

## Die Tücken der Autoakustik

Bleibt die Frage, anhand welcher Klangkriterien ein Auto abgestimmt werden muss. Viele Leser haben *autohifi* schon gefragt, wieso die Referenzkurve einen deutlichen Bassüberhang und einen offensichtlichen Höhenmangel hat. Die Antwort ist simpel: Weil es nur so ausgewogen und natürlich klingt.

Während in einem schalltoten Messraum ein linealgerader Frequenzgang das beste Ergebnis erzielt, braucht die Autoakustik aufgrund ihrer Misch-Charakteristik aus Druckkammereffekt (sehr kleiner Raum), Diffusschall (viele reflektierende Flächen) und Nahfeld-Akustik (räumliche Nähe zu den Lautsprechern) ein Bassplus von mindestens 10 Dezibel, um unter 100 Hertz ausgewogen zu klingen. Die physikalische Basis hierzu könnte Bücher füllen, jedenfalls hat es noch nichts mit der Kompensation von Fahrzeuggeräuschen zu tun! Die werden erst später wichtig und erfordern dynamische Korrekturen.

Ähnliches, nur mit umgedrehten Vorzeichen, gilt für den Hochtöner. Nur wenn dieser ab rund 9 Kilohertz beständig abfällt, klingt er auf Dauer im Auto nicht nervig. Wer sich einmal den Spaß erlaubt, seinen Heimlautsprecher direkt vor ein Fenster zu stellen und sich auf 50 Zentimeter zu nähern, versteht den Zusammenhang sofort. Dabei sei auch darauf hingewiesen, dass die Messmethode mit nach oben zeigendem Mikrophon zu einem leichten Höhenabfall im Superhochtonbereich führt, der so auch kompensiert wird.

Genug der Raumakustik, widmen wir uns der Entzerrung des *autohifi*-Golfs mithilfe der beiden Equalizer. Wie erwartet zeigt der Frequenzgang auf Seite 70 (gelbe Kurve) mehrere Schwachpunkte, wovon einer ein Einbruch zwischen Sub und Frontsystem ist. Glücklicherweise macht der Grundtonbereich aber keine größeren Zicken.

### Die Phase muss stimmen

Der Grund für den massiven Einbruch besteht wie beschrieben in der unterschiedlichen Phasenlage der beiden Lautsprechersysteme aufgrund der Positionierung und – extrem wichtig – der Filterung mit Aktivweichen (gilt natürlich für passive ebenso). Trennt den Subwoofer zum Beispiel ein 18-Dezibel-Tiefpassfilter und das Frontsystem ein 12-Dezibel-Hochpassfilter, so wird sich die Phasenlage der beiden um 90 Grad unterscheiden.

Eine Weiche wirkt also nicht nur auf die Amplitude der Frequenzen, die sie durchlässt, sondern auch auf deren Phase. Für die prinzipielle Phasenlage des bei tiefen Frequenzen wunderschön rundstrahlenden Subwoofers ist es dagegen völlig unerheblich, ob er im Kofferraum nach vorne oder hinten ausgerichtet ist, auch wenn ab und zu Gegenteiliges zu lesen ist.



**Wahrheits-Check: „Praxis“ erlaubt die Überprüfung der Regler-Beschriftung.**



**Dream Machine: Alpines PXA H 700-Prozessor löst fast alle Frequenzgangprobleme.**



**Sinnvoll und günstig: Der Audio-System-Equalizer P4 glänzt mit überlegter Ausstattung.**



Wer will, kann sich aber die Mühe machen und den Subwoofer so lange an verschiedenen Orten im Kofferraum ausprobieren, bis sich messtechnisch die größte Bassmenge ergibt. Dazu reicht es, bei „Praxis“ unter „Average Mode“ 10 Mittelungen einzustellen und den Menüpunkt „Autostop nach Messung“ auszuschalten – so läuft die Messung zyklisch immer weiter. Am besten stellt dann ein Freund den Sub im Kofferraum immer wieder auf eine neue Position, solange bis „Praxis“ den höchsten Tieftonpegel anzeigt.

Nun gilt es, den Übergang von Frontsystem und Subwoofer zu optimieren. Mit dem Audio-System-Equalizer und seinem stufenlosen Sub-Phasenregler gelingt dies besonders einfach.

Zuerst wird der Frequenzgang bei 0 und bei 180 Grad gemessen. Je nachdem bei welchem dieser Phasen-Extrema die Kurve am meisten Energie im Übergangsbereich zwischen den beiden Chassis zeigt, wird von dieser Seite aus der Regler langsam gedreht, bis sich ein ausgewogener Frequenzgang zeigt. That's it. Im Falle des *autohifi*-Golfs dauerte diese Prozedur gerade einmal fünf Minuten.

Mit dem Alpine-Equalizer geht man etwas anders vor, die stufenlose Phasenreglung wird hier per Laufzeitkorrektur erreicht. Bevor wir aber loslegen, ist erneut ein kleiner Exkurs in die Physik notwendig: Phase und Laufzeit hängen direkt zusammen. Verschiebt man die Phase, so wird das zwingend auch eine Laufzeitänderung zur Folge haben.

Der Unterschied ist nur, dass bei über den Frequenzbereich gleichbleibender Phase die Laufzeit konstant ansteigt und bei linearer Laufzeit die Phase konstant ansteigt. Eine per Laufzeitkorrektur eingestellte Phasenänderung ist daher streng genommen nur für eine Frequenz gültig, wogegen eine per Phasenregler provozierte Änderung im Idealfall für den kompletten Frequenzbereich gilt!

Verschiebt der Wochenend-Messtechniker aus klanglichen Gründen die Trennfrequenz des Subwoofers zum Frontsystem, muss er daher schon aus diesem Grund bei dem Alpine auch die Laufzeit anpassen. Prinzipiell stellt man auch beim Alpine die Laufzeit von null ansteigend auf den ersten Wert ein, bei dem das Messsystem vollen Basspegel vermeldet.

Übrigens lässt sich mit „Praxis“ wunderschön überprüfen, ob die an der Weiche eingestellte Subwoofer-Trennfrequenz und Flankensteilheit sich auch in Wirklichkeit ergibt. Nicht wundern, wenn sich hier plötzlich Überraschungen zeigen.

So sollte das Subwooferfilter der im Test-Golf verwendeten Hifonics-Endstufe laut Aufdruck bei rund 50 Hertz einsetzen. Die Messung be-

**Tückisch: Schon die übliche Lautsprecheranordnung in der Tür birgt reichlich Frequenzgang-Probleme.**