

BOSE

PROFESSIONAL



Lautsprecher für die abgehängte Montage

Design Guide

Deutsch

Übersicht

3

Einführung.....

3

Systemdesign-Tools

3

Übersicht.....

3

Design-Richtlinien.....

3

Design-Arbeitsblatt

4

Modellauswahl

4

Schritt 1: Lautstärke

4

Schritt 2: Montagehöhe

4

Schritt 3: Frequenzgang

5

Schritt 4: Abstrahlwinkel

5

Schritt 5: Die benötigte Verstärkerleistung berechnen.....

8

Leistungstabellen

9

FS2P

9

DM3P

9

DM5P

9

DM6PE

10

Millimeterpapier

11

Übersicht

Einführung

Mit diesem Design Guide können Sie Designs für Anwendungen mit Lautsprechern für die abgehängte Montage erstellen. Für Aufbaulautsprecher und Deckeneinbau-Lautsprecher haben wir separate Design Guides. Außerdem gibt es spezielle Design Guides für EdgeMax und FreeSpace 3 Sub-/Satellitensysteme. Weitere Informationen über unsere Lautsprecher und Technologien sowie zusätzliche Schulungsmaterialien und Tutorials finden Sie auf proedu.bose.com/learn.

Systemdesign-Tools

Neben diesem Guide stehen auf den Produktwebsites für Software und die einzelnen Lautsprecher auf **PRO.BOSE.COM** die folgenden Tools zur Verfügung:

- **Bose Modeler:** Fortgeschrittenes Simulations-Tool für Akustikdesign, einschließlich direkter und reflektierter Schallenergie sowie Speech Transmission Index (STI). Kostenlos unter pro.bose.com/modeler
- **Bose Business Music System Designer:** Webbasiertes automatisiertes Lautsprecher-Layout-Tool. Kostenlos unter pro.bose.com/BMSD
- **EASE .gll-Dateien:** Für die Anwendung mit AFMG EASE und EASE GLL Viewer Software. Mit EASE können Nachhallzeiten, Sprachverständlichkeit und weitere Akustikparameter simuliert werden. Der Download von EASE ist kostenpflichtig. EASE GLL Viewer ist kostenlos verfügbar.
- **EASE Address-Dateien:** Für AFMG EASE Address (2D-Tool, Direktschallfeld) oder EASE Evac. EASE Address ist kostenlos verfügbar.
- **BIM-Dateien:** Im Revit-Format. Der Download von Revit ist kostenpflichtig.

Übersicht

Am Anfang eines jeden Systemdesigns steht eine Reihe von Anforderungen. Diese Anforderungen an das System können ganz einfach sein, z. B. „Es soll hervorragend klingen“, sie können aber auch äußerst detailliert sein, z. B. „Das System muss Hintergrundmusik 5 dB über dem Umgebungsgeräuschpegel im Hauptraum des Restaurants, der 65 dB beträgt, wiedergeben“. Die Herausforderung besteht darin, die richtige Zusammenstellung aus Anforderungen zu finden und sie in Kriterien für die Erstellung des Designs umzuwandeln. Denken Sie immer daran, dass Sie der Designer sind. Verlassen Sie sich bei der Planung eines Projekts also nicht nur auf die Berechnungen, sondern vertrauen Sie auch auf Ihre Intuition und Entscheidungskompetenz. Die in diesem Guide aufgeführten Lautsprecher für die abgehängte Montage eignen sich für die Montage in Höhen zwischen 2,4 und 10 Metern.

Um das passende System zusammenzustellen, müssen vier wichtige Anforderungen ermittelt werden:

Lautstärke: Welcher Schalldruckpegel (SPL) ist für diese Anwendung erforderlich?

Montagehöhe: Welche Lautsprecher eignen sich am besten für meine vorgesehene Montagehöhe?

Frequenzgang: Welcher Frequenzbereich ist für die vorgesehenen Audioinhalte erforderlich?

Abstrahlwinkel: Wie gleichmäßig muss der Klang im gesamten zu beschallenden Bereich sein?

Jede dieser Anforderungen lässt sich problemlos in eine Spezifikation umwandeln, die wir zur Erstellung unseres Systemdesigns verwenden können. Wenn wir die Bedürfnisse des Kunden in diesen vier Bereichen kennen, können wir ein Design entwerfen, das die Anforderungen nicht nur erfüllt, sondern die Erwartungen im Idealfall sogar übertrifft.

Für diesen Design Guide gehen wir davon aus, dass Sie sich mit den Systemanforderungen eines gewerblichen Audiosystems auskennen und sich nun auf die Auswahl der Lautsprecher, die Erstellung eines Lautsprecher-Layouts und die Bestimmung der nötigen Verstärkerleistung für das Design konzentrieren möchten.

Design-Richtlinien

Beim Erstellen eines Designs sollten Sie die folgenden Aspekte berücksichtigen:

- Montagehöhe (Abstand vom Abdeckgitter zum Boden)
- Maximaler SPL für die Anwendung (z. B. 70 dB SPL, Z-Bewertung)

Design-Arbeitsblatt

Mit dem folgenden Arbeitsblatt können Sie ein Design mit Bose Professional Lautsprechern erstellen.

Modellauswahl

Schritt 1: Lautstärke

Maximaler SPL

Vergewissern Sie sich, dass das von Ihnen ausgewählte Lautsprechermodell Ihre Anforderungen an die Lautstärke erfüllt. Wählen Sie Ihre Montagehöhe und gehen Sie in der Spalte nach unten, bis Sie Ihre gewünschte kontinuierliche Lautstärke erreichen. Modelle mit einer höheren Empfindlichkeit und höheren Leistungseinstellungen können auch eine höhere Lautstärke erbringen. Am Ende dieses Dokuments finden Sie Leistungstabellen zu den einzelnen Modellen.

Beispiel: Für ein Projekt, das 90 dB erfordert und in 5 Meter Höhe montiert werden soll, wäre der DM5P die richtige Wahl.

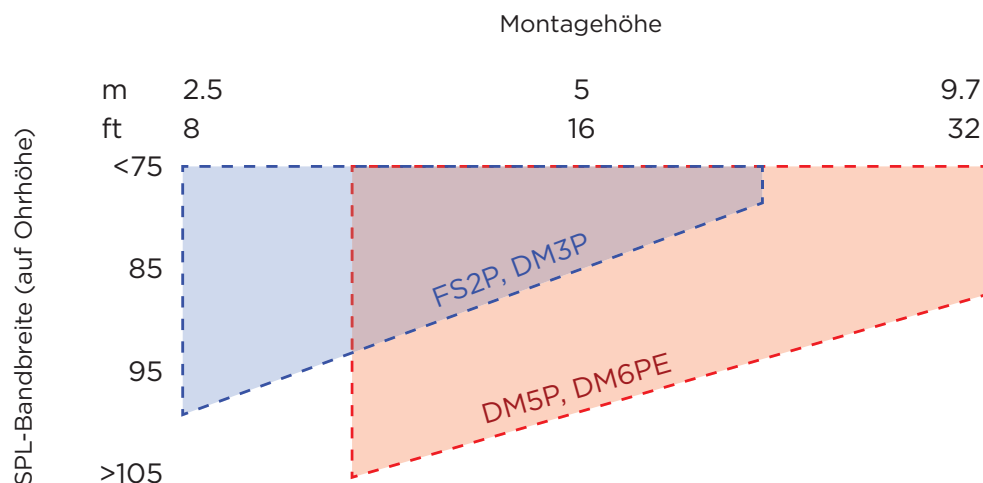
Modelle zur abgehängten Montage: Maximale kontinuierliche Lautstärke															
Montagehöhe		m	2,4	2,7	3	3,7	4	4,3	5	5,5	6	6,7	8	9,8	
		ft	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32	
DM3P	25 W Leistung		99	96	94	91	90	89	87	86	85	84	82	80	dB SPL
FS2P	16 W		100	97	95	92	91	90	88	87	86	85	83	81	
DM5P	50 W		105	102	100	97	96	95	93	92	91	90	88	86	
DM6PE	80 W		109	106	104	101	100	99	97	96	95	94	92	90	
	8 Ω		110	107	105	102	101	100	98	97	96	95	93	91	

Hinweis: Die obige Tabelle geht von einer Ohrhöhe von 1,5 Metern im Stehen in einer minimal überlappenden Konfiguration aus. Der Nachhall im Raum kann für eine Erhöhung der Lautstärke um bis zu 4 dB sorgen, was in den oben stehenden Werten nicht einberechnet ist. Bei Verwendung des Übertragers in 70/100 V-Systemen kommt es zu einer Einfügedämpfung von 1 bis 2 dB.

Schritt 2: Montagehöhe

Durchschnittlicher konischer Abstrahlwinkel und Woofer-Größen

Lautsprechermodelle mit kleineren Tieftontreibern haben einen breiteren Abstrahlwinkel und liefern bessere Ergebnisse bei niedrigen Montagehöhen. Lautsprechermodelle mit größeren Woofern und einem schmalen Abstrahlwinkel eignen sich besser für höhere Montagehöhen. Wählen Sie die Modelle, die sich für Ihre Montagehöhe eignen, und lassen Sie die anderen Modelle außer Acht.



Größe des Woofers	Modell	Empfindlichkeit (dB)	Höchste Leistung	Empfohlene Montagehöhen
2"-4"	DM3P	84	25 W	2,5 m-6,1 m
	FS2P	87	16 W	
5"-6,5"	DM5P	87	50 W	3 m-10 m
	DM6PE (70/100 V)	89	80 W	
	DM6PE (8 Ω)		100 W	

Schritt 3: Frequenzgang

Vergewissern Sie sich, dass der gewählte Lautsprecher Ihre Anforderungen an den Tieftonfrequenzgang erfüllt.

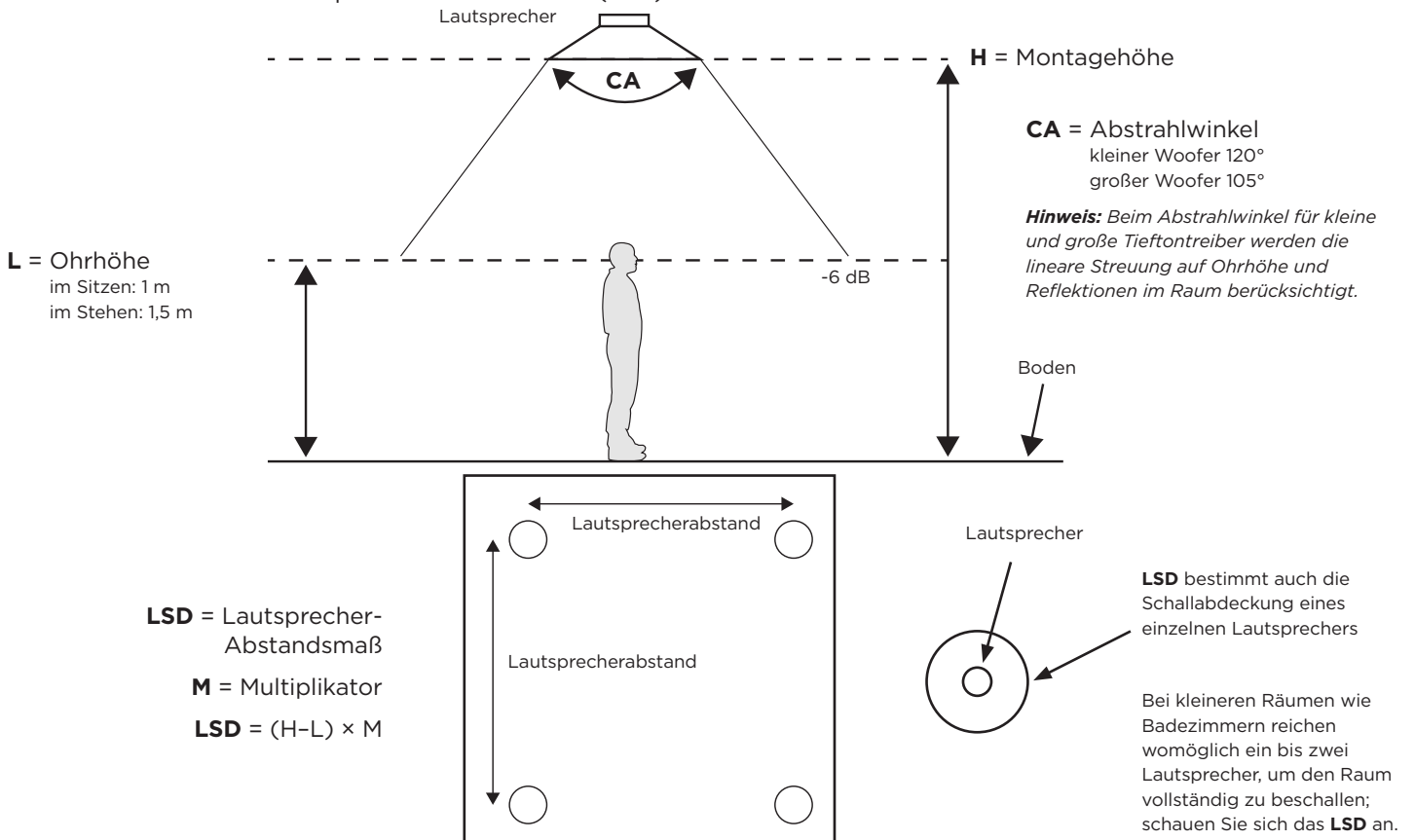
Sprachfrequenzbereich	Tiefton (-10 dB)	Fullrange	Tiefton (-10 dB)	Extended-Range	Tiefton (-10 dB)
FS2P	83 Hz	DM5P	65 Hz	Jeder Sprachfrequenzbereich- oder Fullrange-Lautsprecher in Kombination mit einem DM10P-SUB Subwoofer	40 Hz
DM3P	75 Hz	DM6PE	62 Hz		

Schritt 4: Abstrahlwinkel

Anzahl und Anordnung der Lautsprecher bestimmen

Das Ziel ist, einen rechteckigen Raum so mit kreisförmigen Abstrahlbereichen abzudecken, dass die gewünschte Dichte oder Überlappung erreicht wird. Mit dem Millimeterpapier auf der letzten Seite können Sie eine Layout-Skizze des Raumes erstellen. Gehen Sie mithilfe Ihrer Raumskizze die folgenden Schritte durch, um ein Layout mit dem passenden Lautsprecherabstand für Ihre Beschallungsanforderungen zu erstellen. Ein Berechnungs-Tool oder eine entsprechende Software können Ihnen dabei helfen. Mittlere oder größere festinstallierte Systeme für Hintergrundmusik oder Sprachdurchsagen haben in der Regel mindestens vier Lautsprecher für die abgehängte Montage pro Raum. Für kleine Räume, die nur einen Lautsprecher benötigen, verwenden Sie das **Lautsprecher-Abstandsmaß (LSD)**.

A. Berechnen Sie das Lautsprecher-Abstandsmaß (LSD)



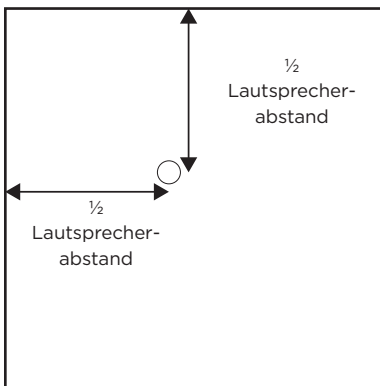
Abstrahlwinkel kleiner 2"-4"-Woofer	M (Multiplikator)	Modelle
Von Ecke zu Ecke	3,46	FS2P DM3P
Minimale Überlappung	2,45	
Von Mitte zu Mitte	1,73	

Abstrahlwinkel großer 5"-8"-Woofer	M (Multiplikator)	Modelle
Von Ecke zu Ecke	2,61	DM5P DM6PE
Minimale Überlappung	1,84	
Von Mitte zu Mitte	1,30	

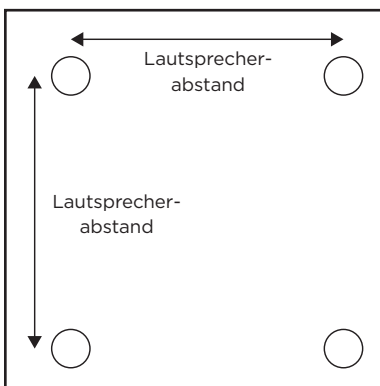
Die Multiplikatoren wurden anhand der **Abstrahlwinkel (CA)** ermittelt. Wir haben die Erfahrung gemacht, dass diese Multiplikatoren in den meisten Anwendungen funktionieren. Um genauere Ergebnisse zu erzielen oder Abschattungen zu berücksichtigen, verwenden Sie **Bose Modeler**, **EASE**, **EASE Address**, **EASE Evac** oder ein anderes Berechnungsprogramm.

Die Beschallungsvariante „Ecke zu Ecke“ kann in Räumen mit festen Steh-/Sitzplätzen für einen hochwertigen Klang sorgen und eignet sich in der Regel gut für Installationen mit einem begrenzten Budget. Sie bietet sich außerdem für Hintergrundmusik in Umgebungslautstärke oder leiser an. Installationen der Variante „Mitte zu Mitte“ haben eine höhere Dichte und sind dank der homogenen Abstrahlung auch für Räume geeignet, in denen es viele verschiedene Hörpositionen gibt oder die Raumaufteilung veränderbar ist. Außerdem weisen solche Installationen weniger tote Winkel auf. Mitunter sind auch Installationen mit minimaler Überlappung (oder von Mitte zu Mitte) erforderlich, wenn wichtige Durchsagen über das System wiedergegeben werden. **Bose Modeler** oder **EASE Evac** können Ihnen bei der Beurteilung der Sprachverständlichkeit helfen.

B. Platzieren Sie den ersten Lautsprecher bei $\frac{1}{2}$ LSD von einer Raumecke.

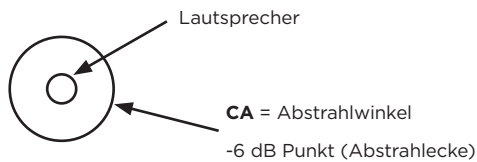


C. Die restlichen Lautsprecher werden mithilfe des LSD nach einem quadratischen Gittermuster angeordnet. Wenn ein Lautsprecher an oder hinter den Raumgrenzen platziert werden würde, löschen Sie diese Zeile/Spalte mit Lautsprechern.



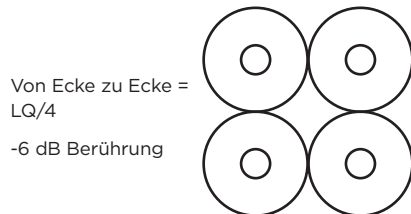
D. Nachdem der letzte Lautsprecher platziert wurde, richten Sie die Lautsprecher in dieser Zeile mittig aus, wodurch sich neue Abstände von den Wänden ergeben, die sich auch von $\frac{1}{2}$ LSD unterscheiden können.

- E. (Optional) Um die **Anzahl der Lautsprecher (LQ)**, die zur Abdeckung eines rechteckigen Raumes benötigt werden, schnell zu berechnen, gehen Sie folgendermaßen vor. Bei rechteckigen Grundrissen fällt die Gesamtmenge manchmal etwas geringer aus, wenn Sie die Zeilen anordnen. Sie können die Gesamtmenge auch gemäß Schritt B mithilfe von Millimeterpapier ermitteln, bis der Raum gefüllt ist.

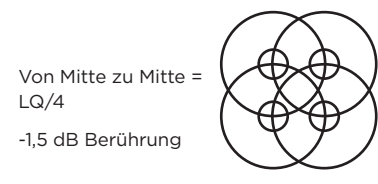
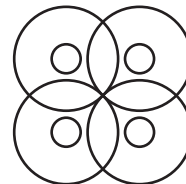


Fläche = Quadratmeterzahl des Raumes
(Länge × Breite)

$$LQ = \frac{\text{Fläche}}{\left[\frac{(H-L)}{2}\right]^2}$$



Minimale Überlappung =
LQ/4
-3 dB Berührung



Subwoofer: Anzahl und Platzierung der Subwoofer

Wie viele Subwoofer eingesetzt, wo sie positioniert und wie laut sie eingestellt werden sollten, hängt von der jeweiligen Situation ab. Dabei sind Einzelheiten wie die Platzierung, Boundary Loading, Raumgröße, das Verhältnis der Lautsprecheranzahl zur Menge der Subwoofer, Art der Musik und Raumnutzung, Budget und die Erwartungen der Zuhörer zu berücksichtigen. Generell sollten die folgenden Grundsätze eingehalten werden.

- Ergänzen Sie jeweils vier Sprachfrequenzbereich- oder Fullrange-Lautsprecher um einen Subwoofer.
- Die Subwoofer sollten so weit wie möglich voneinander entfernt platziert werden. Am besten ist es, Subwoofer innerhalb derselben Zone mindestens 12 Meter voneinander entfernt zu platzieren.
- Wenn innerhalb einer Zone zwei Subwoofer zum Einsatz kommen sollen, empfiehlt es sich unter Umständen, sie jeweils in einer Ecke zu platzieren, um hörbare Interferenzen zu vermeiden. Eine andere Möglichkeit ist, stattdessen drei Subwoofer zu verwenden. Dadurch entstehen zwar mehr Stellen mit hörbaren Interferenzen, die jedoch dort kleiner ausfallen, wo das Hallfeld (zusätzliche Raumreflektionen) dazu neigt, sie zu verdecken.
- Wird ein Deckeneinbau-Subwoofer im Abstand von höchstens 0,9 Metern zur nächsten Wand platziert, erhöht sich der Pegel um etwa 3 dB. Wenn der Subwoofer im Abstand von höchstens 0,9 Metern von einer Ecke platziert wird, erhöht sich der Pegel um weitere 3 dB (insgesamt 6 dB). Außerdem werden dadurch Reflektionen, die hörbare Interferenzen (Bassauslöschung) im Zuhörerbereich hervorrufen können, reduziert.
- Es empfiehlt sich, in unmittelbarer Nähe eines Subwoofers auch einen Sprachfrequenzbereich- oder Fullrange-Lautsprecher zu platzieren. Dies verhindert eine unerwünschte akustische Lokalisierung des Subwoofers.

Schritt 5: Die benötigte Verstärkerleistung berechnen

Alle FreeSpace FS und DesignMax Lautsprecher sind mit 70 Volt-, 100 Volt- und niederohmigen Verstärkern kompatibel.

Ermitteln Sie mithilfe der Leistungstabellen, welche Lautsprecherleistung für das Design benötigt wird.

- Suchen Sie in der Lautsprecher-Leistungstabelle die Spalte mit der Montagehöhe für Ihr Design.
- Gehen Sie in der Spalte nach unten bis zu Ihrem gewünschten maximalen SPL.
- Gehen Sie in der entsprechenden Zeile nach links, um die benötigte Leistung je Lautsprecher zu ermitteln.
- Berechnen Sie die nötige Verstärkerleistung:

$$\frac{\text{Anzahl der benötigten Lautsprecher}}{\times} \frac{\text{Erforderliche Leistung je Lautsprecher}}{=} \frac{\text{Benötigte Gesamtleistung}}$$

- Berechnen Sie die nötige Verstärkerleistung:

$$\frac{\text{Benötigte Gesamtleistung}}{\times} \frac{1,10}{\text{Reserve}} = \frac{\text{Verstärkerleistung}}$$

Verstärker: Beispiele für Verstärkerkonfigurationen

Moderne Verstärker sind mit unterschiedlich vielen Kanälen und verschiedenen Konfigurationsoptionen erhältlich, um verschiedene Ausgangskonfigurationen, Zonenbeschallungsoptionen und variierende Mengen von Lautsprechern zu ermöglichen. Ein sorgfältig optimiertes System benötigt unter Umständen nur einen Leistungsabgriff von niedrigen 1 oder 2 Watt, um in einem normalen Raum 70 dB Schallpegel zu erreichen. In der folgenden Tabelle ist aufgeführt, wie viele FS2P Lautsprecher auf der höchsten 70 bzw. 100 V-Leistungseinstellung des Lautsprechers angeschlossen werden können.

FreeSpace FS2P Lautsprecher Beispielverstärker	Maximale Anzahl an Lautsprechern bei höheren Leistungseinstellungen	EQ-Preset	Durchschnittlicher SPL*
FreeSpace IZA 190-HZ	5 bei 16 W, 10 bei 8 W Leistung	FS2C/SE/P	88 dB bei 16 W, 85 dB bei 8 W
FreeSpace IZA 2120-HZ	6 bei 16 W, 13 bei 8 W	FS2C/SE/P	
PowerShare PS404D	22 bei 16 W, 45 bei 8 W	FS2P	
PowerSpace P4150+	8 bei 16 W, 17 bei 8 W	FS2P	

* Montagehöhe 3 Meter mit Beschallungsvariante „Ecke zu Ecke“, stehende Hörer, 12 dB Crestfaktor rosa Rauschen/komprimierte Musik, direktes Schallfeld, keine Pegelerhöhung durch den Raum.

SmartBass: Anwendung der SmartBass Signalverarbeitung

Wenn Sie in Ihrem Design einen PowerSpace+ Verstärker, einen speziellen Bose DSP wie die CSP Sound Prozessor-Modelle für gewerbliche Anwendungen oder einen ControlSpace ESP oder EX verwenden, können Sie SmartBass auf Ihren Lautsprecher-Ausgangskanal anwenden. Dabei werden auf das jeweilige Modell und die Raumkalibrierung abgestimmte Bose EQ-Presets, ein dynamischer Equalizer und Auslenkungsbegrenzung eingesetzt. So wird verhindert, dass leisere Hintergrundmusik zu dünn klingt. Gleichzeitig wird ein über verschiedene Schalldruckpegel beständiger Klang gewährleistet. Bei höheren Lautstärken ist mit SmartBass eine musikalischere Begrenzung möglich als mit herkömmlichen Spannungs-Limitern.

Leistungstabellen

Dauerschalldruckpegel einzelner Lautsprecher

Hinweis: Die folgenden Leistungstabellen gehen von einer Ohrhöhe von 1,5 Metern im Stehen in einer minimal überlappenden Anordnung aus. Der Nachhall im Raum könnte für eine Erhöhung des Pegels um bis zu 4 dB sorgen, was in den Werten nicht berücksichtigt ist. Wenn Sie das Design ohne diese Pegelerhöhung erstellen, vermeiden Sie eine unterdimensionierte Planung. Wenn Sie den angestrebten Schalldruckpegel im Raum während der Messung überschreiten, können Sie vor Ort die Verstärkung verringern. Werte kleiner 70 dB werden in der Tabelle nicht aufgeführt, wählen Sie in diesen Fällen eine höhere Leistung.

FS2P

FS2P (Ohrhöhe im Stehen)														
Montagehöhe		m	2,4	2,7	3	3,7	4	4,3	5	5,5	6	6,7	8	9,8
		ft	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32
LEISTUNGS- ABGRIFF	1 W	88	85	83	80	79	78	76	75	74	73	71	-	dB SPL
	2 W	91	88	86	83	82	81	79	78	77	76	74	76	
	4 W	94	91	89	86	85	84	82	81	80	79	77	79	
	8 W	97	94	92	89	88	87	85	84	83	82	80	82	
	16 W	100	97	95	92	91	90	88	87	86	85	83	85	
	16 Ω	100	97	95	92	91	90	88	87	86	85	83	81	

DM3P

DM3P (Ohrhöhe im Stehen)														
Montagehöhe		m	2,4	2,7	3	3,7	4	4,3	5	5,5	6	6,7	8	9,8
		ft	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32
LEISTUNGS- ABGRIFF	3 W	89	87	85	82	81	80	78	77	76	74	73	70	dB SPL
	6 W	92	90	88	85	84	83	81	80	79	77	76	73	
	12 W	95	93	91	88	87	86	84	83	82	80	79	76	
	25 W	99	96	94	91	90	89	87	86	85	84	82	80	
	8 Ω	99	96	94	91	90	89	87	86	85	84	82	80	

DM5P

DM5P (Ohrhöhe im Stehen)														
Montagehöhe		m	2,4	2,7	3	3,7	4	4,3	5	5,5	6	6,7	8	9,8
		ft	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32
LEISTUNGS- ABGRIFF	3 W	92	90	88	85	84	83	81	80	79	77	76	73	dB SPL
	6 W	95	93	91	88	87	86	84	83	82	80	79	76	
	12 W	98	96	94	91	90	89	87	86	85	83	82	79	
	25 W	102	99	97	94	93	92	90	89	88	87	85	83	
	50 W	105	102	100	97	96	95	93	92	91	90	88	86	
	8 Ω	105	102	100	97	96	95	93	92	91	90	88	86	

DM6PE

DM6PE (Ohrhöhe im Stehen)														
Montagehöhe		m	2,4	2,7	3	3,7	4	4,3	5	5,5	6	6,7	8	9,8
		ft	8	9	10	12	13	14	16	18	20	22	26	32
LEISTUNGS- ABGRIFF	2,5 W	94	91	89	86	85	84	82	81	80	79	77	75	dB SPL
	5 W	97	94	92	89	88	87	85	84	83	82	80	78	
	10 W	100	97	95	92	91	90	88	87	86	85	83	81	
	20 W	103	100	98	95	94	93	91	90	89	88	86	84	
	40 W	106	103	101	98	97	96	94	93	92	91	89	87	
	80 W	109	106	104	101	100	99	97	96	95	94	92	90	
	8 Ω	110	107	105	102	101	100	98	97	96	95	93	91	

Millimeterpapier

