soundkarte. Die Messbox wird für diese Messung nicht benötigt. Das Mikrofon sollte sich in „Ohrhöhe“ befinden. Meistens sind dies 80-90 cm, da Musik überwiegend in sitzender Position genossen wird.

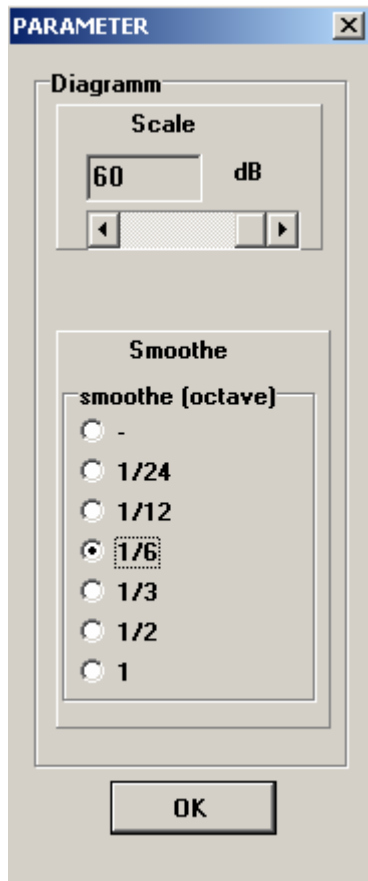
Die Messung wird mit einem Klick mit der linken Maustaste auf die M Schaltflächen gestartet.



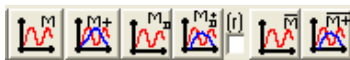
### 4.3. DIE MESSUNG

Mit einem Doppelklick auf die Desktopverknüpfung können Sie das Programm atbpc.exe starten.

Wählen Sie den Menüpunkt Parameter  und stellen Sie den Wert für smooth auf 1 / 6



Bei der Messung mit dem Messsignal von der Soundkarte wird die Messung mit einem Klick mit der linken Maustaste auf die M Schaltflächen gestartet.



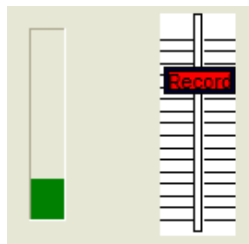
Bei der Messung mit dem Messsignal vom DVD Spieler spielen Sie nun den DVD-Track 3 (Dolby Digital Frontlautsprecher links, Menü-> Einzelsignale) ab und aktivieren Sie die

Schaltfläche „mean measure“.

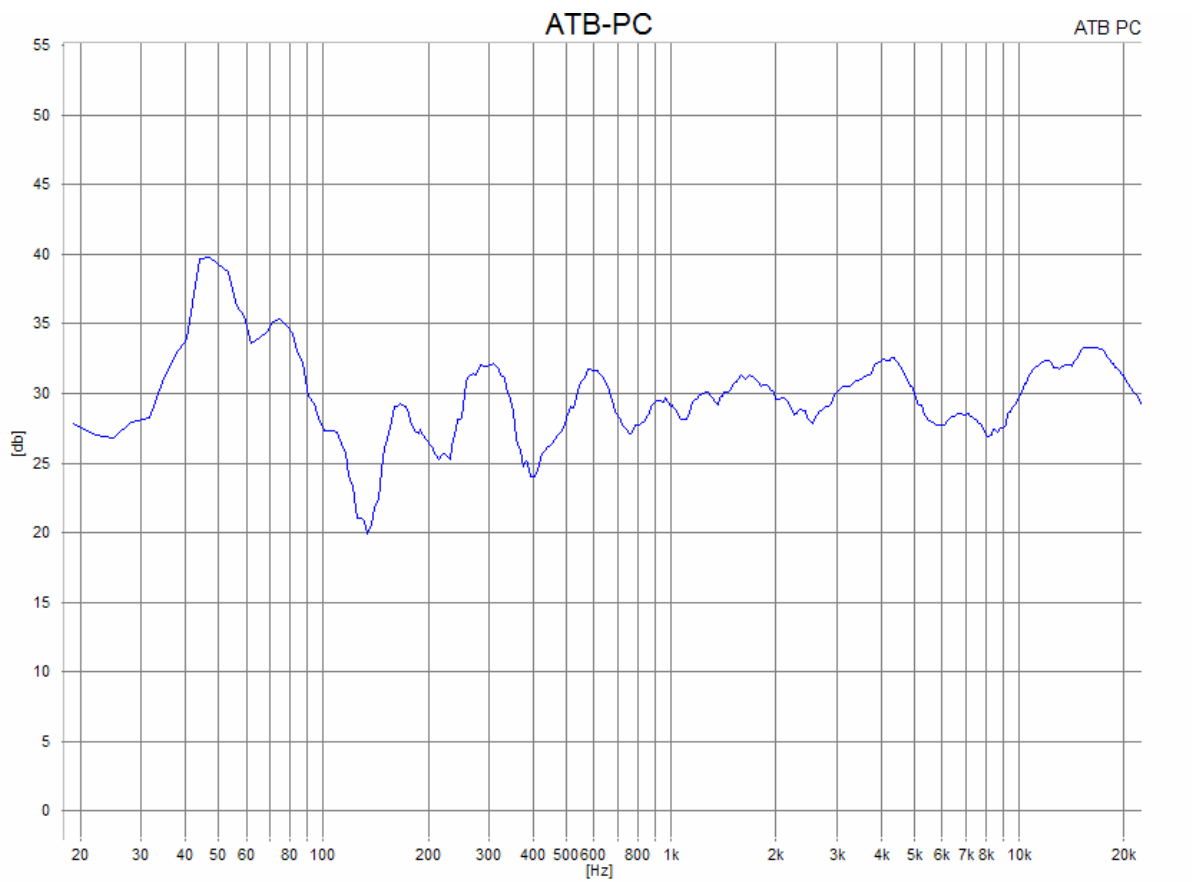


Verwenden Sie die CD, dann spielen Sie bitte den CD-Track 1 ab.

Die Aussteuerungsanzeige zeigt den Mikrofonpegel an.



Mit dem Schieberegler (Record) können Sie die Empfindlichkeit des Mikrofons einstellen. Der grüne Balken sollte die Anzeige wenigstens wie im Bild ausfüllen. Das Mikrofon ist übersteuert, wenn der Balken rot wird.



Auf dem Bildschirm sollte nun eine Frequenzgangkurve Ihres linken Lautsprechers erscheinen.



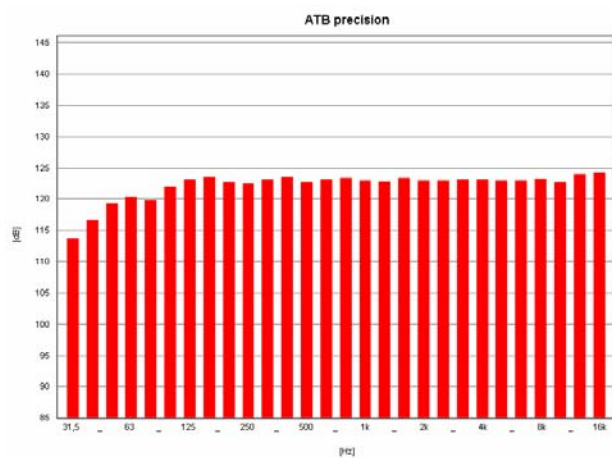
## 5. MESSSIGNAL

### 5.1 AUFBAU DES MESSSIGNALS

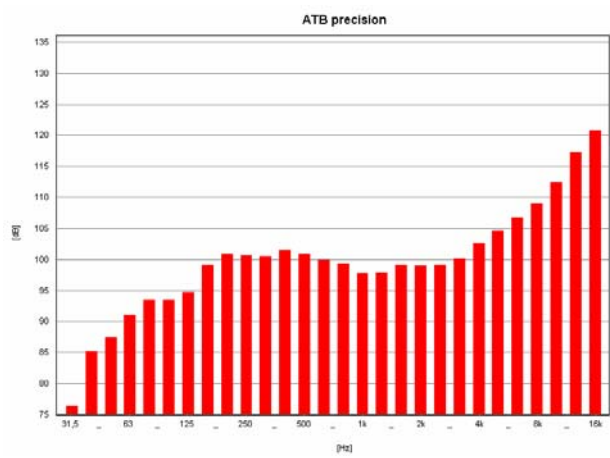
Das bei der Messung verwendete PPN (Pseudo-Pink-Noise) Signal ist ein deterministisches Rauschen. Durch die Funktion des 4-fachen Oversamplings entspricht es einem analogen Signal. Eine Überlegung bei der Entwicklung des Signals war die Anpassung der Messtechnik an die spätere Funktion des getesteten Gerätes. Ein Lautsprecher soll Musik und Sprache übertragen. Entsprechend wird auch die Belastbarkeit des Lautsprechers für die Frequenzbereiche definiert. Nach der DIN wird die Leistung bei 100% Gesamtleistung folgendermaßen verteilt:

Tiefenbereich	von 40Hz – 600Hz	62%
Mitteltönen	von 600Hz – 4kHz	30%
Hochton	von 4kHz – 20kHz	8%

Das Pink-Noise Signal ist hier wegen der gleichmäßigen Energieverteilung über den Frequenzgang der Musik angepasst. Bei dem MLS, Maximum Length Sequence, Signal ist es genau umgekehrt.



PPN



MLS

Die Bilder zeigen die Analyzer Messungen von PPN und MLS Signal. Beide Signale sind ein deterministisches Rauschen, ein Frequenzgemisch. Das PPN Signal zeigt ein rosa Rauschen. Praktisch alle Terzbalken haben die gleiche Amplitude. Der Abfall im Tieftonenbereich ist für die Messung zu vernachlässigen. Das MLS Signal entspricht eher dem weißen Rauschen. Dies ist bei der Messung auch gut zu hören. Die hohen Frequenzen haben eine sehr hohe Amplitude, und die tiefen Frequenzen sind im Signal mit  $-45\text{dB}$  enthalten. Im Gegensatz zur Terzanalyse erscheint das MLS Signal nach der Messung durch die Korrelation mit einem geraden Frequenzgang. Eine Korrelation hat folgende Funktion:

Der Lautsprecher wird mit dem MLS Signal mit oben gezeigter Frequenzverteilung angesteuert. Besitzt der Lautsprecher z.B. einen linearen Frequenzgang, wird das gleiche Signal vom Messmikrofon aufgenommen. Im Messgerät wird es in ein digitales Signal umgewandelt. Dieses Signal sowie das MLS Signal liegen in digitaler Form im Rechner vor. Bei der Korrelation werden die beiden Signale verglichen. Das Messergebnis, der Frequenzgang, besteht aus der Darstellung der Abweichungen. Sind beide Signale gleich, der Fall des linearen Lautsprechers, ist das Ergebnis eine gerade Linie. Überträgt der Lautsprecher den Tieftonenbereich nicht so gut, wird die Differenz von gemessenem Signal und Ausgangssignal als Abfall im Frequenzgang

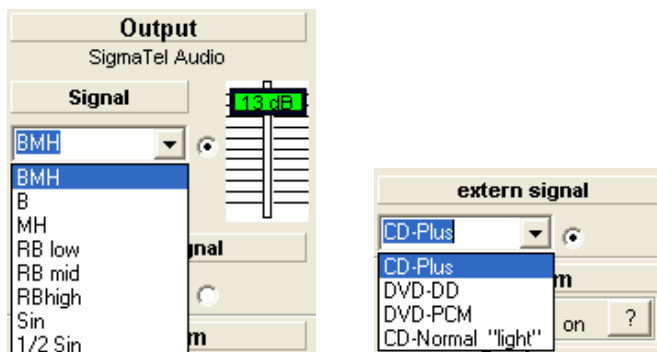
dargestellt. Dass das MLS Signal für diese Messung nicht geeignet ist, soll im Folgenden gezeigt werden. Der Lautsprecher wird mit dem Signal entsprechend der im Terzanalyser gezeigten Energieverteilung angesteuert. Die Energieverteilung der MLS ist genau entgegengesetzt dem Musiksignal; in den Höhen sehr viel und im Tieftonbereich fast keine Energie. Die Folgen hiervon sind:

1. Die sehr hohe Energie der hohen Frequenzen übersteuert den Hochtöner, so dass ein Teil des gemessenen Frequenzgangs aus Dynamikkompression und Klirrfaktor besteht. Ein der Musikwiedergabe entsprechender Frequenzgang kann so nicht gemessen werden.
2. Durch die sehr kleinen Signale im Tieftonbereich wird eine genaue und reproduzierbare Messung fast unmöglich. So wird bei den Messsystemen mit MLS auch darauf hingewiesen, dass ein genaues Ergebnis erst nach ca.10 gemittelten Messungen (mit adaptiven Fenstern) erreicht wird.

Das PPN Signal besitzt eine gleichmäßige Energieverteilung. Es übersteuert nicht den Hochtöner und besitzt genügend Signalamplitude im Tieftonbereich. Die Messungen sind jeweils für sich (auch ohne Mittelung) verlässlich.

## 5.2 EINSTELLUNG DES SIGNALS

Vor der Messung wird im Programm das verwendete Messsignal eingestellt.



Für die Messung stehen 8 Signale an dem Soundkartenausgang (Kopfhörer) zur Verfügung.

Von der CD sind es drei Signale und von der DVD 2.

Auf der CD befinden sich das CD-Plus Signal für L+R, L und R. Das Pink Noise Signal auf der CD ist nur zum hören und für die Messung nicht geeignet.

Das CD-Plus Signal entspricht den DVD Signal in Bezug auf die Frequenzverteilung. Das Messsignal ist durch 4-faches Oversampling fast analog.

Auf der DVD befinden sich die Dolby Digital (DD) Signale und das PCM Signale.

Die Surround Messung benutzt als Quelle die Surround-Test DVD und das DD Signal.

Das DD und das PCM Signal unterscheiden sich durch die obere Grenzfrequenz. Bei dem DD Signal liegt sie bei 20kHz und für das PCM Signal bei 22kHz.

Lautsprechermessungen werden mit dem PCM Signal durchgeführt. Es hat eine Auflösung von 24 Bit bei einer Abtastrate von 48kHz. Mit dem Signal kann so bis 22kHz gemessen werden.

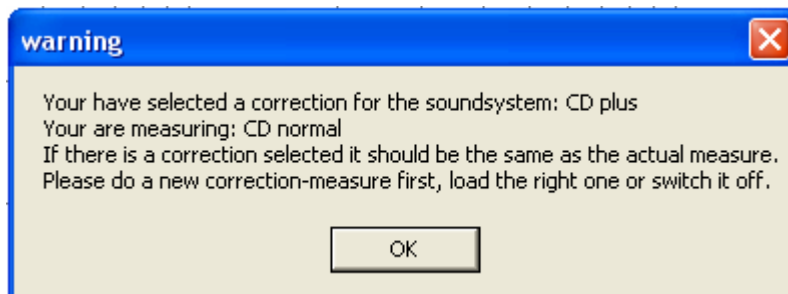
Das PCM Signal wird auch für die digitalen Messungen verwendet.

Achtung!

Die Einstellungen sowie die System-correction müssen dem verwendeten Messsignal entsprechen.

## 6. DIE KORREKTUR

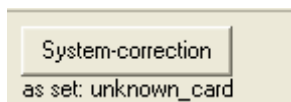
Die meisten Soundkarten besitzen eine gute Aufnahmefunktion. Da aber die Eingänge nicht den für Messungen nötigen linearen Frequenzgang haben, ist eine Korrektur notwendig. Bei der Korrektur wird auch der DVD Spieler korrigiert. Auch das Dolby Digital und das PCM Signal erfordern unterschiedliche Korrekturkurven. Sogar ein Messraum kann mit korrigiert werden. Deshalb können beliebig viele System-correction Kurven benutzt werden. Auch können den Eingängen LINE und MICROPHONE Korrekturen zugeordnet werden. Wird eine Messung ohne vorher gemessene oder geladene System-correction gestartet erscheint folgende Fehlermeldung



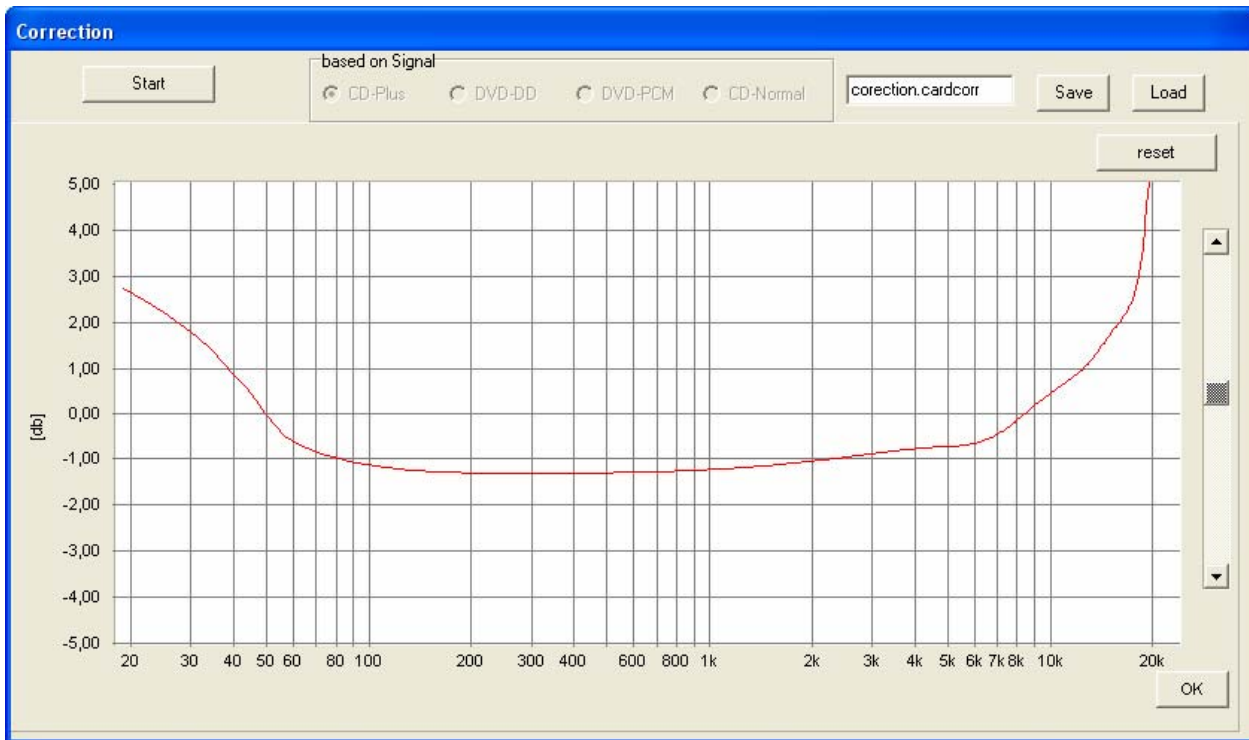
Die Meldung besagt, dass eine falsche oder keine System-correction vorliegt. Deshalb muss eine die zum Messsignal passende System-correction erstellt oder geladen werden. Nachdem die Meldung mit OK geschlossen wird, erscheint das System-correction Menü.

Zum Erstellen der System-correction wird die Testbox mit dem Cinch Stecker an die Audio Out analog Buchse linker Kanal des CD, DVD Spielers angeschlossen. Der Klinkenstecker kommt in den Mikrofoneingang (rot-rosa) der Soundkarte. Die Schalter werden auf 1 und Correction gestellt. Beim CD Spieler wird bei der Auto-Test CD Track 1 gestartet, Beim DVD Spieler wird im Menü der Surround Test DVD der linke Lautsprecher gewählt.

Nach der Betätigung des Buttons



erscheint das CORRECTION Menü.



Die Messung wird mit dem oberen Start Button. Als erstes wird vom Programm der optimale Pegel eingestellt. Auf der Aussteueranzeige links oben im Hauptmenü ist der Vorgang zu beobachten.

Das Ergebnis ist die rote Kurve.

Hiermit ist die Korrekturmessung beendet und steht für alle weiteren Messungen zur Verfügung. Damit die Korrekturkurve bei Einem Neustart des Programms automatisch geladen wird, wird sie gespeichert

Während der Korrekturmessung können folgende Fehlermeldungen erscheinen:

Die Fehlermeldung ist „missing/weak signal“

Kein Signal

Anschluss der Testbox prüfen. DVD/CD Spieler Audio Out analog linker Kanal und Soundkarte Mikrofon.

Beim DVD Spieler im Surround-Test DVD Menü den linken Lautsprecher wählen. Beim CD Spieler Track 1 oder 2 abspielen.

Den Mikrofonvorverstärker, mic-booster, einschalten. Durch Aufrufen von START, SYSTEMSTEUERUNG, SOUND und AUDIO die Karte AUDIO öffnen. Im Menüpunkt AUFNAHME LAUTSTÄRKE wählen. Im Aufnahme Menü, dem Mixer, ERWEITERT anklicken. In Erweiterte Einstellungen „MICROPHONE-BOOST“ oder MIKROFONVORVERSTÄRKER aktivieren.

Die Fehlermeldung ist „signal too strong“

Zu starkes Signal

Im Hauptmenü die Soundkarte Einstellungen auf AUFNAHME oder VAVE IN und MIKROFON einstellen.

Die Testbox auf CORRECTION schalten.

Den Mikrofonvorverstärker, mic-booster, ausschalten. Durch Aufrufen von START, SYSTEMSTEUERUNG, SOUND und AUDIO die Karte AUDIO öffnen. Im Menüpunkt AUFNAHME LAUTSTÄRKE wählen. Im Aufnahme Menü, dem Mixer, ERWEITERT anklicken. In Erweiterte Einstellungen „MICROPHONE-BOOST“ oder MIKROFONVORVERSTÄRKER deaktivieren.

Fehlermeldung „insufficiend record level“

Zu niedriges Signal

Den Mikrofonvorverstärker, mic-booster, einschalten. Durch Aufrufen von START, SYSTEMSTEUERUNG, SOUND und AUDIO die Karte AUDIO öffnen. Im Menüpunkt AUFNAHME LAUTSTÄRKE wählen. Im Aufnahme Menü, dem Mixer, ERWEITERT anklicken. In Erweiterte Einstellungen „MICROPHONE-BOOST“ oder MIKROFONVORVERSTÄRKER aktivieren.

Fehlermeldung „same level“

Gleiches Signal

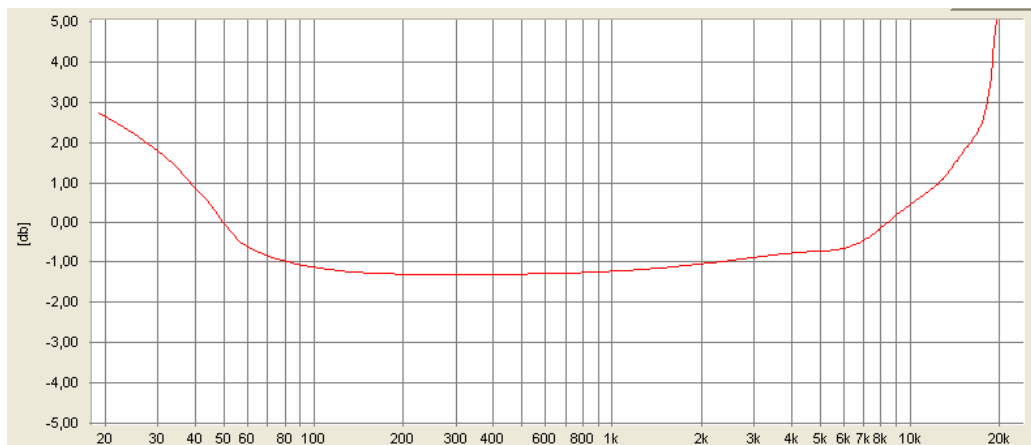
Bei der zweiten Messung die Testbox auf 2 schalten.

Fehlermeldung „level too high“

Zu hohes Signal

Die Messung wiederholen und bei der ersten Messung den Schalter der Testbox auf 1 und bei der zweiten Messung auf 2 schalten.

Zeigen die Gemessenen Kurven ein der Abbildung entsprechendes Bild, war die Korrekturmessung erfolgreich



Danach wird die Kurve mit dem Namen der Soundkarte und des Einganges sowie DVD Spielers gespeichert.

Nach dem Verlassen des Menüs mit OK kann eine Testmessung durchgeführt. Entsprechend der System-correction Messung wird das Messsignal abgespielt. Die Messung wird mit dem Messbutton M gestartet. Bei richtig gemessener Korrekturkurve ist das Ergebnis eine gerade Linie, die bei 20kHz steil abfällt.

## 7. DAS MIKROFON

### 7.1 Die Mikrofonkorrektur

Das ATB PC Mikrofon MC1 entspricht von der Genauigkeit des Frequenzganges den professionellen Elektret Messmikrofonen und braucht nicht korrigiert werden.

Das ATB PC Messprogramm ermöglicht die Korrektur beliebig vieler Mikrofone. Diese Funktion ermöglicht auch eine Menge anderer Messungen mit Korrektur:

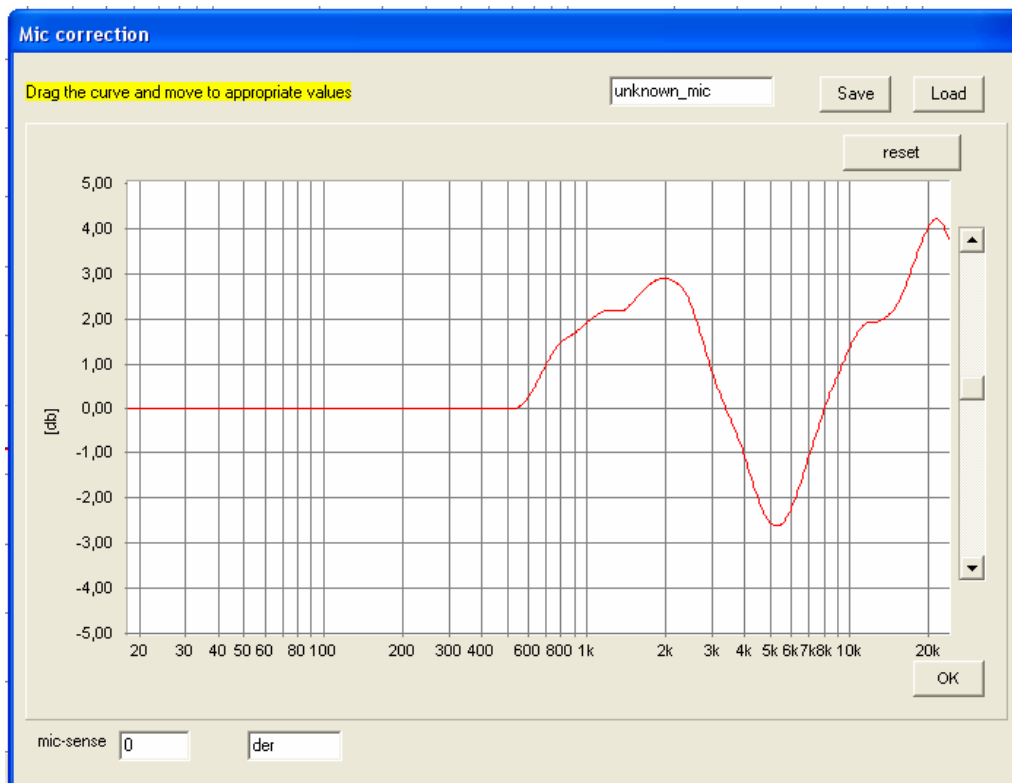
1. Korrektur der Bassanhebung eines Messraums.

In einem Messraum wird eine feste Aufstellung für Lautsprecher und Mikrofon gewählt. Als Lautsprecher für die Einstellung wird ein im Freifeld, große Halle oder draußen, gemessener Lautsprecher gewählt. Nach der Messung werden beide Frequenzgänge verglichen und die Differenzen in der MIC-CORRECTION Kurve negative eingestellt.

2. Korrektur der Akustik des Autos.

Für das Auto ist ein linearer Frequenzgang nicht ratsam. Frequenzgänge entsprechend der Car & HiFi sind gehörmäßig besser. Auch dieser Frequenzgang lässt sich in die MIC-CORRECTION eintragen. So muss bei dem Einmessen des Autos nur noch auf den geraden Frequenzgang geachtet werden. Die gehörmäßige Anpassung ist in der Korrektur.

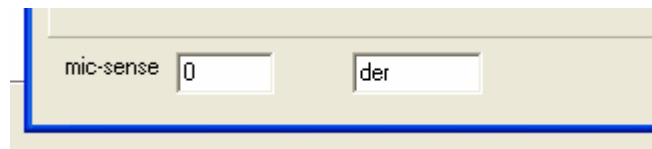
Hierzu wird im Menü SETTINGS die MIC-CORRECTION aufgerufen.



In dem Menü wird mit dem Mauszeiger die Kurve entsprechend dem Frequenzgangschrieb des verwendeten Messmikrofons angepasst. Hierbei wird die negative Kurve eingegeben, eine Überhöhung im Frequenzgangschrieb des Messmikrofons wird ein Einbruch.

## 7.2 DIE MIKROFONEMPFINDLICHKEIT

Die MIKROFONEMPFINDLICHKEIT ist für die SPL Messung notwendig. Bei der Messung mit Soundkarten kann sie aber nicht wegen den unterschiedlichen Eingangsempfindlichkeiten der Soundkarten direkt eingegeben werden. Deshalb wird bei diesem Messsystem ein Korrekturfaktor benutzt. Der Korrekturfaktor wird im Menü MIC.-CORRECTION eingetragen und ist ein Bestandteil der Mikrofonkorrektur. Bei dem mitgelieferten Mikrofon MC1 ist keine Frequenzgangkorrektur notwendig. Trotzdem wird nach Ermittlung des Mikrofonkorrekturfaktors die unveränderte Kurve mit dem Namen MC1 gespeichert.



### Messung des Korrekturfaktors

Der Wert für den Korrekturfaktor wird messtechnisch ermittelt. Bei voll aufgedrehtem Mikrofon Regler der Soundkarte wird ein Lautsprecher, dessen SPL Kurve vom Hersteller veröffentlicht wurde, in einen Meter Abstand gemessen. Die Eingangsspannung beträgt hierbei für einen  $8\Omega$  Lautsprecher  $2,8V$  und für einen  $4\Omega$  Lautsprecher  $2,0V$ . Für einen ausgeglichenen und in beiden Kurven identischen Teil werden die SPL Werte verglichen. Die Differenz in dB zwischen den beiden Kurven wird bei MIC-SENS eingetragen. Nach einer Testmessung sollen dann beide Kurven den gleichen dB Wert zeigen.

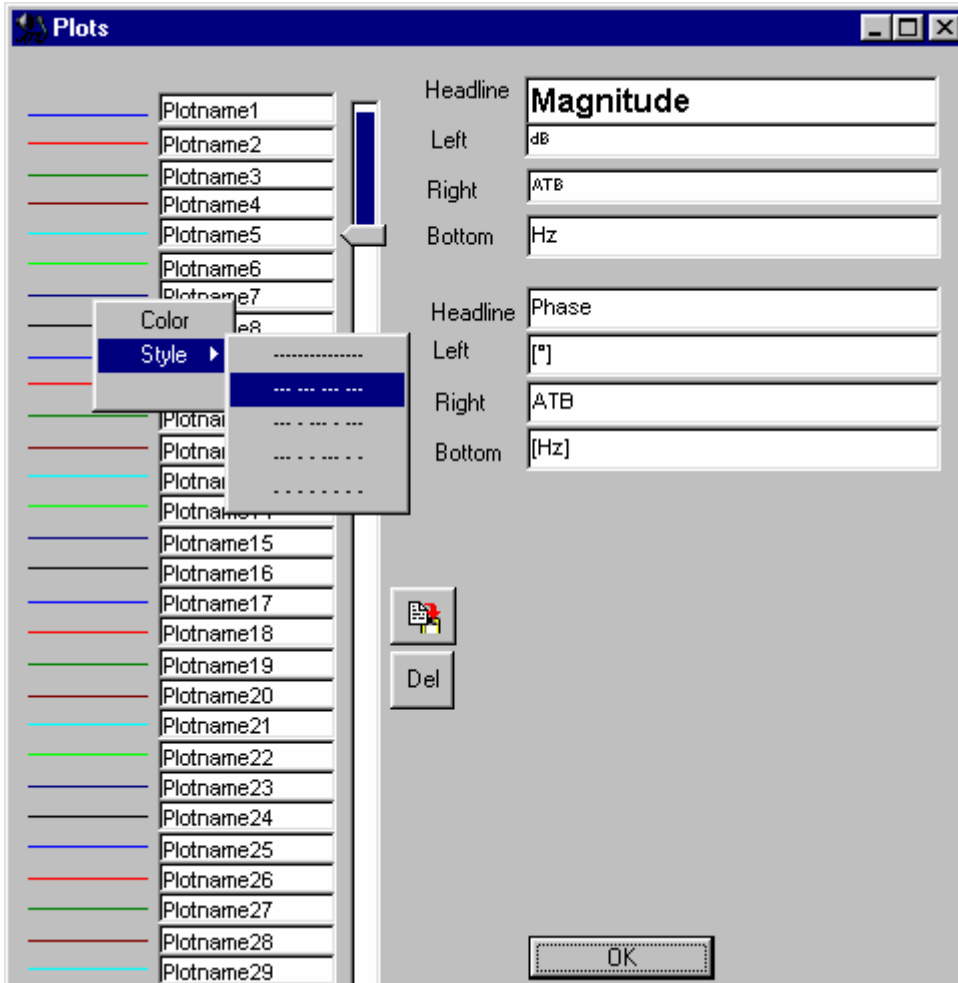
## 8. ANZEIGEN VON KURVEN

### 8.1 BEARBEITUNG VON EINZELMESSUNGEN

Bis zu 32 Einzelmessungen werden im Menü PLOTS verwaltet. Das Menü wird mit



geöffnet.





Das Plot-Parameter-Menü erfüllt folgende Aufgaben:

1. Wahl der Farbe für die Messkurve:

In dem Menü wird Color angeklickt und im Color Menü die Farbe gewählt.

2. Wahl der Linie einer Messkurve:

Vor dem Feld für den Namen der Messkurve wird die Farbe sowie Linienart gezeigt.

Nach Auswahl der zu ändernden Kurve mit dem Cursor wird durch einen Klick mit der rechten Maustaste das Color, Style Menü geöffnet. Nach Auswahl von Style erscheint das Menü mit den verschiedenen Strichformen, in dem die gewünschte Form angeklickt wird.

Diese Funktion ermöglicht auch bei einem schwarz/weiß Drucker die Unterscheidung von verschiedenen Messungen.

Achtung: Diese Funktion gilt nur für Kurven mit der Strichstärke (Print-linewidth) 1.

2. Namengebung für die Messkurve:

Im Fenster NAME wird der Name der Messung eingetragen.

3. Kopieren der Messung in die Zwischenablage:

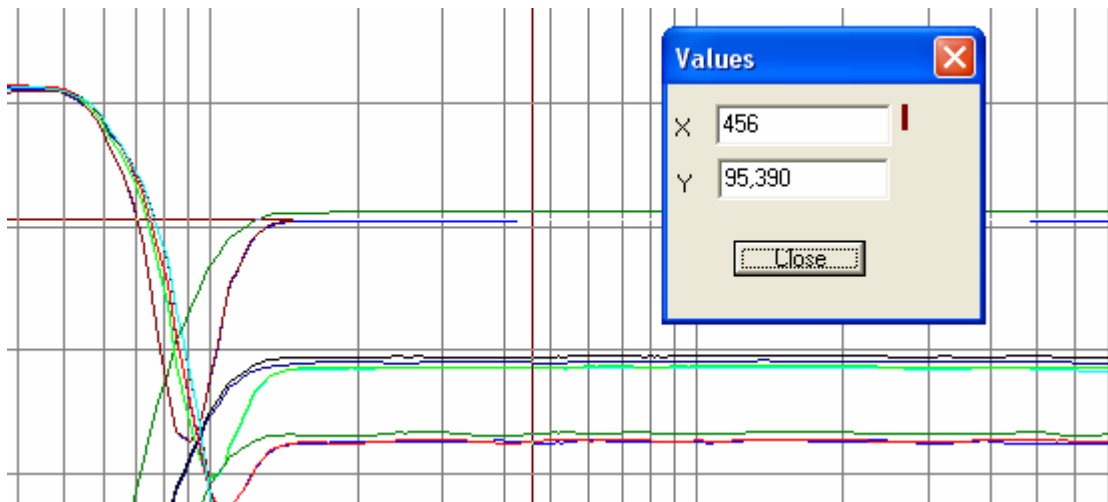
Hierbei wird die Schaltfläche COPY angeklickt. Die Messwerte werden im ATB-Format in die Zwischenablage kopiert. Von dort aus können sie von allen Windows-Programmen importiert werden.

4. DEL (Löschen) einer Messung:

Bei der Betätigung der Schaltfläche DEL (Entfernen) wird die Kurve, auf die der Zeiger zeigt, gelöscht.

## 8.2 CURSOR

Der Cursor dient zum Auslesen von Kurvenwerten. Durch Führen des Mausursors auf den Messschrieb erscheint das Cursorkreuz. Durch einen Doppelklick auf die linke Maustaste erscheint das Fenster VALUES (Werte), in dem die Messwerte angezeigt werden.



Das VALUES Fenster zeigt folgende Werte:

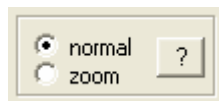
X = Frequenz

Y = Amplitude

Beim Auslesen der Werte wird die Frequenz vorgegeben. Mit der Maus wird der X-Wert mit dem Mauscursor gewählt.

## 8.3 DIE ZOOM FUNKTION

Im Grundmenü der Optitest Messung ist ein Zoomen in der Grafik möglich. Nach dem Anklicken von ZOOM mit der linken Maus Taste



wird mit gedrückter linker Maustaste ein Kasten um den näher zu betrachtenden Bereich der Kurve gezogen. Danach wird der umschlossene Bereich groß gezeigt. Der Frequenzbereich bleibt für weitere Messungen erhalten. Das Rücksetzen der Zoom Funktion erfolgt durch das Anklicken von NORMAL.

Mit der Zoom Funktion wird auch der Frequenzbereich für eine Messung eingestellt.

## 9. ALLGEMEINE PARAMETER

### 9.1 SCALE

Die SCALE (Auflösung) gibt den Umfang der Y-Achse an. Der maximale Wert wird absolut angezeigt. Dies bedeutet, dass die Anzeige in Abhängigkeit des Eingangsspannungsbereiches erfolgt. Durch Verkleinerung von SCALE wird der obere Bereich der Anzeige gestreckt. Das Verkleinern des Anzeigebereiches kann also verglichen werden mit dem Hereinzoomen in ein bestehendes Diagramm. Voraussetzung für das 'Zoomen' ist allerdings eine ausreichende Aussteuerung des Wandlers.

### 9.2 SMOOTH

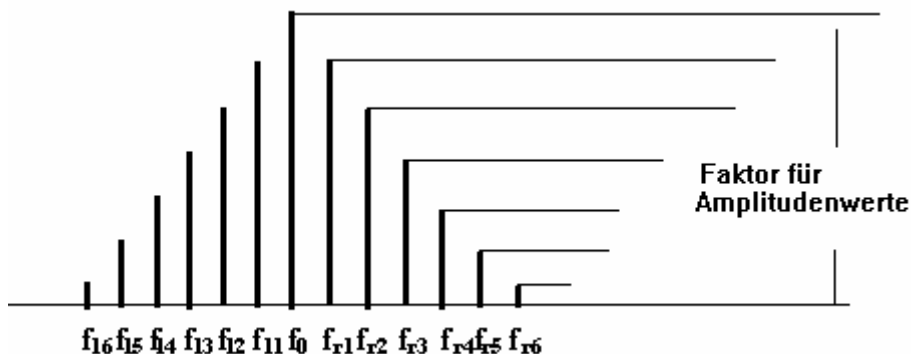
Der Parameter SMOOTH (Glätten) dient zur Glättung einer Kurve.

Es liegt speziell in der Natur von akustischen Messkurven, dass sie mit einer gewissen Rauheit behaftet sind. Dieses unregelmäßige Verhalten der Kurve kann mitunter die Sicht auf ihre wesentlichen Charakteristiken versperren, deshalb die Glättungsfunktion.

Der Parameter SMOOTH legt den Glättungsradius fest. Hierunter ist der Bereich zu sehen, in dem die Messwerte in die Glättung einbezogen werden. Der Glättungsradius wird in Oktaven angegeben.

### 9.3 DIE GLÄTTUNGSFUNKTION

Die Funktion des Glättens entspricht einem digitalen Filter.



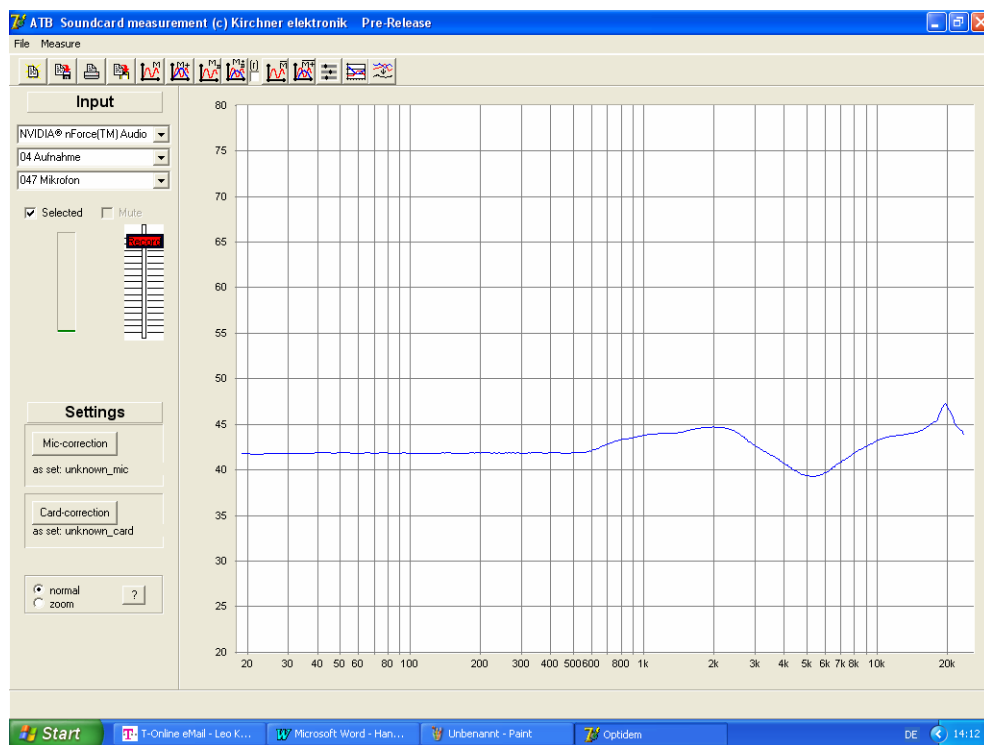
## 10. DAS WINDOWS-PROGRAMM

### 10.1 ATB PRECISION STARTEN

Falls die Programmgruppe ATB für Windows als Symbol dargestellt wird, muss diese durch einen Doppelklick auf ihr Symbol geöffnet werden. Anschließend wird ATB durch einen Doppelklick auf sein Programmsymbol gestartet.



Die Benutzeroberfläche von ATB für Windows:



Die Bedienung des Programms entspricht dem unter Windows üblichen Standard.

## 10.2 BENUTZERDEFINIERTES MESSPROGRAMM

Das Messprogramm ATB precision speichert beim Verlassen die aktuellen Einstellungen. Wird das Programm wieder aufgerufen, werden die Einstellungen automatisch übernommen, so dass die zuletzt ausgeführte Messung sofort gestartet werden kann. Die Daten werden standardmäßig in der INI-Datei ATB.INI gespeichert.

Da mehrere Anwender das System benutzen oder aber ein Anwender bestimmte Messabläufe mit entsprechenden Parametereinstellungen durchführt, kann das Messprogramm mit vom Anwender definierten Parametersätzen (Grundeinstellungen) aufgerufen werden.

Dies wird durch eine Verknüpfung des Programms mit einer \*.INI Datei durchgeführt. In der INI Datei werden die Einstellungen beim Verlassen des Programmes gespeichert.

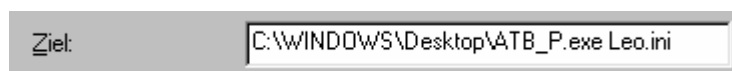
Erstellen des Messprogramms mit anwenderspezifischer \*.INI Datei:



Nach einem Klick auf die rechte Maustaste auf das Icon zum Start des ATB Programms erscheint folgendes Menü, in dem der Menüpunkt VERKNÜPFUNG ERSTELLEN gewählt wird.



Es erscheint das Icon „Verknüpfung mit ATB\_P, das ebenfalls mit der rechten Maustaste angeklickt wird. In dem Menü wird „Eigenschaften“ gewählt und im Menü EIGENSCHAFTEN VON VERKNÜPFUNG MIT ATB\_P in VERKNÜPFUNG unter ZIEL nach einem Leerzeichen ein frei zu wählender Name mit der Erweiterung .INI eingetragen, z.B. für den Anwender Leo LEO.INI.

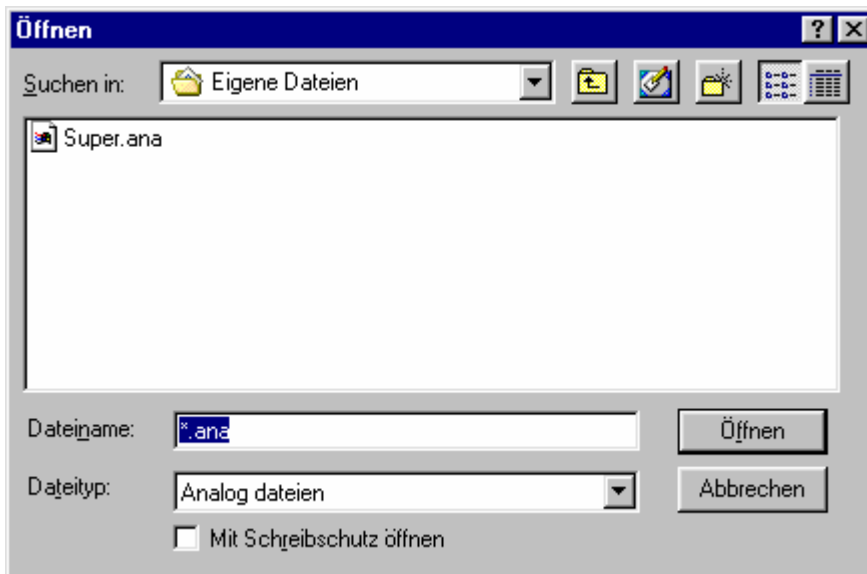


## 11. DATEI ÖFFNEN

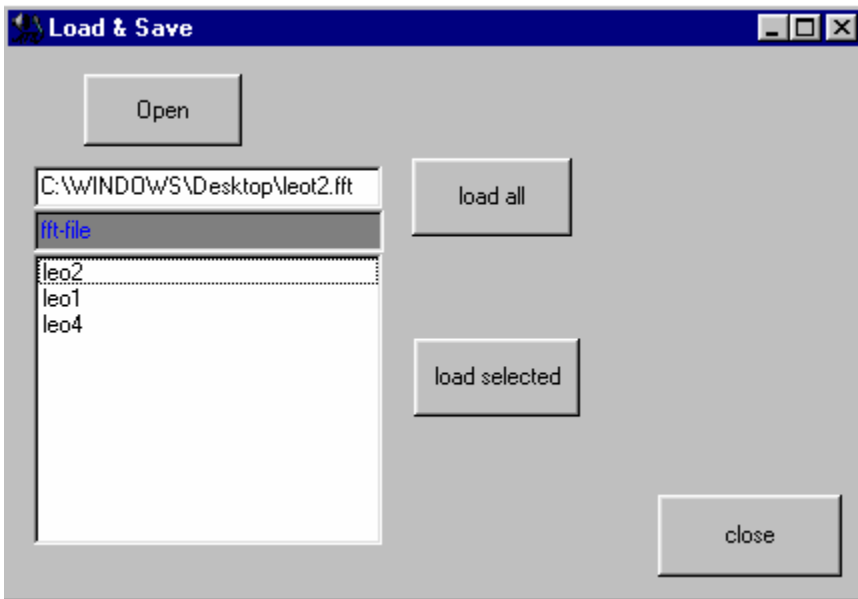
Mit dem Befehl DATEI • ÖFFNEN können Sie ein auf einem Datenträger gespeichertes Dokument laden. Diese werden nach Anwählen sofort gestartet.



Es wird folgende Dialogbox geöffnet:



Die Dialogbox zeigt die im Ordner vorliegenden Dateien. Laufwerk und Ordner werden unter SUCHEN IN: gewechselt. Mit einem Doppelklick wird eine Datei in das Feld DATEINAME geschrieben und nach ÖFFNEN erscheint folgendes Menü.



Die Schaltflächen des Menüs haben folgende Funktion:

- |               |   |
|---------------|---|
| OPEN          | Mit OPEN wird in das Menü ÖFFNEN zurückgesprungen um eine andere Messung auszuwählen.   |
| LOAD ALL      | lädt alle Messkurven der Messung in das Diagramm, wobei die vorherigen Messungen gelöscht werden.   |
| LOAD SELECTED | schreibt eine in der Tabelle ausgewählte Messkurve in das Diagramm. Dieser Vorgang kann entsprechend der Anzahl der Messkurven wiederholt werden. |
| CLOSE         | beendet die Funktion LOAD SELECTED  |

## 12. DATEI SPEICHERN

Nachdem Sie ein Dokument erstellt oder geändert haben, sollten Sie es speichern. Damit haben Sie die Möglichkeit, zu einem späteren Zeitpunkt dieses Dokument zu erweitern oder zu ändern.



Es wird beim ersten Speichern folgende Dialogbox geöffnet:



In dem Feld *Dateiname* tragen Sie den Dateinamen ein, unter dem Ihr Dokument gespeichert werden soll. Die Erweiterung .ana wird entsprechend der Messung vorgeschlagen. Im Feld SPEICHERN IN wird Laufwerk und Ordner gewählt, in dem Ihr Dokument gespeichert werden soll. Die Dialogbox SPEICHERN UNTER wird durch Betätigung von SPEICHERN beendet

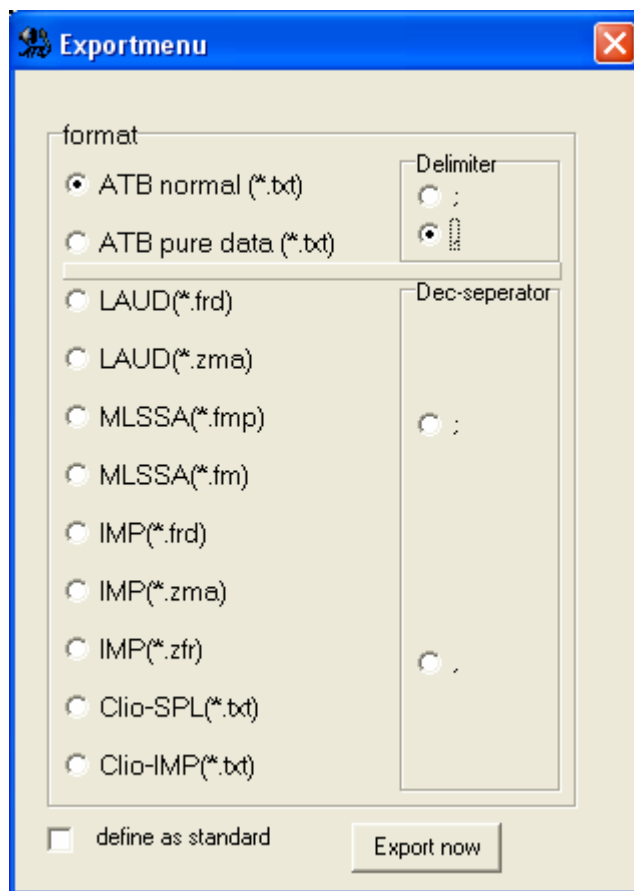
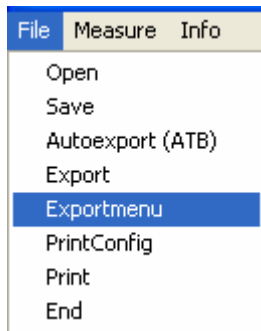


### 13. EXPORT VON DATEN

Für den Export von Daten besitzt das ATB das Exportformat. Es ist ein ASCII Text Format. So können die Daten von vielen Programmen gelesen werden.

Bei vielen CAD Programmen wird ein spezielles Format zum Einlesen der z.B. Lautsprecher Daten verlangt. Um mit fast allen bekannten Programmen kompatibel zu sein, gibt es die Exportfunktion.

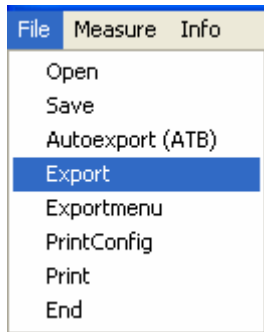
Im Menü FILE wird das EXPORTMENUE geöffnet



In dem Menü wird das Format gewählt

Bei der Speicherung von Daten in Exportformaten unterscheidet man zwischen dem Speichern von Messungen mit mehreren Kurven und Einzelmessungen.

1. Speichern von Messungen.  
Im Menü FILE wird EXPORT aufgerufen.



Mit dem Menü SPEICHERN UNTER werden die Messungen gespeichert.

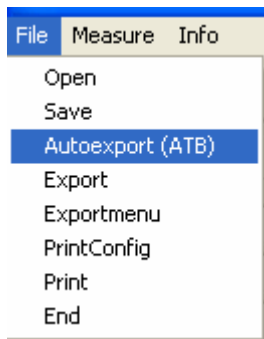
2. Speichern von Kurven über die Zwischenablage  
Nach der Messung wird das PLOTS Menü aufgerufen. Dort wird der Zeiger mit der Maus auf die zu speichernde Messung gesetzt. Danach werden mit dem Zwischenablage Button



die Daten der Kurve im ASCII Format in die Zwischenablage geschrieben.

3. Autoexport

Bei der Funktion Autoexport wird die letzte Frequenzgangmessung automatisch in ein vorher eingestelltes Verzeichnis geschrieben. So steht die Messung in einem Fremden Programm zur Auswertung zur Verfügung.



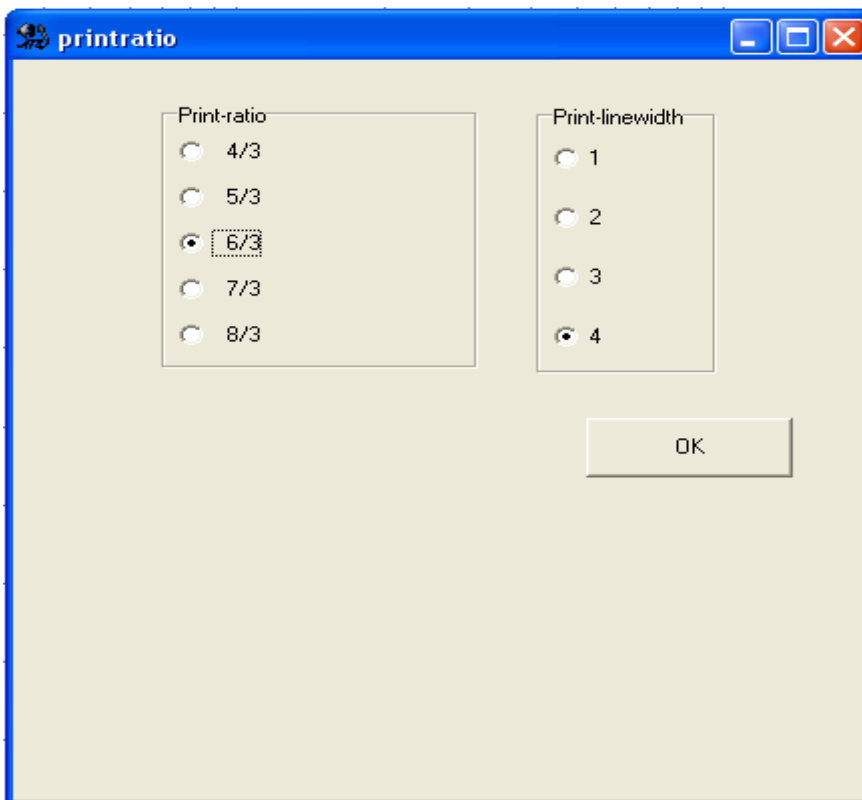
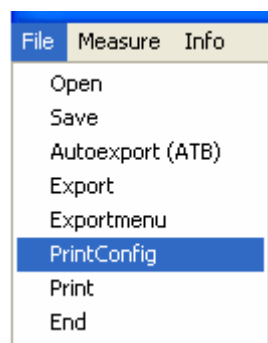
In dem Menüpunkt wird der Zielpfad eingegeben.

## 14. DRUCKEN

Sicher wollen Sie Ihr Dokument auch schwarz auf weiß sehen, dazu wird es ausgedruckt. Natürlich muss ein Drucker an Ihrem PC angeschlossen sein, damit Sie ein Diagramm ausdrucken können. Der Drucker muss richtig installiert, angestellt und auf »On Line« (=Betriebsbereit) geschaltet sein. Nur wenn der Drucker On Line geschaltet ist, kann er Daten von Ihrem PC empfangen.

### 14.1 EINSTELLUNGEN

Im Menü File, PrintConfig wird das Verhältnis von Länge und Höhe eines Messschiebes sowie die Strichstärke der Messkurve eingestellt.

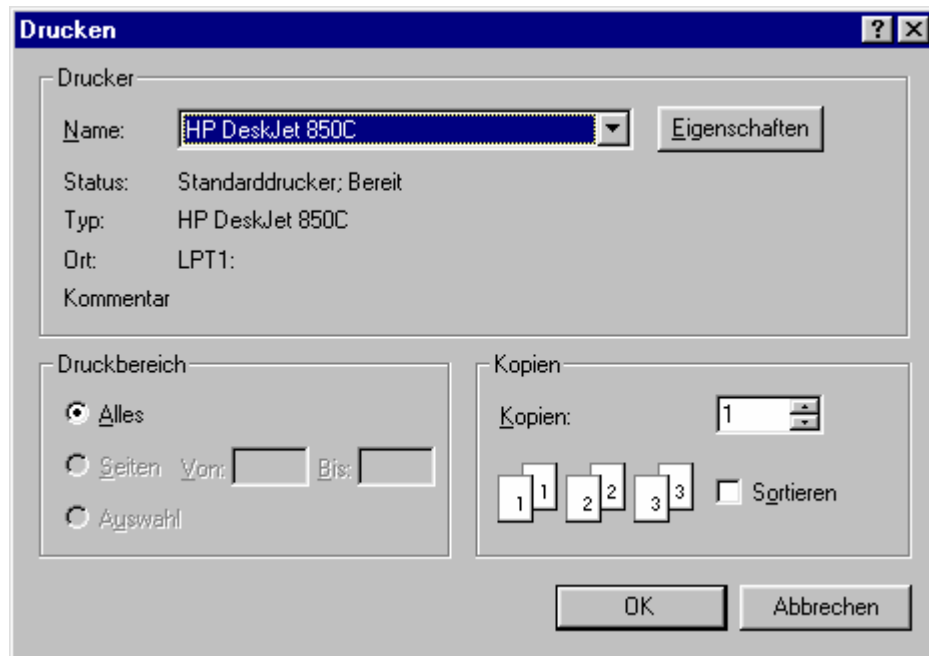


## 14.2 DRUCKERSTART



Das Feld  in der Funktionsleiste druckt das gesamte Dokument.

Wird das Drucken im Menü FILE, PRINT aktiviert, erscheint folgendes DRUCKEN Menü, in dem die Druckereinstellungen vorgenommen werden



In KOPIEN kann eingestellt werden, wie oft die Messung gedruckt werden soll.

## 15. ARBEITEN MIT DER WINDOWS ZWISCHENABLAG

Die Windows-Zwischenablage steht allen Anwendungen zur Verfügung. Sie ist ein hervorragendes Hilfsmittel, um Daten zwischen verschiedenen Anwendungen auszutauschen.

### 15.1 KOPIEREN

Kopieren des Diagramms sämtlicher Messungen in die Windows-Zwischenablage.



### 15.2 KOPIEREN VON EINZELMESSUNGEN

Einzelmessungen können auch in die Zwischenablage kopiert werden. Das Format für die abgespeicherten Dateien ist das ATB-Format. Diese Dateien sind ASCII-Dateien. Beschrieben wird das Kopieren von Einzelmessungen im Kapitel EXPORT VON DATEN.

## 16. DIAGRAMM

### 16.1 DIAGRAMMBESCHRIFTUNG

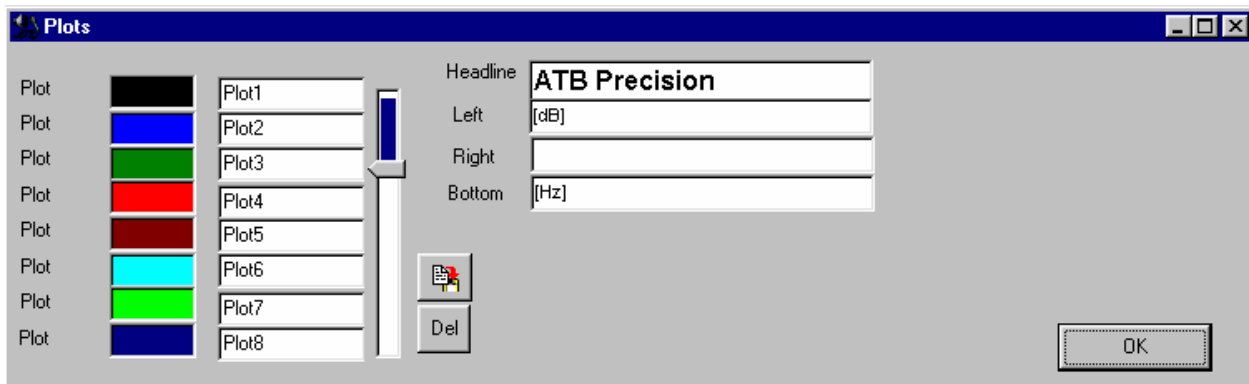
Im Fenster PLOTS kann das Messdiagramm beschriftet werden. PLOTS wird mit



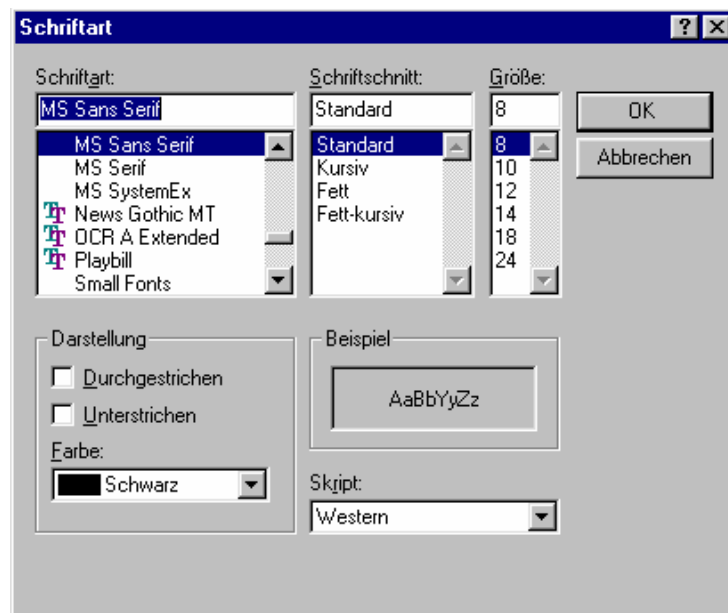
geöffnet.

Das Diagrammelement HEADLINE befindet sich über dem Messdiagramm. Ebenfalls können die Beschriftung der Diagrammachsen sowie deren Einheiten gewählt werden. Dieses Fenster ist auf den jeweiligen M-TYPE (Mess-Typ) angepasst.

Im Feld RIGHT steht der Name der Firma, die das System vertreibt. Dieser kann nur für die aktuelle Messung geändert werden.

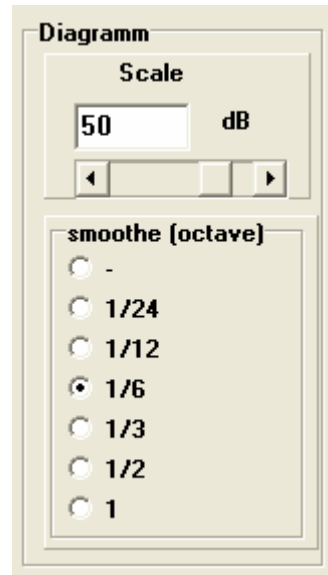


Durch Setzen des Mauszeigers in das Schriftfeld und einem Doppelklick mit der linken Maustaste erscheint das Menü SCHRIFTART.



## 17. DIE MESSUNGEN

### 17.1 PARAMETER



#### SMOOTHING (GLÄTTEN)

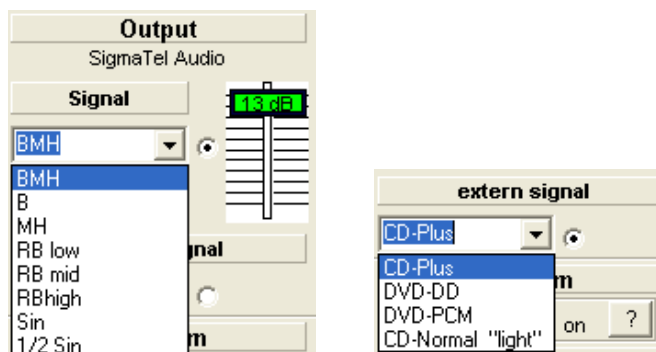
Glättungsradius in Oktaven, 1/24, 1/12, 1/6, 1/3 = Terz, 1/2, 1

#### SCALE (AUFLÖSUNG)

Anzeigebereich von 5 bis 60dB

### 17.2 SIGNAL

Das Messprogramm lässt sich an verschiedene Messaufgaben anpassen.



Es gibt die Möglichkeit mit einer CD oder einer DVD als Signalquelle zu messen. Im Auto wird mangels DVD Spieler mit der CD gemessen. Die Surround Anlage kann nur mit der DVD gemessen werden. Die Signalquelle sowie Art des Messsignals wird unter Signal eingestellt.

Auf der CD befinden sich die Signale CD Plus.

Auf der DVD befinden sich die Signale Dolby Digital (DD) und PCM.

Das Messsignal kommt von einem CD / DVD Spieler kommen. Die zu dem Programm gehörende Auto-Test CD oder die Surround-Test DVD enthalten die Messsignale. Besonders für die Auto Sound Systeme ist die Messung mit CD wichtig. Die Vorteile sind:

1. Es ist keine aufwendige Verkabelung vom ATB Ausgang zu einem nicht leicht zu erreichenden Eingang des Sound Systems nötig. Dies ist besonders bei der Serienprüfung wichtig.
2. Es wird die gesamte Anlage gemessen. Die Eigenschaften von CD Spieler, Equalizer, Verstärker und Lautsprecher werden zusammen gemessen. Dies ist besonders wichtig bei der Messung der Surround Anlagen. Hier werden die Eigenschaften und Einstellungen des Dolby Digital Decoders mit in die Messung einbezogen.

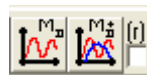
### 17.3 DIE MESSUNGEN

Die Einzelmessung



Mit der Schaltfläche M wird die Messung gestartet. Mit M+ können bis zu 32 Messungen dazugemessen werden.

Die Dauermessung



Eine andere Messfunktion der Optitest Messung ist die M D und M+D Dauer Messung. Diese Messung ist eine Dauermessung, bei der die aktuelle Messung gezeigt wird. Dies ermöglicht den Abgleich von Geräten, da eine neue Einstellung sofort angezeigt wird. Mit der Schaltfläche M D wird die Messung gestartet und gestoppt. Mit M D+ wird eine neue Dauermessung gestartet und gestoppt. Hierbei wird die erste Messung weiter angezeigt. Nach dem Neustart der Messung kann durch das Eingabefeld neben dem M+D Button kann festgelegt werden, ob beim Neustart der Messung die alte Kurve gelöscht werden oder als Vergleichskurve erhalten bleiben soll.

Zum Abgleich von Geräten wird als erstes eine Zielkurve gemessen oder geladen. Danach wird die Messung an dem abzugleichenden Gerät mit M+D fortgesetzt. Hierbei wird nur immer die letzte Messung gezeigt. Entspricht die Messung der Referenzmessung, ist das Gerät abgeglichen und die Messung wird gestoppt.



Die Dauermessung mit Mitteln

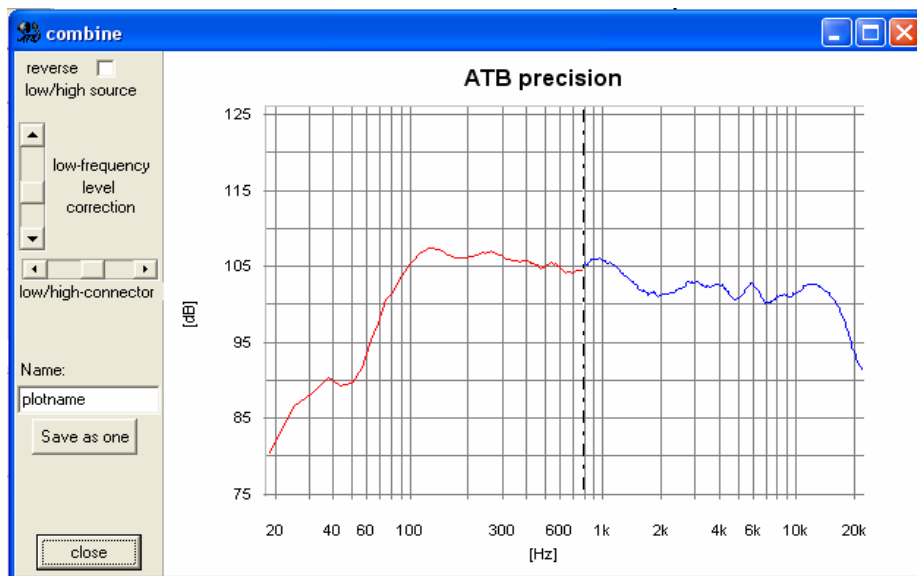


Eine besonders wichtige Funktion der Optitest Messung ist das Mitteln der Messungen. Bei der Funktion Mitteln werden die Messungen in Echtzeit gemittelt, so dass während der Messung immer das aktuelle Ergebnis gezeigt wird.

Die Messungen M Mitteln und M+ Mitteln werden mit den Buttons gestartet und gestoppt. Hierbei ist die Anzahl der Mittellungen, die Dauer der Messung, nicht begrenzt.

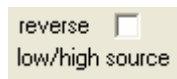
## 17.4 COMBINE

Die Optitest Messung besitzt die Sonderfunktion COMBINE



Das Menü ermöglicht die einfache Zusammensetzung von Nahfeld- und Abstandsmessung. Beim Aufruf des Menüs mit dem

Button werden die letzten beiden Kurven in das Menü übernommen. Durch die Schaltfläche



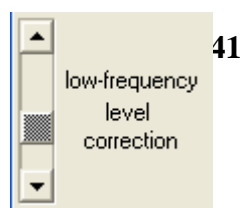
wird die Zuordnung als Nahfeld- oder Abstandsmessung durchgeführt, die Kurven getauscht.

Als nächster Schritt wird die Schnittstelle zwischen den Kurven bestimmt. Mit dem Steller



low/high-connector lässt sie sich so legen, dass die Raumeinflüsse nicht mehr sichtbar sind. Damit beide Kurven eine geschlossene Linie bilden, wird die Nahfeldmessung mit dem Steller

low-frequency level connection verschoben.

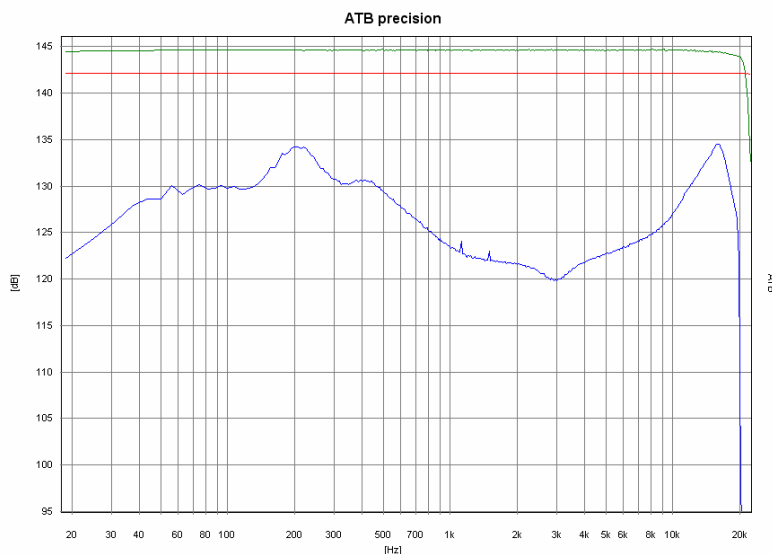


Folgendes ist für eine richtige Messung zu beachten: Die Fernfeldmessung wird als SPL Messung durchgeführt. Hierbei beträgt der Mikrofonabstand 1m. Die Verstärkerausgangsspannung wird für 8Ω Lautsprecher auf 2,8V und für 4Ω Lautsprecher auf 2V eingestellt. Diese Messung bildet den Bezugslevel für die Kurve und wird nicht verschoben. Durch die Anpassung der Nahfeldmessung bleibt die Messung realistisch.

## 17.5 BESCHREIBUNG DER MESSUNG

Die Durchführung der Messung ist sehr einfach, dank einer neuartigen Korrelation. Das Messsignal kann von CD oder DVD kommen.

Computer sind für die Wiedergabe der CD meistens nicht geeignet. Dies liegt an der Eigenschaft der Soundchips, Soundkarten. Die Soundkarten sind nicht in der Lage, die Frequenz eines Sinussignals mit konstanter Frequenz zu übertragen. Die Frequenz schwankt um +/- 10%, bei einem 4kHz Sinus zwischen 3,6kHz und 4,4kHz.



Frequenzgang des PPN Signals: **rot** = ATB-Eigentest, **grün** = DVD-Player, **blau** = Soundkarte

Das Bild zeigt den Frequenzgang der Soundkarte. Der zerstörte Frequenzgang entsteht durch die Frequenzänderungen, die bei der Korrelation nicht berücksichtigt werden. Durch diese Eigenschaft der Soundkarten können auch bei den entsprechenden Messgeräten keine korrekten Ergebnisse erwartet werden. Zeigt zum Beispiel ein Soundkarten Messsystem starke Sprünge bei der Klirrfaktormessung, wird das häufig für eine hohe Genauigkeit gehalten. Tatsächlich zeigen aber gerade die hochwertigen, anerkannten Messgeräte diese Sprünge nicht, weil diese Sprünge auch real gar nicht vorhanden sind.

Die Stärke der beim ATB benutzten Korrelation besteht in der Unempfindlichkeit gegenüber Verzögerungen und starken Phasendrehungen. Dies bedeutet, dass bei der Lautsprechermessung kein Abstand eingestellt werden muss. Auch können digitale Weichen und Equalizer ohne Probleme gemessen werden.

Bei der Messung ist die Ausgangsspannung so zu wählen, dass das Gerät oder der Lautsprecher mit der Abhörlautstärke betrieben wird.

Der Eingangsspannungsbereich wird so gewählt, dass die Kurve im oberen Bereich des Schriebs liegt. Sie sollte den oberen Rand allerdings nicht überschreiten.  
Gemessen wird je nach Anwendung mit einem der vier Messsignale.

## 18. AMPLITUDENFREQUENZGANG

Bei der Amplitudenfrequenzgang Messung wird zwischen der elektrischen Messung mit dem LINE Eingang und der akustischen Messung, SPL, mit MIC Eingang unterschieden.

### 18.1 LINE-IN

Mit dieser Messung wird der Frequenzgang von Verstärkern, elektronischen Weichen, Equalizer und CD- oder DVD-Spielern gemessen. Der Ausgang der Geräte wird mit dem LINE Eingang der Soundkarte verbunden. Bei einigen Soundkarten wird er auch für die Impedanzmessung verwendet.

Die System-correction für den LINE Eingang der Soundkarte wird entsprechend Kapitel 3. Korrektur durchgeführt.

Der Audio OUT analog linker Kanal des CD/DVD Spielers wird mit dem Cinch Stecker der Testbox verbunden. Der Klinenstecker wird an den LINE Eingang der Soundkarte angeschlossen. Die Schalterstellungen der Testbox sind 1 und Correction. Bei den Einstellungen für die Soundkarte wird Aufnahme oder Wave-in und Line-in gewählt. Als Signal wird CD-Plus oder für die Studioteknik das PCM gewählt.

Die zu testenden Geräte werden an den Audio Out analog linker Kanal des CD-/DVD-Spielers angeschlossen. Studiogeräte können auch mit dem Digital Out Ausgang digital angeschlossen werden.

Der LINE-IN Eingang wird auch für SPL Messungen unter Verwendung von Mikrofonen mit eigenen Vorverstärkern verwendet.

### 18.2 MIC-IN

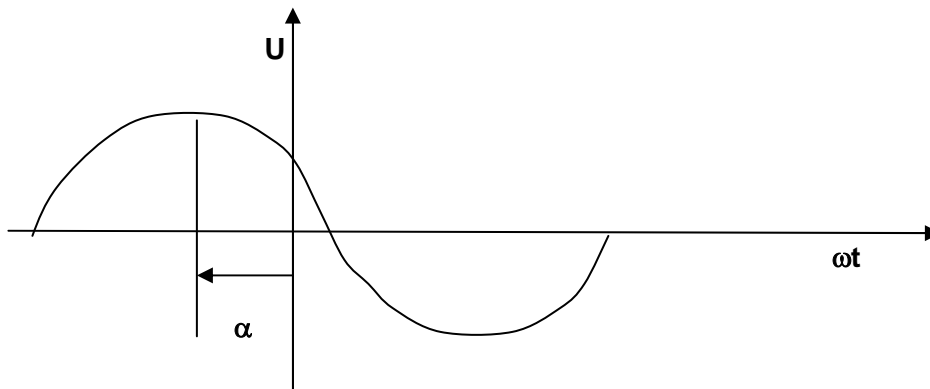
Bei der Frequenzgang Messung SPL und der Impedanzmessung wird der Mikrofoneingang verwendet. Hierbei wird das Mikrofon an den MIC Eingang der Soundkarte angeschlossen. Die System-correction wird entsprechend 3. Korrektur erstellt.

Die Durchführung der Akustischen Messungen an Lautsprechern und Räumen wird in den folgenden Kapiteln beschrieben

## 19. PHASENMESSUNG

### 19.1 GRUNDLAGEN

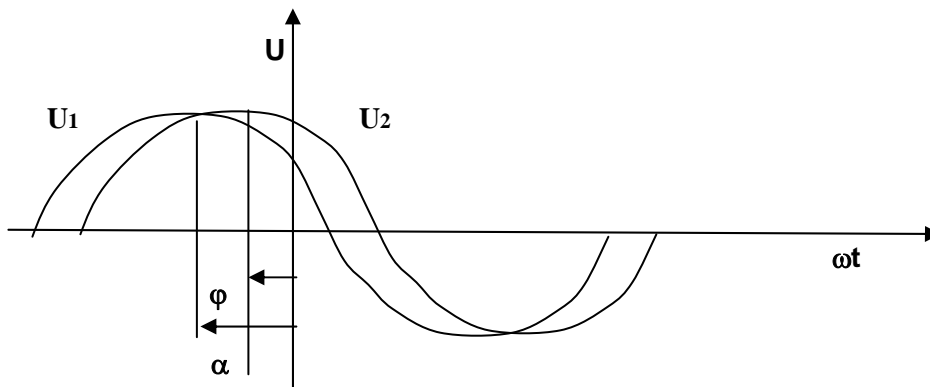
Die Phase wird bei der Beschreibung von sinusförmigen Vorgängen wie mechanischen Schwingungen, Wechselstrom, Funkwellen und Schallwellen.



$$U(t) = U_s \cos(\omega t + \alpha)$$

$t$  Zeit,  $U(t)$  Augenblickswert der Spannung,  $U_s$  Scheitelwert (max. Amplitude),  
 $f$  Frequenz,  $T = 1/f$  Periodendauer,  $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$  Kreisfrequenz,  
 $\alpha$  Nullphasenwinkel

Der Phasenwinkel  $\alpha$  tritt schon in der Grundgleichung auf. Dort wird er willkürlich durch einen Bezugspunkt, die Zeit 0, gesetzt. Bei zwei oder mehr Schwingungen, die z.B. bei akustischen Signalen vorliegen, ist der Phasenwinkel für die Beschreibung der Messung wichtig.

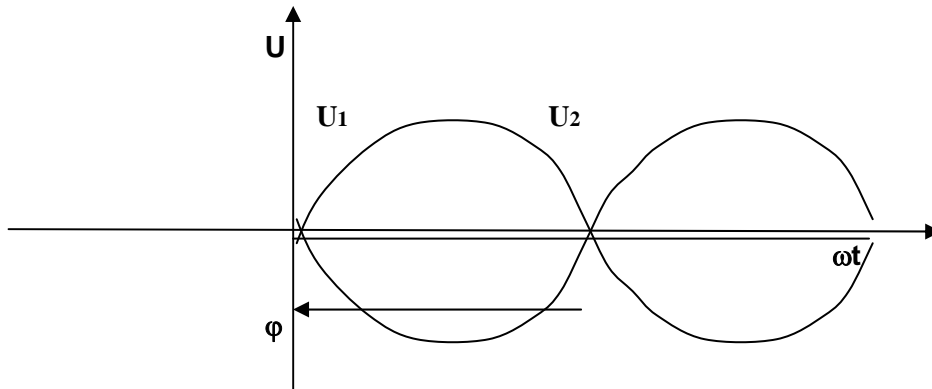


$$U(t) = U_{s1} \cos(\omega t + \alpha) + U_{s2} \cos(\omega t + \alpha + \varphi)$$

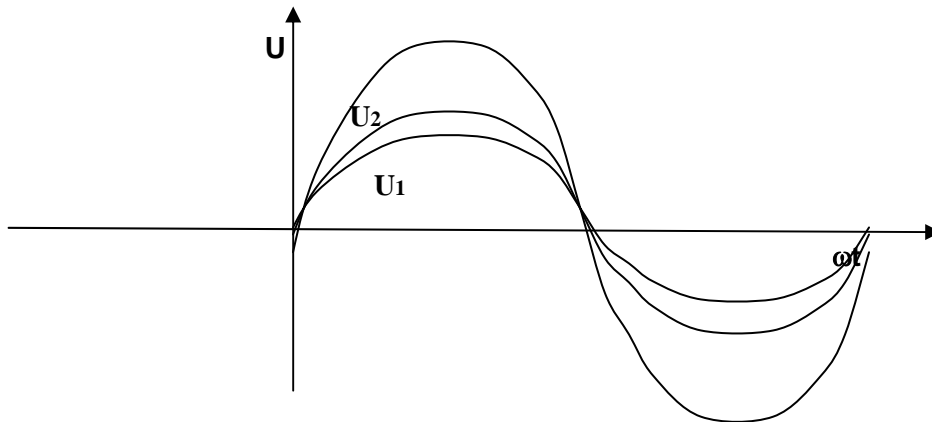
Der Winkel  $\varphi$  bestimmt, wie sich die Schwingungen überlagern.

Beispiele für den die Auswirkung des Winkels  $\varphi$  auf die Schwingung:

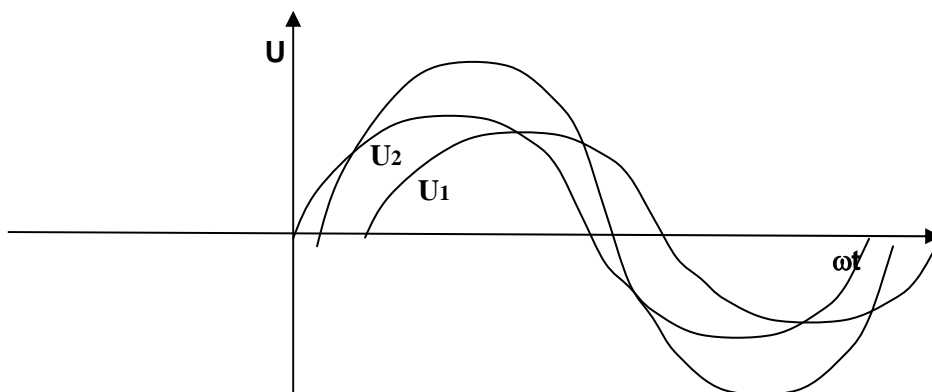
$\varphi = 180^\circ \Rightarrow$  Auslöschung



$\varphi = 0^\circ, 360^\circ \Rightarrow$  maximale Verstärkung



$\varphi = 90^\circ, 270^\circ \Rightarrow$  teilweise Verstärkung, oder auch als teilweise Auslöschung

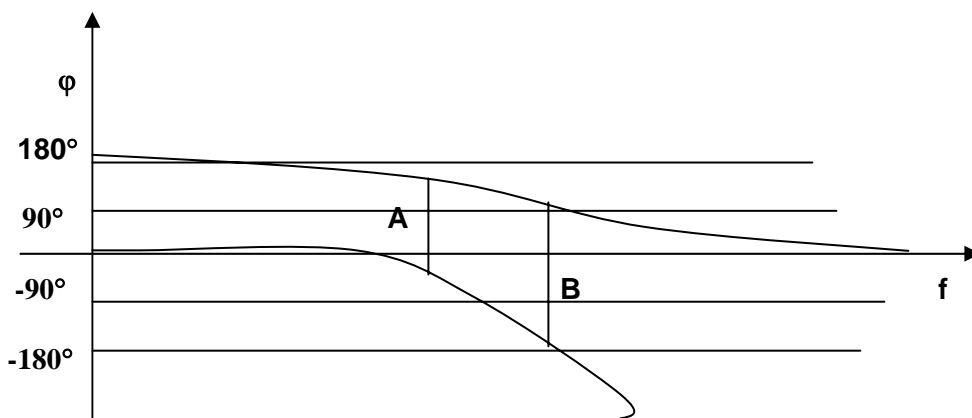


Die Phase beim Lautsprecher

Auch bei einem Lautsprecher gelten die Grundlagen der Physik. Zu einer richtigen Beschreibung des abgestrahlten Schalldruckes gehören die Amplitude und die Phase. Die übliche Theorie, dass im Frequenzgang die Phase zu erkennen ist, ist falsch. Dies ist nur bei einfachen elektrischen Schaltungen gegeben. Bei einem Lautsprecher verhindert die sehr aufwändige Übertragungsfunktion, die auch noch Laufzeiten enthält, eine Phasenerkennung aus dem Amplitudenfrequenzgang. Eine Box mit absolut glattem Frequenzgang kann extreme, und damit hörbare Phasensprünge besitzen.

Eine übliche Praxis zur Erkennung der Phasenbeziehung beim Lautsprecher ist folgend. Um zwischen zwei Einzellautsprechern, beim Übergang z. B. vom Mitteltöner zum Hochtöner die Phasenbeziehung aus dem Frequenzgang zu erkennen, wird die Weiche so konstruiert, dass eine maximale Auslöschung zwischen den beiden Lautsprechern entsteht. Wenn nach dem Verpolen eines der beiden Lautsprecher der Frequenzgang ausgeglichen ist, stimmt auch die Phasenlage. Hierbei liegen die Phasen aber meistens  $180^\circ$ ,  $360^\circ$  oder  $540^\circ$  auseinander und das Einschwingverhalten ist schlecht.

Außerhalb der Trennfrequenz bringt die Methode keinen Erfolg. Dies soll das folgende Beispiel zeigen.



Das Bild zeigt das Phasenverhalten von Tief- und Hochpass

A = entsprechend der oben beschriebenen Methode ermittelte Phase von  $180^\circ$

B = Phasenwinkel von  $270^\circ$ . Bei diesem Winkel löschen sich die Schallanteile von Mittel- und Hochtöner teilweise. Ein Verpolen der Lautsprecher zeigt den gleichen Frequenzgang, so dass der Fehler bei der Weichenentwicklung auf die übliche Art nicht entdeckt wird. Da bei einem Phasenwinkel von  $90^\circ$ ,  $270^\circ$  die einzelnen Lautsprecher zu laut sind entsteht ein nerviger Klang. In diesem Fall ist die übliche Frequenzgangmessung ohne Aussage.

Etliche Untersuchungen zeigen, dass ein ausgeglichener Phasenfrequenzgang für eine natürliche Klangwiedergabe zwingend notwendig ist.

## 19.2 ELEKTRISCHE PHASENMESSUNG

Bei der elektrischen wird z.B. die Phase einer Lautsprecherimpedanz gemessen. Diese Messung ist für den störungsfreien Betrieb des Lautsprechers notwendig. Große Phasenwinkel zeigen ein kapazitives oder induktives Verhalten der Lautsprecherimpedanz. Die Folge ist eine Überlastung des Verstärkers. Ebenso kann der Verstärker instabil werden und Schwingungen erzeugen.

Nachdem eine System-correction vorhanden ist, wird der Lautsprecher an die Klemmen der Testbox angeschlossen. Mit der Schaltfläche IMPEDANZ wird von der Frequenzgangmessung auf die Impedanzmessung umgeschaltet und die Phasenmessung aktiviert. Bei der Phasenmessung wird ELECTRIC gewählt.



Bei der Phasenmessung zeigt sich die Qualität von Soundkarte sowie CD/DVD Spieler. Für Frequenzen > 5kHz kann die Messung falsch sein. Dies zeigt sich an der zu negativen Winkeln abfallenden Kurve.

Bei der Messung sollte kein Lärm vorhanden sein. Der Lärm kann die Messung verfälschen, da der Lautsprecher bei der Impedanzmessung wie ein Mikrofon wirkt.

## 19.3 AKUSTISCHE PHASENMESSUNG

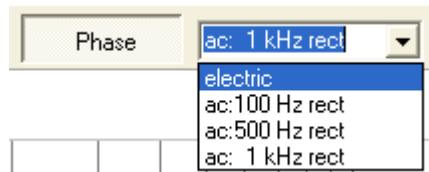
Die akustische Phasenmessung von einem Lautsprecher kann nur ruhigen Räumen durchgeführt werden. Sie ist nicht so unempfindlich gegenüber Störspannungen wie die Frequenzgangmessung. Starke Reflexionen im Messraum verfälschen ebenfalls das Ergebnis. Bei kleinen Räumen sollte der Abstand nicht > 0.5m sein.

Die Messung sollte mit der Dauermessung durchgeführt werden.



Da die automatische Phasenberechnung hoch komplex ist, kommt es zu Fehlanzeigen.

Neben der Schaltfläche für die Phase befindet sich eine Einstellmöglichkeit zur Unterstützung der Messung. Hier wird bei der laufenden Dauermessung einer der drei Bereiche



gewählt. Der richtige Bereich ist gefunden, wenn die Phasenkurve sich nicht ändert.

Bei der Messung kann es zu Fehlanzeigen kommen. Dies wird an der sehr zerstückelten Kurve sofort erkannt. Ist die Kurve im Bereich der hohen Amplitude ausgeglichen, kann auf eine richtige Messung geschlossen werden. Bei der getrennten Messung von Lautsprechern kann nur der Verlauf der Phase verglichen werden. Phasenunterschiede von  $180^\circ$  können vom Programm nicht immer richtig ermittelt werden. Bei der gemeinsamen Messung der Lautsprecher ist die Zuordnung aber wieder richtig.

Da die Abstandsmessung beim ATB PC nicht benötigt wird, kommt jeder Messtechniker zum gleichen Ergebnis.



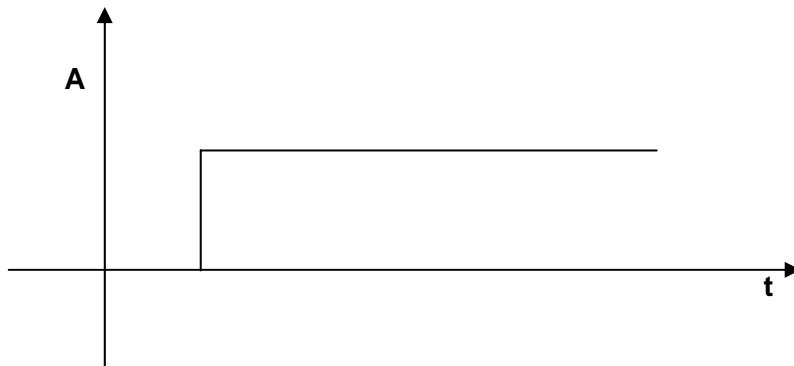
## 20. SPRUNGANTWORT

### 20.1 THEORIE

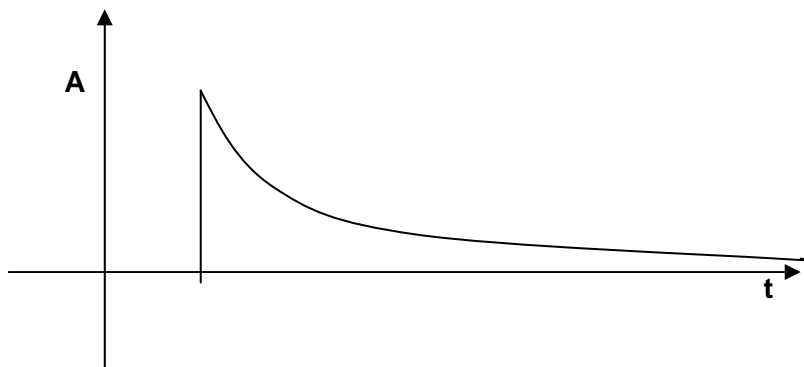
Die Sprungantwort zeigt die Amplitude und Phase gleichzeitig. Sie wird aus den beiden Messungen berechnet. Bei der Berechnung wird als erstes der Impuls durch eine komplexe Addition, nach Betrag und Phase, der Sinusschwingungen berechnet. Da der Impuls eine rechnerische Größe ist, im Idealfall ist die Amplitude unendlich groß, ist sein Bild kaum zu deuten. Zum Beispiel sind die enthaltenen Frequenzen nicht zu erkennen. Deshalb wird durch die mathematische Funktion der Integration die Sprungantwort berechnet. Das Bild der Sprungantwort enthält alle wichtigen Informationen über die Eigenschaften einer Übertragungsstrecke.

Das ATB PC Programm besitzt eine Analysefunktion für die Sprungantwort. Üblicherweise werden alle Frequenzen im Bereich von 20Hz – 20kHz im Sprung gezeigt. Dies ist besonders beim Lautsprecher sehr undurchsichtig. um z.B. den dem Übergang vom Subwoofer zu den Mittel-Hochton Lautsprechern zu testen, ist es sinnvoll die hohen Töne erst gar nicht zu zeigen. Deshalb lässt sich beim ATB PC der Frequenzbereich für die bei der Sprungantwort gezeigten Frequenzen einstellen.

Bild der Sprungantwort einer linearen Übertragungsstrecke



Sprungantwort des Lautsprechers



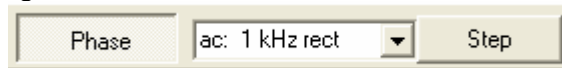
Das Signal steigt steil an und fällt entsprechend der e-Funktion ab. Der Abfall entsteht durch die differenzierende Funktion der Luft.

Das Bild zeigt einen idealen Lautsprecher. Der steile Anstieg der Sprungantwort zeigt eine hohe obere Grenzfrequenz. Der der e-Funktion entsprechende Abfall zeigt einen linearen Frequenzgang. Die untere Grenzfrequenz ist aus der Steilheit des Abfalls zu erkennen. Das Entscheidende bei der Messung ist aber die Aussage über das Phasenverhalten. Da die Sprungantwort nur Anstieg und Abfall zeigt, liegen alle Einzellautsprecher auf der akustischen Ebene und sind gleich gepolt. Auch ist die Phase des Lautsprechers linear. Übliche Lautsprecher zeigen je nach der Anzahl der Einzelchassis mehrere Berge und Täler.

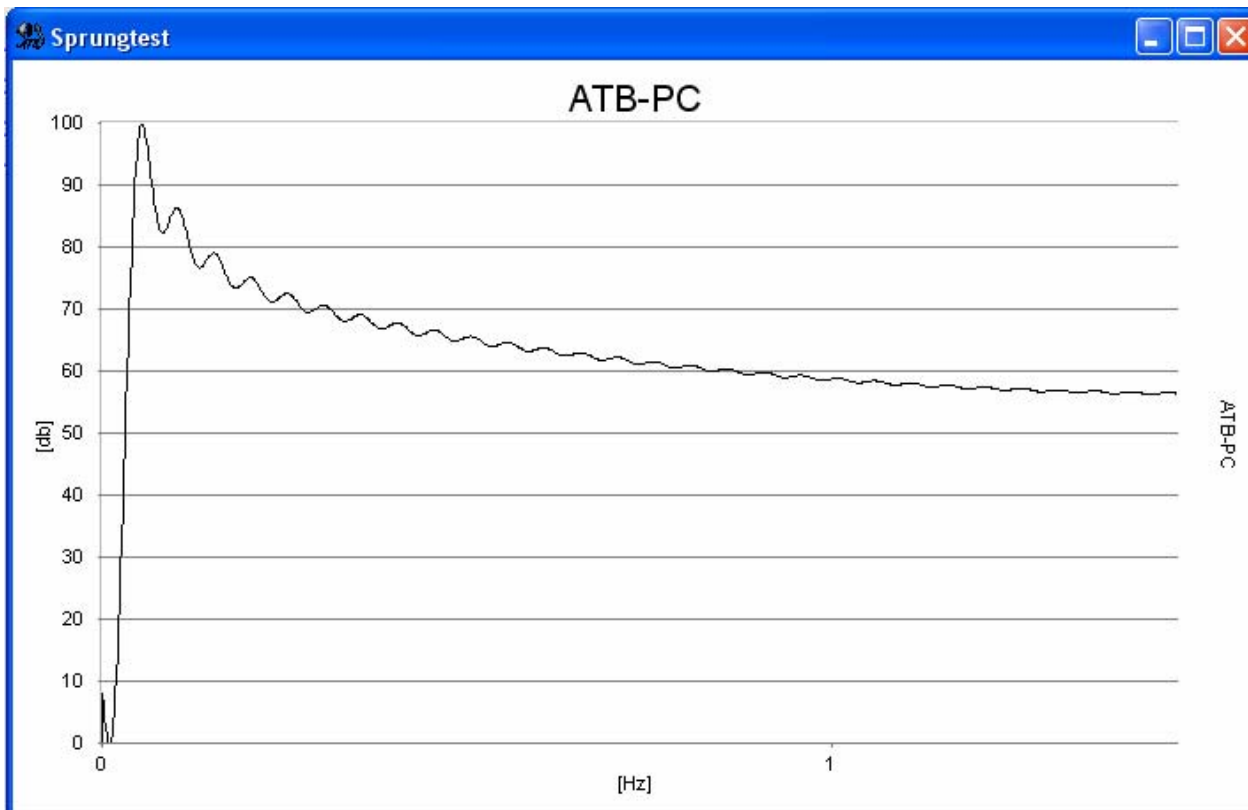
## 20.2 DIE MESSUNG

Die Sprungantwort ist keine eigene Messung, sondern eine Auswertung von Frequenzgang und Phase.

Der Festere für die Anzeige wird mit der Schaltfläche



aufgerufen.



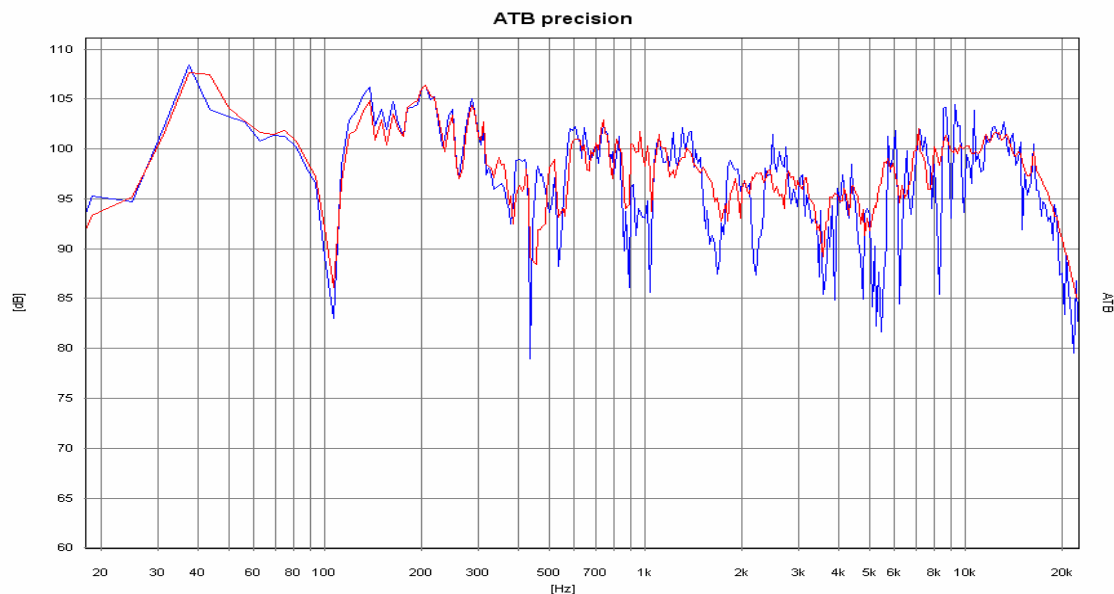
Unter der Kurve wird die untere und obere Frequenz für die Anzeige eingestellt. Die Skalierung der x-Achse ist in msec.

## 21. MESSUNGEN MIT CD IM AUTO

Vor den Messungen wird die System-correction einmal gemessen. Die System-correction dient hauptsächlich zum Abgleich der Soundkarte. Deshalb kann ein beliebiger CD/DVD Spieler verwendet werden.

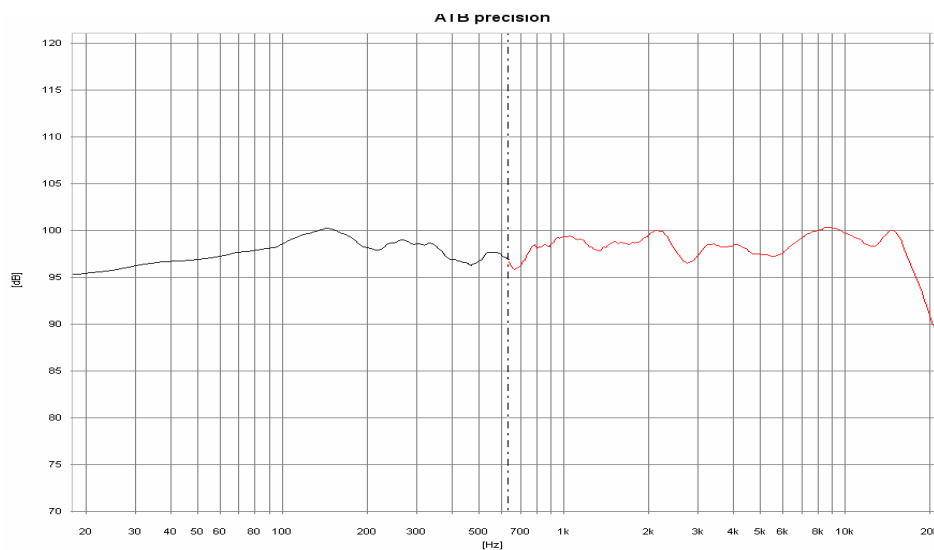
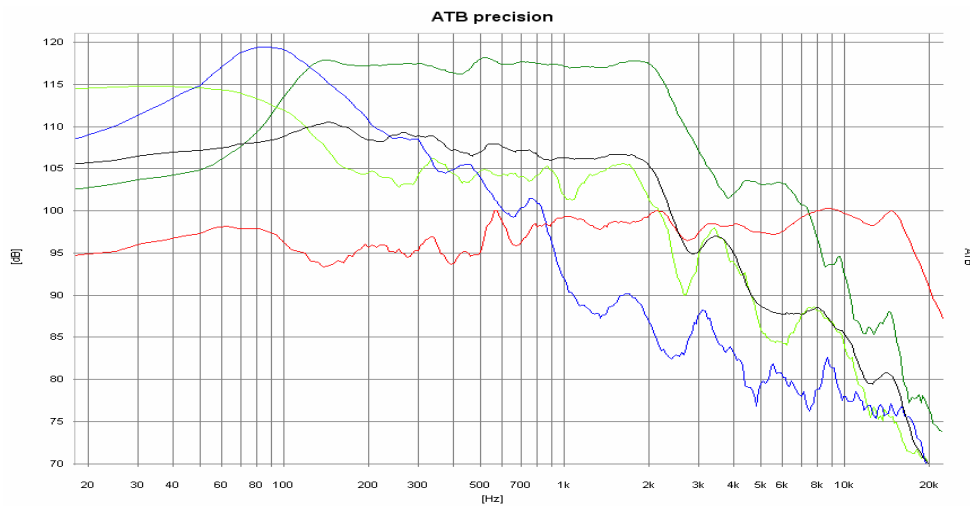
Für den Abgleich wird der linke Audio Ausgang des CD/DVD Spielers über den beiliegenden Messadapter mit dem Mikrofoneingang der Soundkarte verbunden. Die RESOLUTION wird auf CD-Plus eingestellt. Die CD wird mit dem Signal Plus, links abgespielt. Zuerst wird die Aussteuerung, der Balken neben dem Regler eingestellt. Der Regler soll so eingestellt werden, dass die Aussteuerung die halbe Höhe erreicht. Danach wird das System-correction Menü aufgerufen und die Messung mit Start gestartet. Liegt die Messkurve innerhalb der Grafik wird mit das Menü mit OK geschlossen. Danach wird eine Testmessung mit M gestartet. Erscheint eine gerade als Messkurve, die nur oberhalb 20kHz abfällt, ist die System-correction richtig. Nach dem Öffnen des System-correction Menüs wird der Kurve ein Name gegeben. Der Name sollte den Namen der Soundkarte sowie CD-Plus enthalten. Mit SAVE wird die Korrekturkurve für folgende Messungen gespeichert. Nur bei einem Wechsel der Soundkarte oder der Resolution muss eine neue System-correction gemessen werden.

### 21.1 RAUMKORREKTUR



Frequenzgang im Auto **blau** = Einzelmessung in Standardposition, **rot** = raumkorrigiert  
Im Kraftfahrzeug besteht durch den, akustisch betrachtet, kleinen Innenraum keine gleichmäßige Verteilung des Schalls. Die entstehenden Interferenzen der Schallwellen zeigen bei der Messung für jede Mikrofonposition einen anderen Frequenzgang. Eine Messung mit der Standardposition zeigt die Interferenzen, aber keinen aussagekräftigen Frequenzgang. Erst die Messung mit mehreren Mikrofonpositionen im Kopfbereich der Insassen zeigt den für den Klang entscheidenden Frequenzgang. Diesen misst die ATB PC Messung, in dem die Frequenzgänge mehrerer Mikrofonpositionen gemittelt dargestellt werden.

### 21.2 NAHFELDMESSUNG



Nahfeldmessungen: **blau** = Bass, **grün** = Mittel, **rot** = raumkorrigierter Mittel- Hochton, **hellgrün** = Bassreflex, **schwarz** = Mittelung von Bass, Mittel und Bassreflex

Im Tieftonbereich kann die Raumkorrektur nicht wie vorher beschrieben durchgeführt werden. Um die Raumresonanzen zu unterdrücken, wird der Tieftöner im Nahfeld gemessen. Bei der einfachen Messung wird das Ergebnis durch den Nahfeldeffekt, einer Überhöhung in der Schalldruckkurve, sowie der Vernachlässigung des Schalls der Bassreflexöffnung verfälscht. Dies wird bei der ATB **PC** Messung vermieden, indem das Mikrofon während der Messung zwischen Basslautsprecher und Reflexöffnung bewegt wird. Anfangs- und Endpunkt der Bewegung sind hierbei die Ränder von Basslautsprecher sowie Bassreflexöffnung. So wird der Einfluss des Nahfeldeffekts vermieden. Die während der Bewegung gemessenen Frequenzgänge werden gemittelt und zeigen die reale Tieftonwiedergabe. Im "Combine" Menü werden die Bass und Mittel-Hochtonmessungen zusammengesetzt. Hierbei sind Übergangsfrequenz und Amplituden frei wählbar.

## 22. EINMESSEN DER SURROUND ANLAGE MIT DVD

Für ein echtes Kinoerlebnis im Wohnzimmer ist neben dem entsprechenden Bild der Klang entscheidend. Für einen guten Klang sind in erster Linie die Lautsprecher zuständig. Klangliche Unterschiede zwischen hochwertigen DVD Spielern und Verstärkern sind vorhanden, aber zum Erreichen des Kinoklanges weniger bedeutend. Viel wichtiger sind die richtigen Einstellungen für den Verstärker sowie die Abstimmung der Lautsprecher auf die Raumakustik. Dies ist nur mit der Messtechnik möglich. Dank Computer und ATB-PC Programm wird auch dem interessierten Laien ein Einmessen seiner Anlage ermöglicht.

Vor den Messungen wird die System-correction einmal gemessen.

Hierzu wird der linke Audio Ausgang des DVD Spielers über den beiliegenden Messadapter mit dem Mikrofoneingang der Soundkarte verbunden. Die RESOLUTION wird auf DVD DD eingestellt. Nach dem Start des DVD Spielers mit dem Surround Einzelsignal links wird die Aussteuerung, der Balken neben dem Regler eingestellt. Der Regler soll so eingestellt werden, dass die Aussteuerung die halbe Höhe erreicht. Danach wird das System-correction Menü aufgerufen und die Messung mit Start gestartet. Liegt die Messkurve innerhalb der Grafik wird das Menü mit OK geschlossen. Danach wird eine Testmessung mit M gestartet. Erscheint eine gerade als Messkurve, die nur oberhalb 20kHz abfällt, ist die System-correction richtig.

Nach dem Öffnen des System-correction Menüs wird der Kurve ein Name gegeben. Der Name sollte den Namen der Soundkarte sowie DVDDD enthalten. Mit SAVE wird die Korrekturkurve für folgende Messungen gespeichert. Nur bei einem Wechsel der Soundkarte oder der Resolution muss eine neue System-correction gemessen werden.

### 22.1 VERSTÄRKER

Zur Bedienung wird der Verstärker (Receiver) an den Fernseher angeschlossen.

Im Menü des Verstärkers (Receivers) wird der Menüpunkt SPEAKER SETTING durchgeführt. Hier werden alle SPEAKER auf LARGE gesetzt und der SUBWOOFER auf ON.

Als weitere Einstellung wird in CHANNEL BALANCE die Lautstärke für alle Lautsprecher auf 0dB gesetzt.

Im CHANNEL DELAYS Menü werden die unterschiedlichen Abstände zu den Lautsprechern eingestellt. Diese Einstellungen sind nötig, da die Schallwellen in der Luft sich mit der Schallgeschwindigkeit ausbreiten. Da bei der Surround Anlage der Ton aus allen Lautsprechern zur gleichen Zeit den Hörer erreichen sollt, wird dies in CHANNEL DELAY eingestellt. Bei den Anlagen im Wohnzimmer sind die Surround Lautsprecher näher an dem Hörer. Daher wird der Ton verzögert, um zur gleichen Zeit wie der Ton von dem Frontlautsprecher gehört zu werden. Für die Einstellung wird die Differenz der Entfernungen Frontlautsprecher – Surround Lautsprecher ermittelt und in das Menü eingetragen. Bei einigen Menüs ist die Eingabe in ms erforderlich. Die ms werden mit der Formel  $1m = 2.94ms$  errechnet. Ganz genau brauchen die Werte nicht eingestellt werden. Wichtig ist, dass der Ton zuerst von den Frontlautsprechern gehört wird. Als Faustformel, und bei einigen Geräten auch nur einzustellen, gilt für kleine Räume 10ms, mittlere 15ms und 20ms für große. Der Center wird um 2-3ms verzögert, falls die Einstellung möglich ist.

### 22.2 MIKROFON

Das Mikrofon wird an die MIC Buchse der Soundkarte angeschlossen.

#### Mikrofon Aufstellung

Zuerst wird der Sitzplatz für den Zuschauer bestimmt. Auf die Rücklehne des Sofas oder Sessels wird das Mikrofon so gestellt, dass sich der Mikrofonkopf in der Kopfposition des Zuschauers befindet. Bei zwei bevorzugten Sitzpositionen wird das Mikrofon zwischen die Positionen gestellt.

### 22.3 DVD SPIELER

#### Anschluss des DVD Spielers

Der DVD Spieler wird über seinen koaxialer Cinch- oder optische Digital Audio-Ausgang an den Verstärker angeschlossen. Ebenso wird das Video Signal an den Verstärker angeschlossen.

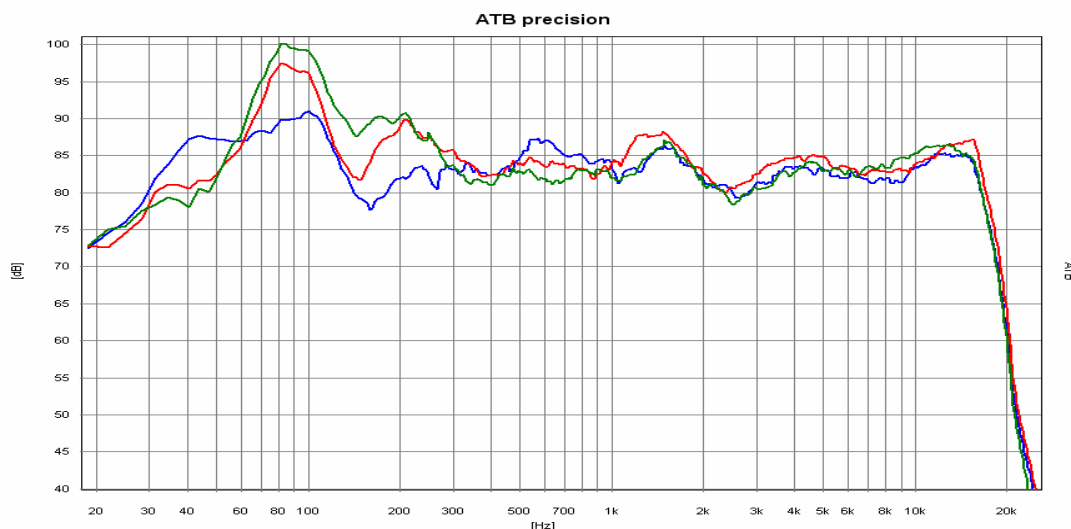
#### Start der Surround-Test DVD

Die DVD wird gestartet und im Menü werden die Einzelmessungen gewählt.

### 22.4 EINZELMESSUNGEN

#### Frontlautsprecher FL, FR

Die Messungen werden mit den Einzelmessungen der Frontlautsprecher FL gestartet. Bei dieser Messung soll die Position des Lautsprechers getestet werden. Die Messung wird im Messprogramm mit *M D* gestartet. Die Lautstärke für das Rosa Rauschen Signal wird so lange erhöht, bis die Frequenzgang Kurve im oberen Teil der Grafik des Messprogramms liegt. Die folgenden Messungen wurden im Analog.on Studio durchgeführt. Bei den Lautsprechern handelt es sich um seit Jahren bewährte Systeme, die nicht nur preisgünstig sind, sondern alle Ansprüche erfüllen.



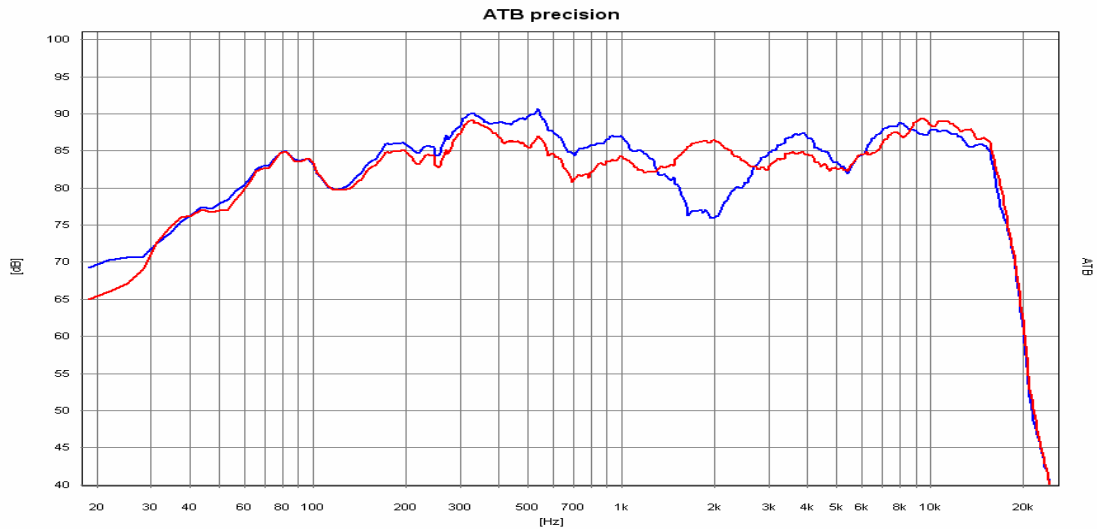
Die blaue Kurve ist der FL Lautsprecher, die rote Kurve der FR Lautsprecher mit großem und die grüne Kurve mit kleinem Abstand von der Zimmerecke.

Jetzt wird die Position des Lautsprechers gesucht, bei der der Frequenzgang ohne große Überhöhungen oder starke Einbrüche dargestellt wird. Ein Abfall des Hochtonbereiches

wird durch das Schrägstellen des Lautsprechers in die Richtung der Sitzposition verhindert. Überhöhungen oder Einbrüche im Mitteltonbereich können durch einen größeren Abstand zur angrenzenden Wand ausgeglichen werden. Eine starke Überhöhung im Tieftonbereich zeigt eine Position in der Zimmerecke. Durch Vergrößerung des Abstandes zur Rückwand wird die Überhöhung vermindert. In einem Wohnraum lässt sich als Funktion der Raumgröße bei Standlautsprechern eine Überhöhung im Tieftonbereich nicht vermeiden. Da das Ohr auf eine betonte Basswiedergabe nicht kritisch reagiert, sondern sie sogar als angenehm empfindet, ist ein Kompromiss zwischen leichter Betonung des Basses und Wohnraumfreundlichkeit durchaus möglich. Nach dem FL Lautsprecher wird FR symmetrisch zu FR platziert. Die symmetrische Aufstellung ist wichtiger als kleinere Unregelmäßigkeiten im Frequenzgang. Die Messung wird mit M+D gestartet. Unterschiedliche Tieftonwiedergabe vom linken und rechten Lautsprecher ist unkritisch, da der Zuschauer die Summe beider Lautsprecher hört. Große Einbrüche oder Überhöhungen im Frequenzgang des FR Lautsprechers machen eine neue Position des Lautsprechers notwendig. Die neue Position wird dann symmetrisch auf FL übertragen und FL gemessen. Treten jetzt bei FL grobe Unlinearitäten auf, werden beide Lautsprecher auf eine mittlere Position, zwischen den beiden optimalen Positionen, platziert. Kleine Lautsprecher sollten so aufgestellt werden, dass die Schalldruck Kurve oberhalb 100 Hz ausgeglichen verläuft.

### Centers

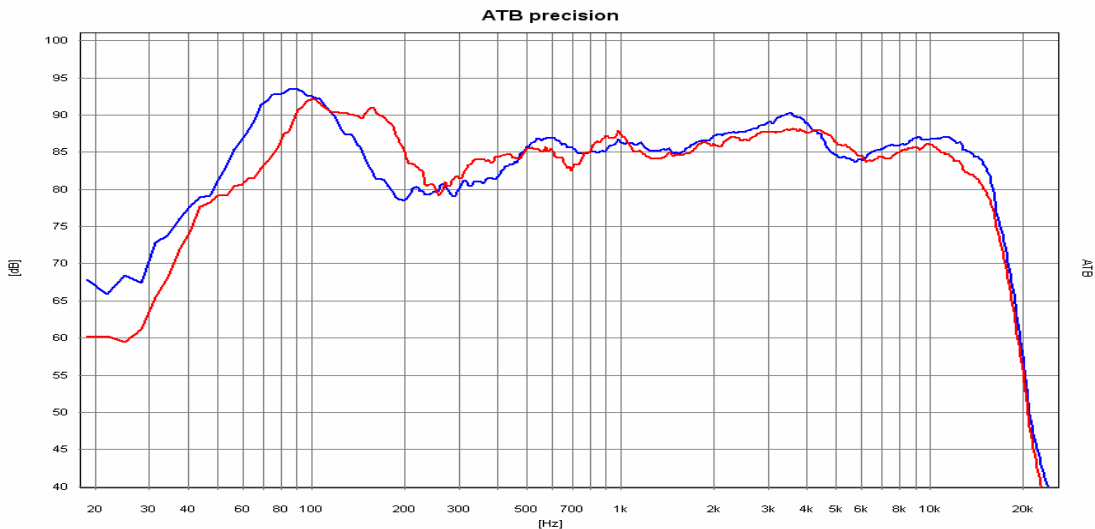
Der Center ist für die Sprachwiedergabe zuständig. Daher ist beim Center ein ausgeglichener Frequenzgang wichtig. Die Hochtonwiedergabe darf nicht betont sein, da sonst die Stimmen zu hart klingen. Der Tieftonbereich darf unterhalb 100 Hz abfallen, da der Tieftonbereich vom Subwoofer oder den FL, FR Lautsprechern übertragen wird.



Die Kurven zeigen die Frequenzgänge des Centers mit kleinem Abstand zum Zimmerboden, blaue Kurve. Bei der roten Kurve wurde der Abstand um 20 cm vergrößert. Bei der Aufstellung des Center hat der Abstand zum Boden eine große Bedeutung. Mit der M+D Messung wird der Center in verschiedenen Bodenabständen gemessen. Der Abstand mit dem ausgeglichene Frequenzgang sollte gewählt werden.

### Surround Lautsprecher

Für die korrekte Platzierung der Surround Lautsprecher gelten besondere Regeln. Dem Home Cinema Besitzer sollte bewusst sein, dass die Filme nicht für das Wohnzimmer, sondern für das Kino hergestellt werden. Genau wie das Bildformat auf keinen Fernseher passt, wird auch der Ton für das Kino abgemischt. Im Kino Saal wird der Surround Klang über bis zu 24 kleine Lautsprecher erzeugt. Die Lautsprecher sind an den Wänden und der Rückwand des Saales verteilt. Bei der Anordnung ist wichtig, dass jeder Zuschauer einen Lautsprecher in der Nähe hat und einen direkten Schallanteil hört. Die übrigen Lautsprecher erzeugen einen diffusen Klang. Diese Verhältnisse sollten auch im Wohnzimmer herrschen. Da das Zimmer nicht mehr als zwei Surround Lautsprecher zulässt, sollten die Lautsprecher direkten und diffusen Schall abstrahlen können. Deshalb sind die üblichen direkt abstrahlenden Boxen nicht geeignet. Auch die früher für THX verwendeten Dipole mit diffuser Schallabstrahlung sind nicht günstig. Der Frequenzgang von den Surround Lautsprechern sollte zwischen 100Hz und 10k'Hz ausgeglichen sein. Die Grenzfrequenz von 100Hz ermöglicht, dass die tiefen Töne, die vorn abgestrahlt werden, hinten geortet werden können. Der Hochtonbereich darf nicht betont sein. Im Kino wird der Hochtonbereich oberhalb ab10kHz begrenzt, da sonst der einzelne Lautsprecher herausgehört werden kann. Zum Messen wird das Mikrophon in Richtung des Lautsprechers gedreht. Gemessen wird mit M+D.

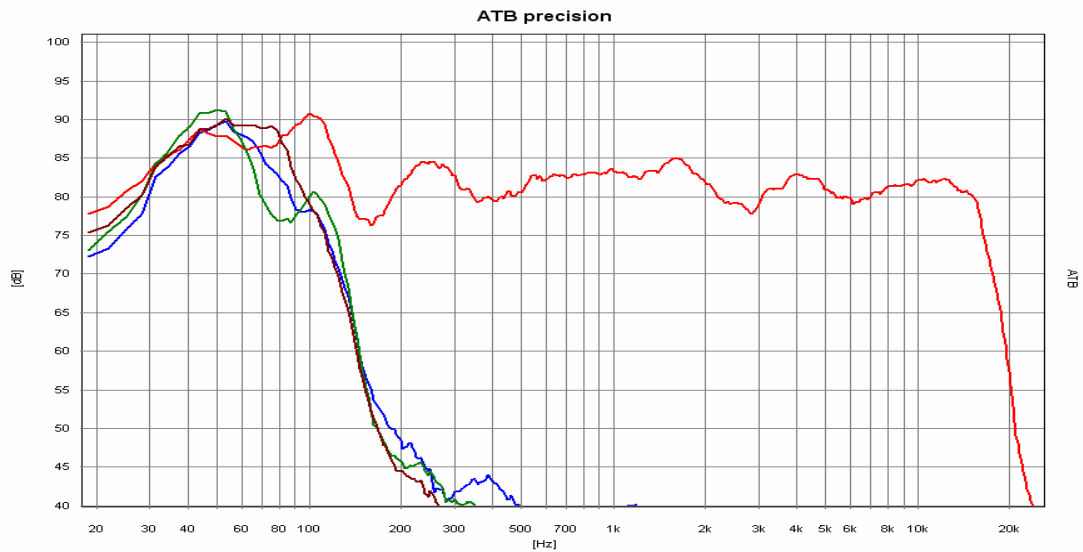


Das Bild zeigt beide S Lautsprecher. Der blaue steht in einer Ecke. Der Position des Lautsprechers wird solange geändert, bis grobe Unregelmäßigkeiten im Frequenzgang nicht mehr vorhanden sind. Zum Messen der Lautstärke wird das Mikrophon wieder in die alte Position gebracht.

### Subwoofer

Der Subwoofer übernimmt die Tieftonwiedergabe. Die ausgeglichene Erzeugung der tiefen Töne im Wohnraum bereitet die größten Probleme, da die Abmessungen des Wohnraumes und die Wellenlänge des Schalls ähnlich sind. Daher ist das Schallfeld im Raum nicht mehr gleichmäßig und der Schalldruck besitzt Maxima und Minima. Dies bedeutet, dass die tiefen Töne an verschiedenen Orten lauter oder leiser zu hören sind. Der Subwoofer muss so platziert werden, dass beim Sitzplatz kein Minimum des Schalls auftritt.

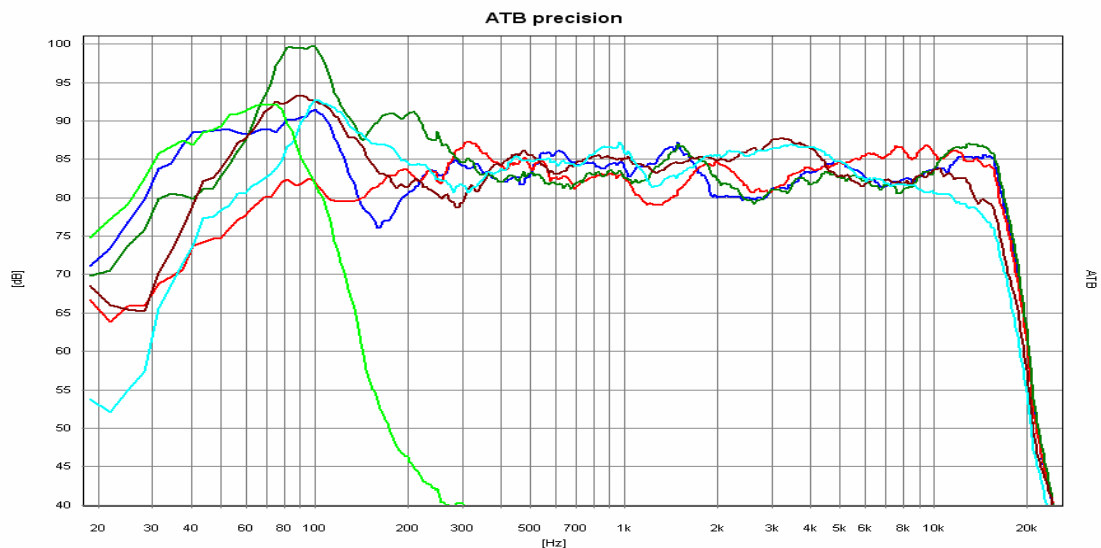




Das Bild zeigt die Kurven für den SW mit verschiedenen Positionen. Hierbei betrug die Verschiebung je 20cm. Die rote Kurve ist der FL Lautsprecher. Gleichzeitig ist eine Platzierung des Subwoofers zwischen den FL und FR Lautsprechern vorteilhaft. Durch mehrere Messungen mit M+ und Verschieben des Subwoofers kann der ideale Ort schnell gefunden werden. Dies ist der Ort, bei dem die gemessene Frequenzgangkurve am höchsten ist.

#### Einstellung der Lautstärke

Die Lautsprecher der Surround Anlage müssen gleich laut sein. Gemessen werden die Lautsprecher mit den Einzelsignalen, und die Einstellung erfolgt im Menü des Verstärkers unter CHANNEL BALANCE. Für den FL Lautsprecher wird 0dB gewählt und der Schalldruck mit M gemessen.

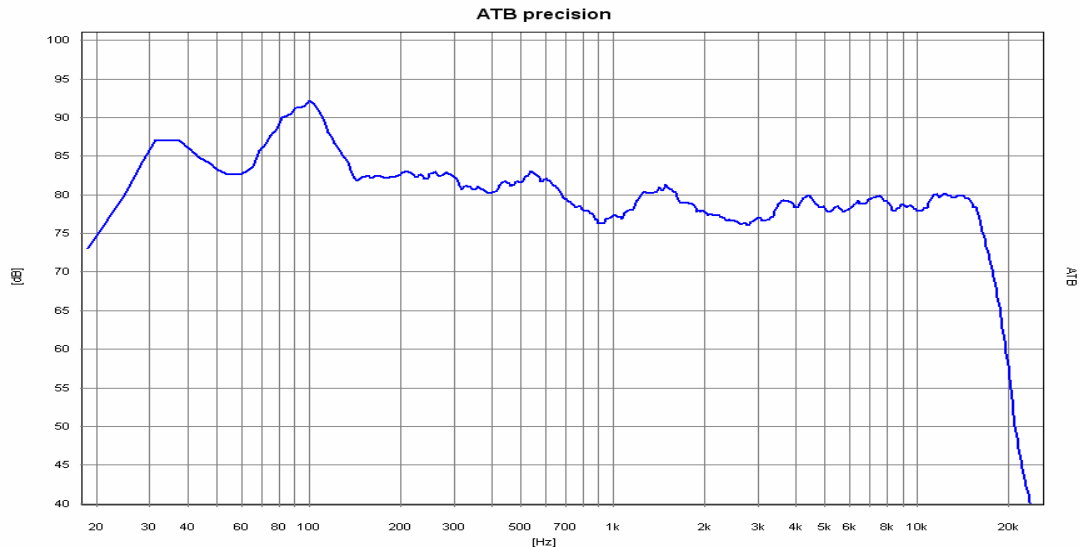


Die Einzelmessungen der Lautsprecher zusammen dargestellt  
 Hellgrün = SW, rot = C, grün = FR, blau = FL, braun = SR, hellblau = SL

Die Lautstärke entspricht der Höhe der Schalldruckkurve. Danach wird FR mit M+ gemessen und die Einstellung im Verstärker Menü so geändert, dass die Kurven übereinander liegen. Der gleiche Vorgang wird mit dem Center und den Surround Lautsprechern durchgeführt. Bei der Einstellung der Lautstärke für den Subwoofer muss der Einfluss des Raumes beachtet werden. Obwohl bei der Sitzposition eine Anhebung gemessen wird, kann der Klang trotzdem ausgeglichen sein, da über den Raum gemittelt der Bass ausgeglichen ist. Die richtige Messung wird durch den Vergleich der Bass Kurve mit den Kurven der großen, im Bass ausgeglichenen FL, FR Lautsprecher. Die SW Kurve sollte die Amplitude der großen Lautsprecher haben. Bei kleinen FL, FR Lautsprechern ist ein um ca. 6dB lauterer Bass einzustellen, da er den Tieftonbereich von den beiden Lautsprechern FL und FR übernehmen muss.

## 22.5 SUMMENSIGNALE

Die Messung des Summensignals von FL und FR zeigt das Zusammenspiel der Lautsprecher im Raum. Messtechnisch tritt bei der Messung eine besondere Schwierigkeit auf. Da die Schallwellen der Lautsprecher sich überlagern und genau das gleiche Signal besitzen, entstehen Interferenzen. Es treten Einbrüche im Frequenzgang auf, die von der Mikrofonposition abhängig sind. Diese Interferenzen sind auch hörbar, wenn der Kopf leicht bewegt wird. Dabei verändert sich der Klang des Rauschens. Damit die richtige Schalldruckkurve gemessen werden kann, muss das Messmikrofon mit der Hand im Umkreis von 50cm um die Sitzposition bewegt werden. Diese Kurve ist aussagekräftig für den Klang. Die Messung wird mit M *mittel* gemessen.



Summensignal der Frontlautsprecher

Durch die Bewegung des Mikrofons entsteht ein Abfall zu den Höhen hin. Dieser Abfall sollte gleichmäßig sein. Von Bedeutung ist hier die Messung mit FL+C+FR.

### Der Equalizer

Einige Geräte besitzen einen Equalizer um die Lautsprecher dem Raum anzupassen. Zum Einstellen des Equalizers eignen sich die Summensignale am besten, weil sie die akustischen Eigenschaften des Raumes zeigen. Für die Einstellung des Equalizers sollten einige Regeln beachtet werden. Die Problematik des Equalizers ist, dass bei der Linearisierung des Frequenzganges gleichzeitig das Impuls- und Phasenverhalten verändert wird. So wird die zeitliche Zuordnung der Signale verändert. Wenn der Equalizer für die FL und FR Lautsprecher benutzt wird, sollte die Einstellung für die beiden Lautsprecher identisch sein. Zur Einstellung des Tieftonbereiches werden die Summe+Bass Signale verwendet.

## 22.6 SUMMENSIGNALE+BASS

### Der Subwoofer

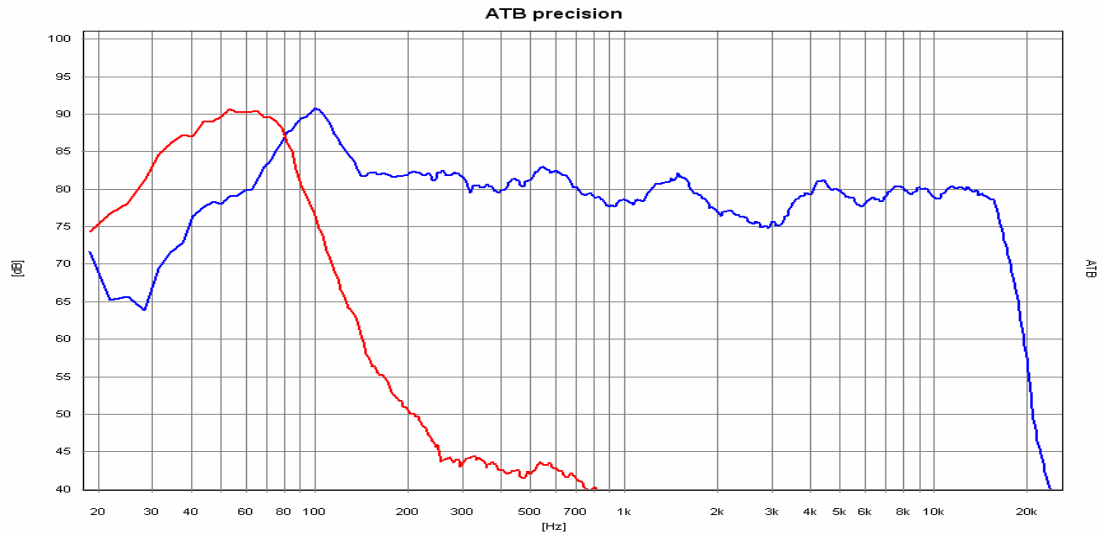
Der Bass wird bei der Surround Anlage von Subwoofer oder großen Lautsprechern für FL und FR wiedergegeben. Er ist im Dolby Digital Signal als eigener Kanal aufgezeichnet. Als Bass werden bei Dolby Digital die tiefen Töne mit einer Frequenz  $< 100\text{Hz}$  bezeichnet. Da bei der Aufnahme der Bass von den Mikrofonen für FL, Fr, C, SL und SR vereinfacht betrachtet gleich aufgenommen wird, wird er von den Kanälen getrennt und im SUB Kanal übertragen. Bei der Wiedergabe kann die Schallquelle für einen einzelnen Ton nicht geortet werden. Deshalb ist für die Wiedergabe vereinfacht betrachtet, auch nur ein Lautsprecher, der Subwoofer erforderlich. Bei der vereinfachten Betrachtung wird nicht berücksichtigt, dass der Kino Ton nicht aus einem einzelnen Signal mit einer Frequenz besteht. Der Ton besteht aus vielen Frequenzen die untereinander eine zeitliche Zuordnung, die Phase, besitzen. Deshalb kann aus der vereinfachten Betrachtung nicht geschlossen werden, dass sich ein Subwoofer überall im Raum befinden kann. Dies werden die folgenden Messungen auch zeigen. In einer Anlage kann der Subwoofer auch nicht als einzelnes Gerät betrachtet werden, weil der Frequenzbereich um die Trennfrequenz,  $94\text{Hz}$ , vom Subwoofer und den Front und Surround Lautsprechern gleichzeitig wiedergegeben wird. Immer, wenn sich Schallwellen überlagern, ist die Phasenlage der einzelnen Wellen zueinander für den Schalldruck entscheidend. Deshalb besitzen Subwoofer den Phasenschalter oder sogar Regler. Es hat sich gezeigt, dass die richtige Einstellung des Verstärkers und Subwoofers ohne Messtechnik nur zufällig gelingt. Hierbei müssen die Messsignale von der DVD kommen, um die Eigenschaften und Einstellungen des Dolby Digital Decoders zu berücksichtigen.

### Messung des Summensignals der Frontlautsprecher

Für diese Messung wird der Subwoofer ausgeschaltet, bleibt aber im Menü des Verstärkers aktiviert. Der Schalldruck wird mit dem Summsignal FL+C+FR+SW mit M *Mitteln* gemessen. Da für diese Messung nur die tiefen Frequenzen betrachtet werden, ist die Bewegung des Mikrofons wie bei der vorherigen Summenmessung nicht nötig.

### Messen des Subwoofers

Mit dem Einzelsignal SW wird die folgende Messung durchgeführt. Die Messung wird mit M+D gestartet.

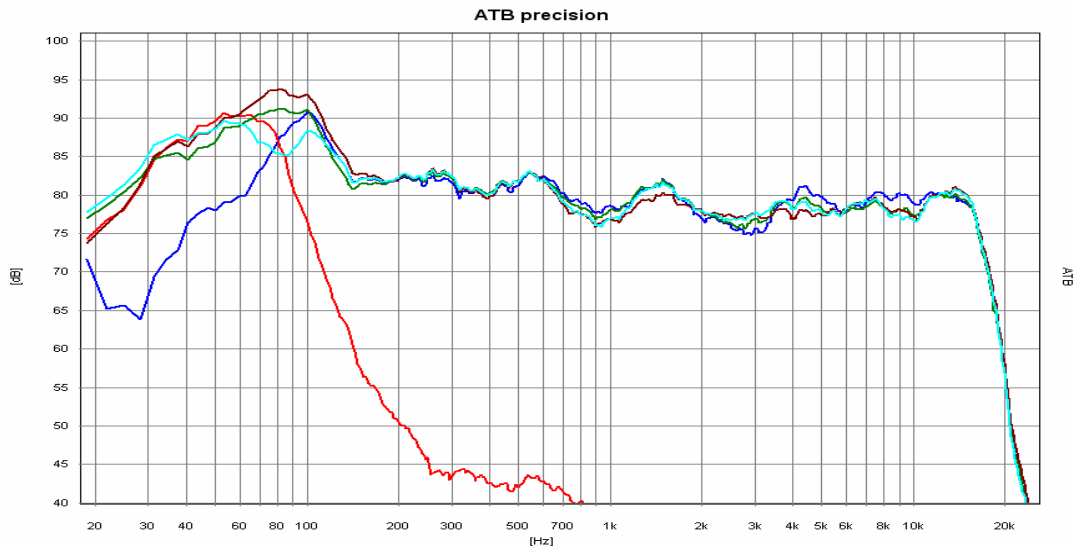


Das Bild zeigt die Kurven für Frontlautsprecher und SW

Während der laufenden Messung wird der Regler des Subwoofers für die Trennfrequenz so lange bedient, bis die Kurve für die Frontlautsprecher und die Bass Kurve sich spiegelverkehrt symmetrisch verhalten. Die Steilheit der Basskurve kann, falls vorhanden, mit dem Regler oder Schalter für die Filtersteilheit an der Steilheit der Kurve für die Frontlautsprecher angepasst werden. Der Schnittpunkt der beiden Kurven sollte bei  $-3\text{dB}$  bezogen auf die Kurve der Frontlautsprecher liegen. Die Bass Kurve kann  $4\text{dB}$  höher als die Frontlautsprecher Kurve sein.

#### Messen des Summen+Bass Signals

Nach der vorher beschriebenen Einstellarbeit passen die Summen und die Bass Kurve getrennt gemessen zusammen. Jetzt muss noch getestet werden, wie sich die Schallwellen überlagern. Dies wird von den Phasenverhalten der einzelnen Lautsprecher bestimmt. Bei gleicher Phasenlage addieren sich die Schallwellen, und bei einer Phasendifferenz von  $180^\circ$  löschen sich die Schallwellen, es entsteht ein Einbruch in der Frequenzgangkurve. Die Phasenlagen können mit dem Phasen Regler eingestellt werden. Mit dem FL+C+FR+SW Signal und M+D wird die Messung gestartet



Die Kurven zeigen das Zusammenspiel von Front Lautsprechern und Subwoofer und den Einfluss des Phasenreglers. Hellgrün, grün und braun zeigt den Einfluss des Phasenreglers. Die braune Kurve ist die Einstellung ohne Auslöschungen im Tieftonbereich. Die Unregelmäßigkeiten im Mittel- und Hochtonbereich entstehen durch Personen im Raum, die sich bewegen.

Während der Messung wird der Phasenregler so lange gedreht, bis kein Einbruch in der Kurve zu sehen ist. Bei Subwoofern mit Phasenschalter wird die Einstellung mit dem geringsten Einbruch gewählt. Besteht bei beiden Einstellungen ein Einbruch, sollte der Subwoofer anders aufgestellt werden.

## 22.7 DER HÖRTEST

Mit dem Hörtest kann die Qualität einer Surround Anlage einfach getestet werden. Das Signal für den Hörtest ist ein im Raum rundlaufendes Rauschen. Nach dem Einmessen dient er auch zum Feinabgleich der Anlage im Menü CHANNEL BALANCE des Verstärkers. Bei einer optimalen Anlage bewegt sich der Ton frei im Raum, ohne dass die Schallquellen wahrgenommen werden. Gleichzeitig sollte sich das Rauschen auch gleich anhören. Als erstes wird für den Feinabgleich die Lautstärke für den Center eingestellt. Diese kann im Bereich von 1-3 dB verändert werden. Ist der Center bei in der Front laufendem Signal zu hören, wird die Lautstärke erniedrigt. Ist das Rauschen in der Mitte zu leise, muss die Lautstärke für den Center erhöht werden. Bei den nächsten Durchgängen wird der gleiche Vorgang mit den Surround Lautsprechern durchgeführt. Im Gegensatz zu den FL und FR Lautsprechern dürfen die auch unterschiedliche Lautstärke besitzen.

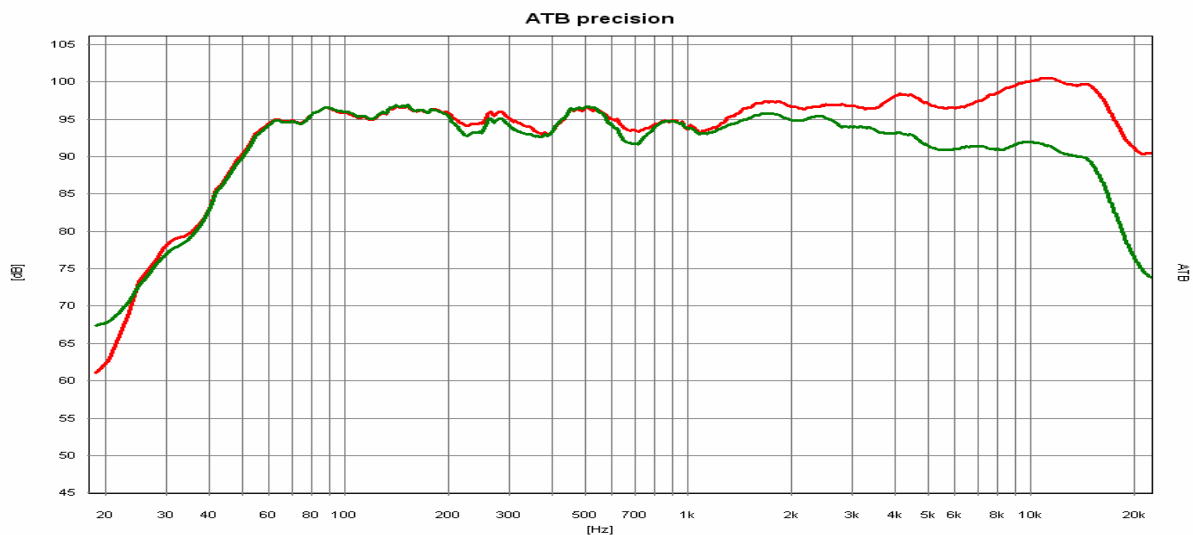
Das zweite Signal läuft diagonal durch den Raum. Dieses Signal stellt die höchsten Anforderungen an die Anlage. Es dient zum Test der Anlage eines Aufnahmestudios.

## 23. EINMESSEN DER HIFI STEREOANLAGE

### 23.1 MIKROFON

Dieses Kapitel richtet sich an den Lautsprecherentwickler. Für den bietet das ATB PC die Dauermessung mit Mitteln, ein Werkzeug, auf das kein Entwickler verzichten kann. Als Messsignal wird bei der Verwendung des DVD Spielers das PCM Signal benutzt. Dient der CD-Spieler als Signalquelle wird das CD-Plus Signal der Auto-Test CD verwendet.

Die üblichen Frequenzgangmessungen werden mit einer vorgegebenen Mikrofonposition auf Achse und unter einem Winkel gemessen. So kann der Entwickler den Frequenzgang für diese Positionen optimieren. Diese Diagramme als den gelogenen Frequenzgang zu bezeichnen ist eine etwas zu harte Aussage. Tatsache ist, dass Lautsprecher mit vergleichbaren Frequenzgängen total unterschiedlich klingen. Zu einer aussagekräftigeren Messung gelangt der Entwickler durch die Messung der abgestrahlten Energie. Diese entspricht dem Gehörten, da in Wohnräumen der indirekte Schall den größeren Anteil hat. Diese Schallwellen, die vom Boden, der Wand und der Decke reflektiert werden, müssen auch eine der Musik entsprechende Lautstärke besitzen. Deshalb muss der Frequenzgang des Lautsprechers auch außerhalb der üblichen Mikrofonpositionen ausgeglichen sein. Die Fachzeitschrift HiFi Vision hat vor Jahren diese aussagefähige Messung mit einem rotierenden Mikrofon durchgeführt. Dank dem Messprogramm ATB PC ist der wahre Frequenzgang einfach mit der PC Soundkarte zu messen. Das Programm besitzt die Funktion der Dauermessung mit Mittelung. Während der Messung wird das Mikrofon in einem Abstand von 60cm im Kreis langsam bewegt. Der Radius beträgt ebenfalls 60 cm. Die Praxis zeigt, dass der Frequenzgang von der Art der Bewegung unabhängig ist, so dass Frequenzgangfehler immer zu erkennen sind.



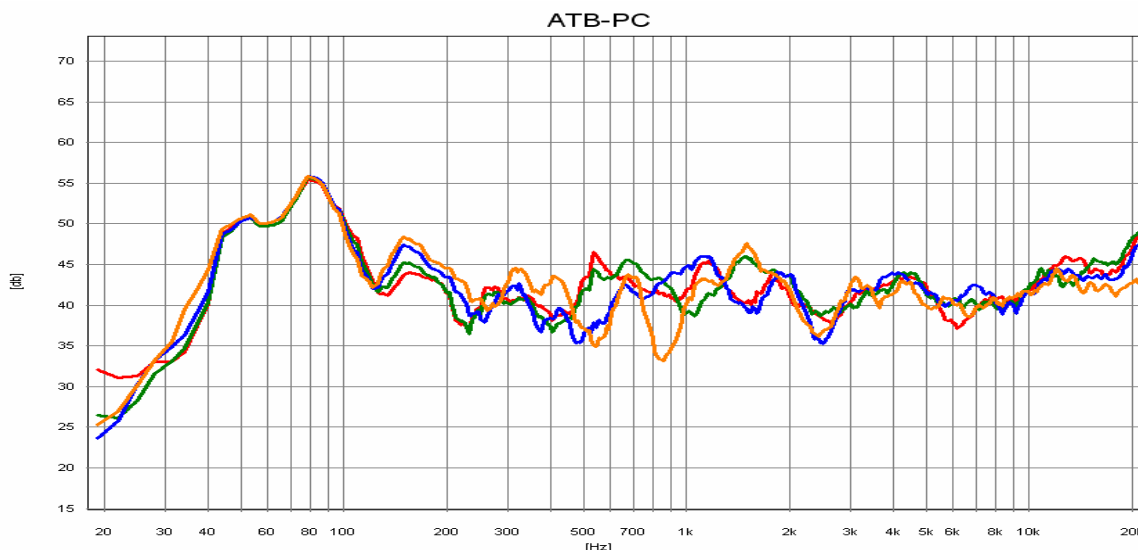
Frequenzgang eines Lautsprechers auf Achse gemessen **rot**  
und sein richtiger Frequenzgang **grün**.

Bei einem gut konstruierten Lautsprecher unterscheiden sich beide Kurven nur durch den Abfall der Kurve zu den Höhen hin. Der richtig gemessene Frequenzgang ist auch ausgeglichen. Der Abfall im Hochtonbereich ist im Wohnraum sogar von Vorteil, da eine wandnahe Aufstellung die Höhen anhebt.

## 23.2 AUFSTELLUNG DER LAUTSPRECHER UND SITZPOSITION

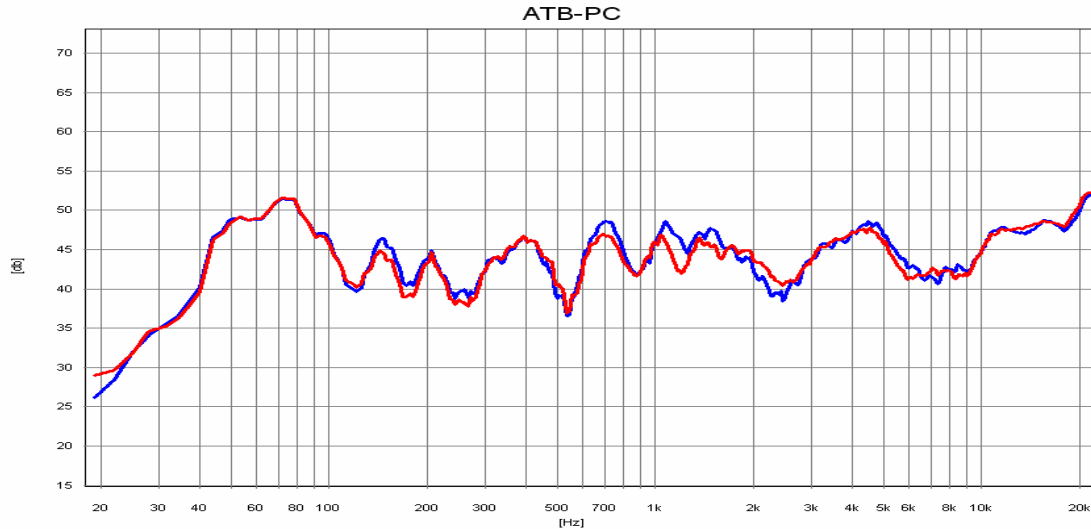
In Kapitel 17.4 wurde die Aufstellung der Lautsprecher schon beschrieben. Bei einer Stereoanlage werden höhere Anforderungen an Klangqualität und räumlicher Wiedergabe gestellt.

Zuerst soll die Aufstellung der Lautsprecher bezüglich des Wandabstandes untersucht werden.



Die Kurven zeigen den Frequenzgang des Lautsprechers in Bezug auf den Abstand zur seitlichen Wand. Orange hat einen Abstand von 8cm. Deutlich ist die zackige Kurve zu erkennen. Die Überhöhungen und Einbrüche entstehen durch Interferenzen (Überlagerungen) des direkten mit dem von der Wand reflektierten Schalls. Bei blau wurde der Abstand auf 16cm vergrößert. Die Kurve ist schon ausgeglichener. Zwischen grün 24cm und rot 32cm ist der Unterschied nicht mehr so groß. Dieser Wandabstand ist für diesen Lautsprecher zu wählen. Bei den größeren Abständen ist auffällig, dass in den Höhen ein starker Anstieg auftritt. Dies zeigt, dass der rundstrahlende Kalottenhoctöner im Wohnraum nicht die günstigste Lösung ist. Die richtig gemessenen Frequenzgänge aus den vorherigen Kapitel, die durch ihren Hochtonabfall als ungünstig erscheinen, zeigen für den Wohnraum ein optimales Ergebnis. Ist der Platz für einen ausreichenden Wandabstand nicht vorhanden, kann die Wandreflexion durch Wandteppich oder Übergardinen verringert werden.

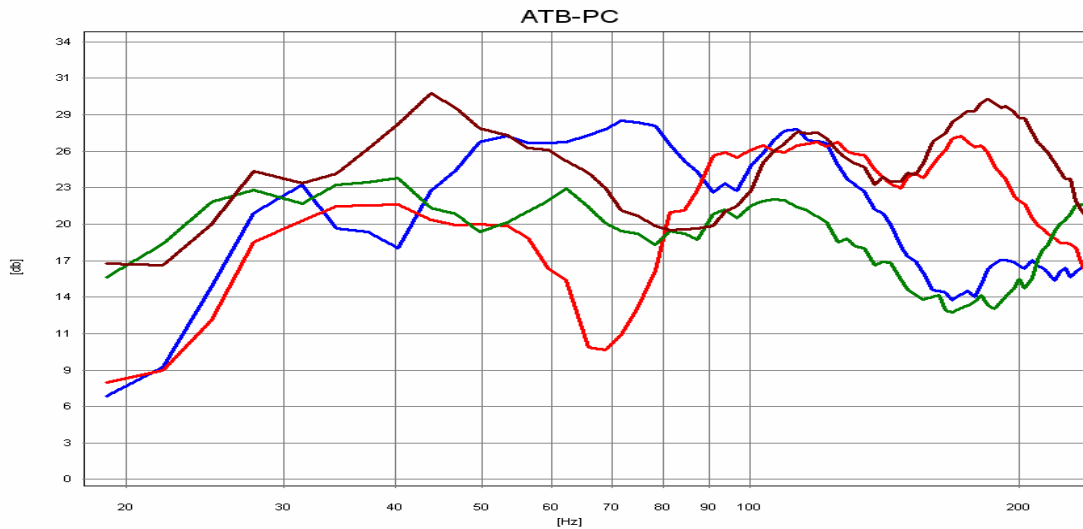
Bei der Sitzposition ist für den Mitteltonbereich der Abstand zur Rückwand entscheidend. Ein geringer Abstand macht den Frequenzgang im mittleren Frequenzbereich zackig. Dies kann durch Wandteppich oder Akustikmatten verhindert werden.



Das Bild den Eilfuß der Wand hinter der Sitzposition. Die Welligkeit im Mitteltonbereich der **blauen** Kurve entsteht durch die Interferenzen des direkten und von der Wand reflektierten Schalls. Der von der Wand reflektierte Schall kommt verzögert und erzeugt einen störenden Hall. Durch eine Lage Noppenschaumstoff auf der Rückwand werden die Reflexionen verringert, **rote** Kurve. Der Klang wird angenehmer.

### 23.3 RAUMAKUSTIK MESSUNGEN

Die Raumakustik beschreibt die Schallwellen in einem Raum. Wird eine Schallwelle in einem Raum erzeugt, bilden sich die Moden. Die Moden sind Punkte an denen die Schallwelle die kleinste oder größte Energie besitzt. Dies ist besonders für den Tieftonbereich wichtig. Jeder hat schon einmal die Erfahrung gemacht, dass an einer bestimmten Stelle im Raum die Tiefen Töne schwach zu hören sind, während im gleichen Raum an einer anderen Stellen der Tieftonbereich zu laut ist.



Das Bild zeigt die Frequenzgänge an unterschiedlichen Stellen im Raum gemessen. Bei der **roten** und **braunen** Kurve werden die Moden, während **grün** eine günstige Sitzposition zeigt.



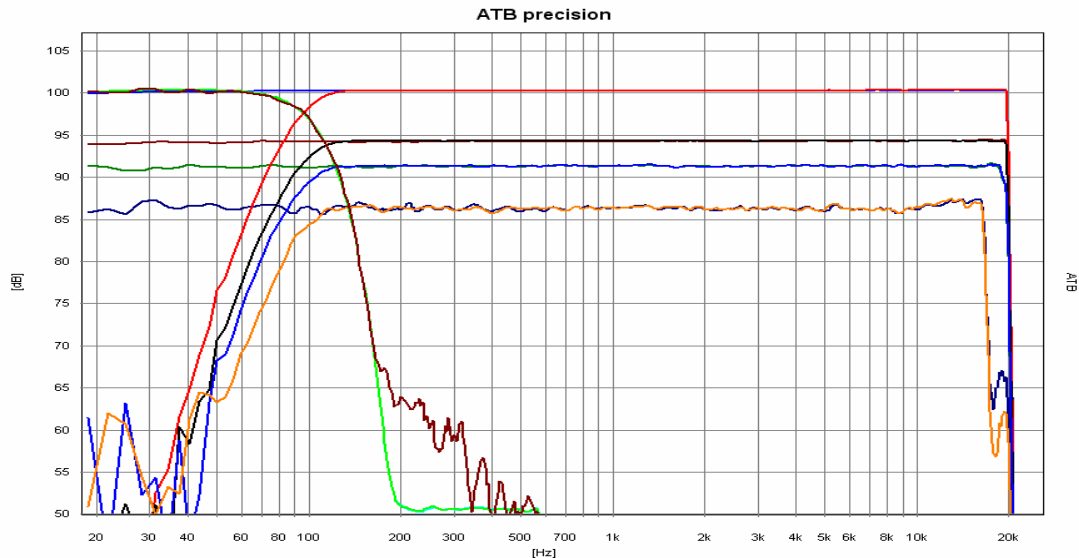
Bei diesen Messungen stand der Lautsprecher in der Mitte zwischen den Hauptlautsprechern. Die Messungen zeigen, wie kritisch die Aufstellung eines Subwoofers ist.

Weitere Messungen werden mit speziellen Raumakustik Messprogrammen durchgeführt. Mit denen wird hauptsächlich die Nachhallzeit gemessen. Dieser Wert ist nur für den Akustiker von Bedeutung, da die Nachhallzeit eines Raumes nur durch bauliche Maßnahmen zu verändern ist. Für den Hifi Hörer sind die Messungen des ATB PC ausreichend zur Bestimmung von Lautsprecher- und Sitzposition. Die optimale Lautsprecherposition ist erreicht, wenn der Frequenzgang, an der Sitzposition gemessen, ausgeglichen ist. An der Sitzposition wird der Lautsprecher plus Raumakustik gemessen.

## 24. SURROUND-TEST DVD

Die Messsignale

Die gezeigten Kurven der Messsignale wurden von dem DVD Spielers wiedergegeben und mit dem ATB precision USB gemessen.



Die Signale:

- Blau oben = Einzelsignal FL, C, FR, SL, SR
- Hellgrün = Einzelsignal SW,  
beim Surround Verstärker Ausgang +10dB
- Braun = Summensignale FL+FR, SL+SR
- Grün = Summensignal FL+C+FR
- Blau unten = Summensignal FL+C+FR+SL+SR
- Rot = Summensignal+Bass FL, C, FR, SL, SR
- Schwarz = Summensignal+Bass FL+FR, SL+SR
- Blau Mitte = Summensignal+Bass FL+C+FR
- Orange = Summensignal+Bass FL+C+FR+SL+SR
- Braun = Summensignal+Bass SW

Die nicht mehr ganz glatten Frequenzgänge entstehen durch den hohen Kompressionsgrad bei den Summensignalen.

Das PCM Signal entspricht den Einzelsignalen mit der Grenzfrequenz von 22kHz.

Die Hörsignale bestehen aus rund sowie diagonal durch den Raum laufendes Rauschen.

## 25. DIGITALMESSUNGEN

Die ATB PC Messung dient auch zur Frequenzgangmessung digitaler Audio Geräte wie DVD Spielers, Digitalweichen, Digitallautsprecher und Equalizer. Als Signalquelle dient der Digitalausgang vom DVD Spieler oder Computer. Durch die Korrelationsfunktion des Programms besteht keine zeitliche Zuordnung von z. B. Aufzeichnung und Wiedergabe, so dass auch Geräte mit großer Verzögerung von Ein- und Ausgangssignal getestet werden können.

Als Messsignal wird das PCM Signal mit 48kHz verwendet. Deshalb sind die Messungen nur für Studio Geräte geeignet.

Bei der Messung wird der Digital Eingang der Soundkarte gewählt.

Im Gegensatz zum analogen Signal kann das PCM Signal auch digital vom Rechner abgespielt werden.

## 26. PERIPHERIEGERÄTE, MIKROFON UND ADAPTER

### LEISTUNGSVERSTÄRKER

Für Lautsprechermessungen ist ein stabiler Leistungsverstärker erforderlich. Dieser sollte eine ausreichende Bandbreite aufweisen.

### MIKROFON

Das Mikrofon sollte einerseits über gute Linearität, hohe Bandbreite verfügen, andererseits darf es nicht zu unempfindlich sein. Mikrofone, bei denen der Frequenzgang kompensiert werden muss sind nicht geeignet, da ihr Impulsverhalten ungenügend ist.

Zum Lieferumfang des ATB PC Messsystems gehören:

- Program CD Rom
- Test-DVD
- Messmikrofon
- Testbox
- Handbuch als PDF Datei
- USB Dongle