

# Messdiener Teil III



**Im dritten Teil der Sound-Tuning-Serie helfen wir der Bühne aufs Armaturenbrett und messen unsere Anlage per Gehör ein.**



Von Wolfgang Bauernfeind

Teil 2 unserer Sound-Tuning-Serie (autohifi 3/2007) wird dem Klang vieler Anlagen einen mächtigen Schub gegeben haben. Messen, regeln, vergleichen und diskutieren – das Hobby Auto-HiFi lebt eben nicht nur von den Komponenten und vom Einbau, sondern vor allem von der perfekten Feinjustage des Sounds. Teil 2 hat gezeigt, wie die ersten Messungen mit dem Programm „Praxis“ vonstatten gehen, wie die Lautsprecher richtig gepolt werden, wie man die Messkurven richtig interpretiert und wie man dem verbogenen Frequenzgang mit dem Equalizer zu Leibe rückt. Alle, die das Heft verpasst haben, können es per E-Mail unter [bestellservice@scw-media.de](mailto:bestellservice@scw-media.de) oder per Telefon unter der Nummer 0711/182-2626 nachbestellen.

Die folgenden Seiten helfen, dem Klang den letzten Schliff zu verpassen und die Bühnen- und Ortungsqualität auf oberstes Niveau zu bringen.

Außerdem kommen diesmal die Audiospuren auf der Sound-Tuning-CD (Beilage zu autohifi 2/2007) zum Einsatz. Denn es ist auch ohne Mess-System möglich, die Fahrzeugakustik in den Griff zu bekommen – wenngleich man dazu etwas mehr Aufwand, Geduld und Geschick braucht.

## Bühnenabbildung und Bass-Staging

Auf ins Gefecht! Wir beginnen mit der Korrektur der Bühnenabbildung und des Bass-Stagings. Wie in Teil 2 bereits erwähnt, kann es im Übergangsbereich zwischen Frontsystem und Subwoofer zu schlimmen Frequenzgang-Einbrüchen kommen. Das liegt größtenteils an der Phasenverschiebung, die sich daraus ergibt, dass der Subwoofer weit vom Hörer entfernt ist. Damit handelt man sich noch einen weiteren Nachteil ein: Stimmt besagte

Phasenlage zwischen Subwoofer und Frontsystem nicht, ordnet sich der Bass nicht perfekt in das Klanggeschehen auf dem Armaturenbrett ein, sondern spielt ortbar im Kofferraum. Diesen Problemen kann man nun mit dem Messprogramm „Praxis“, aber auch mit den Tönen auf der Sound-Tuning-CD per Gehör den Garaus machen.

Bevor wir jedoch den Subwoofer akustisch nach vorne rücken, muss die Bühnenabbildung des Frontsystems stimmen. Die wichtigste Voraussetzung ist auch hier die korrekte Phasenlage zwischen dem Hochtöner und dem Tieftöner jeder Seite und dass beide Tieftöner in der gleichen Phase spielen. Wie man das bewerkstelligt, wurde ausführlich in Teil 2 dieser Serie behandelt.

Die Tieftönerphase kann man mit Track 5 der Sound-Tuning-CD überprüfen: Bei jedem „Plopp“ sollten sich die Membranen beider Tieftöner nach außen bewegen! Ziehen sie sich nach innen, sind

die Lautsprecher verpolt. Dieser Schritt sollte auch der erste vor der „Messung per Gehör“ sein.

## Laufzeitkorrektur für das Frontsystem

Aber was ist eine „korrekte“ Bühnenabbildung? Da gibt es unterschiedliche Ansichten. Manche haben es gerne, wenn sich das Klanggeschehen direkt in der Mitte des Armaturenbrettes abspielt. Andere hören den Sänger am liebsten unmittelbar vor sich. Wieder andere wählen eine Mischform, bei der der Klangfokus zwischen der Fahrerseite und der Fahrzeugmitte liegt.

Um die Varianten zwei und drei zu realisieren, benötigt man im Radio oder im externen Signalprozessor (DSP) die Möglichkeit, die Laufzeit der Lautsprecher zu verzögern. Da man als Fahrer näher am linken Lautsprecher sitzt, gelangt dessen Schall früher an unser Ohr als der des rechten. Es entsteht der Eindruck, als ob die Musiker rechts von uns, in der Mitte des Armaturenbrettes ihrer Arbeit nachgingen. Mit der Laufzeitverzögerung kann man nun das Signal für den linken Lautsprecher so einbremsen, dass dessen Schallwellen nahezu gleichzeitig mit denen des rechten Lautsprechers an den Ohren ankommen.

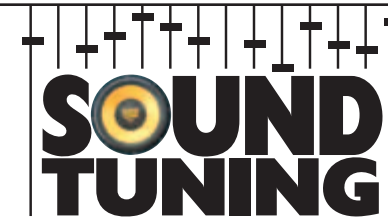
Die beste Hilfe, den Klangfokus an den richtigen Ort zu rücken, ist eine Monostimme wie auf Track 11 der Sound-Tuning-CD. Lassen Sie den Kollegen eine Weile reden (am besten die Repeat-Funktion aktivieren) und verzögern Sie währenddessen die Laufzeit des linken Lautsprechers in 0,1-Millisekundschrritten. Falls Sie ein Radio oder einen DSP besitzen, mit dem man die Laufzeit in Zentimeter-Schritten justieren kann, müssen Sie den Wert des rechten Lautsprechers langsam erhöhen. Der Stimmfokus wird sich immer mehr in Richtung Fahrerseite bewegen ①. Haben Sie die Stelle erreicht, an der Ihnen die Abbildungsposition am besten gefällt, können Sie die Justage beenden.

## Phasenanpassung und Laufzeitkorrektur für den Woofer

Zurück zu unserem Anfangsproblem, das wir mit dem nun fertig justierten Frontsystem beheben können. Der Bass wummert hörbar im Kofferraum, passt einfach noch nicht ins Klangbild oder spielt schlichtweg zu leise. Eine schnelle Lösung gab es bereits in autohifi 2/2007 nachzulesen – die Umpolung des Subwoofers. In einigen wenigen Fällen kann das dazu führen, dass der Bass vorne mitspielt und es auch keine messbaren Pegeleinbrüche durch Auslöschungen mehr im Übergangsbereich gibt. Leider aber nicht immer. Der Grund dafür ist der Phasenversatz zwischen Frontsystem und Subwoofer. Zum Glück lässt sich auch dies per Laufzeitkorrektur beheben, denn Laufzeit und Phase stehen in direkter Abhängigkeit ②. Zwei Formeln helfen uns, den Zusammenhang zu verstehen:

$$1000/\text{Frequenz in Hz} = \text{Tondauer in Millisekunden}$$

Für die Frequenz setzen Sie die Übergangsfrequenz des Subwoofers ein. Das ist wichtig, denn die



Phase ist leider auch abhängig von der Frequenz. Ein 80-Hz-Ton benötigt somit 12,5 Millisekunden, um eine komplette Schwingung zu durchlaufen. Dieses Ergebnis setzen Sie nun ein in die Formel

$$(\text{Phasenänderung}/360 \text{ Grad}) \times \text{Tondauer in Millisekunden} = \text{Laufzeit in Millisekunden}$$

Beim Beispiel 80 Hz bzw. 12,5 Millisekunden entspricht eine Änderung der Phase um 90 Grad einer Laufzeitverzögerung um 3,1 Millisekunden (entspricht 100 Zentimetern). Bingo – wir können die Phase stufenweise über die Laufzeit verändern!

Jetzt muss wieder das Mess-System ran. Ziel ist es, im Bereich um die Übergangsfrequenz – in unserem Beispiel 80 Hz – einen möglichst hohen Pegel zu erreichen. Starten Sie die Messung und sehen Sie sich den Bereich an. Ist bei etwa 80 Hz ein tiefer Einbruch zu erkennen, stimmt die Phase noch nicht. Mit der Laufzeitkorrektur tasten wir uns jetzt langsam ans Optimum heran, und zwar in 90-Grad- bzw. 3,1-Millisekunden-Schritten. Verzögern Sie beide Frontlautsprecher um 3,1 Millisekunden und messen Sie erneut. Stocken Sie so oft um 3,1 Millisekunden auf, bis Sie im Übergangsbereich den höchstmöglichen Pegel feststellen – genau dann spielt der Woofer mit dem Frontsystem „in Phase“.

Statt mit Millisekunden bzw. Zentimetern zu spielen, kann man auch einen stufenlosen Phasensteller benutzen ③. Leider bieten nur wenige Verstärker diese Möglichkeit. Die Vorgehensweise bleibt die gleiche – so lange drehen, bis der Pegel im Übergangsbereich maximal ist.

Damit auch das Timing stimmt, also der Bass nicht nur phasenrichtig, sondern zeitgleich mit den übrigen Frequenzen am Ohr ankommt, geben wir dem Woofer eine komplette Wellenlänge (360 Grad) Vorsprung. Dazu müssen Sie das Frontsystem nochmals um 12,5 Millisekunden verzögern. Überprüfen bzw. feinjustieren können Sie das Bass-Staging mit Track 10 der CD: Die Paukenschläge sollten sich perfekt ins Klangbild auf dem Armaturenbrett einfügen. Den Überschuss an Basspegel können Sie nach Belieben per Equalizer oder Subwooferpegelregler wieder herausziehen.

Frequenzgang, Bühnenabbildung und Bass-Staging sollten sich nun einem ausgewogenen Ideal angenähert haben. Möchte man mehr Wucht im Bass oder eine etwas hellere Abstimmung mit mehr Höhenpegel, so kann man das einstellen – mit dem Equalizer hat man ja alle Möglichkeiten.

## Die Einstellung per Gehör

Bisher war das Mess-System unser Hauptwerkzeug, um die Widrigkeiten der Fahrzeugakustik offenzulegen. Doch auch per Gehör kann man das eine oder andere Problem im Frequenzgang ermitteln und Bühne und Bass-Staging optimieren.

## 1 Laufzeitkorrektur



**Punktlandung:** An diese Position soll die Stimme rücken, um die Bühne genau vor den Fahrer zu bekommen.



**Tastsinn:** Im Laufzeitkorrekturmenü tasten wir uns beim linken Lautsprecher in 0,1-Millisekunden-Schritten an das Optimum heran. In der Praxis ergibt sich meist ein Wert nahe 1,2 Millisekunden.

## 2 Zusammenhang Verzögerung/Strecke und Phase

60 Hz (Tondauer 16,7 ms)		
Verzögerung	Strecke	Phase
2,1 ms	0,7m	45 Grad
4,2 ms	1,4m	90 Grad
8,4 ms	2,9m	180 Grad
12,6 ms	4,3m	270 Grad
16,7 ms	5,7m	360 Grad

80 Hz (Tondauer 12,5 ms)		
Verzögerung	Strecke	Phase
1,5 ms	0,5 m	45 Grad
3,1 ms	1,0 m	90 Grad
6,2 ms	2,1 m	180 Grad
9,3 ms	3,2 m	270 Grad
12,5 ms	4,2 m	360 Grad

90 Hz (Tondauer 11,1 ms)		
Verzögerung	Strecke	Phase
1,4 ms	0,4 m	45 Grad
2,8 ms	0,8 m	90 Grad
5,6 ms	1,9 m	180 Grad
8,4 ms	2,8 m	270 Grad
11,1 ms	3,8 m	360 Grad

100 Hz (Tondauer 10 ms)		
Verzögerung	Strecke	Phase
1,3 ms	0,4 m	45 Grad
2,5 ms	0,9 m	90 Grad
5,0 ms	1,7 m	180 Grad
7,5 ms	2,6 m	270 Grad
10,0 ms	3,4 m	360 Grad

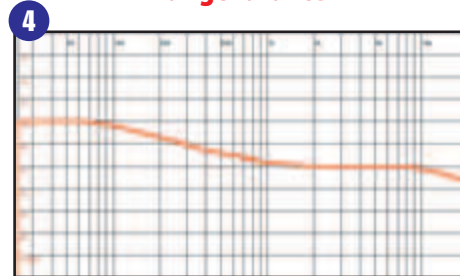
## 3 Der Phasenregler



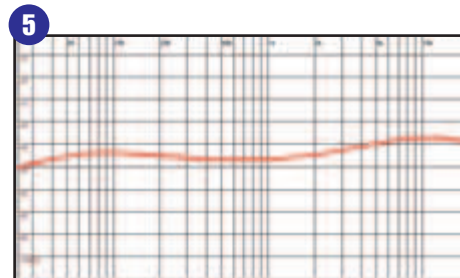
**Must-have:** Gut ausgestattete Endstufen verfügen über einen stufenlosen Phasenregler.

# SOUND TUNING

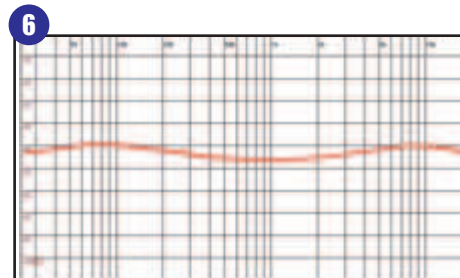
## Klangcharakter



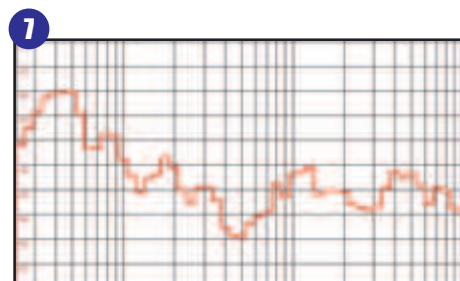
**Zielgerade:** An dieser Linie soll sich der optimierte Frequenzgang später orientieren. Durch die Überhöhung im Bassbereich und die abfallenden Höhen klingt's insgesamt harmonischer und nervt nicht.



**So high:** Eine Überhöhung im Hochton ergibt eine helle Abstimmung. In sich ist die Kurve stimmig.



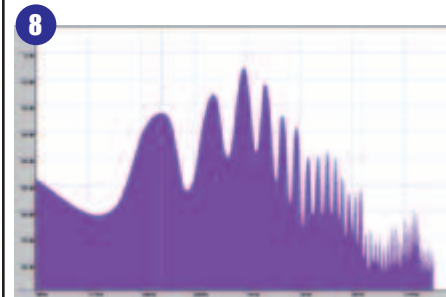
**Zwei Berge:** Die Loudness-Charakteristik passt gut zur Empfindlichkeit unseres Ohrs. Da wir Mittel- und Hochtöne besonders gut hören, braucht deren Pegel nicht so hoch auszufallen.



**Bittere Wahrheit:** Meist sieht der Frequenzgang unserer Anlage anfangs aus wie hier – die Tonalität stimmt nicht, der Equalizer muss ran!

## Die Theorie

Damit Sie auch mithilfe des Ohrs die richtige Polung und einen ausgewogenen Frequenzgang hinbekommen, braucht es ein paar grundsätzliche Erkenntnisse. Das Ziel ist ein ausgewogener Klang. Verantwortlich dafür ist die Tonalität, also das Verhältnis aller Frequenzen untereinander. Betrachten wir den kompletten Frequenzverlauf von 20 Hz bis 20 kHz, kann die Tonalität bzw. der Klang auch stimmig sein, wenn der Verlauf aussieht wie in Bild 4. Der Klang besitzt dann allerdings einen eigenen Charakter, da die Linie nicht hundertprozentig waagrecht verläuft. In diesem Fall passt der Charakter zur Fahrzeugakustik – ein waagerechter Verlauf würde im Auto langweilig wirken. Andere Charaktere wären eine helle Abstimmung 5 oder die sogenannte Loudness-Charakteristik 6. In allen Fällen ist die Tonalität aber stimmig, da der Verlauf in sich keine Welligkeiten aufweist.



**Ton total:** Eigentlich spielt hier der Musiker auf seiner Oboe nur einen Ton. Doch anders als bei einem Sinussignal besteht dieser Ton auch aus vielen Obertönen, erkennbar an den Pegelspitzen. Die Energie verteilt sich über einen breiten Frequenzbereich. Ist der Frequenzgang der Anlage nicht stimmig, klingen die Instrumente und Stimmen unnatürlich.



**Terzreihe:** Hier die „Standardisierte Terz-Mittelfrequenzreihe“. Eine Terz ist ein Intervall, bei dem der höhere Ton zwei Tonschritte über dem tieferen liegt. Der Frequenzbereich einer Terz passt dreimal in den einer Oktave. Die Frequenzbänder eines 31-Band-EQs liegen meist genau auf den Terz-Mittelfrequenzen.



**Steiler Zahn:** Die 31 Bänder des Terzrauschens entstehen, indem das von den Messungen her bekannte Rosa Rauschen bandpassgefiltert wird. Die einzelnen Bänder bestehen daher nur aus Rauschen um eine bestimmte Frequenz herum. Das macht es für das Ohr leichter, Pegeldifferenzen zu erkennen als mit Sinustönen.

Anders sieht es aus, wenn der Frequenzgang keinen stimmigen Verlauf zeigt wie in Bild 7. Leider sieht der Frequenzgang meist genau so aus, wenn man noch keine Einstellungen per Equalizer vorgenommen hat, die Polung und/oder die Phasenverhältnisse nicht stimmen. Hörbares Resultat: Verfärbungen. Welche Auswirkungen diese Verfärbungen haben können, sieht man an folgendem Beispiel: Das Spektrum eines Oboentons sieht normalerweise aus wie in Bild 8.

Auch wenn nur ein Ton angespielt wird, erstreckt sich dieser durch die Obertöne über einen Frequenzbereich von etwa 400 Hz bis 6 kHz. Weist der Frequenzgang der Anlage in Teilen dieses Bereiches Unlinearitäten auf, kann er dieses Spektrum so verbiegen, dass die Oboe übertrieben gesagt wie eine Trompete klingt. Stimmen näseln, der Bass brummt und hohe Töne kreischen oder zischeln. Da solche Verfärbungen, die hauptsächlich durch Pegeldifferenzen entstehen, deutlich hörbar sind, kann man auch mit dem Gehör solche Probleme orten. Das Mess-System macht das auf einen Schlag. Unser Ohr kann das nicht so leicht, es gibt aber eine Möglichkeit.

## Die Praxis

Jetzt kommen die Tracks mit dem terzbandbegrenzten Rauschen zum Einsatz. Wie der Name schon sagt, handelt es sich um ein Rauschsignal. Es ist sogar das gleiche Rosa Rauschen, das auch mit dem Mess-System verwendet wird – nur dass einzelne Frequenzbereiche herausgefiltert sind. Jeder Bereich umfasst eine Terz, die angegebene Frequenz ist die Mittelfrequenz des Terzbandes 9. Zwischen 20 Hz und 20 kHz gibt es genau 31 Terzen. Ein 31-Band-Equalizer lässt uns meist genau diese Terzen justieren – perfekt!

Mit diesen Tönen kann man per Gehör Pegelunterschiede leichter ausmachen als mit Sinustönen. Und das wollen wir nun versuchen, indem wir die Polung der Hochtöner überprüfen.

## Polung der Hochtöner

Nur mit der richtigen Hochtönerpolung kann eine perfekte Bühnenabbildung gelingen. Informieren Sie sich in der Gebrauchsanleitung oder auf der Internetseite des Herstellers über die Übergangsfrequenz von Tiefmittel- zum Hochtöner. Im Normalfall liegt diese irgendwo zwischen 2,5 und 5 kHz. Damit Sie per Gehör den richtigen Pegel heraushören können, sollten Sie die Kabel der Hochtöner verlängern, um vom Fahrersitz aus schnell

umpolen zu können, also Plus und Minus zu vertauschen. Das Gehör kann sich die Lautstärke eines Tons nämlich nicht sehr lange einprägen.

Nun drehen Sie den Balanceregler komplett nach rechts, da wir zunächst nur die rechte Seite des Frontsystems überprüfen wollen. Wählen Sie aus den Tracks mit dem terzbandbegrenzten Rauschen die Frequenz aus, bei der die Trennung zwischen Hoch- und Tieftöner Ihres Systems stattfindet und spielen Sie diese wiederholt ab. Während es rauscht, polen Sie den Hochtöner mehrmals hintereinander um. Die Polung, bei der Ihnen der Testton am lautesten erscheint, ist die richtige. Wiederholen Sie diese Prozedur für die linke Seite.

## Die korrekte Phasenlage



**Backfire:** Stimmt die Phasenlage zwischen Subwoofer und Frontsystem nicht, spielt der Tiefbass ortbar im Kofferraum. Optimieren kann man das mit der Laufzeitkorrektur.



**Fronttriebler:** Die Chassis des Frontsystems müssen ebenfalls in der richtigen Phase spielen. Die Testtracks helfen bei der Überprüfung.

## Anbindung des Subwoofers

Auf ähnliche Art und Weise können Sie auch den korrekten Übergang vom Subwoofer zum Frontsystem ausmachen. Auch hier müssen Sie dafür sorgen, dass Sie schnell umpolen können. Entweder erledigen Sie das mit einem verlängerten Kabel zum Woofer, oder Sie ändern die Polung im Radio, falls es diese Funktion besitzt 10.

Mithilfe von Teil 2 unserer Sound-Tuning-Serie haben Sie die richtige Übergangsfrequenz zwischen Woofer und Front bereits gefunden. Die Polung überprüfen Sie, indem Sie das Terzband auswählen, das bei der Trennfrequenz des Woofers liegt. Spielen es wiederholt ab und polen Sie den Woofer dabei mehrmals um. Bei der richtigen Polung klingt der Bass lauter.

## Frequenzgang-„Messung“

Die Polungen stimmen, das System ist komplett. Jetzt wollen wir die Terzbänder voll ausreizen, um den gesamten Frequenzgang per Gehör zu ermitteln. Nehmen Sie Stift und Zettel und zeichnen Sie eine Achse für die Frequenz in Hz logarithmisch nach rechts und eine Skala von 1 bis 10 nach oben 11. Ab ins Auto. Mit Ihrer Lieblingsmusik haben Sie eventuell schon herausgehört, dass die Stimmen hier und da etwas quäken oder manch hoher Ton ins Nervige kippt. Solche Stellen wollen wir nun genauer ausmachen.

Hören Sie sich die Tracks 42 bis 72 der Sound-Tuning-CD durch, um ein Gefühl für die Töne zu bekommen. Danach hören Sie die Töne noch einmal durch und notieren im Diagramm, wie laut Sie den jeweiligen Ton empfinden. Zum Vergleich bzw. falls Sie sich nicht sicher sind sollten Sie immer zwischen dem Track vorher und dem danach hin- und herschalten. Am Ende sollte auf dem Blatt Papier die Grafik eines Frequenzgangs entstanden sein 11.

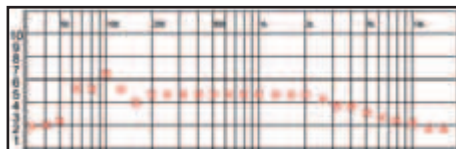
## 10 Subwoofer umpolen



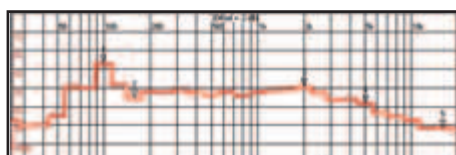
Turnaround: Viele Radios bieten die Möglichkeit, den Subwoofer umzupolen bzw. die Phase um 180 Grad zu drehen. Messtechnisch und per Gehör findet man somit schnell die richtige Polung.

## 11

### Frequenzgang per Gehör ermitteln

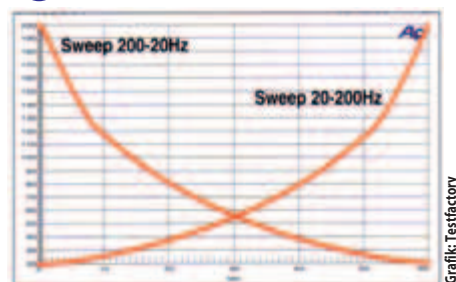


Zeichenstunde: Mithilfe der Terzbänder haben wir einen Frequenzgang per Gehör ermittelt und aufgezeichnet. Die Skala von 1 bis 10 dient zur Markierung des geschätzten Pegels, die X-Achse zeigt logarithmisch die Frequenzen an.



Nachgemessen: Nachdem wir das Diagramm im oberen Bild per Hand angefertigt haben, haben wir die gleiche Anlage nochmal mit dem Mess-System unter die Lupe genommen. Et voilà – die größten Ausreißer (siehe Pfeile) kann man auch mit dem Ohr ermitteln. Der Pegelunterschied zu den Tönen vorher und nachher muss allerdings mindestens 3 bis 5 dB betragen, damit er hörbar wird.

## 12 Bass-Sweep



Volle Dröhnung: Die Sinustöne beleuchten immer nur eine einzelne Frequenz, die Sweeps in Track 8 und 9 fahren auch die Zwischenräume ab. Die Achsen zeigen, bei welcher Sekunde der Sweep bei welcher Frequenz angelangt ist. So werden auch das letzte Dröhnen und die letzten Resonanzen aufgedeckt.

Stellwerk: Schrauben, schrauben und nochmals schrauben. Im Testwagen von Audio System wurde gemessen, gehört und geregelt. Die Erkenntnisse und Ergebnisse können Sie in dieser Serie nachlesen.

Genau wie bei den Messungen, die in autohifi 3/2007 zu sehen waren, können Sie auch in Ihrer Grafik eine Hilfslinie einzeichnen. Sie hilft dabei, Überhöhungen und Einbrüche auszumachen. Danach geht's wieder ans Reglerschieben mit dem Equalizer. Überprüfen Sie anschließend den Klang mit den Terzband-Tönen oder noch besser mit Musik-CDs, die Sie in- und auswendig kennen.

Im Grunde sind wir jetzt an der gleichen Stelle angelangt, an der Teil 2 unserer Serie mit dem Mess-System geendet hat. Die letzten Schritte bleiben für Ohr- und Mikrofonmesser die gleichen: die Einstellungen für Bühnenabbildung und Bass-Staging, die Sie auf den ersten beiden Seiten dieses Artikels finden.

### Sweep und Sinus

Ein paar Testtöne haben wir noch außer Acht gelassen: Die Sinustöne und die beiden Sweeps in Track 8 und 9. Diese sollen dabei helfen, Resonanzen im Fahrzeug ausfindig zu machen.

Jedes Material bzw. jedes Verkleidungsteil im Auto besitzt eine eigene Resonanzfrequenz. Wird diese Frequenz von den Lautsprechern wiedergegeben, regt sie dieses Teil zum Schwingen an. Die Schwingung kann je nach Masseträgheit unterschiedlich stark ausfallen.

Im ungünstigsten Fall schwingt zum Beispiel die Türverkleidung so stark mit, dass es zu Vibrationsgeräuschen und Schallauslöschungen kommt – die Verkleidung verwandelt sich praktisch in eine Lautsprechermembran. Entgegenwirken kann man dem nur, indem man vibrierende Teile mit Bitumenmatten oder Dämmmasse ruhig stellt. Doch wo schneppert's denn genau? Hier kommen unsere Sweeps und Sinustöne zum Einsatz.

Zunächst ist der Bass dran, der die meiste Schallenergie ins Fahrzeug pumpt und damit auch die meisten Teile zur Vibration anregt. Die Tracks 42 bis 52 umfassen in Einzelschritten diesen kritischen Bereich. Seien Sie zunächst vorsichtig mit dem Pegel und spielen Sie die Titel dann nochmals mit erhöhter Lautstärke ab. Sinustöne können schnell nerven – überprüfen Sie aber trotzdem auch den restlichen Bereich, um wirklich jede Vibration aufzudecken. Ihr Gehör wird es Ihnen danken.

### Dröhnender Bass

Einen dröhnigen Bass können Sie am besten mit dem Sweep in den Tracks 8 und 9 ausmachen. Spielen Sie den Track 8 ab, zuerst mit verhaltenem Pegel, dann noch einmal mit richtig Power. Grafik 12 zeigt, bei welcher Sekunde der Sweep bei welcher Frequenz angelangt ist. Die dröhnigen Stellen können Sie anschließend nochmal mit dem Equalizer angehen. Auch der Sweep hilft bei der Ortung



## Tipps und Tricks zu „Praxis“

Ein paar Tipps zum Messprogramm „Praxis“ haben wir uns für den Schluss aufgehoben. Wenn Sie inzwischen schon Erfahrung mit dem Programm gesammelt haben, erleichtern Ihnen diese Tricks den Umgang mit „Praxis“ zusätzlich.

### Die Weighting-Funktion

Die Weighting-Funktion überlagert einfach zwei Messkurven. Somit können Sie zwei Messungen miteinander vergleichen oder auch sichtbar machen, wie weit Ihr Frequenzgang von der autohifi-Referenzkurve abweicht. Je ähnlicher sich die Kurven sind, desto mehr ähnelt das Ergebnis einer schnurgeraden Linie.

Ein Beispiel: Sie wollen die Messung des rechten Frontkanals mit der des linken Kanals vergleichen. Laden Sie die Kurve des rechten Kanals in „Praxis“. Klicken Sie anschließend auf den Reiter „Weighting“ 1 und dann auf „Normalize“ 2. Es erscheint ein Fenster, das alle Werte Ihres Frequenzganges numerisch anzeigt 3. Klicken Sie auf „Save/Exit“ 4 und speichern Sie die Weighting-Funktion. Dann laden Sie die Messung des linken Kanals und klicken wieder auf „Weighting“. Nun benutzen Sie den Button „Load“ 5 und wählen die Weighting-Funktion, die Sie eben gespeichert haben. Je besser sich die Kurve nun einer Geraden annähert, desto homogener sind die Frequenzgänge des linken und rechten Kanals. Das hörbare Ergebnis: bessere Ortung, stimmigerer Klang.

Auf der Sound-Tuning-CD finden Sie im Menü den Punkt „Beispiel- und Referenz-Frequenzgänge“. Wenn Sie darauf klicken, werden Sie aufgefordert, einen Zielordner für die Speicherung der Dateien zu wählen. Nachdem das erledigt ist, finden Sie eine Datei mit dem Namen „Weighting\_Referenzkurve.wgt“. Diese Weighting-Funktion können Sie dazu verwenden, Ihren Frequenzgang mit

von Vibrationen. Um diese dann zu eliminieren, hilft kein Equalizer, sondern nur schonungsloses Ruhigstellen mit Dämmpaste und -matten.

### Genießen

Die Mühe hat sich gelohnt – unsere Anlage hat große Sprünge auf dem Weg in Richtung Spitzenklang gemacht. Ohne Hilfsmittel wie Mess-System, Equalizer, Laufzeitkorrektur und last but not least dem Ohr ist ein guter Klang wegen der miserablen Umstände im Fahrzeug kaum zu realisieren. Was im Wohnzimmer mit etwas Lautsprecherrücken relativ schnell erledigt ist, dauert im Auto in der Regel Tage. Doch das gehört eben zum Hobby. Ohne Fleiß kein Preis – so fühlt sich das Genießen am Ende noch verdienter an!

dem autohifi-Referenzfrequenzgang zu vergleichen. Laden Sie Ihren Frequenzgang und dann die besagte Weighting-Funktion. Wieder gilt: Je ähnlicher das Ergebnis einer waagerechten Geraden ist, desto näher liegt Ihre Kurve an der Referenz.

### Schneller Messen

Zwei Faktoren beeinflussen die Messgeschwindigkeit und -genauigkeit: Die „FFT-Size“ 6 bestimmt, an wie vielen Punkten das Signal messtechnisch erfasst wird. Je niedriger der Wert, desto höher liegt die untere Grenzfrequenz der Messung. Wählt man zum Beispiel 65 536 Punkte, wird der gesamte Frequenzgang von 25 Hz bis 20 kHz erfasst – die Messung dauert entsprechend lange. Will man nur den Hochton von 800 Hz bis 20 kHz messen, reichen 4096 Punkte – die Messung geht schnell vonstatten. Der zweite Faktor ist die Auflösung 7. Sie bestimmt, wie viele Bruchteile einer Oktave bei der Messung erfasst werden. Eine sehr hohe Auflösung mit einem extrem genauen Ergebnis wäre 1/24 Oktave. Um nur genau den Pegel bei den Terzband-Mittelfrequenzen zu messen, reicht eine Auflösung von 1/3 Oktave.

### Frequenzen genau anzeigen

Eine praktische Funktion verbirgt sich unter dem Menüpunkt „Markers“ in den Formatierungseinstellungen. Im oberen Teil des Fensters können Sie fünf Markierungspunkte auswählen 8. Sobald eines der Kästchen angehakt wird, erscheint im unteren Teil des Fensters eine Frequenzangabe 9. Klicken Sie darauf und anschließend auf eine „Problemstelle“ im Frequenzgang 10. Nun wird Ihnen die exakte Frequenz dieser Stelle angezeigt 11, der Equalizer kann seines Amtes walten. Die Markierungen bleiben während der folgenden Messungen bestehen. So können Sie schnell sehen, wie weit der Einbruch bzw. die Überhöhung behoben wurde. Die Farbe der Markierungspunkte kann beliebig gewählt werden 12.



Schnell ans Ziel: Klicken Sie im „Main Form“-Fenster auf „View“ -> „Acq Configure“. In diesem Fenster können Sie die Einstellungen für die „FFT-Size“ und die Auflösung vornehmen.



So leicht kommen Sie zu Ihrem Mess-Mikrofon



Das Audio-System-Messmikrofon können Sie ganz bequem für 69,90 Euro inklusive Versandkosten bestellen. Wer ein Radio ohne Equalizer besitzt, für den gibt's für 259,90 Euro das Bundle mit dem Equalizer Audio System PM4.

Bestellung im Internet: [www.audio-system.de](http://www.audio-system.de)  
Bestellung per Fax: 07255/71 90 795  
Bestellung per Post: Audio System  
Falltorstraße 6  
76707 Hambrücken

Das Mikro gibt's auch als autohifi-Aboprämie! Die Bestellkarte mit allen Infos finden Sie auf Seite 51.