

# Beschallung

## 1. Technische Grundlagen zu Lautsprechern

**Lautsprecher sind Schallwandler.**

**Das bedeutet?**

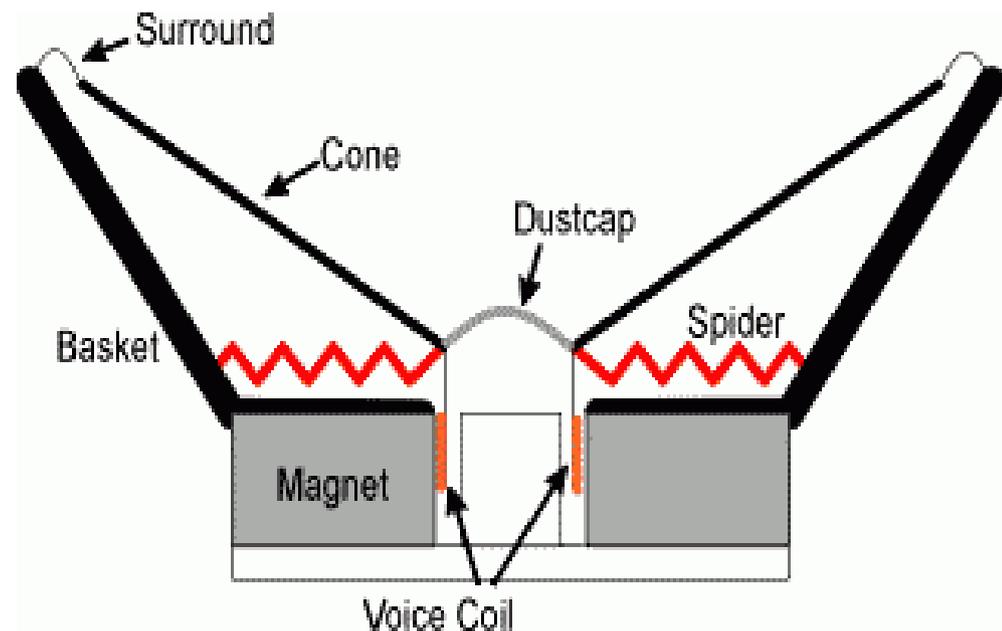
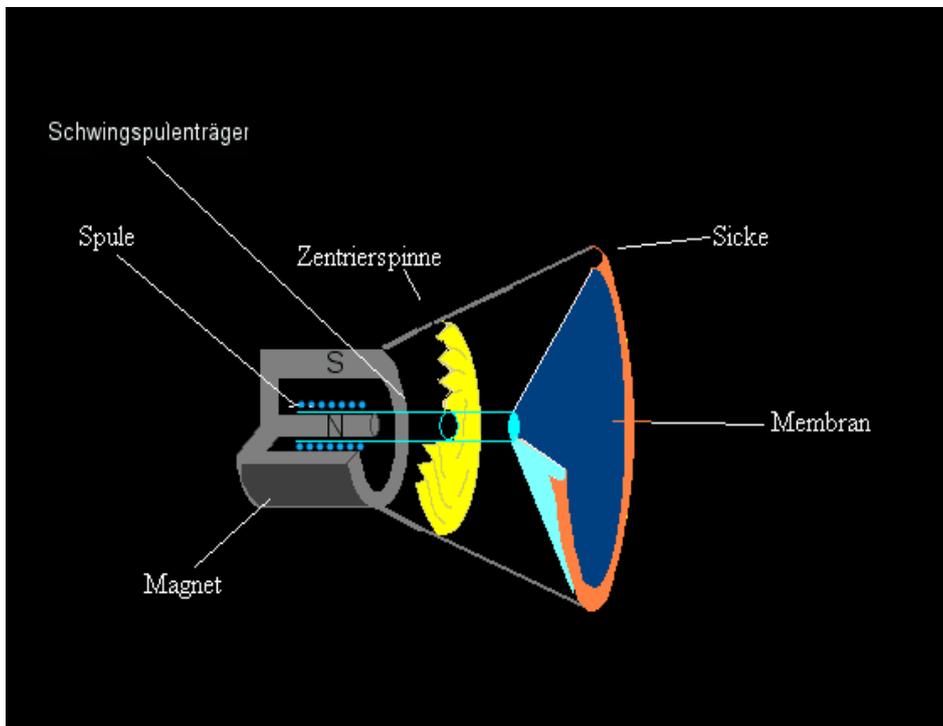
**Es gibt elektrostatische und elektrodynamische Schallwandler (und zunehmend auch magnetostatische);  
in Lautsprechern wie in Mikrofonen.**

**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.

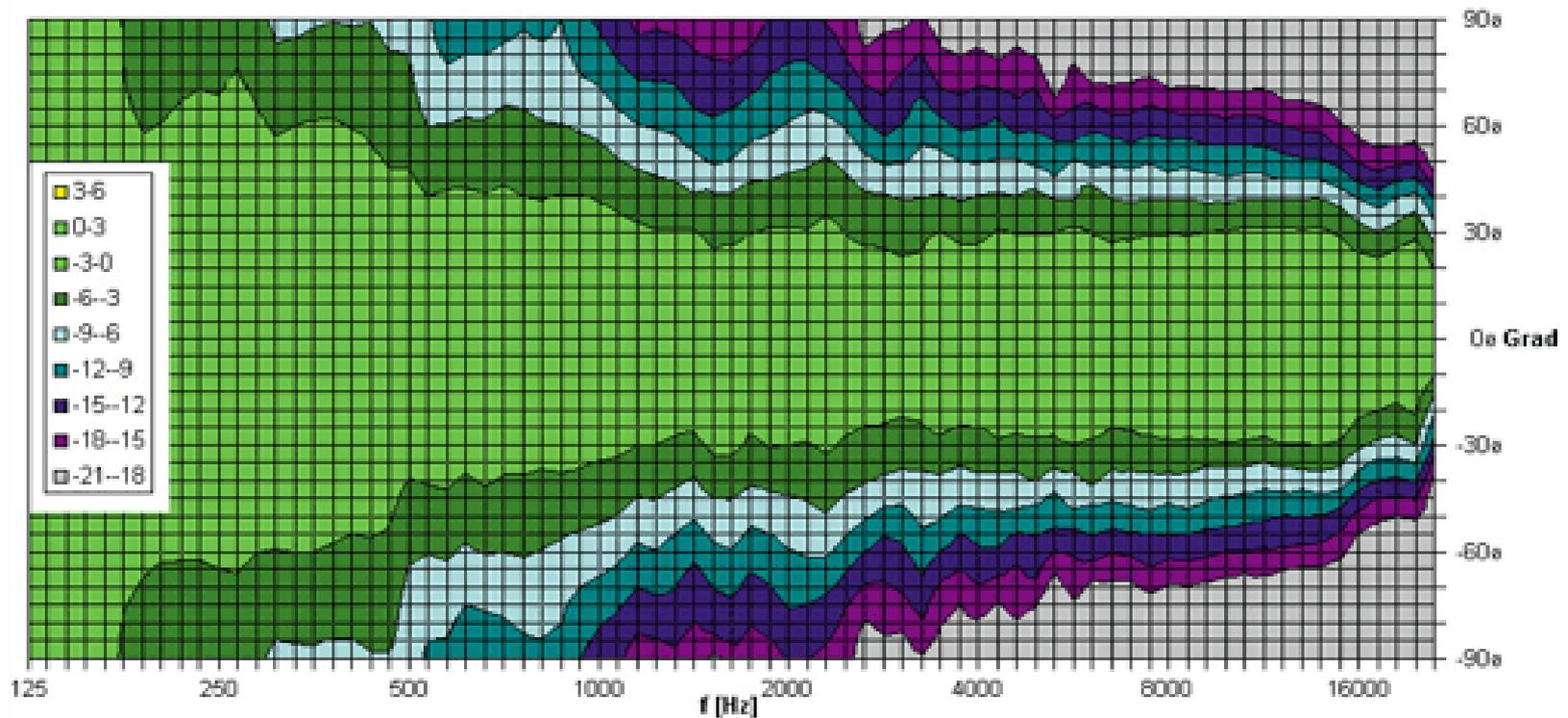
Das Problem dabei ist, eine Membran zu produzieren, die groß genug ist, und vor allem genug Hub hat, um 18Hz über eine weitere Strecke zu übertragen, aber trotzdem in der Lage ist, mit 18kHz zu schwingen.

Sie wäre zu schwer, die Masseträgheit wäre zu groß.

# Beschallung

## 1. Technische Grundlagen zu Lautsprechern

### 3. Frequenzabhängige Direktivität von Lautsprechern

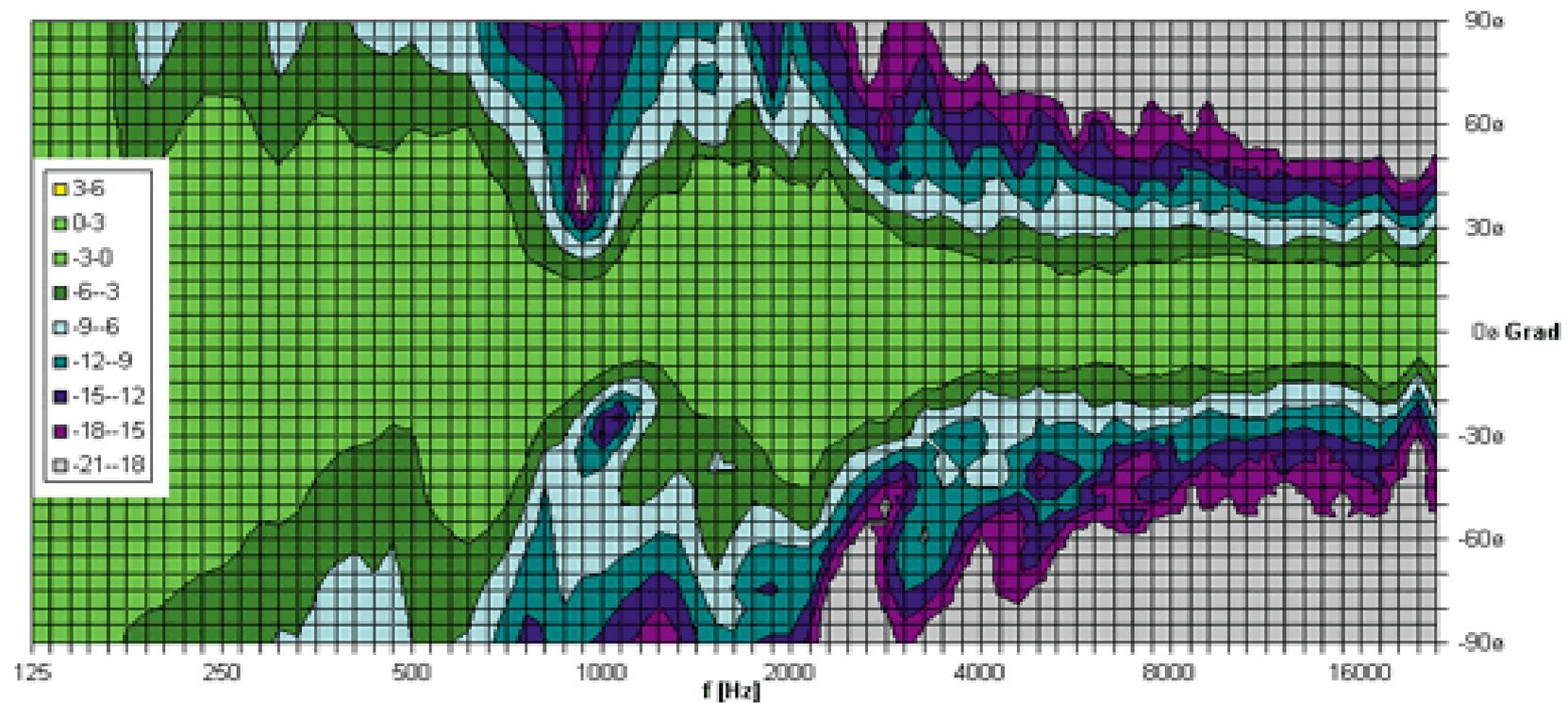


Klein&Hummel Pro-x-12-80 horizontale Abstrahlcharakteristik. Die Legende bedeutet „Anstieg oder Abfall des Schalldruckpegels in dB“ (Quelle: Klein&Hummel)

# 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  $\text{dB}_{\text{SPL}}$  in  $1\text{W}/1\text{m}$ .

Das bedeutet, es wird der Schalldruckpegel angegeben (relativ zu  $0\text{dB}_{\text{SPL}} = 2 \times 10^{-5}$  Pascal bei  $1\text{kHz}$ ), 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

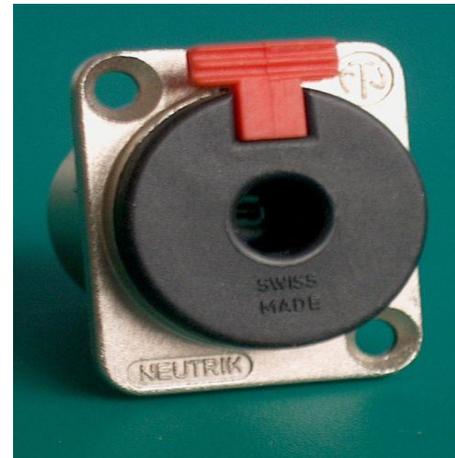
## 3. Technische Grundlagen zur Verbindung von Leistungsverstärkern und Lautsprechern

### 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

h\_da fb media Elective Sommersemester 2024 Sebastian Franke (Staatstheater Darmstadt)

# 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).