



ANTWORTEN ZUR AKUSTIK / ANWENDUNG

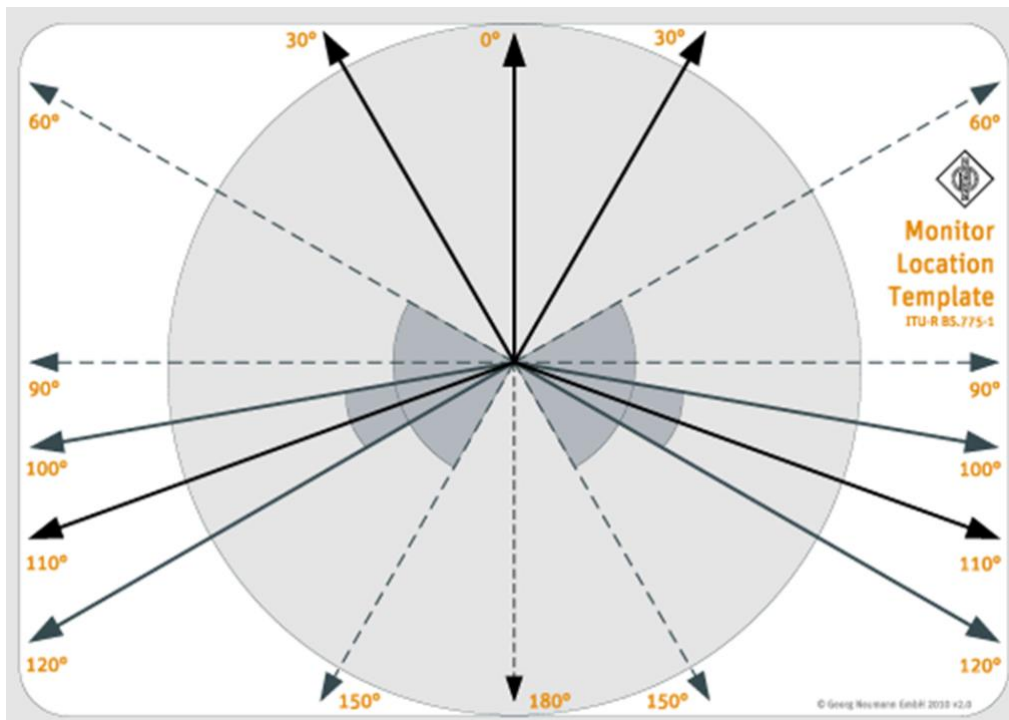
Wie richte ich die Lautsprecher in meinem Raum ein?

Die Installation der Lautsprecher wird in dem mitgelieferten, sehr ausführlichen Bedienungshandbuch erklärt. Falls das Bedienungshandbuch nicht verfügbar ist, können Sie es in der Sektion "Download" der jeweiligen Produkt-Webseite herunterladen. Die wichtigsten Maßnahmen finden Sie in der folgenden Checkliste:

- Positionieren Sie den Lautsprecher in dem für das zu reproduzierende Signal korrekten Winkel - Monitor Location Template siehe unten
- Richten Sie die akustische Achse auf die Hörposition oder die Mitte des Hörbereichs aus.
- Wenn die Lautsprecher nicht in der gleichen Entfernung aufgestellt sind, werden für die näher aufgestellten Lautsprecher Laufzeitverzögerungen benötigt.
- Verdrahten Sie die Lautsprecher und Subwoofer entsprechend den Anleitungen des Bedienungshandbuchs.
- Kalibrieren Sie die Lautsprecher und Subwoofer, um an der Hörposition den gewünschten Frequenzgang zu erhalten.

Benutzen Sie die unten abgebildete Grafik zur Aufstellung und Ausrichtung der Monitore:

- Drucken Sie diese Seite aus
- Platzieren Sie sie an der Abhörposition bzw. am Mittelpunkt des Hörbereichs
- Benutzen Sie ein ausreichend langes Kabel als Hilfsmittel um die Lautsprecher im gleichen Abstand um den Kreismittelpunkt zu platzieren. Achten Sie darauf, dass das Kabel gespannt ist und immer exakt vom selben Punkt aus gezogen wird
- Legen Sie die genaue Position fest, indem Sie mit dem Kabel über die Pfeile der Grafik zielen. Die Lautsprecher müssen dabei so angewinkelt werden, dass sie mit ihrer akustischen Achse auf den Abhörpunkt zeigen.
- Vergewissern Sie sich, dass die Entfernung zu den Lautsprechern immer identisch bleibt. Beachten Sie, dass bereits eine Differenz von nur 1 cm hörbar ist
- Benutzen Sie für 2.0 Systeme: (Stereo) $\pm 30^\circ$
- Benutzen Sie für 5.1 Systeme: $\pm 30^\circ$, 0° , und $\pm 110^\circ$
- Benutzen Sie für 6.1 Systeme: $\pm 30^\circ$, 0° , $\pm 110^\circ$, und 180°
- Benutzen Sie für 7.1 Systeme: $\pm 30^\circ$, 0° , $\pm 90^\circ$, und $\pm 120^\circ$ oder $\pm 150^\circ$



Was ist der Zielfrequenzgang eines Lautsprechers an der Hörposition?

Professionelles Monitoring

Ein Studiomonitorsystem sollte an der Abhörposition das elektrische Eingangssignal exakt reproduzieren. Das Ziel ist also als linearer Frequenzgang definiert, bei dem die Amplitude und Phase gerade verlaufen.

Wenn man Systeme untersucht, die Programmmaterial reproduzieren, verläuft der Frequenzgang im Allgemeinen nicht linear. Dies führt dann normalerweise zu einer langen Diskussion über die „Umsetzung“. Um diese Diskussion abzukürzen, nehmen Sie eine Probe der Frequenzgänge dieser Reproduktionssysteme (Heimanlage, Autoanlage, kleine Radios, persönliche Audiogeräte, verteilte Audiosysteme, PA-Systeme etc.) und ermitteln für alle zusammen den Durchschnitt. Als Ergebnis werden Sie einen linearen Amplitudenverlauf erhalten. Ein einzelnes „Referenz“-Abhörsystem, z. B. eine Autoanlage, ist also keine sichere Referenz.

Die Monitore werden in reflexionsarmer Umgebung und unter Berücksichtigung der jeweiligen Bauweise des Lautsprechers so konstruiert, dass sie einen möglichst linearen Amplituden- und Phasengang besitzen. Der Frequenzgang ändert sich auf häufig vorhersehbare Weise, wenn man den Lautsprecher in einem „lebendigen“ Raum aufstellt oder beispielsweise eine Bassanhebung aufgrund des akustischen „Loadings“ durch eine Wand eintritt. Man kann dann mit den Ortsanpassungsschaltern („Bass“, „Mid“ und „Hi“) wieder einen linearen Frequenzgang an der Abhörposition herstellen.

In manchen Fällen ist ein nichtlinearer Frequenzgang erforderlich oder sogar wünschenswert ...



X Curve der Filmindustrie

X-Kurven simulieren bei der Abmischung von Filmen einen häufig in Kinos anzutreffenden Frequenzgang (ANSI/SMPTE 202M-1991 und ANSI/SMPTE 222M-1994). Dieser Frequenzgang bedämpft die Höhen entsprechend der vor den Lautsprechern angebrachten perforierten Leinwand, der großen Hörentfernungen und den vielen, außerhalb der Hauptachse liegenden Hörpositionen. Man unterscheidet zwei Arten von X-Kurven:

- **X-Kurve für kleine Räume** (<150 Kubikmeter oder 5300 Kubikfuß) besitzt einen linearen Frequenzgang bis 2 kHz und dann eine Bedämpfung von 1,5 dB/Okt. über 2 kHz. Die Toleranz beträgt +/-3 dB und kann an den Frequenzextremen noch höher liegen.
- **X-Kurve für große Räume** (>150 Kubikmeter oder 5300 Kubikfuß) verläuft von 63 Hz bis 2 kHz linear und beginnt dann über 2 kHz mit einer Bedämpfung von 3 dB/Okt. Über 10 kHz setzt eine stärkere Bedämpfung von 6dB/Okt. ein. Zusätzlich setzt unter 63 Hz eine Bedämpfung um 3 dB/Okt. ein. Die Toleranz beträgt +/-3 dB und kann an den Bandgrenzen noch höher liegen.

Die X-Kurve sollte nicht beim Abmischen von Audiomaterial für DVDs verwendet werden, die im häuslichen Bereich abgespielt werden. Aus den oben genannten Gründen sollte man ein Monitorsystem mit linearem Frequenzgang verwenden.

Abhören mit Genuss

Um den Hörgenuss zu erhöhen, sind zuweilen einige kosmetische Änderungen am Klang erwünscht. Man muss nicht unbedingt jedes Detail im hohen Frequenzbereich hören, beispielsweise ist das Rascheln von Papier in Nachrichtensendungen durchaus verzichtbar. Und andererseits kann eine Verstärkung tieffrequenter Signale bei Filmen deren Wirkung erhöhen. Dies sind zwar subjektive Themen, aber als allgemeine Richtlinie sollte man das Audiomaterial ausgehend vom linearen Frequenzgang nicht stärker als 3 dB verändern.

Ein guter Raumdesigner kann Sie bei diesen Fragen unterstützen.

Wie oft sollte ich die Lautsprecher kalibrieren?

Man unterscheidet zwei Arten von Kalibrierung:

- **Produktionskalibrierung** – muss nur durchgeführt werden, wenn die Elektronik oder einer der Treiber bei der Wartung ersetzt wurde. Diese Maßnahme kann nur von entsprechend ausgestatteten Service Centern durchgeführt werden.
- **Situationsbedingte Kalibrierung** – muss nur durchgeführt werden, wenn sich im Abhörraum etwas verändert hat, z. B. die Lautsprecher oder die Abhörposition wurden neu angeordnet oder die Raumakustik wurde verändert.

Wie stelle ich die Klangregler des Lautsprechers ein?

Es gibt drei Möglichkeiten, um die beste Kombination von Klangreglereinstellungen bei einem Lautsprecher oder Subwoofer zu finden:



- **Hören** – Hören Sie sich Programmmaterial an und stellen Sie die Klangregler so lange ein, bis der Lautsprecher das Material korrekt reproduziert. Dieses Verfahren ist unzuverlässig, zeitraubend und von der vorgefassten Meinung des Hörenden beeinflusst.
- **Rat** – Im Bedienungshandbuch werden Ihnen Klangregler-Einstellungen für die am häufigsten anzutreffenden akustischen Bedingungen empfohlen. Sie sind ein guter Ausgangspunkt, aber nicht immer die beste Einstellung für eine bestimmte Installation – man muss also immer noch etwas experimentieren.
- **Messung** – Dies ist das beste Verfahren zum Einstellen der Klangregler, allerdings besitzt nicht jeder ein kalibriertes Akustik-Messsystem und/oder das Wissen, um es zu nutzen. Fragen Sie Ihre örtliche Vertriebsniederlassung, ob sie Ihnen beim Kalibrieren des Lautsprechersystems helfen kann.

Ein guter Raumdesigner kann Sie hierbei unterstützen.

Ich kann eine seltsame Druckdifferenz zwischen meinen Ohren hören?

Die linken und rechten Lautsprecher sind möglicherweise phasengedreht verdrahtet. In diesem Fall fehlen wahrscheinlich auch die Bässe. Prüfen Sie die Polarität der Verkabelung und die Quelle auf Phasendrehungen. Stellen Sie auch anhand von anderem Programmmaterial sicher, da dieser Klangeindruck kein Spezialeffekt im Produktionsstadium ist. Stellen Sie außerdem sicher, dass der Abstand zu beiden Lautsprechern gleich ist und dass Entfernungsunterschiede mit der entsprechenden Laufzeitverzögerung kompensiert werden. Die Formel hierfür lautet:

$$t_{\text{Verzögerung}} = (d_{\text{Lautsprecher1}} - d_{\text{Lautsprecher2}}) / c$$

Hierbei gilt:

- $t_{\text{Verzögerung}}$ ist die Zeitverzögerung in Sekunden, die zur Kompensierung der kürzeren Hördistanz dieses Lautsprechers erforderlich ist.
- $d_{\text{Lautsprecher1}}$ ist die Distanz des am weitesten von der Hörposition entfernten Lautsprechers.
- $d_{\text{Lautsprecher2}}$ ist die Distanz des am nächsten an der Hörposition aufgestellten Lautsprechers, dessen Signal verzögert werden muss.
- c ist die Schallgeschwindigkeit in der Luft bei 20° C = 344 m/sec. bzw. 1120 Fuß/sec., wenn die Entfernungen in Fuß gemessen wurden, oder 13440 Zoll/sec., wenn die Entfernungen in Zoll gemessen wurden.

Beispiel:

Wenn der Lautsprecher des linken Kanals 2,3 m und der Lautsprecher des rechten Kanals 2,1 m von der Hörposition entfernt sind, beträgt die erforderliche Laufzeitverzögerung für den rechten Lautsprecher:

$$t_{\text{Verzögerung}} = (2,3 - 2,1) / 344 = 5,81 \times 10^{-4} \text{ sec} = 0,581 \text{ msec}$$

Laufzeitverzögerungen sind häufig an den Monitorausgängen von Mischpulten nicht verfügbar oder besitzen im Falle von Heimkino-Decodern eine grobe Auflösung.

Zur Lösung dieser Probleme bieten wir Produkte in der D-Variante mit eingebautem Delay an.



Wie verbessere ich die Stereoortung in meinem Abhörraum?

Wenn ein Lautsprecher in einiger Entfernung von einer reflektierenden Oberfläche aufgestellt wird, können Auslöschungen auftreten. Je größer die Entfernung, desto tiefer die ausgelöschte Frequenz. Je massiver die Oberfläche ist und je dichter der Lautsprecher an der Oberfläche steht, desto stärker die Reflexion und folglich auch die Auslöschung. Wenn die Reflexionen unterschiedliche Entfernungen besitzen, wird der Frequenzgang der beiden Lautsprecher an der Hörposition nicht gleich sein, da die Auslöschungen bei unterschiedlichen Frequenzen auftreten. Bei jeder Frequenz wird sich das Stereobild zum stärkeren Klang hin bewegen, d. h. von der schwächeren Auslöschung weg. Dies resultiert in einer Verwischung oder einer Spreizung des Stereobilds. Eine andere Ursache von unterschiedlichen Frequenzgängen an der Hörposition ist die akustische „Aufladung“, die bei den einzelnen Lautsprechern eines Paares unterschiedlich sein kann. Auch hier bewegt sich das Stereobild zu der Frequenz mit dem höheren Pegel (unkorrigierte Aufladung) hin.

Um eine gute Stereoortung zu erzielen, sollte man mit gut aufeinander abgestimmten Lautsprechern beginnen. Gehen Sie dann nach dieser frequenzbezogenen Anleitung vor, um einen gute Stereoortung zu erreichen:

- Eine schlechte Bassortung entsteht durch einen asymmetrischen Raum. Stellen Sie also sicher, dass der Raum und die Positionierung der Lautsprecher im Raum symmetrisch ist.
- Eine schlechte Mittenortung entsteht durch Objekte im Raum. Sie sollten also alle Möbel, Geräte und Racks symmetrisch im Raum anordnen.
- Eine schlechte Höhenortung entsteht durch eine schlechte Ausrichtung der Lautsprecher. Sie sollten alle Lautsprecher auf die Hörposition ausrichten.
- Eine schlechte Stereoortung kann auch dadurch entstehen, dass die Lautsprecher unterschiedlich hoch positioniert sind.

Schließlich sollte man die Klangregler so einstellen, dass an der Hörposition von beiden Lautsprechern der gleiche Frequenzgang erzeugt wird. In einem symmetrischen Raum sollten die Klangregler bei einem linken/rechten Paar auf die gleichen Werte eingestellt werden, damit der Phasengang auch übereinstimmt.

Ein guter Raumdesigner kann Ihnen hierbei behilflich sein.

Meine Lautsprecher sind basslastig / In meinen Mischungen sind die Bässe zu schwach

Wenn man einen Lautsprecher in der Nähe einer großen massiven Oberfläche aufstellt, erhöht sich der Schalldruck. Diesen Anstieg bezeichnet man als „akustische Aufladung“. Er besitzt eine Kenngröße 1. Ordnung. Die Größe des Objekts bestimmt, welche Frequenz betroffen ist. Bei einer Wand erhöht sich der Bassfrequenzgang unterhalb einer bestimmten Frequenz. Die Eckfrequenz dieser Aufladung hängt von der Größe des Basstreivers und Gehäuses ab: Je kleiner das Gehäuse, desto höher die Eckfrequenz. Bei einem Mischpult tritt die Aufladung innerhalb eines schmalen Frequenzbands auf, meistens im Bereich 100 – 300 Hz (PEQ Form), abhängig von der Größe des Mischpults. Die Solidität der Wand oder des Pults und die Entfernung vom Lautsprecher bestimmen die Höhe der Verstärkung. Die Klangregler für die Aufladung der Wand oder des Pults sind jeweils „Bass“ und „Low-Mid“. Eine unkorrigierte akustische Aufladung resultiert in einer verfälschten Klangqualität, auditiver Maskierung und Mischungen mit dünnen Bässen.



Das Gleiche gilt für Subwoofer, mit der Ausnahme, dass sich der Pegel im gesamten Durchlassbereich erhöht. Aufgrund der beschränkten Bandbreite der Subwoofer besitzt die Aufladung keine spezielle Form. In diesem Fall sollte man einfach den Pegel des Subwoofers mit dem Pegelregler verringern. Normalerweise sind 4 – 6 dB notwendig, wenn ein Subwoofer in der Nähe der Vorderwand steht. Steht der Subwoofer in der Ecke, muss er mit dem Pegel- und „Low-Cut“-Regler noch stärker bedämpft werden.

Eine weitere Ursache exzessiver Bässe sind starke Resonanzen. Sie entstehen normalerweise durch parallele Wände, parallele Böden/Decken, mangelhafte akustische Dämpfung des Raums, unbedämpfte Hohlräume und/oder unbedämpfte Lüftungsschächte. Diese sollte man ausfindig machen und akustisch behandeln. Ein guter Raumdesigner kann Ihnen hierbei behilflich sein.

Meine Lautsprecher liefern zu wenig Bässe / Meine Mischungen sind basslastig

Wenn man einen Lautsprecher in einiger Entfernung von einer reflektierenden Oberfläche aufstellt, können Frequenzauslöschungen auftreten. Je größer die Entfernung, desto tiefer die Auslöschungsfrequenz. Je massiver die Oberfläche ist und je dichter der Lautsprecher bei dieser Oberfläche steht, desto stärker die Reflexion und folglich auch die Auslöschung. Das Fehlen des Basses im Monitorsystem wird durch eine Überbetonung des Basses in der Mischung kompensiert. Da man diese Auslöschungen nicht mit einem Equalizer korrigieren kann, muss man die Ursache der Reflexion ausfindig machen und die Oberfläche akustisch behandeln (zusätzliche Absorber oder Diffusoren können den Pegel des reflektierten Klangs an der Hörposition verringern), abwinkeln (um die Reflexion von der Hörposition weg zu leiten) oder komplett entfernen. Auslöschungen tiefer Frequenzen (unter 150 Hz) werden durch große reflektierende Oberflächen, z. B. Wände, in einiger Entfernung des Lautsprechers verursacht. Auslöschungen der tiefen Mitten (150 – 500 Hz) werden vom zweiten und höheren „Zinken“ des Kammfilters verursacht und entstehen durch Auslöschungen tieferer Frequenzen. Wenn man sich also zuerst um den tieffrequenten „Zinken“ 1. Ordnung kümmert, verbessert man damit auch die tiefen Mitten. Ein guter Raumdesigner kann Ihnen hierbei behilflich sein.

Mit welchen Messverfahren und -geräten kann ich sicherstellen, dass meine Monitore korrekt für meinen Raum kalibriert sind?

Die Produktspezialisten unseres Vertriebsnetzwerks arbeiten mit dem „Exponential Swept-Sine Wave-Verfahren“, um Lautsprecher während der Entwicklung, Herstellung und vor Ort zu kalibrieren. Es ist schnell, zuverlässig, wiederholbar und präzise und es ist in mehreren Softwarepaketen enthalten, z. B. Monkey Forest (für Ingenieure und Forscher) und WinMLS (etwas nutzerfreundlicher). Eine gute Alternative ist das MLS-Verfahren. Andere Verfahren können langsam, unzuverlässig und/oder unpräzise sein.

Nach der Wahl des Messsoftwareprogramms sollte es korrekt eingerichtet und mit kalibrierten Geräten eingesetzt werden. Heutzutage verfügen sogar recht preisgünstige Soundkarten über einen vernünftigen Frequenzgang, besonders wenn man den Frequenzgang mit einer Loopback-Messung korrigiert (Wir verwenden die Edirol UA-25). Auch Messmikrofone sollte man korrekt verwenden und kalibrieren. Sofern man keine Noise Floor-Messungen des Raums vornimmt, muss das Mikrofon nicht über ein niedriges Eigengeräusch verfügen. (Wir verwenden ein speziell entwickeltes Sennheiser MKE 2, das leider nicht im Handel erhältlich ist). Earthworks stellt ein gutes, im Handel erhältliches

omnidirektionales Messmikrofon her. Die Produkte von B&K sind ebenfalls gut geeignet, aber wesentlich teurer.

Wie sollte ich meinen Raum akustisch behandeln?

Generell sollten Sie folgende Richtlinien beachten:

- Vermeiden Sie parallele Wände, die starke Resonanzen verursachen.
- Streben Sie eine kurze (0,2 bis 0,4 Sekunden) und lineare Nachhallzeit an.
- Minimieren Sie starke Reflexionen, die an die Hörposition zurückkehren. Zurückkehrende Reflexionen sollten 20 dB leiser als der Direktschallpegel sein.
- Achten Sie für eine gute Stereoortung auf die Links/Rechts-Symmetrie des Raums, der Geräte und der Lautsprecherposition.
- Diffusoren werden generell auf der Rückseite des Raums verwendet. Die Absorption wird bei einer Multikanalinstallation stärker im Raum verteilt und nicht wie bei einem 2-Kanal Stereoraum an der Rückseite angeordnet.
- In die Wand eingebaute Lautsprecher sollten in einer gut konstruierten, massiven Wand sitzen.
- Stellen Sie die Lautsprecher im richtigen Winkel auf (siehe internationale Empfehlungen) und richten Sie sie auf die Hörposition aus (verwenden Sie die akustische Achse).
- Kalibrieren Sie die Lautsprecher mit einem zuverlässigen akustischen Messsystem oder gehen Sie nach den Empfehlungen des Bedienungshandbuchs vor.

Weitere Ratschläge finden Sie in Lehrbüchern, Magazinen und im Internet, wobei letztere unbedingt präzise und sachdienlich sein sollten. Es gibt keinen Ersatz für einen guten Raumdesigner.

Kann ich mit mehreren Lautsprechern den Schallpegel im Raum erhöhen?

Der Einsatz mehrerer Lautsprecher ist bei Beschallungsanwendungen üblich. Die verwendeten Produkte sind speziell für den Betrieb in einem Array konstruiert und besitzen einen kleinen Streuwinkel, z. B. 80x50 oder 50x40, und ein trapezförmiges Gehäuse für einen fächerförmigen Aufbau im Cluster. Dadurch wird die Wechselwirkung der Schallenergie zwischen den Gehäusen und somit auch der Kammfilter-Effekt minimiert. So erhält man einen Lautsprecher, der in ein Array integriert werden kann und den gewünschten Abstrahlwinkel und Maximalpegel liefert.

Im Gegensatz hierzu verfügen Lautsprecher für Studioanwendungen über eine breitere horizontale Streuung, normalerweise 90°, und Gehäuse mit geraden Seitenwänden. Die Zusammenstellung dieser Gehäuse in einem Array resultiert in einem starken Kammfiltereffekt bei den mittleren und hohen Frequenzen. Dies wird deutlich hörbar, wenn man die Hörposition vor dem Lautsprecher-Array verschiebt. Wenn also der Maximalpegel eines Lautsprechers nicht ausreicht, sollte man einen größeren Lautsprecher und kein Lautsprecherpaar verwenden. Eine Ausnahme bilden Subwoofer, die man aufgrund der hohen Wellenlänge der tiefen Frequenzen in einem Array aufstellen kann.



Muss ich hinter dem Lautsprecher Platz für eine ausreichende Kühlung lassen?

Obwohl das Hitzemanagement bei den Lautsprechern sehr effizient geregelt ist, sollte man doch etwa 5 cm (2") Platz lassen, damit Kühlluft zu den Kühlkörpern gelangen kann. Wenn man die Elektronik nicht ausreichend belüftet, wird der Überhitzungsschutz des Verstärkers vorzeitig aktiviert und dadurch der maximale Ausgangspegel beschränkt.

Woher weiß ich, in welche Richtung ich die Lautsprecher ausrichten soll?

Eine ausführliche Erläuterung finden Sie in dem Dokument „Akustische Achsen-Definitionen“.

Subwoofer sind in ihrem Durchlassband omnidirektional (gleicher Ausgangspegel in alle Richtungen) und können daher beliebig ausgerichtet werden.

Kann ich die Lautsprecher bei 2-Kanal Stereo in einem anderen Winkel als 60° aufstellen?

Von Alan Blumlein in den 1930er Jahren durchgeführte Hörtests belegen, dass ± 30 Grad einen guten Kompromiss zwischen Stereobreite und Phantomabbildung in der Mitte darstellt. Breitere Platzierungen vergrößern die Stereobreite, aber sie verringern die Solidität der Phantomcenter-Abbildung. Schmalere Platzierungen bewirken das Gegenteil. Alle 2-Kanal Abhörsysteme und das Links/Rechts-Paar bei Multikanalsystemen sollten so aufgestellt werden, dass die akustische Achse des Lautsprechers auf ± 30 Grad ausgerichtet ist. Insbesondere in Studioanwendungen sollte dies peinlichst eingehalten werden. In jedem Fall sollte die akustische Achse des Lautsprechers auf die Hörposition ausgerichtet sein.

Es ist darauf zu achten, dass der Abstand der beiden Lautsprecher zur Abhörposition absolut identisch ist.

Kann die Höhe der Lautsprecher unterschiedlich sein?

Bei 2-Kanal Abhörsystemen und bei dem Links/Rechts-Paar in Multikanalsystemen sollte man die Lautsprecher auf gleicher Höhe positionieren, damit die Phantomcenter-Abbildung so gut wie möglich ist. Bei Multikanalsystemen kann man den Center-Lautsprecher etwas höher (bis zu 7°) als das Links/Rechts-Paar positionieren, ohne bei vorderseitigen Panoramaverschiebungen die vertikale Abbildung zu beeinträchtigen. Die rückseitigen Lautsprecher können bei Multikanalsystemen bis zu 15° höher als die vorderseitigen Lautsprecher positioniert werden, da die Lokalisierung des Menschen hinter dem Kopf relativ schlecht ist. Für die seitlichen Lautsprecher in Multikanalsystemen gelten ähnliche Grenzen.

Wo sollte man einen Subwoofer idealerweise im Abhörraum aufstellen?

Um die beste Position für einen Subwoofer im Abhörraum zu finden, sollte man ihn mit einem kalibrierten akustischen Messsystem vermessen. Andernfalls beachten Sie bitte folgende Empfehlungen:

System mit einem Subwoofer ...

- Etwas neben (60 cm, 2 Fuß) der Mitte der Vorderwand.



- In der Ecke ist nicht empfehlenswert, da bei extrem außerhalb der Hauptachse liegenden Positionen eine Lokalisierung möglich ist.

System mit mehreren Subwoofern ...

- Gleichmäßig entlang der Vorderwand verteilen, um ein „Plane Wave Bass Array™“ zu erzeugen – wegen näherer Einzelheiten siehe Bedienungshandbuch.
- Ein Subwoofer in jeder Ecke.

In allen Fällen sollte man den Subwoofer dicht an die Wand stellen, um Auslöschungen im Durchlassband zu vermeiden, und dann mit den Eingangs- und Ausgangspegelreglern die akustische Aufladung korrigieren. In Ecken aufgestellte Subwoofer können eventuell von hohen Pegeln sehr tieffrequenter Energie beeinträchtigt werden, die man mit dem „Low-Cut“ Regler korrigieren sollte. Unterschiedliche Entfernungen im Vergleich zu den Hauptlautsprechern sollte man mit den „Phase“-Reglern korrigieren. Um Platz im Abhörraum zu sparen, ist auch ein Wandeinbau möglich.

Wie schließe ich einen Subwoofer an mein System an?

Dies hängt von den im System vorhandenen Geräten ab:

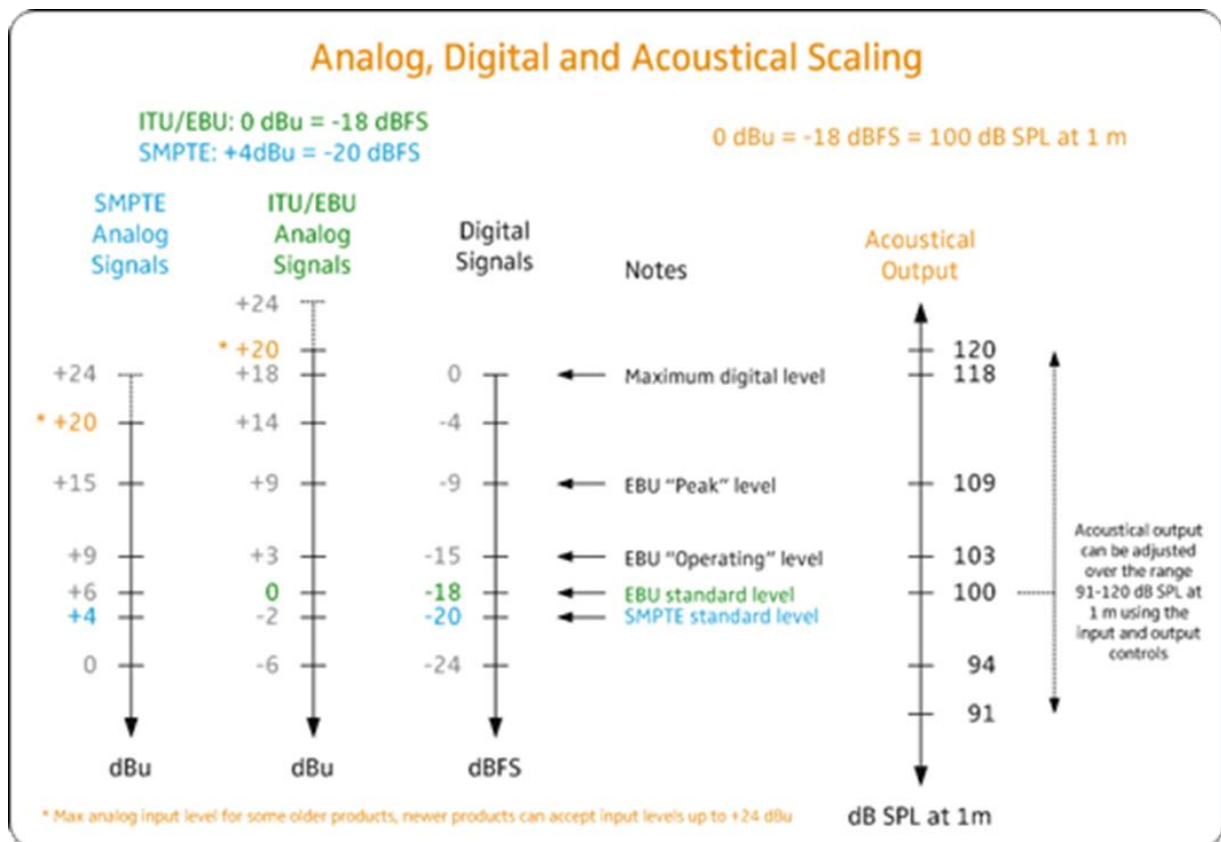
- Zunächst sollte man die Ausgänge des Quellengeräts mit den Eingängen des Pro M 1012 und anschließend die Lautsprecher und Subwoofer mit den Ausgängen des Pro M 1012 verbinden.
- Zuerst sollte man die Ausgänge des Quellengeräts mit den Eingängen des Bass Management-Systems des Subwoofers verbinden. Dann schließt man die Lautsprecher an die Ausgänge des Bass Management-Systems des Subwoofers an.
- In manchen Fällen kann man das Quellensignal direkt zum Lautsprecher leiten, z. B. Rear-Kanäle, die das Bass Management-System nicht durchlaufen müssen.

Wie gleiche ich die Pegel in einem Multikanalsystem ab?

Um Ihnen beim Abgleich der Pegel eines Multikanalsystems zu helfen, haben wir ein Set von Testsignalen und Anleitungen zusammengestellt.

Wie gleicht man analoge und digitale Signalpegel auf die akustische Ausgangsleistung des Lautsprechers ab?

In Europa werden 0 dBu auf –18 dBFS (ITU/EBU Standard) abgeglichen. In den USA und Japan werden +4 dBu auf –20 dBFS (SMPTE Standard) abgeglichen. Der Analogsignalpegel des europäischen Abgleichs liegt also bei gleicher digitaler Aussteuerung um 6 dB niedriger. Daraus resultiert ein höherer analoger Headroom, aber auf Kosten eines höheren Noise Floors. Diese Abgleiche sind keine Funktion des Lautsprechers, sondern der Quelle – siehe Abbildung unten.



Dann wird das Signal auf eine akustische Ausgangsleistung des Lautsprechers abgeglichen, die in dem benötigten Pegel an der Hörposition resultiert. Hierzu sind folgende Schritte nötig:

- Ein aus Rosa Rauschen bestehendes Abgleichsignal wird mit 0 dBu in das Mischpult eingespeist.
- Die Verstärkung wird irgendwo am Pult so eingestellt, dass auf der Anzeige -18 dBFS oder -20 dBFS angegeben werden.
- Dann wird die Eingangsempfindlichkeit jedes Lautsprechers so angepasst, dass bei diesem Signal der reproduzierte akustische Pegel an der Hörposition folgenden Wert ergibt:
 - 85 dB Schalldruck (für die Filmindustrie) oder
 - 79-83 dB Schalldruck (für die Rundfunkindustrie, aufgrund des niedrigeren Wiedergabepegels in Privatwohnungen).Diese Messungen werden mit einem Schalldruckmesser durchgeführt, der auf "C-bewertet" und "Langsam" eingestellt ist.

Alle Lautsprecher haben eine Eingangsbedämpfung (hinter dem D/A-Wandler bei Versionen mit Digitaleingang) integriert, mit der man die akustische Ausgangsleistung so einstellen kann, dass er mit diesen Eingangssignalen diesen Referenzpegel unter typischen Bedingungen erreicht.



Wie gleiche ich die Laufzeit meiner Lautsprecher ab?

Die Laufzeit der Lautsprechertreiber wird bereits in der Produktionsphase aufeinander abgestimmt. Nachdem die Lautsprecher im Abhörraum installiert wurden, sollte der Schall jedes Lautsprechergehäuses zum gleichen Zeitpunkt an der Hörposition ankommen. Am einfachsten und billigsten lässt sich dies erreichen, indem man die Lautsprecher auf einem Kreisbogen aufstellt. Wenn dies nicht möglich ist, muss man die Laufzeit der näher an der Hörposition stehenden Lautsprecher verzögern, um die frühere Ankunft des Schalls zu kompensieren. Die Formel hierfür lautet:

$$t_{\text{Verzögerung}} = (d_{\text{max}} - d_{\text{Lautsprecher}}) / c$$

Hierbei gilt:

- $t_{\text{Verzögerung}}$ ist die Zeitverzögerung in Sekunden, die zur Kompensierung der kürzeren Hördistanz dieses Lautsprechers erforderlich ist.
- d_{max} ist die Distanz des am weitesten von der Hörposition entfernten Lautsprechers
- $d_{\text{Lautsprecher}}$ die Distanz des am kürzesten von der Hörposition entfernten Lautsprechers, der zeitlich verzögert werden muss
- c ist die Schallgeschwindigkeit in der Luft bei 20° C = 344 m/sec. bzw. 1120 Fuß/sec., wenn die Entfernungen in Fuß gemessen wurden, oder 13440 Zoll/sec., wenn die Entfernungen in Zoll gemessen wurden.

Beispiel:

Die Lautsprecher des Rear-Kanals sind 2,3 m von der Hörposition entfernt. Die linken, mittleren und rechten Front-Lautsprecher sind 2,1 m von der Hörposition entfernt. Die erforderliche Laufzeitverzögerung für die drei Front-Lautsprecher beträgt:

$$t_{\text{Verzögerung}} = (2,3 - 2,1) / 344 = 5,81 \times 10^{-4} \text{ sec} = 0,581 \text{ ms}$$

Um die nachteiligen Auswirkungen (Kammfiltereffekt) von unterschiedlichen Laufzeiten aufgrund von unterschiedlichen Lautsprecherentfernungen über 15 kHz zu halten und dadurch unhörbar zu machen, muss der Verzögerungsunterschied weniger als 33 µs betragen. Dies entspricht einem Unterschied in den Lautsprecherentfernungen von 1,2 cm (0,5 Zoll).

Laufzeitverzögerungen sind häufig an den Monitorausgängen von Mischpulten nicht verfügbar oder besitzen im Falle von Heimkino-Decodern eine grobe Auflösung.

Der Laufzeitabgleich bei Subwoofern erfolgt mit dem "Phase"-Regler. Dieses Verfahren wird im Bedienungshandbuch des Subwoofers beschrieben.

Zur Lösung dieser Probleme bieten wir Produkte in der D-Variante mit eingebautem Delay an wie z.B. KH 120 D und KH 310 D.



Worin unterscheiden sich Nahfeld- und Midfield/Hauptmonitore?

Nahfeld- und Midfield/Hauptmonitore unterscheiden sich hauptsächlich in ihrem maximalen Schalldruckpegel und Abstrahlverhalten. Es spielen noch andere Faktoren eine Rolle, aber hier werden nur diese beiden Hauptfaktoren detailliert beschrieben.

Maximaler Schalldruckpegel

Bei geringerer Entfernung zwischen Monitor und Hörposition muss der Lautsprecher weniger Schalldruck erzeugen als bei einer größeren Entfernung, um die gleiche Lautstärke an der Hörposition zu erzielen. Hierbei nimmt der Schalldruckpegel unter Freifeldbedingungen bei jeder Verdopplung der Entfernung um 6 dB ab, unter Hörbedingungen im Studio um nur etwa 3 - 4 dB.

Da Midfield- und Hauptmonitore häufig dazu dienen, das Musikmaterial einer größeren Zuhörergruppe vorzustellen (Präsentation gemischten Materials, um einen optimalen Eindruck zu erzielen), kann an der Hörposition ein höherer Schalldruck erforderlich sein, was wiederum noch höhere Anforderungen an die Lautsprecher stellt.

Beispiel:

(SPL = Sound Pressure Level)

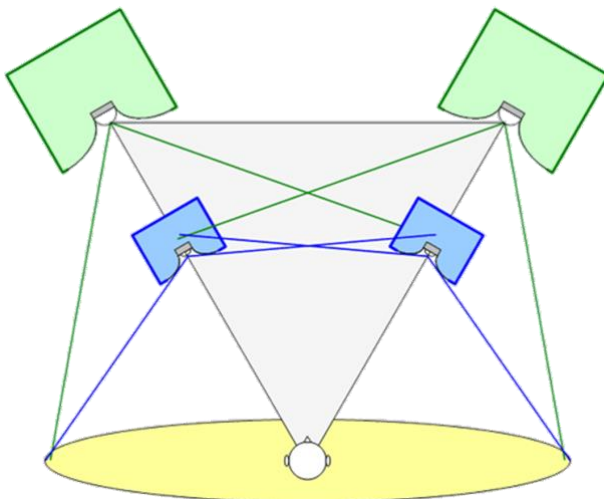
Bei einem Nahfeldmonitor ist der maximale Schalldruck = 111,1 dB SPL bei 1 m. Bei einer Hörentfernung von 1,4 m (4') wäre der maximale Schalldruck = 108,2 dB.

Bei einem Midfield-Monitor ist der maximale Schalldruck = 120,0 dB SPL bei 1 m. Bei einer Hörentfernung von 2,2 m (6'6") wäre der maximale Schalldruck = 113,2 dB.

Dies bietet einen Headroom von 5 dB, um „die Kunden zu beeindrucken“.

Abstrahlverhalten

Im Vergleich zu Midfield- und Hauptmonitoren ist die Entfernung zwischen Monitor und Hörposition bei Nahfeldmonitoren geringer. Dennoch benötigt man in der Regel die gleiche Bewegungsfreiheit entlang des Mischpults bei gleichbleibender Klangqualität. Daher sollte bei größeren weiter entfernt stehenden Monitoren, der Abstrahlwinkel kleiner sein.





Durch die größere Entfernung zwischen Monitor und der Hörposition wird der Charakter des Raums, z. B. Moden und Reflexionen, stärker einbezogen. Um die Auswirkungen dieser Einflüsse auf die wahrgenommene Klangqualität unter Kontrolle zu halten, sollte daher der Abstrahlwinkel bei größeren Monitoren kleiner sein.

Umgekehrt werden Nahfeldmonitore häufig in beengten Räumlichkeiten eingesetzt und müssen daher klein und kompakt sein. Physikalisch bedingt nimmt der Abstrahlwinkel bei einer bestimmten Frequenz mit kleiner werdendem Durchmesser eines Lautsprecherchassis zu. Außerdem vergrößert sich der Abstrahlwinkel zu niedrigeren Frequenzen hin. Wenn man einen Tweeter und einen Woofer kombiniert, um ein ausgewogenes und konstantes Abstrahlverhalten zu erzeugen, muss auch der Tweeter bei der Trennfrequenz einen breiten Abstrahlwinkel besitzen.

Fazit:

Nahfeld-Monitore:

- breiter Abstrahlwinkel aufgrund geringer Hörentfernungen
- kleinere Woofer besitzen breitere Abstrahlwinkel
- kompaktes Gehäuse verhindert auch bei geringen Hörentfernungen die Lokalisierung der einzelnen Treiber
- geringerer maximaler Schalldruck

Midfield/Hauptmonitore:

- kleinerer Abstrahlwinkel verringert unerwünschte, negative Raumeinflüsse
- große Woofer-Durchmesser führen zu stärker gerichtetem Abstrahlverhalten
- höherer maximaler Schalldruck
- andere Auslegung der Akustikregler zur Anpassung der Monitore an die Aufstellungsbedingungen