

Wie richtet man die vorderen Lautsprecher im Auto aus?

Dies ist eine immer wieder gestellte Frage von Leuten, die sich erstmals mit dem Einbau eines Lautsprecher-Komponentensystems vorn in ihr Auto befassen. Typische Einbaupositionen eines 2-Wege-Kompo-Systems: Tiefmitteltöner vorn unten in den Vordertüren, Hochtöner auf den Spiegeldreiecken oder den A-Säulen. Die Ausrichtung aller Töner wirkt sich auf die Wiedergabe der Räumlichkeit aus, auf die Breite und Tiefe und die Positionierung der Einzelmusiker auf der imaginären Bühne.

Zunächst erst mal ein paar Begriffsdefinitionen, damit später das Verständnis besser ist:

„auf Achse“:

die „Achse“ oder auch Mittelachse eines Lautsprechers ist die (gedachte) Linie, die axial mittig/zentral von der Magnetmitte durch den Polkern durch die Kalotte hindurch geht. Wenn der Lautsprecher den Hörer quasi frontal mit seiner Membranvorderseite an“guckt“, dann befindet sich der Hörer auf dieser Achse des Lautsprechers.

„Tweeter“:

englisch für Hochtöner.

„Woofer“:

englisch für Tief(mittel)tonlautsprecher.

„Bühnenabbildung“:

Im Auto versucht man den akustischen Eindruck zu reproduzieren, wie er sich live im Konzert zeigt. Dort hat man üblicherweise eine Bühne mit den Musikern vor sich, deren räumliche Anordnung man klar erkennen kann: in der Breite, Tiefe und ihrer Positionierung zueinander. Auch wenn sich ein Interpret auf der Bühne bewegt, sollte man das in der Reproduktion nachvollziehen können.

Wie richte ich die Hochtöner aus, wenn sie in/auf der A-Säule oder auf dem Spiegeldreieck montiert werden?

Man sollte sich zunächst entscheiden, ob man die Hochtöner direkt oder indirekt hören möchte. Eine Mischung von Direkt- und Indirektschall wirkt sich immer negativ aus auf die Positionierung der Musiker auf der gedachten Bühne und auf die Sauberkeit der hohen Töne. Direkt heißt: man sieht die Kalotten und sie sind wenigstens 8 cm weit weg von benachbarten (seitlichen) schallharten Reflexionsflächen. Diese Entfernung von reflektierenden Flächen ist nicht ganz so einfach, denn die A-Säulen sind meist sehr dicht an der Windschutzscheibe und die Spiegeldreiecke quetschen sich in der Regel in eine Ecke mit Türrahmen/A-Säule und Türverkleidung in nächster Nähe. Manchmal sitzen sie aber auch so so tief, dass die Armaturentafel dicht davor ist. Eine clevere Möglichkeit diesem Problem zu entgehen, ist die Montage auf Abstandshaltern, wie ich sie 1997 in meinem Vectra hatte.

Indirekt heißt: die Kalotten sind vom Hörer weg gerichtet und „werfen“ ihre Töne an eine benachbarte reflektierende Fläche (z. B.: Fenster), über die sie dann ihren reflektierten Schall an die Hörer weitergeben.

Hier möchte ich die Ausrichtung für direkt abstrahlende Hochtöner beschreiben:

Die beiden (gedachten) Achsen vor beiden Hochtönern in den beiden A-Säulen bzw. Spiegeldreiecken sollten als Ausgangsbasis sich ca. 10 cm unter dem Innenspiegel schneiden. Je nach Tweeter legt man den Schnittpunkt weiter nach vorn (Metallkalotten) oder weiter nach hinten (bei großen Textilkalotten wie ScanSpeak). Dies ist unterschiedlich wegen der verschiedenen Richtcharakteristik der unterschiedlichen Kalotten. Das ist aber nur der generelle Rat für die Anfangsausrichtung, grundsätzlich gilt: probieren!!! Für eine ähnliche Ausrichtung in den Spiegeldreiecken gibt es ein Patent: BMW hat sich dies 1984 schützen lassen. Die Positionierung auf den A-Säulen wurde meines Wissens erstmals 1992 öffentlich in einem Auto, in dem ich die Lautsprecher positioniert und abgestimmt hatte. Nicht patentiert. Dieser Benz von Til Freihoff wurde damals übrigens Deutscher Meister bei beiden deutschen Verbänden „Deutsche IASCA“ und „Drive & Sound“, was für die A-Säulen-Position spricht. War mein erstes mit Meisterehren gekürtes Coaching.

Klanglich passiert normalerweise folgendes: je mehr die Tweeter den Hörer auf dem Fahrersitz angucken, desto einseitiger wird die imaginäre Klangbühne, das bedeutet, dass man den Hochtöner, der näher sitzt, nicht nur lauter hört, sondern dadurch die Interpreten der gehörten Klangbühne einseitig auf der Fahrerseite zusammengepfercht spielen und kaum einer auf der anderen Seite. Eine Ausnahme von dieser Regel gilt für digitale Laufzeitkorrektur, da in diesem Falle die Gruppenlaufzeit der betreffenden Frequenzen auf der Fahrerseite verzögert wird. Umgekehrt gilt ebenfalls: je mehr sich die Tweeter gegenseitig ansehen, desto zentraler und mitten auf dem Armaturenbrett spielt die Musik, aber auch desto dumpfer kann es obenrum (Glanz/Hauch in Stimmen fehlt) klingen, weil dann die Frequenzen über ca. 10 kHz (je nach Durchmesser und Bauart der Hochtöner) bereits nicht mehr ideal „rund“ abgestrahlt werden, sondern vornehmlich auf Achse und sie bei dem gegebenen Fehlwinkel die Ohren nicht mehr finden. Dieser Effekt gilt besonders für Textilkalotten ohne vorgesetzte „Phasenkorrekturlinse“ (von Manchem versehentlich als „Berührungsschutz“ abgetan). Metallkalotten mit diesem Vorsatz haben ein besseres Rundstrahlverhalten. Allerdings neigen diese oft bei sehr hohen Frequenzen zu hässlichen Verzerrungen, die man sich durch leichtes „wegdrehen“ lieber vorenthalten sollte. Kleinere Kalottendurchmesser richten später, größere schon bei niedrigeren Frequenzen. Folienhochtöner haben ein spezifisches Richtverhalten, das vertikal stark bündelt, was helfen kann, unerwünschte Reflexionen zu vermeiden.

Für die Anordnung auf der A-Säule gilt: nicht zu tief, damit nicht schon die Instrumentenhutze die freie Abstrahlung behindert. Aber auch nicht zu hoch, weil dann meist das akustische Zusammenspiel mit dem Tiefmitteltöner (TMT) vorn unten in der Tür nicht mehr so gut funktioniert, insbesondere, wenn dieser nicht nach oben angewinkelt ist und die Frequenzweiche keine dafür passende Einstellung bietet. Oft sitzt der Hochtöner hoch genug, der zusätzlich montierte Mitteltöner aber schon zu tief – daher sind heutzutage 3-Wege-Frontsysteme beliebt, wo der Mitteltöner sehr dicht zum Hochtöner gerückt sitzt. Akustisch ist es besser wenn der Hochtöner auf der A-Säule drauf sitzt, optisch sieht's besser aus, wenn er "flush" integriert sitzt – dann hat man halt mehr mit den nahen Reflexionen zu kämpfen. Ganz extrem kann man es

sogar treiben, wenn man einen kompletten Koaxial- oder Breitbandlautsprecher an diese Stelle baut, auch wenn das nicht unbedingt praxistauglich ist, weil es die Sicht nach draußen teils verdecken kann.

In den Spiegeldreiecken hat man oft nur einen sehr geringen Spielraum, zumal wenn die Verstellhebel der Spiegel noch im Weg sitzen. Die meist tiefere Position im Vergleich zur A-Säule birgt die Gefahr von frühen Reflexionen durch Lenkrad und Hutze, aber auch Kantenbeugungen an der oft vorstehenden A-Säule; zudem wirkt die Nähe der Seitenscheiben wegen der dadurch entstehenden frühen Reflexionen so, dass die Breite der imaginären Bühne schmaler erscheint. Daher ist es ratsam, bei der Neu-Anfertigung von Spiegeldreiecken mit Hochtönersitz, die Position möglichst weit hoch und aufbauend vorzusehen um so den Abstand zu reflektierenden Flächen zu vergrößern.

Muß ich auch die Tiefmitteltöner ausrichten?

In den wenigsten Autos sind diese, mehrheitlich vorn unten in den Vordertüren montierten, Lautsprecher in irgendeiner Richtung angewinkelt. Es ist wohl nur ein Gerücht, dass somit Originallautsprecher „für die Füß“ spielen – im 5er Golf sogar eher für den „Popo“. Der Hauptgrund ist rein einbautechnischer Natur: eine Anwinklung würde Platz brauchen, aber die flachen Türverkleidungen einerseits und die Fallfenster andererseits lassen nur wenig Raum. Daher ist es im Falle einer Nachrüstung mit besseren Lautsprechern meist schwierig diese unterzubringen, denn bessere Tiefmitteltöner haben in den meisten Fällen größere Einbautiefen und auch größere Magnete. Wenn man sie dann auch noch anwinkeln will, wird es in fast allen Fällen unumgänglich, nicht nur im Türgerippe herumzuschneiden, sondern auch die Türverkleidung irreversibel zu verändern. Speziell bei Leasingautos verbietet sich das aber.

Die wenigsten Nachrüstlautsprecher beugen solchen Problemen durch besonders flache Konstruktion vor, denn dies bedeutet für deren Hersteller teure Spezialwerkzeuge für mehrere Bauteile des Woofer, was solche Systeme vergleichsweise teuer macht.

Nun, was bleibt demjenigen nun übrig, der sich partout bessere Lautsprecher in enge 165er Originalschächte einbauen will? Teure 165er Flachlautsprecher kaufen oder schneiden und umbauen. Oder einfach gute 130er TMT verwenden, wo serienmäßig 165er sitzen. Falls ohnehin ein Subwoofer die tiefsten Frequenzen übernehmen soll, ist dies oft die klanglich vorzuziehende Alternative. Wirklich gute 130er spielen immer noch recht tief in den Frequenzkeller, lösen aber die Mitten wegen der geringeren bewegten Masse besser auf, was Räumlichkeit und Stimmwiedergabe nützen kann. Sie bauen auch nicht so tief wie entsprechend gute 165er und lassen sich im vorhandenen Bauraum sogar anwinkeln.

Das Anwinkeln hat folgenden physikalischen Hintergrund: wie alle Kolbenstrahler werden die oberen Frequenzanteile von Woofern gebündelt abgestrahlt, sprich, die Mitten sind insbesondere auf Achse lauter, die unteren Frequenzen strahlen kugelförmig, also nach allen Seiten, das nennt man „Richteffekt“. Dieser Effekt tritt bei 130ern ca. ab 2500 Hz in Erscheinung, bei 165ern schon ab 2000 Hz. In 2-Wege-Systemen mit üblicher Übergangsfrequenz zum Hochtöner (3 bis 5 kHz) kann folglich

bereits ein gewisser Frequenzbereich in den oberen Mitten zu leise wiedergegeben werden. Das gilt wegen der früheren Bündelung für 165er mehr als für 130er. Dieser Effekt wird oft noch unterstützt durch zu „dichte“ Gitter vor den Tönern (siehe mein Artikel „[Hinter Gittern](#)“). Dem kann man entgegensteuern durch ein Anwinkeln auch der Tiefmitteltöner mittels Ausrichtung auf denselben gedachten Punkt unter dem Innenspiegel, auf den auch die Hochtöner deuten (s.o.). Je nach Einbaugegebenheiten (Verdeckungen durch Armaturentafel, Sitze...) und auch bei Anlagen mit digitaler Laufzeitkorrektur (LZK) kann dieser imaginäre Punkt auch weiter hinten liegen, sprich, die Ausrichtung mehr auf das Fahrerohr sinnvoll sein. Experimentieren ist in diesem Falle ebenfalls sinnvoll, wenngleich nicht so einfach vorzunehmen, wie beim Hochtöner.

Man wird leicht feststellen können, das Anwinkeln nach oben „hebt die Bühne“, der scheinbare Entstehungsort der Musik spielt sich über dem Armaturenbrett ab, nicht darunter. So soll es sein. Auch wird das sogenannte „rear fill“ besser, also der Eindruck auch Musikanteile (Hall, Ambiente) von oben und hinten zu hören; etwas, wozu viele Leute (Auch Autohersteller) fälschlicherweise Hecklautsprecher einbauen. Das Anwinkeln zum Kopf (also in Fahrtrichtung nach hinten) kann die Bühne einseitig wirken lassen, man hört dann den eigentlich zentral stehenden Sänger nur auf der Seite auf der man sitzt. Solche Effekte lassen sich eigentlich nur durch LZK korrigieren, leider aber immer nur für einen der vorn Sitzenden. Oder eben durch den Einsatz eines eigenen Mitteltöners zum 3-Wege-System gut vermeiden, wenn der (dann kleine) Mitteltöner oben beim Hochtöner sitzt. Eine andere Methode, dem entgegen zu wirken, ist die zusätzliche Verwendung eines zusätzlichen zentralen Lautsprechers, dem „Center Speaker“ (Mittelkanallautsprecher).

Warum spielt trotz guter Ausrichtung der Töner die Musik immer noch zu niedrig?

Die hat was mit der Phasenlage der Frequenzen zu tun, die im Übergangsbereich vom Tiefmittel- zum Hochtöner liegen. Die spielt sich bei den üblichen 2-Wege-Kompos im oberen Mitteltonbereich ab, in dem das menschliche Ohr besonders empfindlich reagiert. Die wenigsten passiven Frequenzweichen bieten dafür Möglichkeiten der Phasen Anpassung. Eine bietet jedoch jeder: nämlich die Phase des Hochtöners um ganze 180° zu drehen: dies geschieht durch (auf beiden Seiten!) umgepolte Hochtöner. Sprich: am Ausgang der Frequenzweiche das „+“ markierte Zuleitungskabel zum Hochtöner an den „-“-Hochtönerausgang anzuschließen und entsprechend „-“, an „+“. Die richtige Stellung hat man gefunden, wenn das Zusammenspiel mit dem TMT flüssig („aus einem Guss“) klingt und die Bühnenhöhe eher höher als niedriger erscheint. Hilft dies wider Erwarten auch nichts, sollte man einen Fachmann zu Rate ziehen, der sich mit der Neuabstimmung von Frequenzweichen auskennt. Er könnte dann z. B. versuchen, in Reihe zu jedem Hochtöner einen zusätzlichen Folienkondensator von 10 bis 15µF zu schalten, der die Hochpassfunktion zum Hochtöner verändert und somit die Phasenlage. Das hilft nur unter bestimmten Voraussetzungen (HP 2ter Ordnung), kann unter anderen Bedingungen aber den Hochtöner leiser machen. Kaputt geht allerdings dadurch nichts. Hat man allerdings einen DSP, so kann man durch Anpassung der Laufzeiten das Zusammenspiel der beiden Töner optimal einstellen.

Und nun: viel Spaß beim Ausrichten!

© by: Klaus Methner, KoMET Hifilab 0303/0316

Beispielbilder: (teils mit Dank an Mitglieder des Klangfuzziforums)

<http://www.klangfuzzis.de/showthread.php?712610-Zeigt-her-eure-A-S%E4ulen-Spiegeldreiecke!&highlight=zeigt+spiegeldreieck>

Hochtöner versenkt (flush) in A-Säule (Audi A3):



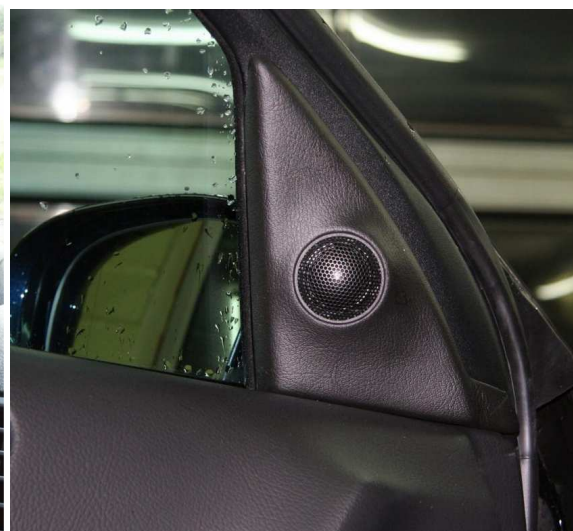
Hochtöner auf A-Säule aufgebaut:



Breitbänderintegration auf/in A-Säule



Hochtöner in/auf Spiegeldreieck:





Hochtöner/Breitbänderposition in Armaturentafel zur indirekten Abstrahlung via
Windschutzscheibe:



Hoch- und Mitteltöner Aufbau auf A-Säule:



Hoch- und Mitteltöner auf Spiegeldreieck:



Kombi aus MT auf A-Säule und Tweeter auf Spiegeldreieck:

