

Lautsprecher

1. Allgemein

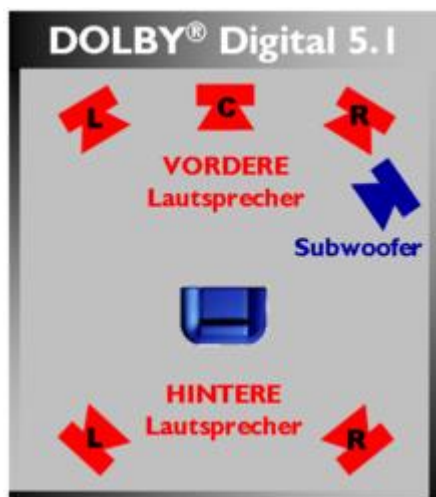
Lautsprecher sind Wandler, die ein meist elektrisches Signal in eine mechanische Schwingung (Schall) umwandelt.

Lautsprecher dienen hauptsächlich zur Schallerzeugung für Sprache und Musik für den Menschen. Der typische Arbeitsbereich liegt dabei von 20...50Hz bis hinauf zu 20kHz (Hörbandbreite des Menschen).

Es gibt auch andere Einsatzbereiche z.B. Sonar unter Wasser oder Untersuchung der Vibrationsempfindlichkeit.

Lautsprecher variieren in ihrer Größe je nach Einsatzgebiet. Vom kleinen Lautsprecher der in ein Ohr passt (In- Ear Headphones) bis hin zur Beschallung von Konzertsälen oder Kinosälen.

In der Film- bzw. Fernsehtechnik wird standardgemäß Dolby- Digital 5.1 verwendet. Das heißt 5 Lautsprecher und 1 Subwoofer werden in diesem System verwendet. Der erste Film in Dolby- Digital war Batman Returns (1992).



2. Kategorien nach Einsatzbereiche

Lautsprecher werden, neben der Bauart, auch einzelnen Abschnitte des menschlichen Hörspektrums zugeordnet.

Grundsätzlich unterscheidet man 3 Typen:

- Tieftöner (30Hz...500Hz)
- Mitteltöner (500Hz...4kHz)
- Hochtöner (4kHz...20kHz)

Des Weiteren gibt es noch Subwoofers für besonders niedrige Frequenzen (30- 150Hz). Diese sind für die Wiedergabe des Basses bzw. Tiefpasses sind.

Das Gegenteil dazu ist der sogenannte Superhochtöner, welche in einem Frequenzbereich von

10kHz...20kHz arbeiten.

Der sogenannte Breitbänder gibt näherungsweise den gesamten hörbaren Frequenzbereich wieder.

3. Arten von Lautsprecher

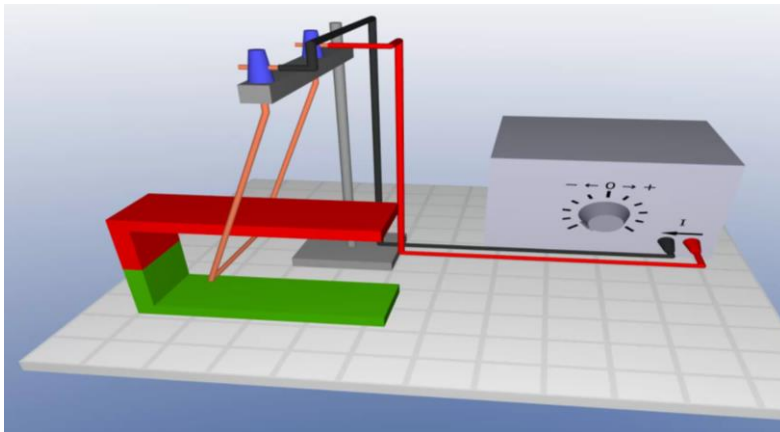
3.1. dynamischer Lautsprecher

Dynamische Lautsprecher arbeiten nach dem elektrodynamischen Prinzip und sind am weitesten verbreitet. Diese können noch je nach Bauart unterteilt werden:

- Tauchspulenlautsprecher
- Magnetostatische Lautsprecher
- Elektrostatische Lautsprecher

3.1.1. elektrodynamisches Prinzip

Beindet sich ein stromdurchflossener Leiter in einem Magnetfeld, so kommt es zu einer mechanischen Bewegung des Leiters. Die Richtung der Bewegung hängt von der Richtung des Stromes ab. Der Leiter übt dabei eine Kraft aus, die sogenannte Lorentzkraft.



3.1.2. Funktion und Aufbau

Bei Tauchspulenlautsprechern wird die Membran, an deren Ende sich Spulen befinden, durch die Lorentzkraft in Schwingung versetzt. Das magnetische Feld wird von einem Permanentmagneten gebildet. Dieser wird benötigt, um ein konstantes Feld zu erzeugen.

Die Magnetmaterialien werden üblicherweise Ferrite, Aluminium-Nickel-Kobalt oder Neodym-Eisen-Bor verwendet. Der Vorteil von Neodym-Magneten ist die hohe Feldstärke, allerdings beträgt die Curie-Temperatur nur 200°C. (entmagnetisiert).

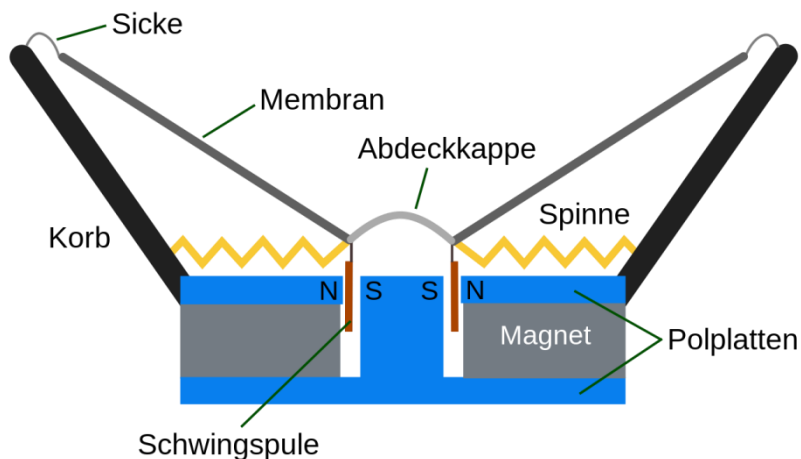
Die Membran besteht aus einem äußeren und einem inneren Bereich. Der innere Bereich wird häufig als Staubkappe oder Abdeckkappe bezeichnet.

Eine Zentrierspinne und die Sicke sind für die Rückführung der Membran in ihre Ruhelage verantwortlich und für die Zentrierung der Schwingspulen verantwortlich. Des Weiteren ist die Sicke

verantwortlich damit es zu keinem Luftaustausch zwischen Vorder- und Rückseite der Membran kommt.

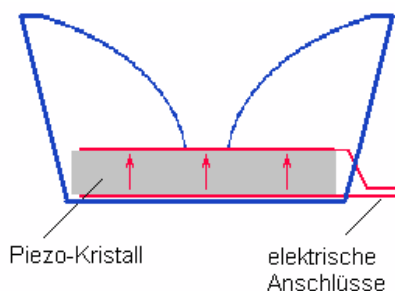
Je tiefer der Ton sein soll, desto mehr Luftvolumen muss für gleiche Lautstärke verschoben werden. Tieftöner besitzen daher eine große Membran, und ein Hochtöner eine kleine Membran

Zur möglichst unverfälschten Wiedergabe des Originaltons ist ein annähernd geradliniger Frequenzgang notwendig. Jedoch sind Membran (Gewicht, Steifigkeit), Nachgiebigkeit von Sicke bzw. Spinne und die Felder von Spule/Magnet für das Verhalten verantwortlich. → Lösung: Berechnung Thiele-Small- Parameter



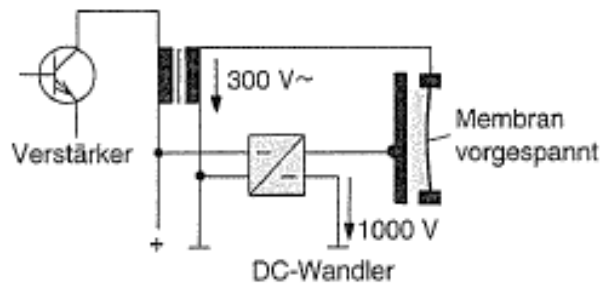
3.2. Piezoelektrischer Lautsprecher

Bei Anlegen von elektrischer Spannung wird die Länge eines Stoffes verändert. Zwei Plättchen, die aus einem Kristall herausgeschnitten wurden, werden als Biegeschwinger zusammengefügt. Dieses Kristallelement wird dann an die Membran befestigt. Wegen der geringen Amplitude wird dieses System hauptsächlich für Hochtöner oder Kopfhörer verwendet.



3.3. Kondensator- Lautsprecher

Einer festen Platte steht eine bewegliche Membran gegenüber. Durch eine Gleichspannung ist die Membran vorgespannt. Die Signalspannung erzeugt eine mehr oder weniger starke Anziehung der Membran. Auch hier sind die Amplituden eher gering und werden daher hauptsächlich als Hochtöner verwendet.



4. Thiele- Small- Parameter

Die Thiele- Small- Parameter (TSP) beschreiben das Verhalten eines dynamischen Lautsprechers in der Nähe der Resonanzfrequenz. Sie ermöglichen auch eine relativ einfache Berechnung des Lautsprechergehäuses.

Die Bestimmung der TSP erfolgt durch Messung des elektrischen Impedanzverlaufs des Lautsprechers, die Federfestigkeit der Membranspannung etc.

Die Abkürzungen der TSP :

Z_{max} : maximale Impedanz

R_e : minimaler Widerstand der Impedanzkurve (Gleichstromwiderstand)

f_s : Resonanzfrequenz der Membran

D : Durchmesser des Chassis

S_d : Membranfläche

Q_{ts} : Gesamtgüte des Chassis

Q_{ms} : mechanische Güte des Chassis

Q_{es} : elektr. Güte des Chassis, wenn nur R_e (Gleichstromwiderstand des Drahtes) berücksichtigt wird

L_e : Induktivität der Schwingspule (ist stark frequenzabhängig)

V_{as} : äquivalentes Luftvolumen das auf eine Membran die gleiche Federkraft ausüben würde wie die Membran durch die Aufhängung erfährt

M_{ms} : schwingende Masse (ohne mitschwingende Luftmasse)

C_{ms} : Nachgiebigkeit der Membranaufhängung

BL : Kraftfaktor bzw. Antriebsfaktor

η_o : Referenzwirkungsgrad

SPL : mittlerer Schalldruck in dB bezogen auf 1W und 1m Abstand

M_a : bei der 2. Messung verwendete Zusatzmasse

V_o : bei der 2. Messung verwendetes Volumen des Testgehäuses in Gramm

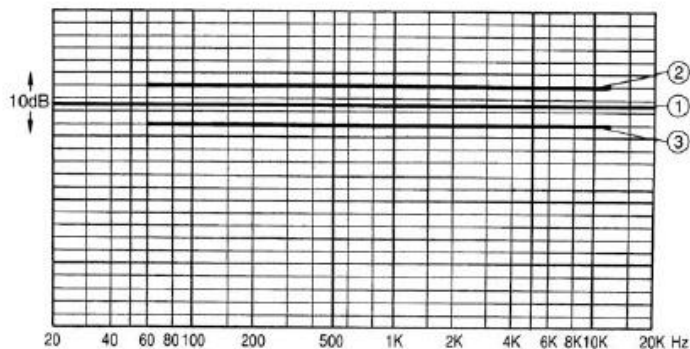
5. Elektrische Eigenschaften

5.1. Frequenzgang

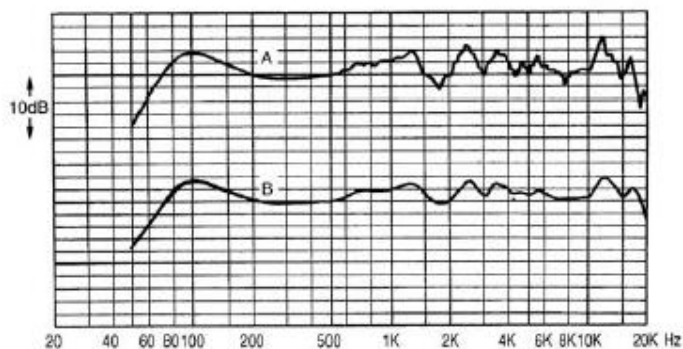
Grundsätzlich sollte jedes Audiogerät frequenzunabhängige Übertragungseigenschaften haben. Das funktioniert allerdings weder in Theorie noch in Praxis, d.h. jedes Audiogerät hat eine obere und untere Grenzfrequenz.

Die Übertragungsbandbreite liegt zwischen der unteren und oberen Grenzfrequenz.

Der Frequenzgang zeigt auch die Eigenresonanzen auf, die zu Ein- und Ausschwingvorgängen führen.



Anmerkung: Idealer Verlauf



Anmerkung: Realer Verlauf

5.2. Nennbelastbarkeit

Die Nennbelastbarkeit des Lautsprechers, gemessen in W (Watt), gibt an, welche elektrische Leistung der Lautsprecher im Dauerbetrieb aufnehmen kann. Sie wird mit einem definierten Rauschsignal ermittelt. Dieses Rauschsignal soll ein typisches Musikprogramm simulieren.

5.3. Grenzbelastbarkeit

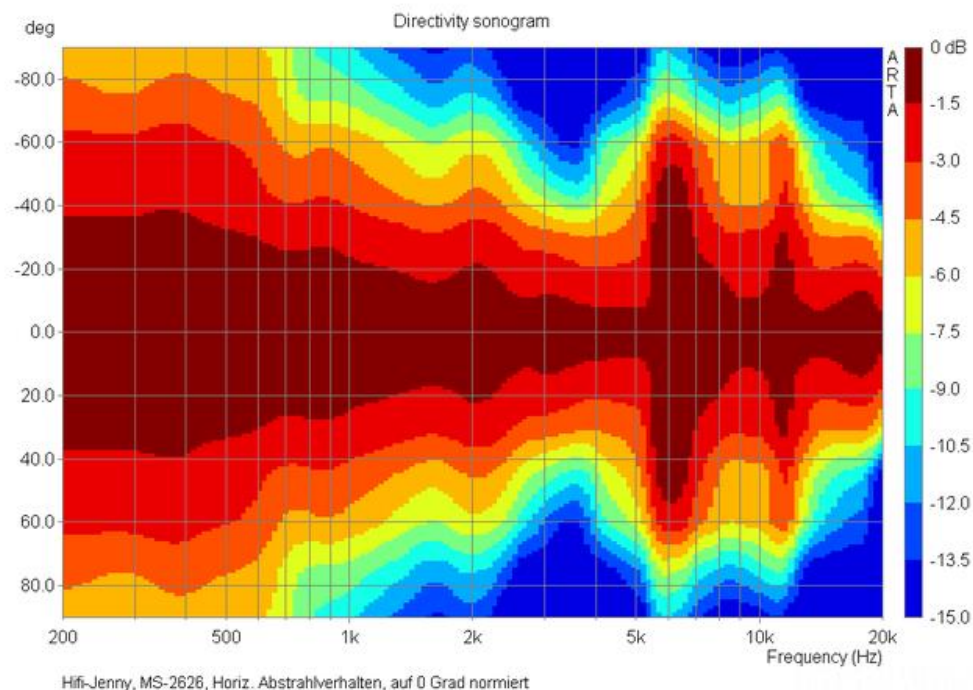
Sie wird als Musikbelastbarkeit bezeichnet und gilt für eine Belastung von 2s.

5.4. Klirrfaktor

Der Klirrfaktor ist ein Maß für Verzerrungen des Tonsignals. Es geht um Anteile an Tonsignalen, die ursprünglich nicht darin enthalten waren. Wenn beispielsweise ein Verstärker nicht ganz sauber arbeitet oder der Lautsprecher an seiner Belastungsgrenze betrieben wird, verzerrt der Klang.

5.5. Richtcharakteristik

Sie wird für verschiedene Frequenzen angegeben und stellt die Richtungsabhängigkeit des Leistungsübertragungsfaktors dar. Sie gilt für das gesamte Lautsprechersystem einschließlich Gehäuse bzw. Schallführung.



5.6. Nennscheinwiderstand

Er ist von Bedeutung bei der Anpassung des Schallstrahlers an den vorgeschalteten Verstärker.

6. Quellen

KSN_audio_2.0.pdf (siehe KSN 3.Klasse)

Audio_Kopien.pdf (siehe KSN 3.Klasse)

https://de.wikipedia.org/wiki/Lautsprecher#Bewertung_technischer_Daten

https://de.wikipedia.org/wiki/Dynamischer_Lautsprecher

<https://de.wikipedia.org/wiki/Lorentzkraft>

http://www.lautsprechershop.de/index_hifi_de.htm?http://www.lautsprechershop.de/hifi/inter_ps_tus.ht

http://www.tmr-audio.de/index.php?option=com_content&view=article&id=82:frequenzgang-bei-lautsprecherboxen&catid=79&Itemid=477

<https://de.wikipedia.org/wiki/Richtcharakteristik#Lautsprecher>