

Beschallung

1. Technische Grundlagen zu Lautsprechern

Lautsprecher sind Schallwandler.

Das bedeutet?

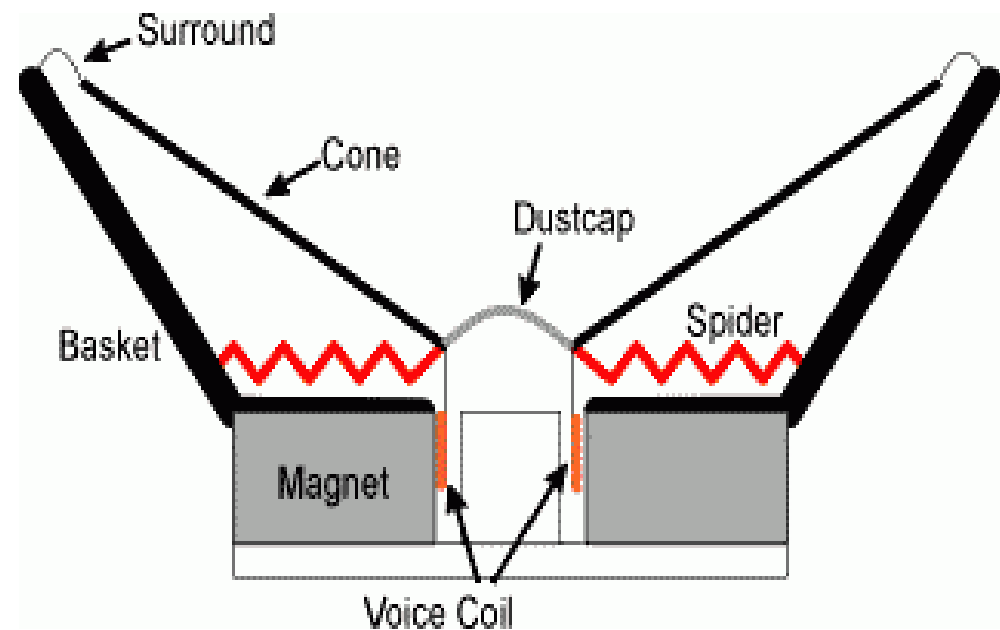
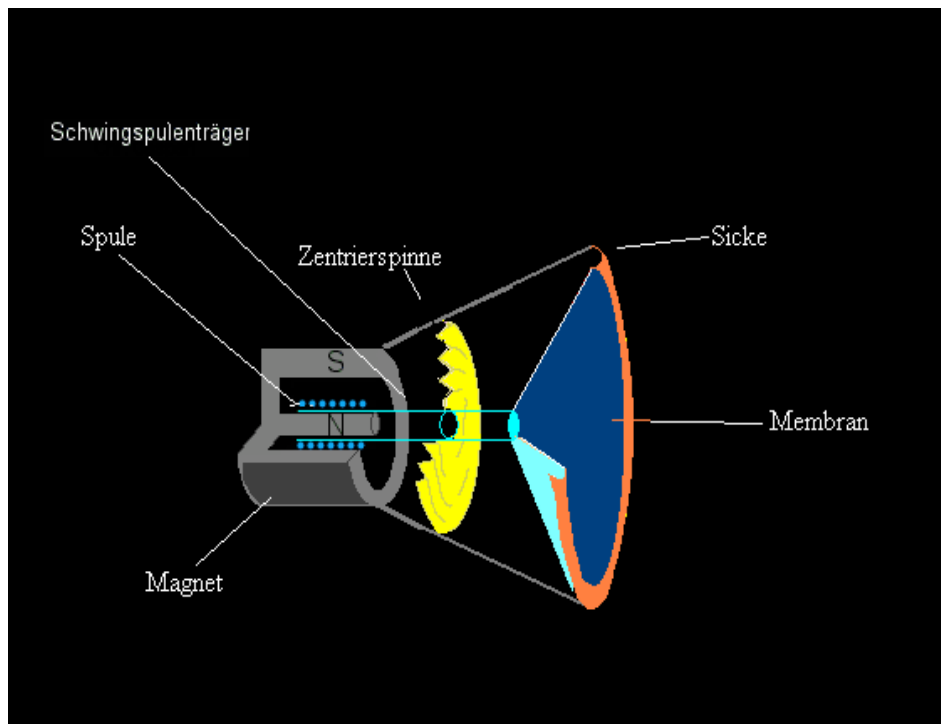
**Es gibt elektrostatische und elektrodynamische Schallwandler (und zunehmend auch magnetostatische);
in Lautsprechern wie in Mikrofonen.**

Nur umgekehrt.

Beschallung

1. Technische Grundlagen zu Lautsprechern

1. Grundsätzlicher Aufbau elektro-dynamischer Lautsprecher



Beschallung

1. Technische Grundlagen zu Lautsprechern

2. Wie kann eine einzelne Membran mehrere Frequenzen wiedergeben?

Während der Bewegung vor und zurück für eine tiefe Frequenz macht die Membran zusätzliche Bewegungen für höhere Frequenzen (Partialschwingungen).

Theoretisch kann also eine einzelne Membran funktionieren als breitbandiger full-range Punktschallstrahler.

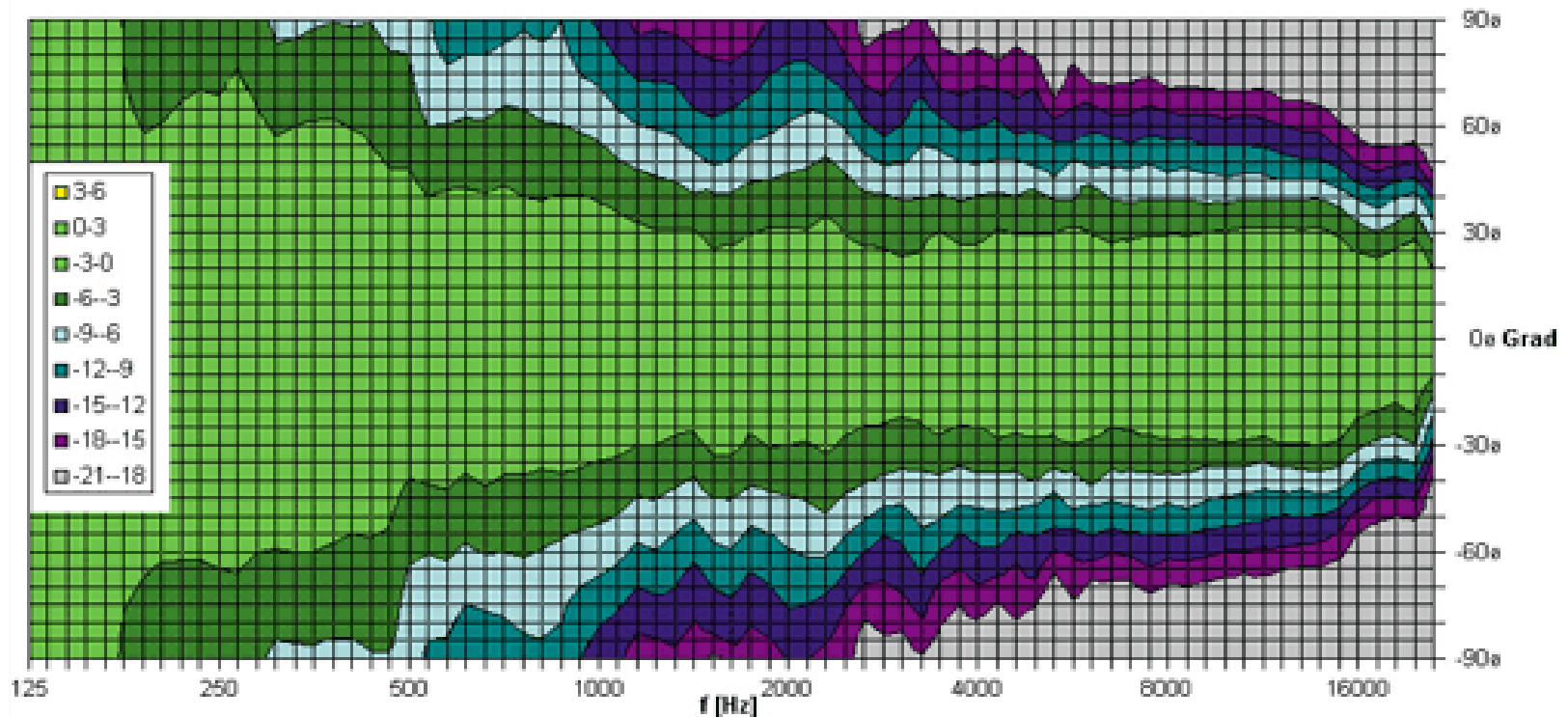
Das Problem dabei ist, eine Membran zu produzieren, die groß genug ist, und vor allem genug Hub hat, um 18Hz über eine weitere Strecke zu übertragen, aber trotzdem in der Lage ist, mit 18kHz zu schwingen.

Sie wäre zu schwer, die Masseträgheit wäre zu groß.

Beschallung

1. Technische Grundlagen zu Lautsprechern

3. Frequenzabhängige Direktivität von Lautsprechern

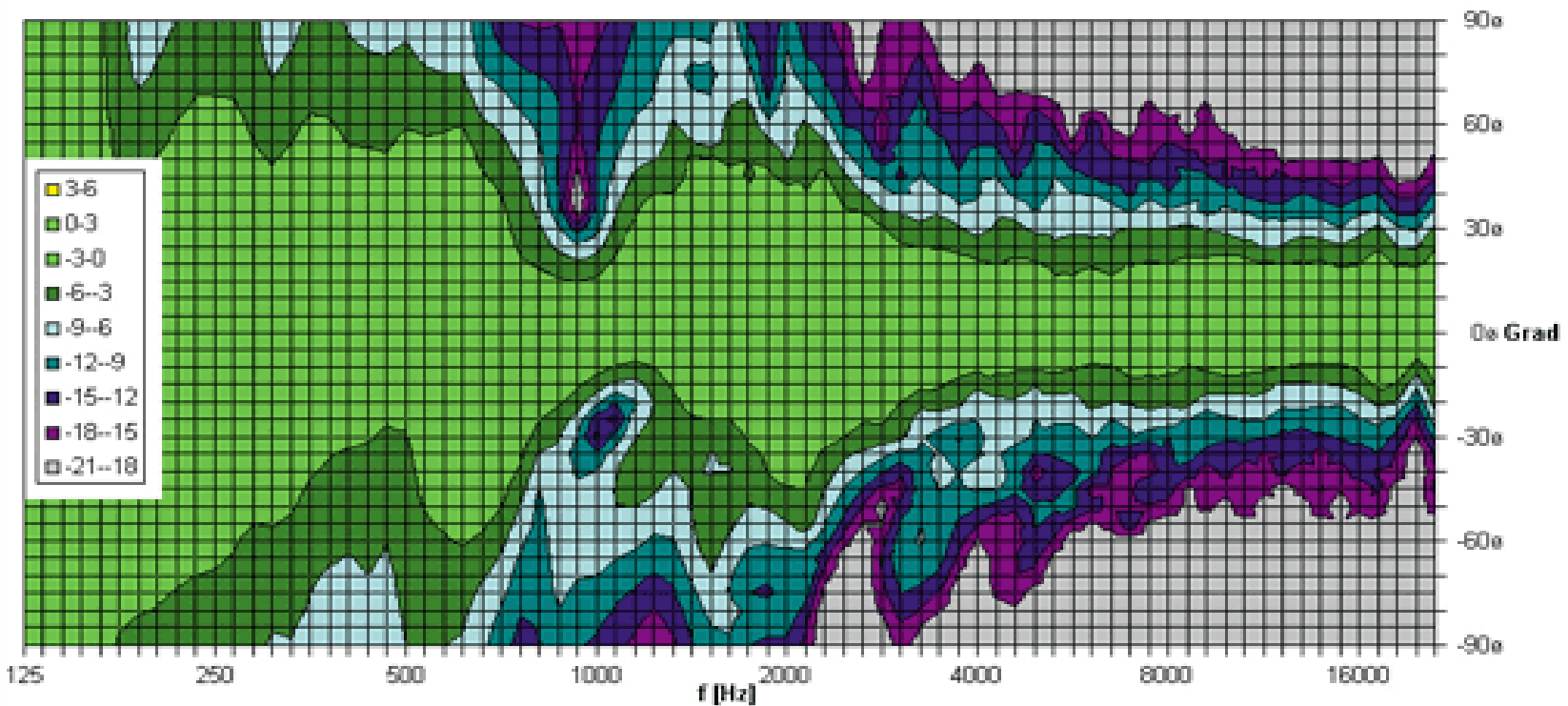


Klein&Hummel Pro-x-12-80 horizontale Abstrahlcharakteristik. Die Legende bedeutet „Anstieg oder Abfall des Schalldruckpegels in dB“ (Quelle: Klein&Hummel)

Beschallung

1. Technische Grundlagen zu Lautsprechern

3. Frequenzabhängige Direktivität von Lautsprechern



Klein&Hummel Pro-x-12-80 vertikale Abstrahlcharakteristik. (Quelle: Klein&Hummel)

Beschallung

1. Technische Grundlagen zu Lautsprechern

4. Wirkungsgrad (Effizienz)

Der Wirkungsgrad eines Lautsprechers wird angegeben in dB_{SPL} in 1W/1m.

Das bedeutet, es wird der Schalldruckpegel angegeben (relativ zu $0\text{dB}_{\text{SPL}} = 2 \times 10^{-5}$ Pascal bei 1kHz), gemessen mit einem Messmikrofon in 1 Meter Abstand auf der Achse eines Lautsprechers, an dem eine Leistung von 1 W anliegt.

Problem dabei:

Diese Messung findet in einem schalltoten Messraum statt, der sich in vielerlei Hinsicht von jedem Raum in der wirklichen Beschallungswelt unterscheidet!

Beschallung

2. Technische Grundlagen zur Verbindung von Leistungsverstärkern und Lautsprechern

1. Nennleistung und RMS

Die **Nennleistung** oder **Sinusleistung** ist definiert als die maximale Leistung eines Verstärkers bei:

- einem Sinuston mit der Frequenz 1kHz
- mindestens 10 Minuten Dauer
- bei einer Raumtemperatur von 15-35° C
- maximal 1% THD

Diese Parameter werden oft auch genutzt für die Angabe der Leistungsaufnahme von Lautsprechern.

Beschallung

3. Technische Grundlagen zur Verbindung von Leistungsverstärkern und Lautsprechern

1. Nennleistung und RMS

RMS: Root Mean Square (quadratischer Mittelwert oder Effektivwert).

Für Verstärker und Lautsprecher wird RMS üblicherweise angegeben für den gesamten Audiofrequenzbereich (20Hz – 20kHz) und der Wert erreicht auf diese Weise nur etwa 60% des Sinuswertes.

Was also sagt es uns, wenn bei einem Lautsprecher einfach dabei steht: 250W ?

Beschallung

3. Technische Grundlagen zur Verbindung von Leistungsverstärkern und Lautsprechern

2. Impedanz – Lautsprecher zusammenschalten

Parallelschaltung senkt die resultierende Eingangsimpedanz (Lastwiderstand):

$$1/R_{\text{total}} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + 1/R_4 \text{ etc.}$$

Achtung: Die meisten mit „speaker output“ bezeichneten Anschlüsse an Lautsprechern sind einfach Parallelanschlüsse!

Reihenschaltung addiert die resultierenden Lastwiderstände:

$$R_{\text{total}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \text{ etc.}$$

Beschallung

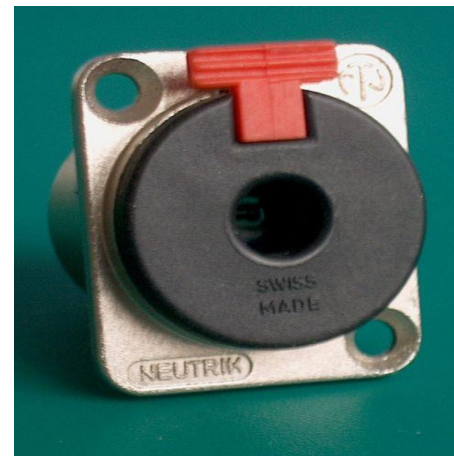
3. Technische Grundlagen zur Verbindung von Leistungsverstärkern und Lautsprechern

3. Anschlussvarianten

Grundsätzlich findet man heute (noch) 4 verschiedene Typen von Verbindungen zwischen Leistungsverstärkern und Lautsprechern:

1. TRS (Tip/Ring/Sleeve) oder Klinke (Jack plug):

Heute unüblich, in manchen Ländern ist der Einbau in Neugeräte verboten. Warum wohl?



Quelle: Neutrik AG

Beschallung

3. Technische Grundlagen zur Verbindung von Leistungsverstärkern und Lautsprechern

3. Anschlussvarianten

Grundsätzlich findet man heute (noch) 4 verschiedene Typen von Verbindungen zwischen Leistungsverstärkern und Lautsprechern:

2. XLR (Cannon plug): Heute zunehmend unüblich, in manchen Ländern ist der Einbau in Neugeräte verboten.



Quelle: Neutrik AG

Ton in Schauspiel, Oper, Ballett – sound, Medientechnik und Kunst

Beschallung

3. Technische Grundlagen zur Verbindung von Leistungsverstärkern und Lautsprechern

3. Anschlussvarianten

Grundsätzlich findet man heute (noch) 4 verschiedene Typen von Verbindungen zwischen Leistungsverstärkern und Lautsprechern:

3. Speakon: Heute Standard in den meisten Systemen. Verbaubar als 2-Pol- (passiv) oder 4-Pol- (controlled oder splitted) Verbindung.

Beide Verbindungen sind äußerlich kaum zu unterscheiden.



Quelle: Neutrik AG

Ton in Schauspiel, Oper, Ballett – sound, Medientechnik und Kunst

Beschallung

3. Technische Grundlagen zur Verbindung von Leistungsverstärkern und Lautsprechern

3. Anschlussvarianten

Grundsätzlich findet man heute (noch) 4 verschiedene Typen von Verbindungen zwischen Leistungsverstärkern und Lautsprechern:

4. Proprietäre Verbindungen: In manchen Systemen findet man (immer seltener) Spezialverbindungen, die für besondere Funktionen bei Controller-Lautsprecher-Dialogen entwickelt wurden.

Manche dieser Verbindungen haben bis zu 25 Pole (z.B. früher bei d&b).

Beschallung

4. Technische Grundlagen zu Frequenzweichen

Um mit nur einem Inputsignal mehrere Chassis zu betreiben, braucht es eine Möglichkeit, die Frequenzbereiche für die einzelnen Chassis voneinander zu trennen.

Ein 15“-Chassis mit 6cm Hub kann nicht 12kHz sauber übertragen; und man sollte nicht 45Hz mit 1kW an einen 1“-Tweeter geben.

Daher braucht man eine Frequenzweiche, um an jedes Chassis des Lautsprechers das passende Frequenzband mit der passenden Leistung zu bringen.

Generell unterscheiden wir aktive und passive Frequenzweichen. In ihren Funktionsprinzipien unterscheiden sich beide Bauweisen jedoch nicht.

Beschallung

4. Technische Grundlagen zu Frequenzweichen

Die meisten PA-Lautsprecher sind als 3-Wege- oder 2-Wege-Systeme ausgeführt.

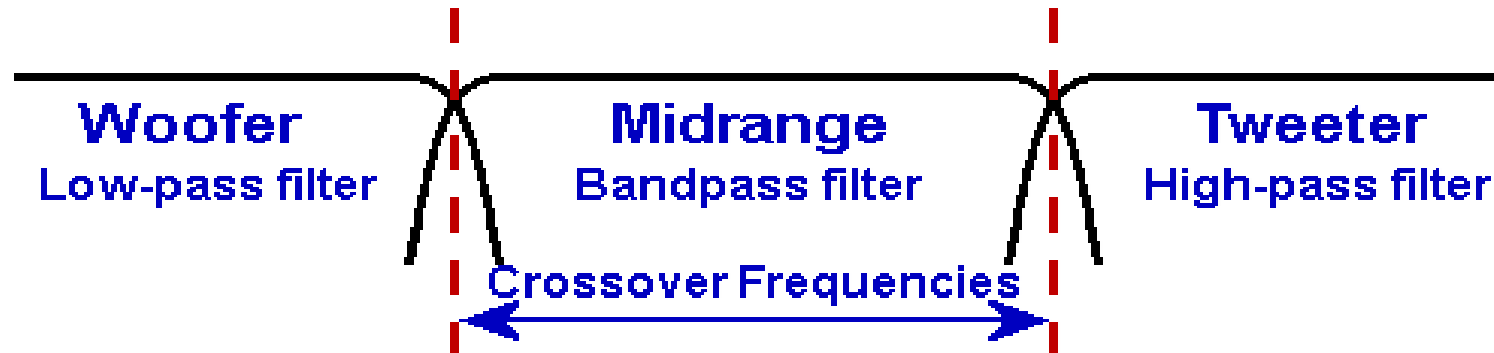
Das bedeutet, in eine Lautsprecherbox (Cabinet) sind 3 oder 2 Chassis für verschiedene Frequenzbänder eingebaut.

In diesem Fall (3-Wege) brauchen wir die Standardschaltung einer 3-Wege-Frequenzweiche, bestehend aus:

1. **Tiefpassfilter** für den Betrieb des Tieftöners,
2. **Bandpassfilter** für den Betrieb des Mitteltöners,
3. **Hochpassfilter** für den Betrieb des Hochtöners (auch „Tweeter“ genannt).

Beschallung

4. Technische Grundlagen zu Frequenzweichen



Generell arbeitet jede Frequenzweiche mit Filtern, die prinzipbedingt frequenzabhängig die Phase verschieben.

Je geringer die Flankensteilheit eines Filters, desto besser ist die Impulsgenauigkeit und desto weniger Phasenverschiebung findet statt, aber desto mehr „falsche“ Frequenzen gelangen zum Chassis.

Nur moderne digitale FIR-Filter können phasenlinear arbeiten. Bis vor wenigen Jahren ging dies mit Latenzen einher, die in manchen Beschallungssituationen grenzwertig oder sogar inakzeptabel sind.

Beschallung

5. Beschallungsmischpulte

Grundsätzlich kann jedes Mischpult für Beschallungsanwendungen eingesetzt werden, aber einige Aspekte sollten berücksichtigt werden, die im täglichen Einsatz hilfreich sind:

1. Flexibilität bei den Eingangskanälen

Bei Aufnahmen kann (und sollte man, wenn die Zeit hierfür da ist) meist die Mikrofone und ihre Position so lange ändern, bis der Klang den eigenen Vorstellungen entspricht.

Daher braucht man nicht wirklich (und sollte ihn auch nicht anfassen) einen EQ im Eingangskanal bei der Aufnahme.

Beschallung

5. Beschallungsmischpulte

Grundsätzlich kann jedes Mischpult für Beschallungsanwendungen eingesetzt werden, aber einige Aspekte sollten berücksichtigt werden, die im täglichen Einsatz hilfreich sind:

1. Flexibilität bei den Eingangskanälen

In der Livebeschallung hat man manchmal Zeit, Mikrofone und ihre Positionen zu ändern (meist hat man die nicht), aber man muss sie auch an den Raum unter Beschallung anpassen.

Vor allem aber muss hier die Vermeidung von Maskierungen, also das Aufräumen des Klangbildes, in den Eingangskanälen passieren.

Daher ist hier ein vollparametrischer Multiband-EQ in jedem Kanal unverzichtbar.