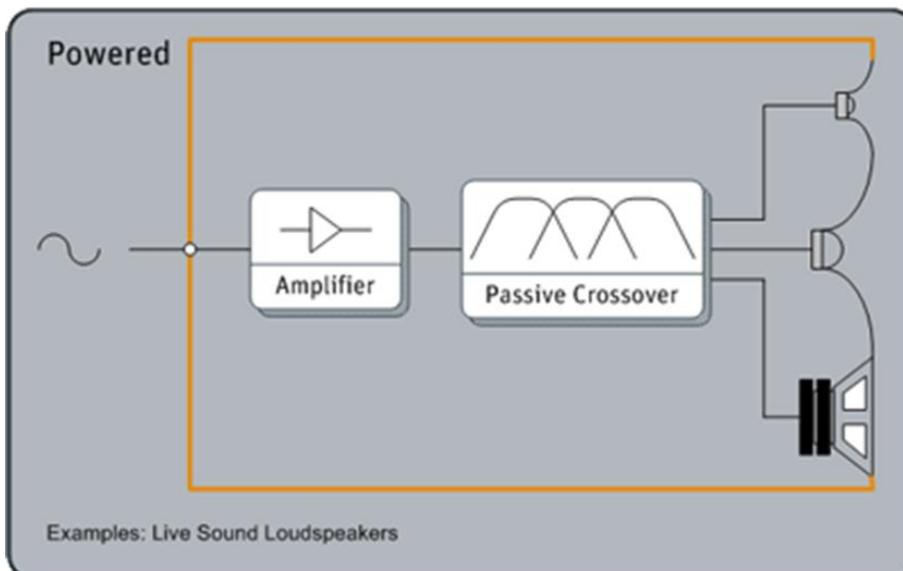
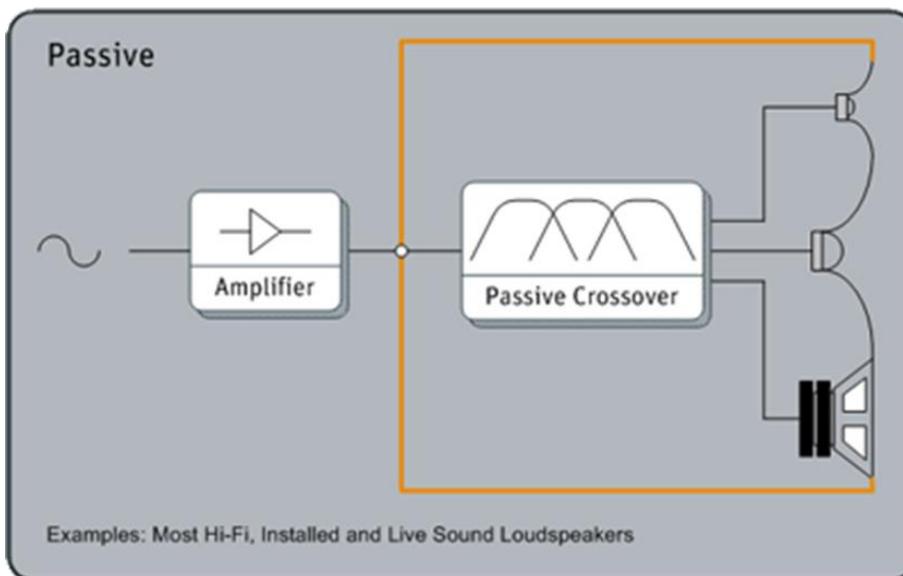


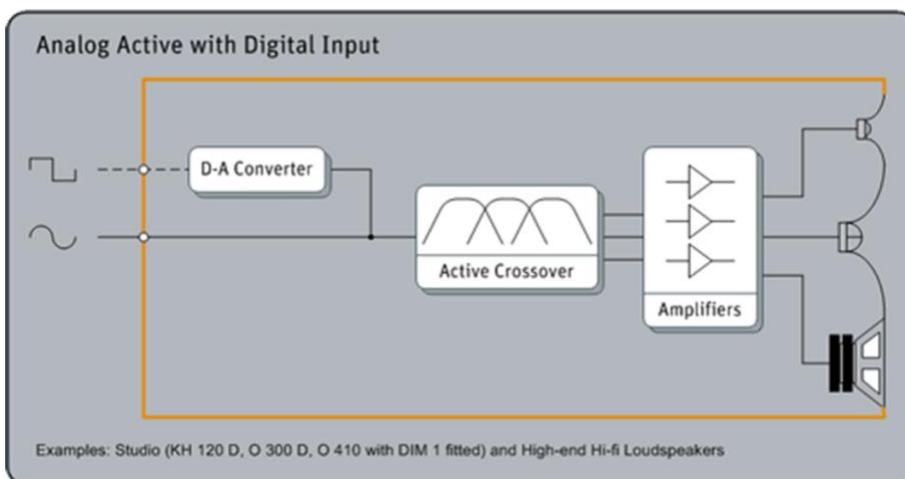
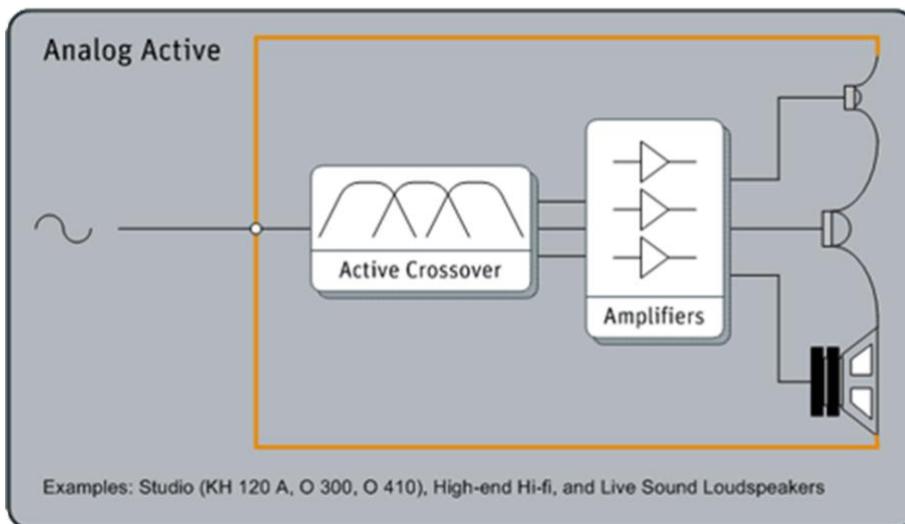
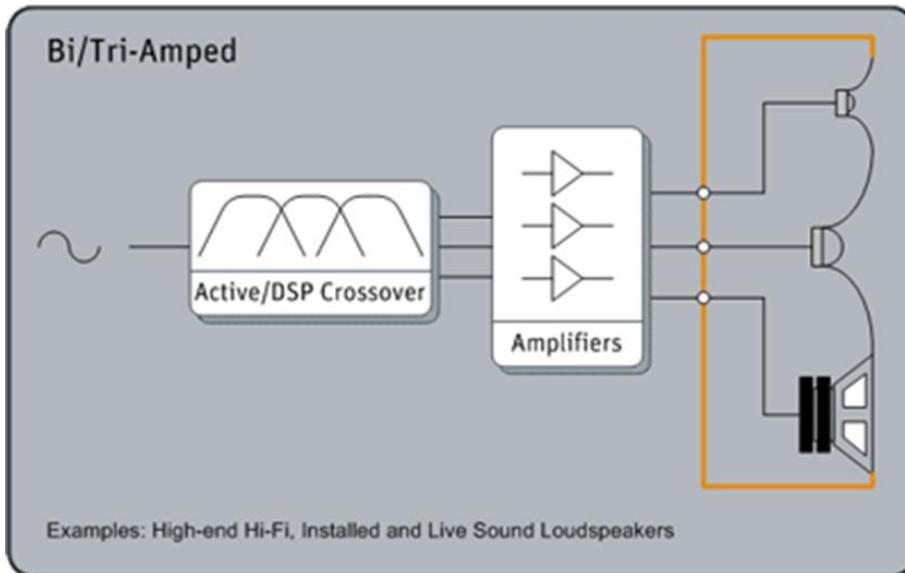


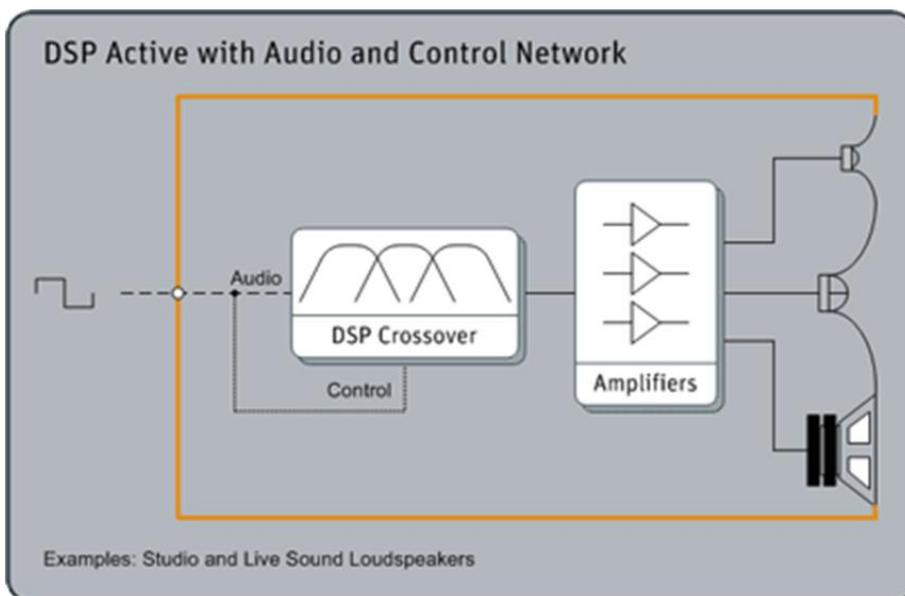
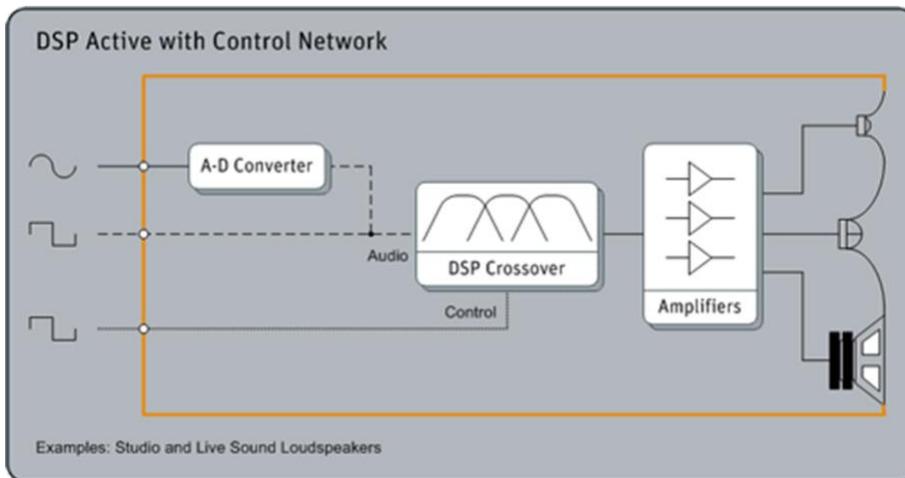
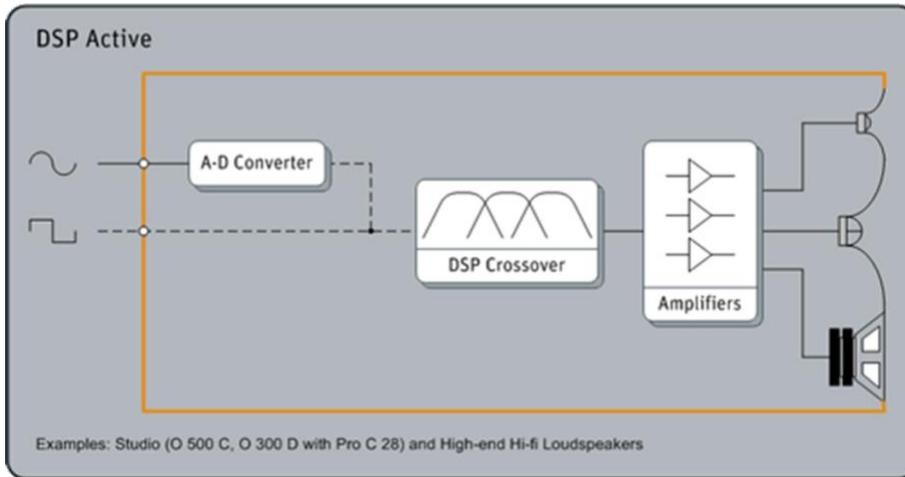
ANTWORTEN AUF ALLGEMEINE PRODUKTFRAGEN

Welche Lautsprechertypen gibt es (aktive, passive, DSP etc.) und welche Technologien werden in ihnen verwendet?

Man unterscheidet grundsätzlich folgende **Lautsprechertypen**. (Neumann stellt nicht alle Typen her). Es gibt zu den verschiedenen Punkten auch weitere weniger gebräuchliche Varianten):









Häufig sind folgende Technologien in den verschiedenen am Markt erhältlichen Lautsprechermodellen anzutreffen. (Neumann verwendet nicht alle Technologien):

Eingänge

- Analog: elektronisch symmetrisch, trafosymmetrisch, Lautsprecherpegel: niederohmig, hochohmig (70 V, 100 V)
- Digital: S/P-DIF, AES3, Firewire, USB, Audio Network

Konverter

- D-A: normalerweise mit Oversampling oder Interpolation
- A-D: normalerweise mit Delta/Sigma
- SRC wird hinzugefügt, wenn eine Bearbeitung intern mit fester Sample-Rate erfolgt

Crossover/Bearbeitung

- Passiv: 1., 2., 3. Ordnung
- Aktiv: 2., 3., 4. Ordnung
- DSP: IIR mit 4., 6., 8. Ordnung, FIR mit beliebiger Ordnung bis 16. Ordnung, lineare Phase, nichtlineare Kompensation

Verstärker

- Class A, B, AB, C, D, H

Netzteile

- Fest linear (Transformator), schaltbar linear (Transformator), universal (Schaltnetzteil)

Schutzfunktionen

- Passiv: Multifuse, Soffite, Relais + Netzwerk, Sicherung, Bimetall
- Aktiv: Eingänge, Verstärker (thermisch, Kurzschluss), thermische Begrenzung der Treiber, Auslenkungsbegrenzung
- DSP: Lookahead Limiter, Netzspannungsüberwachung

Treiber

- Hohe Frequenzen (Tweeter, Top): Soft Dome, Hard Dome (Aluminium, Titan, Keramik, Diamant), Ribbon, Folded Ribbon, Kompression, Plasma.
- Mittlere Frequenzen (Squaker): Soft Dome, Hard Dome, harter Konus, Folded Ribbon, Kompression.
- Tiefe Frequenzen (Bass, Woofer, Subwoofer): Papier, Polypropylen, verstärkte Glasfaser, Kohlefaser, Kevlar, Aluminium.
- Treiber können direkt abstrahlen oder Horn geladen montiert sein

Gehäuse

- Holz, Kunststoff, Metall, Stein
- Geschlossen, Bassreflex, Bandpass (mit unterschiedlichen Ordnungen), Hörner, Push-Pull



Was möchten wir bei der Entwicklung eines Lautsprechers erreichen?

Ein Lautsprecher sollte das elektrische Eingangssignal an der Abhörposition akustisch exakt reproduzieren. Idealerweise sollte der Lautsprecher über folgende Eigenschaften verfügen. (Die Reihenfolge ist beliebig gewählt):

- Linearer Freifeld-Frequenzgang (Amplitude) mit Regelmöglichkeit oder ein Frequenzgang, der für bekannte Aufstellungsbedingungen optimiert ist (d. h. kein linearer Freifeld-Frequenzgang)
- Tiefbass-Sperrfilter
- Keine Eigenstörgeräusche
- Keine harmonischen Verzerrungen
- Keine Intermodulationsverzerrungen
- Keine Latenz
- Lineare Gruppenlaufzeit
- Keine Resonanzen
- Steuerung des Abstrahlverhaltens
- Ein für die Anwendung geeigneter Maximalpegel
- Mechanisch robust und in die Einrichtung installierbar
- Kühlvorrichtung, die bei den verschiedensten Umgebungstemperaturen zuverlässig funktioniert
- Größe und Gewicht passend zur Anwendung
- Einspeisung des anliegenden Eingangssignalformats über den geeigneten Anschluss
- Selbstschutz vor hohen Eingangssignalen
- Alle von der Anwendung benötigten Funktionen sind vorhanden und korrekt dimensioniert
- Geeignete Auswahl an Montagematerial
- Ergänzendes Set an Zubehör, das den Bedarf an zusätzlichen Funktionen und Einrichtungen deckt.

Da ein Lautsprecher nicht über alle oben genannten Eigenschaften verfügen kann, sind Kompromisse zwischen den Parametern notwendig. Eine angemessene Balance der Parameter kann in einer bestimmten Anwendung den Unterschied zwischen einem guten und einem schlechten Lautsprecher ausmachen. Zudem besteht die klassische Herausforderung für einen Ingenieur darin, die optimale Lösung für ein Problem mit den verfügbaren Materialien und innerhalb eines festgelegten Kostenrahmens zu finden.

Welche Produkte sollte ich für meine Anwendung verwenden?

Die Antwort finden Sie in unserer [Produktauswahlhilfe](#).

Werden für die verschiedenen Typen von Audiomaterial spezielle Produkte hergestellt?

Unsere Lautsprecher besitzen die gleiche neutrale Klangqualität. Die Notwendigkeit von technischen Kompromissen zwischen Konstruktionsparametern führt bei den einzelnen Produkten allerdings zu unterschiedlichen Leistungseigenschaften. Beispiel: Kleine Lautsprecher besitzen generell einen niedrigeren Maximalpegel und weniger Tiefbässe. Im Gegensatz hierzu besitzen größere Lautsprecher generell einen höheren Maximalpegel, tiefere Bässe und geringere Verzerrungen bei einem vorgegebenen Wiedergabepiegel. Wie wird die Wahl des Lautsprechers dadurch beeinflusst?



- Wenn Sie laut abhören, benötigen Sie größere Lautsprecher.
- Beim Hören von bassbetontem Material, z. B. Hip-Hop, Dance oder Synthesizer-Musik, benötigt man Lautsprecher mit tieferen Bässen und ausreichend hohem Maximalpegel.
- Beim Hören von Audiomaterial mit großem Dynamikbereich, z. B. Orchestermusik, benötigt man ein Lautsprechersystem mit hohem Maximalpegel.
- Für Action-Filme benötigen Sie ein System, das Audiomaterial bis hinunter auf 20 Hz reproduzieren kann.

Um den Maximalpegel der Hauptlautsprecher und den Tiefbassbereich des Systems zu erweitern, kann man Subwoofer einsetzen. Auf diese Weise kann man die Ansprüche des Hörers zufriedenstellen, ohne sehr große Hauptlautsprecher verwenden zu müssen.

Welche Farben sind verfügbar?

Je nach Lautsprecher- oder Subwoofer-Modell sind folgende Gehäusefarben verfügbar:

- Schwarz (RAL 9005)
- Anthrazit (RAL 7021, ein neutrales Dunkelgrau)
- Silberfarben (RAL 9006)
- Weiß (RAL 9016)
- RAL (jede Farbe aus dem RAL-Farbspektrum)

In der Sektion „Varianten“ der Produkt-Webseite sind die verfügbaren Farben aufgeführt. Die RAL-Webseite finden Sie unter: http://www.ral.de/en/ral_farben/home/index.php



Das Montagematerial ist meistens schwarz (RAL 9005), obwohl in manchen Fällen auch Weiß (RAL 9010) verfügbar ist. Andere Zubehörteile sind normalerweise nur in einer Farbzusammenstellung erhältlich.



Welche Netzspannungen sind verwendbar?

Je nach Modell sind folgende Netzspannungen möglich:

- Fest eingestellt (100 V, 120 V oder 230 V)
- Wählbar (100 V, 120 V und 230 V)
- SMPS Universal (100 – 240 V)
- Batterie (12 - 20 V)

Mit Hilfe eines geeigneten Aufwärts- oder Abwärts-Transformators lässt sich ein Lautsprecher auch mit einer anderen Netzspannung betreiben. Die Netzspannungsfrequenz kann 50 oder 60 Hz betragen. Bei mobilen Anwendungen, bei denen nur Batteriespannung verfügbar ist, kann man einen Inverter mit geeignetem Spannungsnennwert einsetzen.

Hinweis: Die 230 V Stellung funktioniert im Bereich von 220 – 240 V (in China und GB gebräuchliche Spannungen).

Was ist eine magnetische Abschirmung und welche Modelle sind damit ausgestattet?

Lautsprechertreiber enthalten Magneten. Bei Basstreibern sind diese Magneten groß und besitzen ein großes magnetisches Streufeld. Röhrenbildschirme, die in der Nähe des Lautsprechers aufgestellt sind, werden durch dieses Magnetfeld gestört und erzeugen verzerrte Bilder. Moderne Flachbildschirme (Plasma und LCD) sind von diesem Problem nicht betroffen, aber es sind noch immer viele Röhrenbildschirme in Gebrauch. Da die magnetische Abschirmung das Streufeld verringert, werden auch die Bildverzerrungen verringert.

Zusätzliche Computerfestplatten und andere magnetische Speichermedien, z. B. Disketten und DAT-Bänder, können durch starke Magnetfelder beschädigt werden. Da die magnetische Abschirmung das Streufeld verringert, wird auch das Beschädigungsrisiko verringert. Dennoch sollte man immer einen angemessenen Abstand zwischen magnetischen Speichermedien und Lautsprechern einhalten.

Bei der magnetischen Abschirmung wird ein kleiner Zusatzmagnet auf die Rückseite des Treibermagneten geklebt. Die Polarität dieses Magneten verläuft entgegengesetzt zu der des Treibermagneten und löscht dadurch das magnetische Streufeld aus. Obwohl eine perfekte Auslöschung unmöglich ist, reicht sie doch aus, um die Lautsprecher störungsfrei neben Röhrenmonitoren aufzustellen.

Magnetische Streufelder werden auch durch Netztransformatoren verursacht. Da Frame-Transformatoren ein großes magnetisches Streufeld besitzen, verwenden wir Ringkerntransformatoren oder Weitbereichsnetzteile. Diese besitzen ein viel kleineres magnetisches Streufeld – etwa ein Zehntel des Streufelds eines Frame-Transformators – und eine Reihe weiterer Vorteile.

Alle Studiolautsprechermodelle sind magnetisch geschirmt.



Kann man das mitgelieferte MMD Waveguide in eine für meine Installation korrekte Position drehen?

Rotierbare Waveguides (z. B. **O 410**): Leider können wir keine Produkte liefern, deren Waveguides horizontal ausgerichtet sind. Alle Lautsprecher werden ab Werk mit vertikal ausgerichteten Waveguides an ein Zentrallager ausgeliefert. Wenn eine Bestellung eingeht, kann ein beliebiger Lautsprecher am Lager ausgewählt und Ihnen zugestellt werden. Bei Produkten, die eine Waveguide-Rotation erlauben, lässt sich das Waveguide ganz einfach drehen, da es für eine Rotation vor Ort konzipiert wurde – detaillierte Anleitungen finden Sie im Bedienungshandbuch.

Andere Produkte besitzen möglicherweise ein fest eingebautes Waveguide (z. B. 2-Wege-Lautsprecher), ein werkseitig drehbares Waveguide (z. B. **O 500 C**) oder gar kein Waveguide (z. B. **M 52**, Subwoofer).

Muss ich meine Lautsprecher „einfahren“?

Welche Bauteile eines Aktivlautsprechers können ihre Eigenschaften dauerhaft verändern:

- **Elektronik** – Es treten im Laufe der Zeit nur unbedeutende Veränderungen auf. Dauerhafte Veränderungen sind normalerweise das Ergebnis einer schlechten Bauteilwahl in der Konstruktionsphase, eines frühzeitigen Ausfalls von Bauteilen („Badewannenkurve“) oder einer Misshandlung durch den Nutzer. Aufgrund der Erwärmung von Komponenten treten kurzzeitig vorübergehende Veränderungen auf, die aber beim Abkühlen der Elektronik zurückgesetzt werden. Aktivlautsprecher leiden kaum unter diesen vorübergehenden Veränderungen, da die empfindlichen Bauteile der Frequenzweichen vor dem Verstärker angeordnet sind und sich kaum erhitzen.
- **Mechanische Details des Gehäuses** – Wenn sich hier etwas ändert, ist das Gehäuse nicht gut gebaut!
- **Treiber** – Die bewegliche Masse kann sich nur verändern, wenn etwas abgefallen ist oder zusätzliche Masse hinzugefügt wurde. Auch die Selbstdämpfung wird sich nur wesentlich verändern, wenn das Konusmaterial zerfällt. Diese beiden Fälle treten nur bei absichtlicher Misshandlung oder versehentlicher Beschädigung des Lautsprechers ein. Die Steifheit von Aufhängung und Rahmen kann sich mit der Zeit verändern, aber eine gute Konstruktion sollte diese kleinen Änderungen verkraften können. Sogar ziemlich große Veränderungen, die zudem in einem korrekt funktionierenden Lautsprecher sehr unwahrscheinlich sind (z. B. die Verdopplung oder Halbierung der Steifigkeit), würden die Gesamtleistung des Lautsprechers um weniger als 1 dB und nur im Tieffrequenzbereich beeinträchtigen. Vorübergehende Veränderungen können durch die Erhitzung der Schwingspule (thermische Kompression) auftreten, aber diese setzen sich beim Abkühlen wieder zurück.
- **Psychoakustik** – Das menschliche Hörgedächtnis ist SEHR kurz und beträgt weniger als fünf Sekunden. Diese Tatsache ist in wissenschaftlichen Kreisen wohl bekannt. Man führt also kontrollierte ABX Hörtests mit schnellen Schaltanlagen durch, um zu vermeiden, dass der Hörer das gerade Gehörte vergisst. Beim sogenannten „Einfahren“ von Lautsprechern hört sich der Nutzer den Lautsprecher eine gewisse Zeit an, lässt den Lautsprecher über einen langen Zeitraum (z. B. 24 Stunden oder sogar bis zu einer Woche) „einfahren“ und hört sich dann erneut den Lautsprecher an. Bei diesem Verfahren wird der Hörer wahrscheinlich einen Unterschied wahrnehmen.



Unsere jahrzehntelange Erfahrung beim Warten von Produkten hat gezeigt, dass Produkte, die über viele Jahre normal betrieben werden, normalerweise um weniger als 0,5 dB von den Spezifikationen abweichen. Abweichungen werden am häufigsten durch das Ersetzen von Treibern verursacht. Daher sollte nach der Wartung eine Rekalibrierung auf die Produktionsstandards durchgeführt werden. Wenn die Langzeit-Spezifikation stabil ist, sollte die Kurzzeit-Spezifikation auch stabil sein.

Fazit: Das „Einfahren“ von Lautsprechern gehört der Vergangenheit an, in der schlecht konstruierte Passivsysteme weit verbreitet waren. Heute verfügen wir über gut konstruierte aktive Lösungen, die man sofort nach dem Auspacken vollwertig einsetzen kann. In der Automobilindustrie gilt das Gleiche: Autos mussten früher die ersten 800 km (500 Meilen) eingefahren werden. Dies ist heute nicht mehr erforderlich.

Sind die Studioproducte im Freien einsetzbar?

Die Studioproducte sind für den Einsatz in geschlossenen Räumen konzipiert. Die meisten Kontrollräume verfügen zudem über eine Regelung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit. In Räumen, bei denen dies nicht der Fall ist, sollten Sie sich nach folgenden Betriebsbedingungen richten.

Die Lautsprecher sollten nur in geschlossenen Räumen und unter folgenden Umgebungsbedingungen betrieben werden:

- +10° C bis +40° C (+50° F bis +104° F), <90% relative Luftfeuchtigkeit, nichtkondensierend

Transport oder Lagerung sind unter folgenden Umgebungsbedingungen möglich:

- -25° C bis +70° C (-13° F bis 158° F), <90% relative Luftfeuchtigkeit

Die Lautsprecher sind nach IEC 60065 getestet. Hierbei muss auch ein 48stündiger Durchfeuchtungstest bei 30° C (86° F) und 93% relativer Luftfeuchtigkeit, nichtkondensierend, durchgeführt werden.

Wie wirkt sich das Hinzufügen eines Subwoofers auf die Systemleistung aus?

Die Integration eines Subwoofers ins System hat folgende Vorteile:

- Tiefere untere Grenzfrequenz
- Geringere Größe der Hauptlautsprecher bei gleichem Maximalpegel des Systems
- Höherer Wiedergabe-Schallpegel, besonders bei bassbetontem Material, wenn Hauptlautsprecher mit geschlossenem Gehäuse oder kleine Hauptlautsprecher verwendet werden.
- Geringere Verzerrungen im Tieftonbereich bei gleichem Wiedergabe-Schallpegel
- Geringere Intermodulationsverzerrungen im Mittelfrequenten Bereich des Monitors durch geringere Membranauslenkung der Tieftöner im Monitor
- Geringere Gruppenlaufzeit bei Frequenzen, die vorher über die Hauptlautsprecher wiedergegeben wurden



- Bei der Positionierung eines Subwoofers im Raum bestehen wesentlich mehr Freiheitsgrade als bei den Monitoren. Daher kann über eine geschickte Aufstellung die Bassankopplung an den Raum und somit die Basswiedergabe deutlich verbessert werden.
- Über eine Anordnung mehrerer Subwoofer in Form eines Bassarrays kann über die damit entstehende zylindrische Bassabstrahlung eine Ausbildung der Quermoden im Raum eliminiert werden.

Nachteile:

- Höhere Gruppenlaufzeit im Bereich der Trennfrequenz von Subwoofer / Hauptlautsprecher
- Bei der Aufstellung mehrerer Subwoofer sehr dicht beieinander oder dem Einsatz nur eines Subwoofers, werden die vorher räumlich verteilt wiedergegebenen Bässe jetzt von einer einzigen Quelle wiedergegeben – dies ist bei Toningenieuren für klassische Musik teilweise nicht beliebt.

Warum ist die Trennfrequenz des Subwoofers fest eingestellt und nicht variabel?

Bei analogen Produkten sind Frequenzweichen mit variabler Trennfrequenz über mehrere Kanäle nicht geeignet, da sie präzise implementiert werden müssen. Dies stellt bei DSP-Systemen kein Problem dar. Leider widersprechen sich die Anforderungen bei der Wahl der Trennfrequenz, da sie über folgende Eigenschaften verfügen sollte:

- So tief wie möglich, damit ein nicht in der Mitte aufgestellter Subwoofer möglichst nicht lokalisierbar ist.
- So hoch wie möglich, um die Hauptlautsprecher von der Verarbeitung der Bässe zu entlasten. Dies verringert Verzerrungen in den Hauptlautsprechern und erzeugt einen saubereren Klang.
- So hoch wie möglich, um die zusätzliche Gruppenlaufzeit durch die elektronische Filterung zu minimieren – weitere Informationen zur Gruppenlaufzeit finden Sie bei der Frage: Wie wirkt sich das Hinzufügen eines Subwoofers auf die Systemleistung aus?

Um diese widerstreitenden Faktoren auszugleichen, haben wir 80 Hz als Trennfrequenz für das analoge Bass-Management gewählt. Diese ist kompatibel mit der Voreinstellung der meisten Heimkino-Decoder und ist somit übertragbar von der professionellen Studioumgebung auf Consumergeräte.

Bei einigen älteren Produkten wird noch 90 Hz verwendet, was in einer niedrigeren Gruppenlaufzeit sowie geringeren Verzerrungen bei den Hauptlautsprechern resultiert, obwohl dies andererseits eine geringfügig stärkere Lokalisierung sowie reduzierte Kompatibilität zum Consumer-Markt zur Folge hat.



Welchen Einfluss hat die Flanke der Frequenzweiche auf die Klangqualität?

Wie bei den meisten Faktoren der Lautsprecherkonstruktion ist die Flanke der Frequenzweiche ein Kompromiss zwischen Parametern. Je steiler die Flanke ...

- desto besser die Kanaltrennung
- desto geringer die Verzerrungen des Lautsprechers
- desto geringer die Intermodulation zwischen den verschiedenen Kanälen
- desto kleiner der Bereich der Interferenzfrequenz beim außerhalb der vertikalen Achse liegenden Schall.

Nachteilig ist, dass sich bei einer steileren Flanke die Gruppenlaufzeit erhöht.

Die üblicherweise für Frequenzweichen verwendeten Flanken sind in der Tabelle unten aufgelistet:

| Frequenzweichtyp | Filterordnung | Flanke |
|-----------------------|---------------|----------------------|
| Passiv | 2. | 12 dB/Okt. |
| Aktive oder DSP (IIR) | 4. | 24 dB/Okt. |
| DSP (FIR) | 8. oder höher | 48 dB/Okt. oder mehr |

Digitale FIR-Systeme haben den Vorteil, dass der Phasengang abgeglichen werden kann. Das Ergebnis ist linear-phasig und es verhindert eine Erhöhung der Gruppenlaufzeit im Bereich der Trennfrequenzen, hat aber leider zur Folge, dass die gesamte Ansprache des Lautsprechers unter einer längeren Verzögerung leidet, die man Latenz nennt. Daher sind die FIR-gesteuerten Lautsprecher (z. B. O 500 C oder O 300 D in Kombination mit dem Pro C 28) zwischen linearer Phase (konstante Gruppenlaufzeit, aber höhere Latenz) und minimaler Phase (nichtlineare Gruppenlaufzeit, aber geringe Latenz) umschaltbar.

Was ist die „Gruppenlaufzeit“ und wie beeinflusst sie die Klangqualität?

Einfach ausgedrückt ist bei einem Lautsprecher die Gruppenlaufzeit die Zeitspanne, die vergeht, um das ankommende elektrische Signal in ein akustisches Signal zu wandeln. Die Gruppenlaufzeit ist frequenzabhängig und sollte idealerweise null Sekunden bei allen Frequenzen betragen, was in der Praxis jedoch nicht möglich ist.

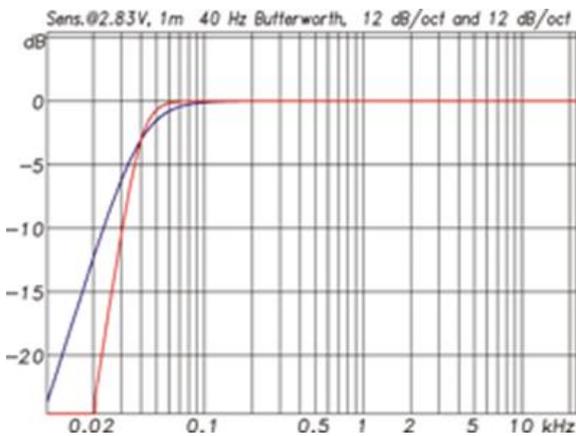
Latenz...

Bei einem linear-phasigen System ist die Gruppenlaufzeit konstant – was man manchmal als Latenz bezeichnet. Beispiel: Bei einem O 500 C in der linear-phasigen Betriebsart ist die Gruppenlaufzeit konstant und beträgt bei allen Frequenzen ca. 80 ms. Obwohl ein linear-phasiges Soundsystem Vorteile bei der Schallwahrnehmung bietet, ist diese Latenz nicht vertretbar, wenn sich Schallquelle und Lautsprecher im gleichen Raum befinden, da ein Echo erklingt. Bei der Arbeit mit modernen Videogeräten hingegen wird das Videosignal aufgrund der Videodatenverarbeitung normalerweise später als das Audiosignal wiedergegeben und das Audiosignal muss verzögert werden um Bild und Ton wieder synchron zu haben. Dies nennt man Lippensynchronität. Normalerweise arbeiten Flachbildschirme (Plasma und LCD) mit einer Videoverzögerung von zwei Frames (80 ms bei 50 Hz Frames oder 66 ms bei 60 Hz Frames). Bei Rundfunkstationen sind aufgrund von zusätzlicher Videoeffektbearbeitung weitere Verzögerungen im Bereich von 0...8 Frames notwendig.

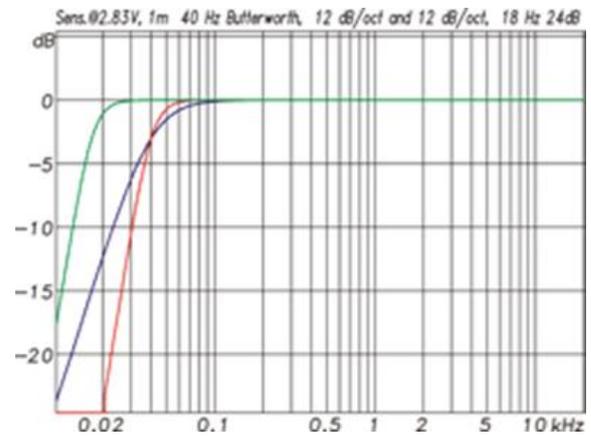


Zurück zur frequenzabhängigen Verzögerung ...

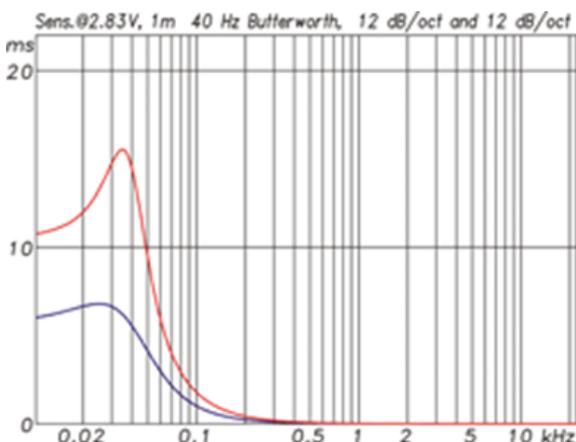
Die subjektive Wirkung einer exzessiven Gruppenlaufzeit ist eine weniger kompakte oder eine weniger trockene Basswiedergabe. Momentan ist die psychoakustische Erforschung des Schwellenwerts der Gruppenlaufzeit bei tiefen Frequenzen noch nicht weit fortgeschritten. Hinreichend bekannt hingegen ist ein Wert von 2,5 ms bei 100 Hz. Dies ist exakt der Wert der Gruppenlaufzeit, den der KH 310 A und O 410 bei dieser Frequenz aufweisen. Ein Bassreflexgehäuse mit ähnlicher Tieftonwiedergabe würde etwa 5 ms Gruppenlaufzeit bei 100 Hz aufweisen. Bei höheren Frequenzen, >1 kHz, sollte die Gruppenlaufzeit weniger als 1,6 ms (55 cm oder 2') betragen, was bei den meisten Lautsprecherkonstruktionen der Fall ist. Die folgenden Diagramme zeigen den theoretischen Frequenzgang und die Gruppenlaufzeit verschiedener Gehäusetypen (geschlossen (12 dB/Okt.) und Bassreflex (24 dB/Okt.) sowie einen Bassreflex-Subwoofer).



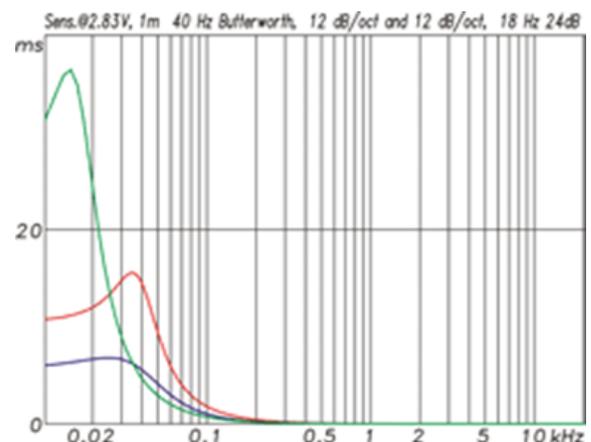
Frequenzgang von geschlossenen (blau) und Bassreflexgehäusen (rot)



Frequenzgang eines Bassreflexgehäuses mit tiefer Grenzfrequenz (grün)



Gruppenlaufzeit von geschlossenen (blau) und Bassreflexgehäusen (rot)



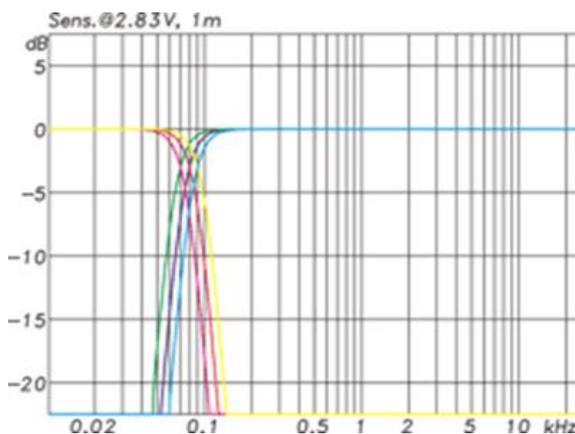
Gruppenlaufzeit eines Bassreflexgehäuses mit tiefer Grenzfrequenz (grün)



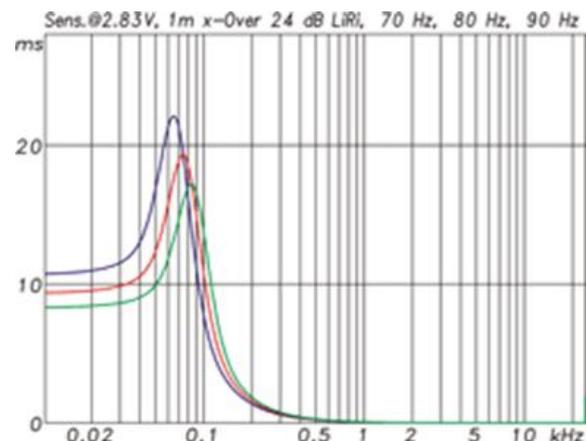
Anhand dieser Diagramme kann man erkennen, dass die untere Grenzfrequenz eines Bassreflexgehäuses deutlich tiefer liegen muss um die gleiche Gruppenlaufzeit wie bei einem geschlossenen Gehäuse zu erzielen. Dies ist ein wichtiger Aspekt, um Subwoofer mit einer sehr tiefen unteren Grenzfrequenz, z. B. 18 Hz, zu verwenden. Wenn dieser Subwoofer mit einem geschlossenen Nahfeldlautsprecher kombiniert wird, bleibt trotz der hinzukommenden gruppenlaufzeitverschlechternden Frequenzweiche die Gesamt-Gruppenlaufzeit nahezu unbeeinflusst.

Durch Hinzufügen von Subsonicfiltern (Hochpass) zum Schutz von Tiefbasstreibern vergrößert sich die in den obigen Diagrammen dargestellte Gruppenlaufzeit. Beispiel: Ein geschlossenes Gehäuse mit 12 dB/Okt akustischer Hochpassfilterung mit einem Subsonic-Treiberschutzfilter zweiter Ordnung (12 dB/Okt), dessen Eckfrequenz mit der unteren Grenzfrequenz des Lautsprechers identisch ist, besitzt die gleiche Gruppenlaufzeit wie ein Bassreflexgehäuse (24 dB/Okt) mit der gleichen unteren Grenzfrequenz und keinem Subsonic-Treiberschutzfilter.

Ein weiterer Verursacher der Gruppenlaufzeit ist die Bass-Management-Filterung – siehe Diagramme unten:

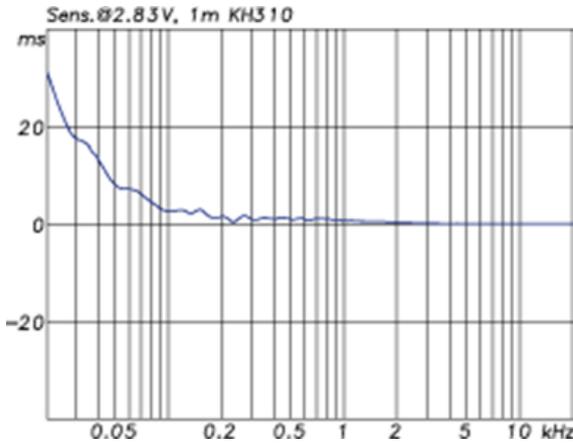


Drei Trennfrequenzen: 70, 80, 90 Hz

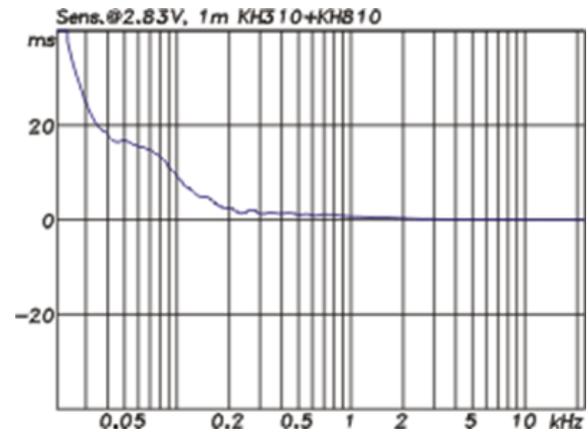


Je tiefer die Trennfrequenz, desto höher die Gruppenlaufzeit

Wenn man einem kompakten geschlossenen Lautsprecher einen Subwoofer hinzufügt, erhöht sich die Gruppenlaufzeit im Bereich der Trennfrequenz geringfügig aufgrund der Bass-Management-Trennfrequenzfilterung – siehe Diagramm unten im Bereich von 100 Hz. Wie oben erwähnt, bleibt die Gruppenlaufzeit im Bereich der unteren Grenzfrequenz des Hauptlautsprechers mit oder ohne Subwoofer etwa gleich, was auf die sehr tief liegende untere Grenzfrequenz des Subwoofers zurückzuführen ist. Darunter steigt die Gruppenlaufzeit im Subwoofer wie erwartet weiter an.

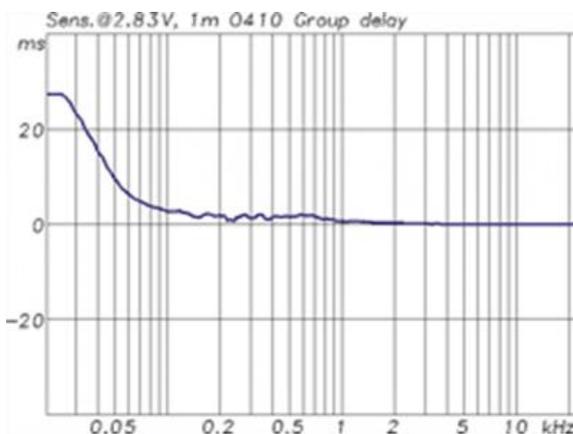


Gruppenlaufzeit eines kompakten geschlossenen Lautsprechers (KH 310 A)

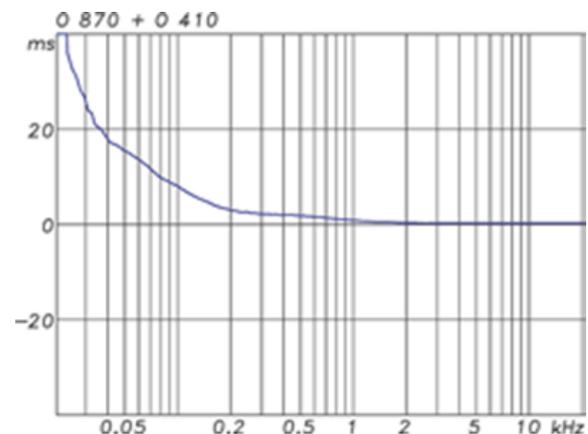


Gruppenlaufzeit eines kompakten geschlossenen Lautsprechers mit Subwoofer (KH 310 A + KH 810)

Die Auswirkungen der zusätzlichen elektronischen Filterung einer 80 Hz Bass-Management-Frequenzweiche auf die Gruppenlaufzeit eines großen Bassreflexgehäuses sind unten im rechten Diagramm dargestellt. Beim Vergleichen der beiden linken Diagramme (großes Bassreflex- und kompaktes geschlossenes Gehäuse) kann man erkennen, dass die Gruppenlaufzeit bis hinunter auf 35 Hz identisch ist und dann beim großen Bassreflexlautsprecher bis hinunter zu dessen unterer Grenzfrequenz ansteigt.



Gruppenlaufzeit eines großen Bassreflexlautsprechers (O 410)



Gruppenlaufzeit eines großen Bassreflexlautsprechers mit Subwoofer (O 410 + O 870)

Ein großer Bassreflexlautsprecher verhält sich bezüglich der Gruppenlaufzeit also etwa wie ein kompakter geschlossener Lautsprecher, wobei er einen erweiterten Bassbereich und einen höheren Maximalpegel besitzt. Dies ist im Gegenzug mit höheren Kosten und größerem Platzbedarf im Abhörraum verbunden.



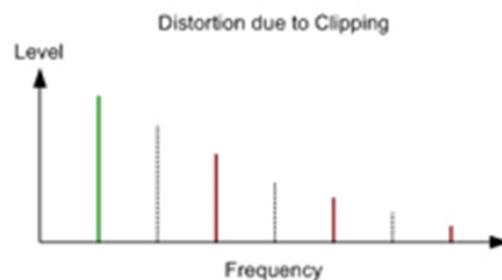
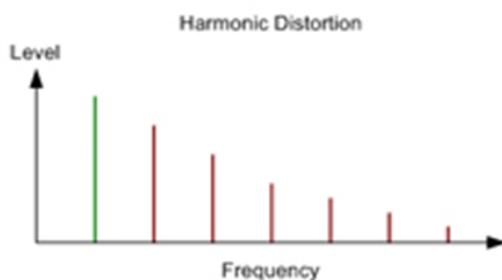
Was sind Verzerrungen (lineare, nichtlineare, harmonische und Intermodulationsverzerrungen) und was bedeuten sie für einen Lautsprecher?

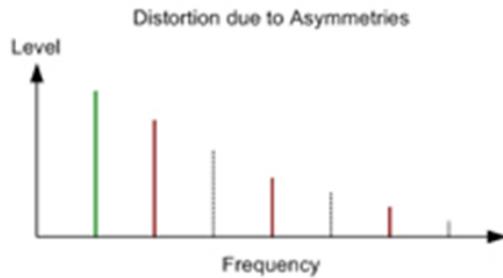
Verzerrungen sind generell alle unerwünschten Veränderungen im Ausgangssignal verglichen mit dem Eingangssignal. Verzerrungen kann man in unterschiedliche Kategorien einteilen:

Lineare Verzerrungen sind Veränderungen in der Amplitude oder Phase des reproduzierten Audiomaterials relativ zu den Eingangssignalen. Im reproduzierten Audiomaterial werden vom Lautsprecher keine neuen Frequenzen erzeugt, da die Form der durch das System geleiteten Sinuswellen erhalten bleibt. Allerdings wird die Form komplexer Signale verändert, d. h. der Klang ändert sich auf irgendeine Weise – mehr Bässe, weniger Höhen usw. Wenn Amplitude und Phase des Frequenzgangs jeweils linear verlaufen, sind keine linearen Verzerrungen vorhanden. Dies kann bei nur von einem DSP-basierten mit FIR-Filtern ausgestatteten Lautsprechersystem erreicht werden, da analoge Systeme sowie IIR-basierte digital arbeitende Systeme die Gruppenlaufzeit prinzipbedingt verzerren.

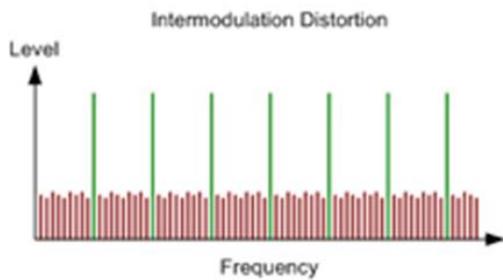
Nichtlineare Verzerrungen erzeugen neue Frequenzen im reproduzierten Audiomaterial, die im Eingangssignal nicht vorhanden waren. Man unterscheidet zwei Arten von nichtlinearen Verzerrungen:

- **Harmonische Verzerrungen** sind Frequenzen, die mit dem Eingangssignal harmonisch verwandt sind. Beispiel: Ein Eingangssignal von 1 kHz hat die Harmonischen 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 5 kHz etc. Wenn der Verstärker übersteuert, werden ungeradzahlige Harmonische erzeugt. Beispiel: Bei einem Eingangssignal von 1 kHz werden die Harmonischen 3 kHz, 5 kHz, 7 kHz etc. neu erzeugt. Asymmetrien im System erzeugen geradzahlige Harmonische. Für das gleiche Signal sind dies die Frequenzen 2 kHz, 4 kHz, 6 kHz etc. Die Stärke der harmonischen Verzerrungsfrequenzen steht nicht im direkten Bezug zur Klangqualität. Beispiel: Durch Clipping erzeugte ungeradzahlige Harmonische (z. B. über 0 dB Vollaussteuerung) stören deutlich, wohingegen durch Asymmetrien erzeugte geradzahlige Harmonische (z. B. magnetische Bandsättigung) durchaus angenehm klingen können. Dennoch sollten harmonische Verzerrungen in Lautsprechern, die für eine präzise Wiedergabe entwickelt wurden, auf ein Minimum reduziert werden.





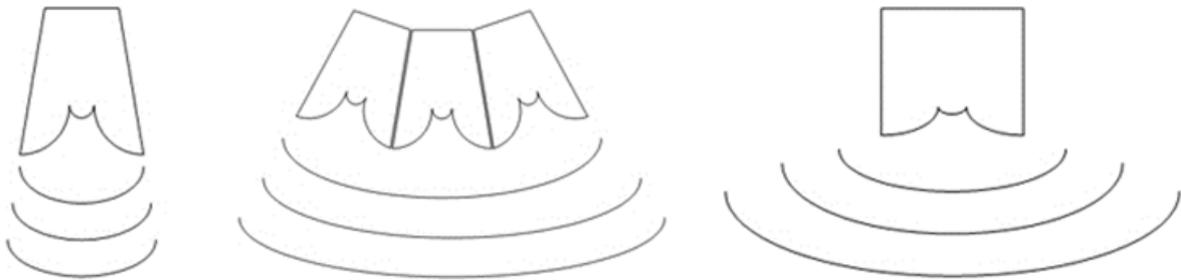
- **Intermodulationsverzerrungen** sind Frequenzen, die mit dem Eingangssignal nicht harmonisch verwandt sind. Intermodulationsverzerrungen werden durch die Wechselwirkung mindestens zweier Frequenzen erzeugt (Summen und Differenzen von im Signal enthaltenen Frequenzen). Diese zusätzlichen Frequenzen sollten minimiert werden. Obwohl die Hörschwelle von Intermodulationsverzerrungen wissenschaftlich noch nicht genau erforscht ist, sollten diese in Lautsprechern, die für eine präzise Wiedergabe entwickelt wurden, weitestgehend minimiert werden.





Warum werden in Studiolautsprechern Hörner verwendet, obwohl man diese meistens in PA-Anwendungen antrifft?

Akustische Hörner werden verwendet, um das Abstrahlverhalten des reproduzierten Schalls in den dreidimensionalen Hörraum zu verbessern. Hörner können auch die Leistung der Treiber von 1-2% bis 15-20% erhöhen. Bei PA-Lautsprechern verringert das Horn den Ausbreitungswinkel, aber es erhöht bei gleichem Treiber und Verstärker den ausgegebenen Schalldruck. Da sich der Ausbreitungswinkel des Gehäuses verringert, erhöht man diesen wieder durch die Verwendung eines Clusters. Die sehr schmale Abstrahlung minimiert auch Interferenzen zwischen den Gehäusen. Bei tiefen Hörnern werden Reflexionen am Horntrichter erzeugt, die zu Verzerrungen führen.



Beim Studiomonitoring verwendet man akustische Hörner, um den Schall behutsam in die richtige Richtung zu lenken und Schallwellen außerhalb der Hauptachse, die von nahegelegenen Oberflächen reflektiert werden, zu verringern sowie die Effizienz des Treibers zu erhöhen und dadurch Verzerrungen zu verringern. Zusätzlich werden Kantendiffraktionen verringert und der Mittenbereich geglättet. Die Reflexionen an der Trichtermündung haben einen sehr niedrigen Pegel, da die Hörner relativ breit und flach sind. Die akustischen Opfer beim Hinzufügen eines Horns sind also unbedeutend.

Wie funktionieren die Limiter zum Schutz der Treiber und werden die Lautsprecher beschädigt, wenn die Schutzanzeige blinkt?

Die Limiter zum Schutz der Treiber überwachen jeden Signalkanal hinter der Frequenzweiche (Bass, Höhen und Mitten, falls vorhanden). Wenn einer der Kanalpegel zu lange zu hoch liegt, wird das Schutzsystem aktiviert und das breitbandige Eingangssignal bedämpft, um eine Beschädigung der Lautsprecher zu vermeiden. Zusätzlich schützt ein weiterer Limiter den Basstreiber vor exzessiver Auslenkung. Die Aktivierung des Schutzsystems wird durch eine spezielle "Schutzanzeige" oder das Blinken des Logos angezeigt. Das System setzt sich automatisch zurück, sobald sich die Treiber abgekühlt haben.

Das Treiberschutzsystem kann die Treiber vor kurzzeitigen versehentlich hohen Eingangspegeln schützen. Es kann das System nur in beschränktem Maß vor systematischer Misshandlung schützen. Wenn das Schutzsystem regelmäßig aktiviert wird, sollten Sie vielleicht einen größeren Lautsprecher verwenden, einen oder mehrere Subwoofer hinzufügen und/oder den Signalpegel zurückdrehen.

Warum wird bei unterschiedlichen Lautsprechern das Schutzsystem bei unterschiedlichen Pegeln aktiviert, obwohl das Eingangssignal das gleiche ist?

Es gibt mehrere Stellen, an denen Toleranzen in einem Lautsprecher auftreten können:

- Elektronik: Ansprache, Frequenzweiche, Limiter, Verstärker
- Akustik: Treiber und Dämpfung

In der Abstimmungsphase der Produktion wird der Lautsprecher an eine Referenzkurve angepasst. Um die oben aufgeführten Faktoren zu kompensieren, ist eine Abstimmung von bis zu 2 – 3 dB erforderlich. Die größte Abweichung tritt im Tieffrequenzbereich auf. Dies ist auch der Frequenzbereich, der eine höhere Verstärkerleistung benötigt und der das Schutzsystem voraussichtlich zuerst aktiviert, was durch die "Schutzanzeige" oder das blinkende Logo angezeigt wird. Wenn also zwei Lautsprecher exakt gleich angepasst sind, erfordern die Unterschiede in der Empfindlichkeit der Akustiksektion (können bis zu +/-2,5 betragen) eine Ausgangsleistung des Verstärkers, die über den gleichen Bereich, aber in entgegengesetzte Richtungen, variiert. Weniger empfindliche Treiber benötigen eine höhere Verstärkerleistung, wodurch die Begrenzung der Elektronik früher einsetzt, um den Verstärker zu schützen.

Dies wird in der folgenden Tabelle mit einigen vereinfachten, fiktiven Zahlen veranschaulicht. Die Treiberempfindlichkeit der drei Lautsprecher variiert über einen Bereich von 2 dB (89–90 dB/W/m), wodurch der Vorverstärkerpegel (stellt die Abstimmung bei der Produktion dar) über einen Bereich von +/-1 dB variiert. Man kann erkennen, dass die Endstufe bei gleichem Eingangspegel und gleicher Endstufenverstärkung um bis zu 2 dB höher betrieben werden kann, um den gleichen dB-Ausgangspegel zu erzielen. Dies hat zur Folge, dass das Schutzsystem in Lautsprecher A bei einem um 2 dB niedrigeren Pegel als in Lautsprecher C aktiviert wird.

| Lautsprecher | Eingangssignal [dBu] | Verstärker-Gain [dB] | Endstufen-Gain [dB] | Endstufen-Ausgangsleistung [dBu] | Treiber Empfindlichkeit [dB/W/m] | Ausgabe-Schalldruck [dB SPL at 1m] |
|--------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| A | 0 | 1 | 20 | 24 | 89 | 110 |
| B | 0 | 0 | 20 | 23 | 90 | 110 |
| C | 0 | -1 | 20 | 22 | 91 | 110 |

Wie lange können meine Lautsprecher ohne Unterbrechung eingeschaltet bleiben?

Die Lautsprecher können ständig eingeschaltet bleiben, ohne beschädigt zu werden. Heutzutage sollte man allerdings die Auswirkungen berücksichtigen, die eingeschaltete und nicht aktiv genutzte Elektrogeräte auf die Umwelt haben. Gemäß ihrer Spezifikation benötigen die Lautsprecher vor der Inbetriebnahme keine Aufwärmphase. Man kann die Lautsprecher also unbesorgt ausschalten, ohne einen Zeitverlust durch die Aufwärmphase beim erneuten Einschalten befürchten zu müssen. Einfach bei Nichtgebrauch ausschalten und bei Bedarf wieder einschalten. Zur Unterstützung dieses Verfahrens sind manche Modelle mit einer 12 V Triggerung ausgestattet. Alle anderen Lautsprecher kann man einfach an eine schaltbare Steckerleiste anschließen und gemeinsam ein- und ausschalten.



Kann ich ein neues Subwoofer-Modell mit einem älteren Produkt verwenden?

Man kann ein neues Subwoofer-Modell mit einem älteren Lautsprechermodell verwenden, z. B. einen KH 810 mit einem OY. Sie müssen einfach die Signale mit dem Subwoofer und dann mit den Hauptlautsprechern verbinden und das System wie üblich kalibrieren.

Sind Center-Versionen für die bestehende Produktlinie geplant?

Internationale Standards für Multikanalsysteme schreiben vor, dass der Center-Lautsprecher zu den linken und rechten Lautsprechern passen sollte. Die optimale Anpassung an die linken und rechten Lautsprecher wird erreicht, indem man das gleiche Modell verwendet.

- Bei kleineren Produkten (z. B. M 52, KH 120 A, KH 120 D, KH 310 A, KH 310 D) sind die Gehäuse ausreichend kompakt und eine spezielle Center-Version ist bei den meisten Installationen nicht erforderlich.
- Bei größeren Produkten (z. B. O 410 und O 500 C) kann man das Waveguide drehen, um die Höhe des Lautsprechers zu verringern.

Wie funktioniert die 12 V Triggerung und welcher Anschluss wird benötigt?

Welchen Stecker verwendet man?

Als Anschluss verwendet man einen "Euroblock" (auch "Klemmenleiste" oder „Schraub/Stecksystem" genannt). Diese Stecker werden u.a. von Phoenix (<http://www.phoenixcontact.com>) und Altech Corp (<http://www.altechcorp.com>) hergestellt und häufig für Festinstallationen eingesetzt. Man verschraubt die Steuerkabel im Steckerblock und steckt diesen anschließend in die Buchse.

Was ist die Nominalspannung und der Spannungsbereich und welcher Strom wird benötigt?

In den Produkten werden zwei Schaltungstypen verwendet:

- Relais – installiert im O 410:
Der 12 V DC Trigger-Eingang wird direkt mit einem Relais verbunden. Es handelt sich hierbei um ein 12 V DC Relais – dies ist die Nominalspannung. Das Datenblatt nennt eine Toleranz von 9,6 - 18 V DC. Sicherheitshalber sollte man einen nutzbaren Betriebsbereich von 10 – 17 V DC annehmen. Die 220 Ohm Relaisspule benötigt für den Betrieb nominale 55 mA (45 – 77 mA).
- Solid-State Interface - installiert im KH 810, KH 870, O 810 und O 870:
Der 12 V DC Trigger-Eingang wird mit einer elektronischen Solid-State-Schaltung verbunden. Die Eingangsspannung sollte 12 V DC, +/-10% (10,8 – 13,2 V DC) betragen. Zum Betreiben der Schaltung werden 18 mA benötigt.

Beide Eingangstypen sind vor falscher Polarität geschützt. 12 V findet man häufig bei Steuergeräten von Firmen wie Crestron und AMX. Eine Steuerspannung von 5 V, die bei manchen Geräten anzutreffen ist, ist entschieden zu niedrig.

Um eine zuverlässige Schaltung sicherzustellen, sollte der für ein Lautsprechersystem insgesamt benötigte Strom den von der Quelle lieferbaren Strom nicht übersteigen.

Kann man mehrere Monitore gleichzeitig einschalten?



Um mehrere Produkte gleichzeitig einzuschalten, müssen zwei Bedingungen erfüllt sein:

- Die 12 V Trigger-Quelle muss den gesamten Strom liefern können, der von allen 12 V Trigger-Schaltungen benötigt wird – siehe oben beschriebener Wert. Andernfalls sollte man separate Quellen verwenden.
- Das Stromnetz muss den Einschalt-Spitzenstrom für alle angeschlossenen Geräte liefern können, da andernfalls Sicherungen durchbrennen oder Sicherungsautomaten ausgelöst werden.

Kann man den Netzschalter aktiviert lassen und den Lautsprecher ferngesteuert ein-/ausschalten?

Genau hierfür wurde die 12 V Triggerung entwickelt. Der Lautsprecher wird nicht beschädigt, wenn man ihn auf diese Weise regelmäßig ein- und ausschaltet.

Kann man den Netzschalter aktiviert lassen und den Lautsprecher mit einem anderen Schalter ein-/ausschalten?

Der Lautsprecher wird nicht beschädigt, wenn man ihn eingeschaltet lässt und ihn extern ein/ausschaltet. Große Anlagen sind häufig so eingerichtet – der gesamte Raum (Lautsprecher, Mischpult, Effekt-Racks usw.) wird mit einem großen Schalter eingeschaltet. Über eine geeignete Zeitverzögerung kann man dann die Lautsprecher mittels 12 V Trigger-Funktion zuletzt einschalten.

Sind Neumann-Lautsprecher paarweise abgestimmt?

Das Konzept der paarweisen Abstimmung stammt aus der passiven Technik, bei der wenig Einflussmöglichkeiten existieren, ein Exemplar exakt an alle anderen anzugleichen. Daher wählt man zwei Exemplare aus, bei denen die auftretenden Toleranzen durch Lautsprecherchassis und Frequenzweichenbauteile in die gleiche Richtung tendieren und liefert sie als Paar aus. Wenn bei aktiven Modellen keine Möglichkeiten zur nachträglichen Feinjustierung vorhanden sind, sollte man auch diese als abgestimmte Paare ausliefern.

Bei unseren Aktivsystemen durchläuft in der Fertigung jeder Monitor bei der Endkontrolle eine Abgleichprozedur, in dessen Verlauf die Toleranzen des elektroakustischen Systems (Treiber, Crossover usw.) mit integrierten Trimmern kompensiert werden. Da es sich bei den abzugleichenden Systemen um Studiomonitore handelt, - Messgeräte für die präzise Wandlung von elektrischen Eingangssignalen in Schalldruck an der Hörposition – verläuft der Zielfrequenzgang unter Freifeldbedingungen linear. Auf diesen Standard werden alle unsere Monitore kalibriert. Daher ist jeder Monitor "paarweise" auf jeden anderen Monitor des gleichen Typs abgestimmt.

Wie bei jedem Produkt besteht die Gefahr von Transportschäden und unbefugten Manipulationen. Unsere erprobte Verpackungstechnik vermeidet das erste Risiko, aber das zweite Risiko liegt jenseits unseres Einflussbereichs. Sie können nach unbefugten Manipulationen suchen und das Produkt auf Anzeichen ungewöhnlicher Eingriffe überprüfen. Im Verdachtsfall sollten Sie ein Foto und/oder eine Beschreibung an Neumann schicken.



Was ist der LFE-Kanal und wie wird er reproduziert?

Die meisten Fehler treten in einem Mehrkanalsystem bei der Reproduktion des LFE-Kanals auf. In dieser Antwort beschreiben wir zuerst, was der LFE-Kanal ist, und anschließend, wie er in einem Mehrkanal-Lautsprechersystem reproduziert werden kann.

Zuerst die Signale ...

Was ist der LFE-Kanal?

Der LFE-Kanal wurde in der Filmindustrie entwickelt und ist ein Verfahren zur Übertragung hochpegeliger Basssignale aus der Produktionsumgebung ins Kino, ohne den Geräuschspannungsabstand zu verringern oder die Hauptkanäle zu überlasten.

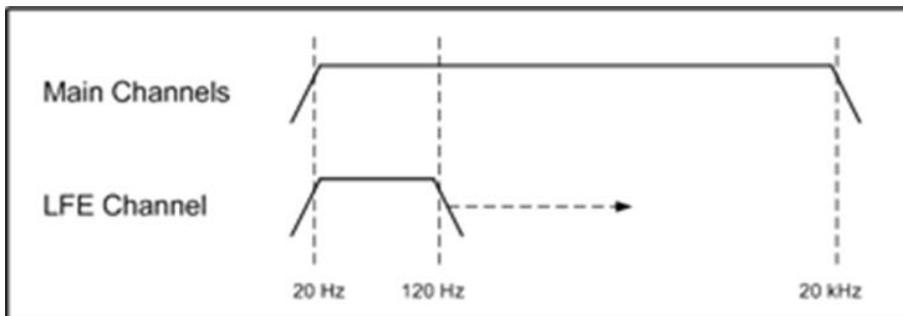
Der LFE-Kanal ist ein Kanal der Signalquelle, z.B. DVD, und kein Kanal des Wiedergabesystems (Subwoofer).

Das Signal des LFE-Kanals kann korrelierend (gleiches Phasenverhältnis) oder dekorrelierend (unterschiedliches Phasenverhältnis) zu den Hauptkanälen verlaufen:

- **Korrelierende** Signale treten auf, wenn das gleiche Signal in die Hauptkanäle und den LFE-Kanal gemischt wird, z. B. eine Bassdrum in einer Musikmischung. Es ist daher wichtig, dass die Phasen aller Kanäle des Wiedergabesystems synchron sind, sodass keine Auslöschungen aufgrund von Phasenverschiebungen auftreten. Andernfalls würde sich beim Hinzufügen der Bassdrum zum LFE-Kanal der Pegel verringern anstatt erhöhen. Die Auswirkungen sind in den folgenden Systemkonfigurationen dargestellt.
- **Dekorrelierende** Signale verwendet man in der Filmindustrie für den LFE-Kanal, wenn man beispielsweise in der Bandbreite beschränktes Rosa Rauschen als Spezialeffekt einsetzt. Zudem ist der Bereich, in dem sich die Frequenzbänder der Hauptlautsprecher und des Subwoofers überlappen, ziemlich klein, sodass das Phasenverhältnis keine große Rolle spielt.

Welchen Frequenzbereich verwendet der LFE-Kanal?

Normalerweise enthält der LFE-Kanal Frequenzen bis 120 Hz, wobei in Formaten wie SDDS (330 Hz) und MPEG-4 (1 kHz) auch höhere Cutoff-Frequenzen zu finden sind. Hinweis: Die obere Grenzfrequenz ist eine Funktion der Signalquelle, nicht des Reproduktionssystems. Obwohl die Spezifikation des LFE-Kanals bei den DTS- und Dolby-Formaten scheinbar identisch ist, unterscheiden sich die Phasengänge im Bereich der oberen Cutoff-Frequenz, da die 120 Hz Tiefpassfilter unterschiedlich sind. Dies hat Konsequenzen, wenn kohärente Signale über die Hauptkanäle und den LFE-Kanal wiedergegeben werden, da sich die Summierung der Signale (elektrisch oder akustisch) während der Reproduktion unterscheidet. Wir wollen hier kein Urteil fällen, was richtig und was falsch ist. Die Dinge sind, wie sie sind. Die Aufgabe eines Reproduktionssystems ist es, die elektrischen Eingangssignale originalgetreu wiederzugeben.



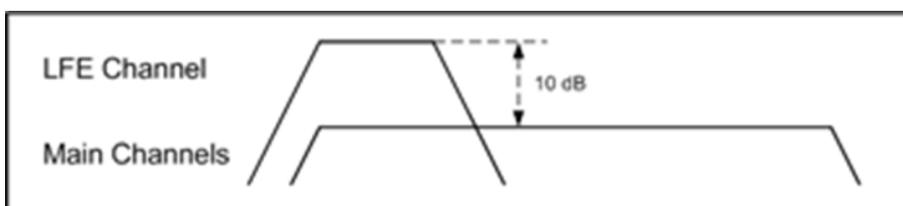
Welchen Pegel verwendet der LFE-Kanal?

Bei Dolby Digital- und DTS-Mehrkanalsignalen sollte der LFE-Kanal mit einem um 10 dB höheren Pegel als die Hauptkanäle wiedergegeben werden. Diese 10 dB-Verstärkung muss irgendwo zwischen dem Mehrkanal-Mixdown-Bus des Mischpults und den Ohren des Zuhörers erfolgen. Die Verstärkung kann an EINER der folgenden Stellen stattfinden:

- in der Monitormatrix des Mischpults
- durch Einschleifen eines speziellen 10 dB-Verstärkers in den Signalweg
- im Bass Management-System, falls vorhanden
- mit einem speziellen Subwoofer für den LFE-Kanal, der 10 dB lauter als die Hauptkanäle eingestellt ist (falls entsprechend verkabelt)

Alle Decoder und DVD-Player sollten den LFE-Kanal nach der Dekodierung automatisch um 10 dB verstärken. Leider ist dies nicht immer der Fall, da manche (meistens billigere) Produkte mit Niederspannungsnetzteilen ausgestattet sind, die diesen höheren Signalpegel nicht ausgeben können. Diese Produkte sollte man vermeiden.

Manchmal handelt es sich bei der Quelle um bereits gemastertes Material, z. B. ein von einer DVD-Quelle wiedergegebenes Signal. Wenn dieses über eines der obigen Systeme abgespielt wird, muss man beim LFE-Kanal die 10 dB-Verstärkung entfernen, damit die Verstärkung den Hauptkanälen entspricht. Grund: Der Decoder im DVD-Player oder Surround Sound-Prozessor fügt die 10 dB-Verstärkung automatisch dem Dolby- oder DTS-kodierten Material hinzu.



Phase des LFE-Kanals relativ zu den Hauptkanälen

Aufgrund der Filterfunktionen, mit denen die obere Cutoff-Frequenz des LFE-Kanals begrenzt werden muss, stimmt die Phase des LFE-Kanals nicht mit der Phase der Hauptkanäle überein. Das Phasenverhältnis für ein bestimmtes Format ist festgelegt. Dennoch: Aufgabe des Lautsprechersystems ist es, das elektrische Eingangssignal exakt zu reproduzieren und daher keine



Änderungen am Phasenverhältnis der Kanäle zueinander vorzunehmen. Wenn eine Phasendifferenz auftritt, treffen weniger Bässe an der Hörposition ein. Um zu prüfen, ob das Phasenverhältnis der Kanäle korrekt ist, schalten Sie den LFE-Kanal ein und aus. Bei stummgeschaltetem LFE-Kanal sollte die Basswiedergabe im Hörraum nicht lauter werden. Eine zu den Hauptkanälen und dem LFE-Kanal geleitete Bassdrum ist gut als Signal für diesen Test geeignet.

Der sicherste Weg, um die Hauptkanäle und den LFE-Kanal mit gleicher Phase zu betreiben ist, für deren Wiedergabe die gleichen Lautsprecher zu verwenden. Man kann Kohärenz auf einfache Weise sicherstellen, indem man die Kanäle mit einem Bass Management-System elektrisch summiert. Das so kombinierte Basssignal kann dann über den/die entsprechenden Subwoofer und Hauptlautsprecher ausgegeben werden.

und dann das Lautsprechersystem ...

Wo sollte die Crossover-Frequenz zwischen den Hauptlautsprechern und dem/den Subwoofer(n) liegen?

Die Crossover-Frequenz zwischen den Hauptlautsprechern und dem Subwoofer sollte so hoch liegen, dass es den Hauptlautsprechern nützt und sich deren Schalldruck erhöht und deren Verzerrungen verringern.

Die Crossover-Frequenz zwischen den Hauptlautsprechern und dem Subwoofer sollte so tief liegen, dass man den Subwoofer nicht lokalisieren kann.

Indem man dem Lautsprechersystem ein Crossover hinzufügt, erhöht sich die Gruppenlaufzeit des Systems im Bereich der Crossover-Frequenz. Eine niedrigere Crossover-Frequenz erhöht die Gruppenlaufzeit stärker als eine höhere Crossover-Frequenz. Bei einem System mit einer niedrigeren Crossover-Frequenz wird der Klangcharakter im Bassbereich „weniger trocken“ sein als bei einem System mit einer höheren Crossover-Frequenz, bei dem die Bässe „kompakter“ klingen werden.

Bei der Konstruktion von Lautsprechern müssen immer Kompromisse zwischen verschiedenen Parametern eingegangen werden und alle Faktoren gegeneinander abgewogen werden. Der beste Kompromiss zwischen niedrigen Verzerrungswerten der Hauptlautsprecher, minimaler Ortbarkeit des Subwoofers und ausreichend geringer Gruppenlaufzeit wird bei einer Crossover-Frequenz im Bereich von 80 – 90 Hz erreicht.

Wie viele Subwoofer werden benötigt?

Normalerweise verwendet man nur einen Subwoofer. Manchmal werden auch mehrere Subwoofer eingesetzt.

Vorteile von Systemen mit mehreren Subwoofern:

- Höhere Bassausgangsleistung im Vergleich zu einem einzelnen Subwoofer:
 - 2 Subs → +6,0 dB SPL
 - 3 Subs → +9,5 dB SPL
 - 4 Subs → +12,0 dB SPL
- Weniger Verzerrungen im Bassbereich



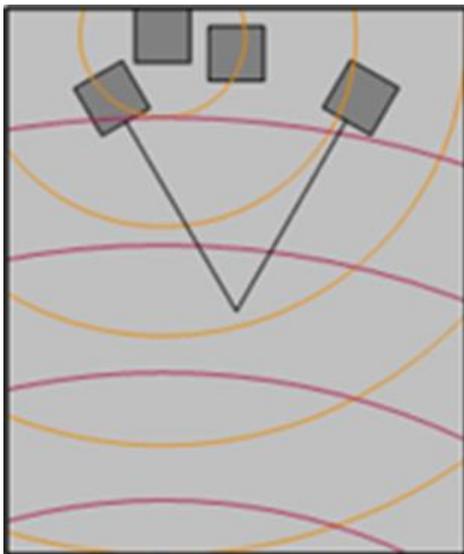
- Ermöglicht Plane Wave Bass Array™ Techniken (PWBA™) zur Verringerung der Modenausbildung im Abhörraum – siehe Abbildungen unten
- Man kann mehrere kleinere Subs, die sich einfacher im Raum unterbringen lassen, an Stelle eines einzelnen größeren Subwoofers verwenden

Nachteile von Systemen mit mehreren Subwoofern:

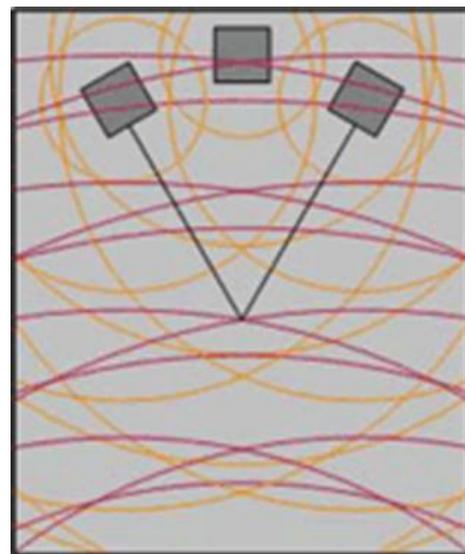
- Mehr (andersartiger) Raum erforderlich
- Schwieriger einzurichten
- Höhere Kosten

Wie wirkt sich die abgestrahlte Tieftoneenergie auf die Klangqualität aus?

In den folgenden Beispielen wird nur eine Reflexion bei unbedämpfter Rückwand dargestellt, damit die Abbildung einfacher lesbar ist:



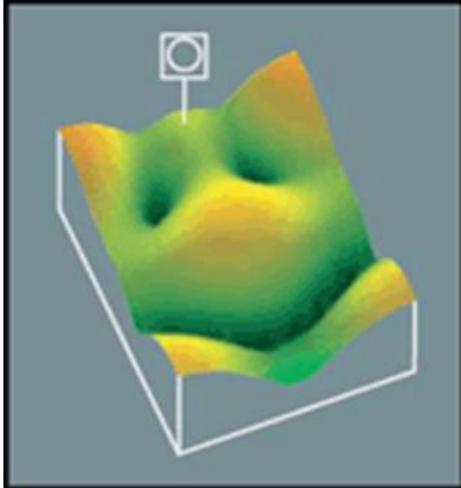
Die von einem einzelnen Subwoofer reproduzierten Bässe weisen weniger, aber stärkere Interferenzen auf



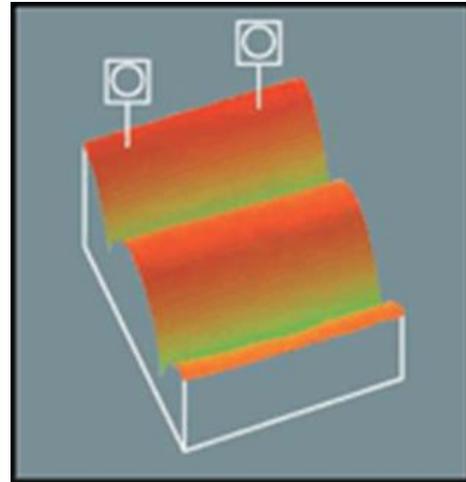
Die von mehreren Breitbandsystemen reproduzierten Bässe weisen mehr, aber schwächere Interferenzen auf.



In den folgenden Beispielen wird die Summe aller Reflexionen auf der horizontalen Ebene dargestellt:



Ein einzelner Subwoofer erzeugt starke seitliche Reflexionen.



Mehrere Subwoofer weisen durch die Array-Anordnung weniger seitliche Reflexionen (PWBA™) auf.

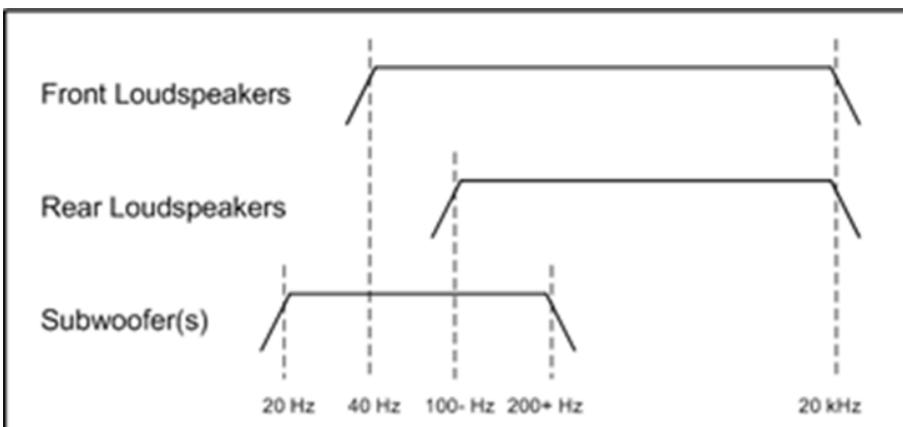
Fazit:

Wie man aus den obigen Abbildungen erkennen kann, ist das Klangbild bei einer Links/Rechts-Bewegung im Hörraum konsistenter, wenn man den Bassanteil der Hauptkanäle und des LFE-Kanals zu einem Set großer Hauptlautsprecher oder einem Array von Subwoofern leitet.

Welche Lautsprecher sollte man verwenden?

Man kann ein Mehrkanalsignal auf viele verschiedene Arten wiedergeben:

In der professionellen Filmindustrie verbindet man die vorderen Kanäle direkt mit den (großen) Hauptlautsprechern. Die rückseitigen Kanäle verbindet man mit einem Array von Lautsprechern, um eine möglichst gleichmäßige Beschallung eines großen Hörbereichs sicherzustellen.





- **Vorteile:** Die Produktions- und Reproduktionsumgebungen sind seit vielen Jahren international auf einen gleichbleibenden Standard festgelegt.
Die Verfahren sind konzeptionell einfach und für alle Beteiligten verständlich.
- **Nachteil:** Wenn das gleiche Signal über mehrere Lautsprecher wiedergegeben wird, leidet es unter Kammfiltereffekten.
Informationen unterhalb der LF Cutoff-Frequenz der Hauptkanal-Lautsprecher werden nicht wiedergegeben.
- **LFE-Kanal:** Wird direkt an einen (oder mehrere) Subwoofer angeschlossen, der auf eine 10 dB-Verstärkung im Hörraum kalibriert ist. Die 10 dB stammen entweder von der erhöhten Verstärkung (bei der Produktion) oder vom Decoder (bei der Reproduktion).

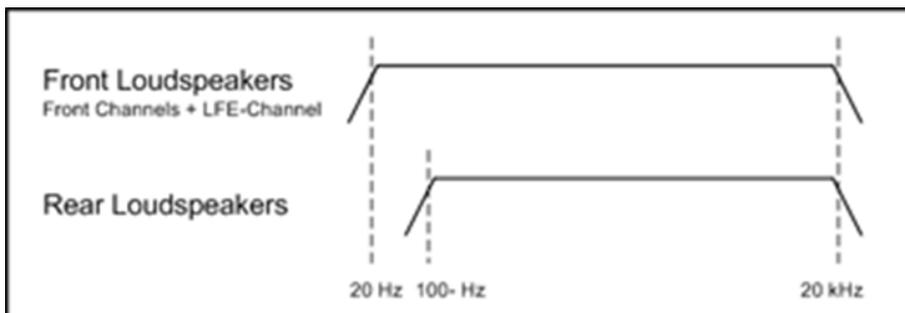
Diese Verfahren werden im **Consumer-Bereich für Musik** und im **Consumer-Bereich für Filme** (DVD und Blu-ray) eingesetzt...

Systeme ohne Bass Management:

- **Typ A** – Gleiches System-Setup wie in der Filmbranche (siehe oben)
 - **Vorteile:** Kostengünstige Umsetzung. Einfache Verkabelung. Einfache Einrichtung.
 - **Nachteile:** An den Hauptkanälen anliegende Signale, die unterhalb der Cutoff-Frequenz liegen, werden nicht wiedergegeben. Bei den Hauptlautsprechern werden weder die Verzerrungen verringert noch wird der mögliche Pegel erhöht.
 - **LFE-Kanal:** Wird normalerweise nur vom Subwoofer wiedergegeben.

Dieses Verfahren wird von Neumann nicht empfohlen.

- **Typ B** – Der LFE-Kanal wird zu den großen Breitbandlautsprechern geleitet.

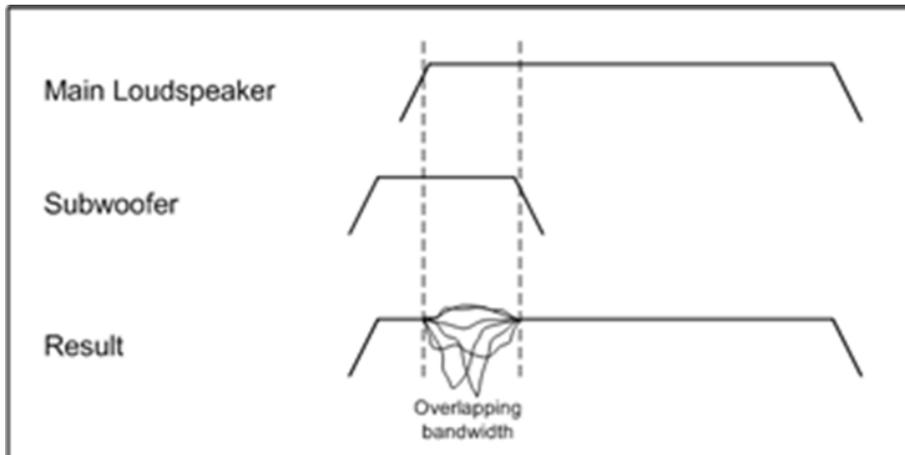


- **Vorteile:** Das Phasenverhältnis von LFE-Kanal und Hauptkanälen bleibt erhalten. Der LFE-Kanal sollte über alle drei vorderen Lautsprecher wiedergegeben und dann so eingestellt werden, dass er mit korrektem Pegel an der Hörposition ankommt.
- **Nachteile:** Kann nur als Wiedergabeverfahren eingesetzt werden, wenn die untere Cutoff-Frequenz der Hauptlautsprecher sehr niedrig ist. Der LFE-Kanal sollte auf irgendeine Weise zu allen drei vorderen Lautsprechern geleitet und dann so eingestellt werden, dass er mit korrektem Pegel an der Hörposition ankommt.



Systeme mit **Bass Management** leiten den Bassanteil der Hauptkanäle zum Subwoofer um:

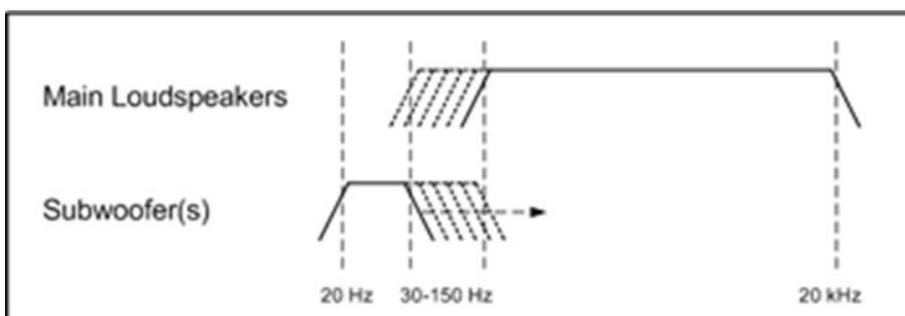
- **Typ A** – Der Subwoofer hat eine variable Trennfrequenz um die "natürliche" untere Frequenzgrenze der Hauptlautsprecher nach unten zu erweitern:



- **Vorteil:** Preiswert zu implementieren. Verkabelung ist einfach.
- **Nachteile:** Nicht vorhersehbare Addition (irgendetwas zwischen +6 dB und –30 dB) Im Überlappungsbereich von Subwoofer und Lautsprecher. Führt nicht zu einer Verringerung der Verzerrungen der Hauptlautsprecher und erlaubt keine höhere Maximallautstärke.
- **LFE-Kanal:** Normalerweise lediglich vom Subwoofer wiedergegeben.

Neumann rät von dieser Variante ab.

- **Typ B** – Der Subwoofer besitzt eine variable obere Cutoff-Frequenz, um die natürliche Bassbedämpfung der Hauptlautsprecher nach unten zu erweitern:



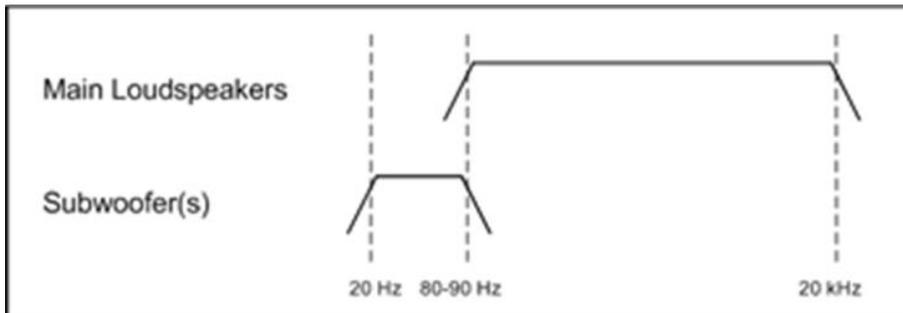
- **Vorteile:** Kostengünstige Umsetzung. Einfache Verkabelung.
- **Nachteile:** Schwieriger einzurichten. Bei den Hauptlautsprechern werden weder die Verzerrungen verringert noch wird der mögliche Pegel erhöht. Die Hauptkanäle werden nur bis zur unteren Cutoff-Frequenz der Lautsprecher wiedergegeben. Eine phasenmäßig korrekte Anpassung von Subwoofer an die Hauptlautsprecher ist sehr schwierig, da in der Regel der Hochpasscharakter der Hauptlautsprecher nicht dem Tiefpasscharakter des Subwoofers entspricht.



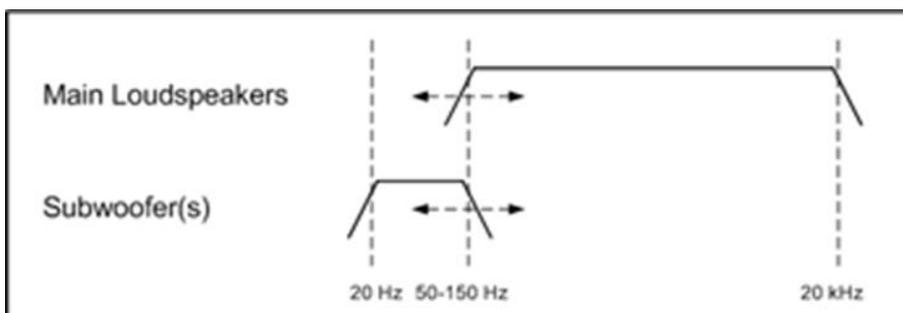
- **LFE-Kanal:** Wird normalerweise nur vom Subwoofer wiedergegeben.

Dieses Verfahren wird von Neumann nicht empfohlen.

- **Typ C** – Das Bass Management-System besitzt eine feste Crossover-Frequenz:



- **Vorteile:** Gute Balance aller akustischen Faktoren. Die Hauptkanäle werden bis zur unteren Cutoff-Frequenz des Subwoofers wiedergegeben. Die Hauptlautsprecher müssen weniger Leistung erbringen, wodurch sich die Verzerrungen des Systems verringern und/oder sich der mögliche Pegel der Hauptlautsprecher erhöht. Bedeutend einfacher einzurichten.
- **Nachteile:** Die akustischen Probleme im Bereich der Crossover-Frequenz müssen akustisch gelöst werden. Die Signalverkabelung muss eine zentrale Stelle zur Signalverarbeitung durchlaufen.
- **LFE-Kanal:** Kann entweder nur vom Subwoofer oder teilweise vom Subwoofer und teilweise von den Hauptlautsprechern wiedergegeben werden.
- **Typ D** – Das Bass Management-System besitzt eine variable Crossover-Frequenz:



- **Vorteile:** Die Hauptkanäle werden bis zur unteren Cutoff-Frequenz des Subwoofers wiedergegeben. Akustische Probleme im Bereich des Crossovers lassen sich durch Verschieben der Crossover-Frequenz vermeiden. Abhängig von der gewählten Crossover-Frequenz müssen die Hauptlautsprecher weniger Leistung erbringen, wodurch sich die Verzerrungen des Systems verringern und/oder sich der mögliche Pegel der Hauptlautsprecher erhöht. Digitale Signalverarbeitung (DSP) erforderlich.

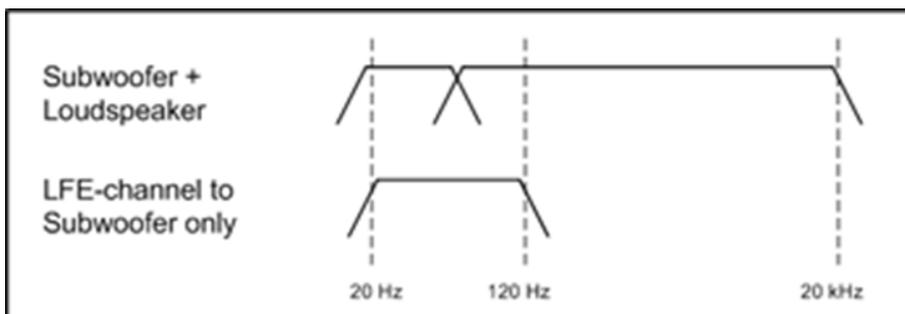


- **Nachteile:** Akustische Messungen zur Wahl der geeigneten Crossover-Frequenz sind erforderlich. Im Allgemeinen sollte man akustische Probleme mit akustischen Mitteln und nicht elektronisch lösen. Eine tiefe Crossover-Frequenz (<60 Hz) führt zu einer starken Erhöhung der Gruppenlaufzeit im Bereich der Crossover-Frequenz. Eine hohe Crossover-Frequenz (>100 Hz) kann dazu führen, dass der Subwoofer lokalisierbar ist.
Zur praktischen Umsetzung muss man digitale Signalverarbeitung (DSP) verwenden.
- **LFE-Kanal:** Kann entweder nur vom Subwoofer oder teilweise vom Subwoofer und teilweise von den Hauptlautsprechern wiedergegeben werden.

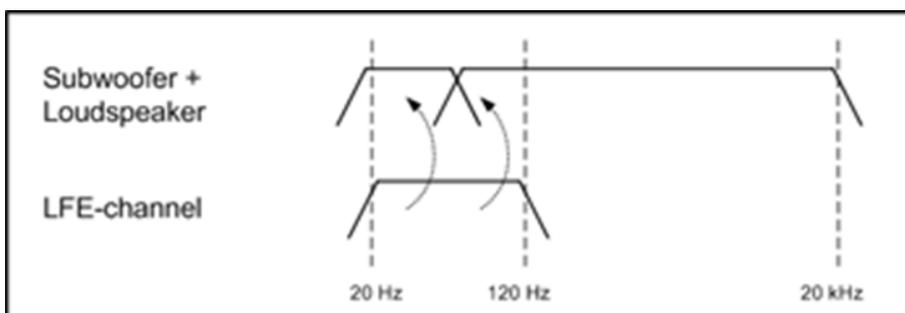
Was geschieht mit dem LFE-Kanal oberhalb der Crossover-Frequenz?

Wenn der LFE-Kanal in den Subwoofer eingespeist wird und die obere Cutoff-Frequenz des LFE-Kanals höher als die Crossover-Frequenz liegt, muss eventuell das Routing der Signale geändert werden:

Option 1: Man speist den LFE-Kanal in einen breitbandigen Eingang am Subwoofer ein. Keine Änderung des Routings zu anderen Lautsprechern erforderlich.



Option 2: Man speist den LFE-Kanal in einen parallelen Eingang zu den Hauptkanälen ein, damit er vom Subwoofer und einem oder mehreren Hauptlautsprechern wiedergegeben wird.



Man kann die LFE-Kanalsignale oberhalb der Crossover-Frequenz zum mittleren Lautsprecher, dem linken + rechten Lautsprecher oder allen drei vorderen Lautsprechern leiten. Die Wiedergabe über mehr als einen Lautsprecher erfordert eine elektronische Verstärkungsanpassung, um die akustische Verstärkung zu kompensieren.



Was ist ein Mathematically Modelled Dispersion™ (MMD™) Waveguide?

Ein Waveguide ist ein Formteil auf der Vorderseite des Lautsprechers, das das frequenzabhängige Abstrahlverhalten der Lautsprecherchassis in den umgebenden Raum beeinflusst. Bei PA-Systemen ist der Abstrahlwinkel relativ klein (normalerweise 40 – 80 Grad), um in großen Clustern Interaktionen zwischen den Lautsprechergehäusen zu vermeiden und den Schall in eine bestimmte Richtung zu lenken. Bei einem Studiomonitor ist der Abstrahlwinkel normalerweise größer (>90 Grad), da bei relativ kurzen Hörabständen ein großer Abhörbereich benötigt wird. Zudem wird ein eingeschränkter vertikaler Abstrahlwinkel angestrebt, um Reflexionen durch Mischpult und Decke zu verringern.

Ein gut konzipiertes Studiomonitor-Waveguide bewirkt einen lineareren Frequenzgang auf der Abhörachse, einen glatteren Frequenzgang außerhalb der Abhörachse, einen höheren Wirkungsgrad, geringere Verzerrungen, bessere Phasen Anpassung zwischen den Treibern und eine verringerte Interaktion mit dem Hörraum und dem darin befindlichen Mobiliar. All diese Einflüsse führen zu, einem ausgewogeneren Frequenzgang unter Hörbedingungen und zu besserer Auflösung des wiedergegebenen Programmmaterials. Umgekehrt kann aber auch ein schlecht konzipiertes Waveguide schlimmere akustische Auswirkungen haben als gar kein Waveguide. Die Entwicklung eines guten Waveguides ist nicht einfach. Man kann ein Modell manuell aus Ton formen (wie bei der Entwicklung von Autos) oder man kann heutzutage ein akustisches Modell in einem Computer entwerfen und durch häufige Iterationen Ergebnisse erzielen, die dem Planziel möglichst nahekommen. Die resultierende Konstruktion ist mechanisch schwieriger und kostenintensiver umzusetzen, da eine solche 3D-Form komplexer als ein klassisches rechteckiges Lautsprechergehäuse ist. Das Gehäuse mit seinem Waveguide-Modell wird dann physisch gebaut (gegossen oder CNC-gefertigt) und durch reale Messungen in reflexionsarmer Umgebung überprüft. Schließlich müssen viele Hörtests bestätigen, dass das Design gut ist.