

Tontechnik 1

Lautsprecher



Prof. Oliver Curdt
Audiovisuelle Medien
HdM Stuttgart

Lautsprecher

- dynamisches Prinzip
 - Schwingspule im Dauermagnetfeld
 - Vorteile / Nachteile
- Konuslautsprecher
- Kalottenlautsprecher
 - kleine Membran
 - relativ große Kalotte
 - günstig für hohe Frequenzen



Lautsprecher

- kein idealer Wandler \Leftrightarrow Mikrofon
- Grenzschalldruck \sim „Membranverschiebevolumen“
= Membranhub \cdot Membranfläche
- Membranhub $\sim 1/f^2$!!!

Prof. Oliver Curdt

Lautsprecher

- „Membranverschiebevolumen“
 - \triangleq „Hubraum“ des Lautsprecher
 - Membrandurchmesser
 - max. Membranhub (Spitze – Spitze)
 - 13 mm Hub = $\pm 6,5$ mm
 - Höhe der Polplatte
 - Wickelhöhe Schwingspule
 - max. Auslenkung, ohne dass Schwingspule den Luftspalt verlässt
 - proportional zu Grenzschalldruck

Prof. Oliver Curdt

Richtwirkung von Lautsprechern

- Richtwirkung
 - etwa kugelförmig bis Membrandurchmesser $\approx \lambda/2$
 - Einfluss der Gehäuseabmessungen ab Größenordnung $\lambda/2$ zunehmend stärkere Richtwirkung
- Relation: abgestrahlte Wellenlänge und äußere Abmessungen des Lautsprechers bzw. der Lautsprecherbox
- Welligkeit im Frequenzgang bei Abweichungen von der Hauptabstrahlachse
 - Partialschwingungen der Membran

Prof. Oliver Curt

Lautsprecher

- Nachteile großer Lautsprechermembranen
 - Wirkungsgrad abhängig von
 - Anzahl der Windungen (Spule) im Magnetfeld
 - Stärke des Dauermagneten
 - zunehmende Bündelung bei hohen Frequenzen
 - Grenzen des Übertragungsbereiches kritisch
 - starker Pegelabfall (Spule zu träge wegen großer Masse)
 - starke Welligkeit im Frequenzgang

Prof. Oliver Curt

Frequenzgang von Lautsprechern

- unterhalb der unteren Grenzfrequenz
Pegelabfall von ca. 12 dB / Oktave

⇒ Verwendung von Mehrwegesystemen
mit Frequenzweichen

Prof. Oliver Curdt

Realer dynamischer Lautsprecher

■ Eigenschaften

- Impedanz ... frequenzabhängig
- Eigenresonanzfrequenz
 - Impedanzmaximum
 - nur geringe Stromaufnahme
 - geringe Spannungszufuhr genügt für große Auslenkung
- insgesamt schlechter Wirkungsgrad
 - ca. 1% Umsetzung der zugeführten Leistung

Prof. Oliver Curdt

Dynamische Lautsprecher

- aktive und passive Systeme
- aktiv: eigene Endstufe für jeden Lautsprecher
 - einfachere Entwicklung der Frequenzweiche
 - einfacher Pegelabgleich der Einzelsysteme

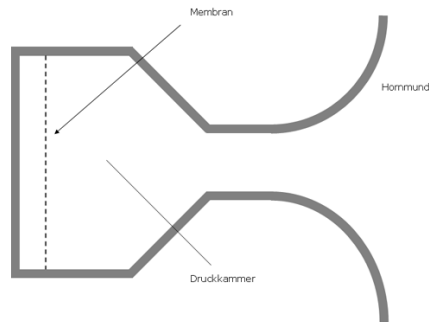
Prof. Oliver Curdt

Frequenzgang von Lautsprechern

- grundsätzliche Zielsetzung: Erweiterung des Frequenzganges zu tiefen Frequenzen (6 ... 10 dB Anhebung möglich)
 - „Horn“ – Lautsprecher
 - „Bassreflex“ – Lautsprecher
 - „Transmissionline“ – Lautsprecher

Prof. Oliver Curdt

Hornlautsprecher



Prof. Oliver Curdt

„Horn“ – Lautsprecher

- verbesserte Anpassung an spezifische Schallkennimpedanz der Luft
- zur Erzielung tiefer Grenzfrequenzen sehr große Gehäuse erforderlich, Hornöffnung (Querschnitt) folgt e-Funktion
- Anwendung in der Beschallungstechnik
- Vorteil: relativ hoher Wirkungsgrad

Prof. Oliver Curdt

„Horn“ – Lautsprecher

- Horn vor Kalotte: gezielte Richtwirkung und höherer Wirkungsgrad
- „front-loaded“
 - Horn an der Vorderseite des Lautsprechers
- „back-loaded“

Prof. Oliver Curdt

Front-loaded Hornlautsprecher



Prof. Oliver Curdt

Front-loaded Hornlautsprecher



Prof. Oliver Curdt

Front-loaded Hornlautsprecher



Prof. Oliver Curdt

Back-loaded Hornlautsprecher



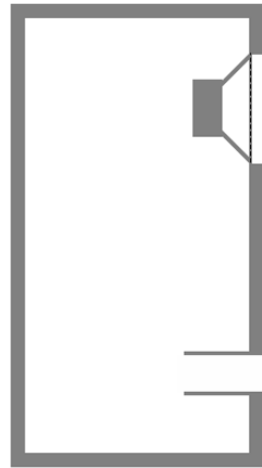
Prof. Oliver Curdt

Back-loaded Hornlautsprecher



Prof. Oliver Curdt

Bassreflex-Lautsprecher



Bassreflex-Prinzip



Prof. Oliver Curdt

„Bassreflex“ - Lautsprecher

- Ankopplung eines Helmholtz-Resonators bei tiefen Frequenzen
- Austreten von hohen Frequenzen aus dem Resonanzrohr vermeiden wg. möglicher Kammfiltereffekte
⇒ Bedämpfung des Innenraumes
- erweitert Frequenzgang und / oder reduziert erforderlichen Membranhub zu Lasten eines verschlechterten Impulsverhaltens und einem reduzierten Schalldruck bei sehr tiefen Frequenzen
⇒ Bass wirkt etwas „unsauber“

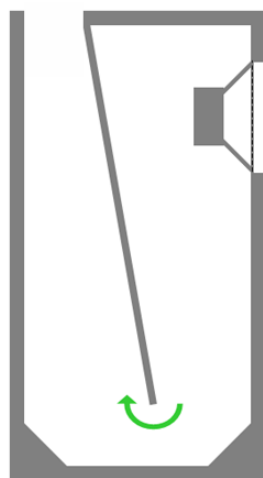
Prof. Oliver Curdt

„Bassreflex“ – Lautsprecher

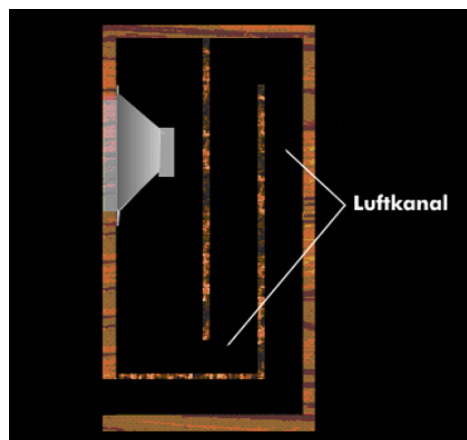
- -24 dB/Okt sonst -12 dB/Okt
- evt. Gehäuseresonanzen
- Standardlösung bei kleinen Lautsprechern
- Anwendung Heim- und PC-Bereich

Prof. Oliver Curdt

„Transmissionline“ – Lautsprecher



Transmissionline-Prinzip



Prof. Oliver Curdt

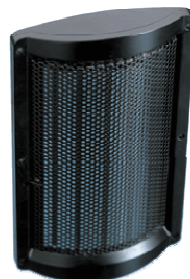
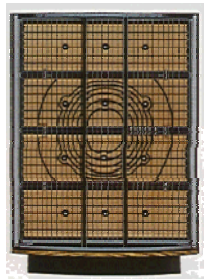
„Transmissionline“ – Lautsprecher

- Reduzierung des erforderlichen Membranhubes und Erweiterung des Frequenzganges durch Ankopplung eines $\lambda / 4$ – Resonators
 - Länge = $\lambda / 4$ (untere Grenzfrequenz)
- spezielle Gehäusebauformen erweitern den Frequenzgang zu tiefen f erhöhen den max. Grenzschalldruck
- keine Gehäuseresonanzen
- erfordert großes Gehäuse
- Einsatz vorwiegend im Heimbereich

Prof. Oliver Curdt

Elektrostatische Lautsprecher

- elektrostatisches Prinzip (z. B. Quad)
 - Membran als bewegliche Elektrode eines Kondensators
 - Richtcharakteristik „Acht“



Prof. Oliver Curdt

Elektrostatische Lautsprecher

- Impedanzverhalten
- kurzschlussfeste Endstufe
- Frequenzgang
- Vorteile / Nachteile

Prof. Oliver Curdt



PRODIGY



Elektrostatische Lautsprecher

- Kondensator-Lautsprecher
- hohes Auflösungsvermögen, da starker ganzflächiger Antrieb
- sehr gutes Impulswiedergabeverhalten wegen geringer Membranmasse
- niedriger Grenschalldruck vor allem bei tiefen Frequenzen

Prof. Oliver Curdt

Elektrostatische Lautsprecher

- mäßiger Wirkungsgrad, meist von dynamischen Basslautsprechern unterstützt (Hybrid-Elektrostat)
- erzeugt „ebene“ Wellen
- starke Richtwirkung schon bei mittleren Frequenzen
- dipolförmige Abstrahlcharakteristik („Acht“)
- mehrere Felder auf der Antriebsfolie bewirken verbessertes Rundstrahlverhalten