

AKUSTIK 1

Vorlesung

Hören Verstehen - für jedes Diplomfachstudium

Dienstag 22.12.2007 13.00 - 14.30

Schallwiedergabe

Nächste Vorlesung - Dienstag 29.01.2008

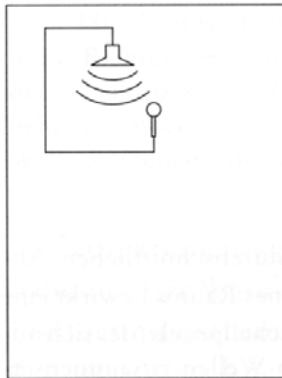
Dr. Michael Jäger / Michael.Jaeger@uibk.ac.at / +43 (676) 9675309

Raumakustik

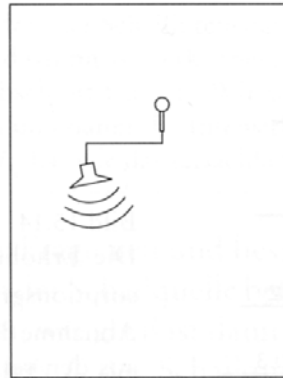
Schallverstärkung

In großen Auditorien kann es bei kleineren Musikensembles oder bei Vorträgen notwendig werden, durch künstliche Schallverstärkung eine ausreichende Hörbarkeit zu erreichen.

Rückkoppelungen:



(a)



(b)

a) Die Position hinter dem Mikrofon (vom Publikum aus gesehen) führt mit großer Wahrscheinlichkeit zu unerwünschter Rückkoppelung.

b) Die Anordnung der Lautsprecher vor dem Mikrofon verringert die Gefahr von Rückkoppelungen.

Schallwiedergabe

Auflösung Raumakustik

Wenn ein Raum der Größe 30x20x8 m den Wert $T_r = 1,2$ s aufweist, was ist dann der Wert S_e ?

$$T_r = (0,163 \text{ s/m}) V/S_e$$

$$1,2 = (0,163 \text{ s/m}) 4800/S_e \quad S_e = 640 \text{ m}^2$$



Schallwiedergabe

Allgemeines

Im 20. Jahrhundert hat sich die kulturelle Rolle der Musik durch die neuen Technologien radikal verändert.

Wenn wir die physikalischen Prinzipien unserer Aufnahme- und Wiedergabegeräte verstehen, sollte uns das bei deren sinnvoller Anwendung helfen.

Aufzeichnungs- und Wiedergabegeräte

Mikrofone

Verstärker

Lautsprecher



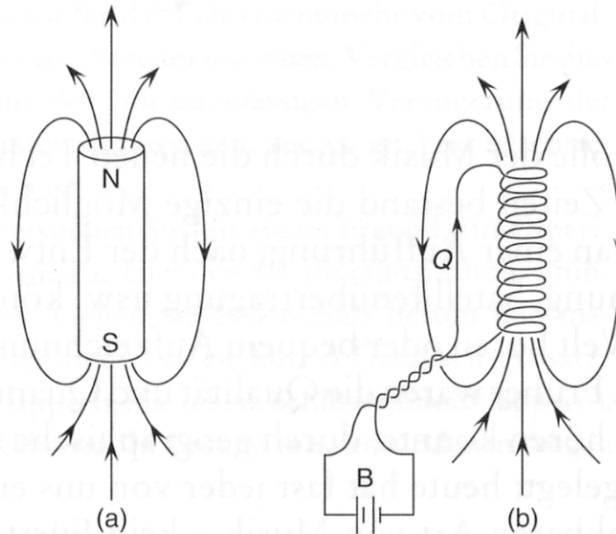
Schallwiedergabe

Elektrizität und Magnetismus

Elektronen → Negativ geladen

Protonen → Positiv geladen

Magnet → Dauer-Magnet



a) Magnetfeldlinien um einen Stabmagneten. Das mit N bezeichnete Ende wird sich nach Norden einpendeln, wenn der Stab als Kompaßnadel frei drehend aufgehängt wird.

b) Ein analoges Magnetfeld wird durch eine längere Drahtspule erzeugt, durch die ein von der Batterie B gespeister elektrischer Strom Q fließt.

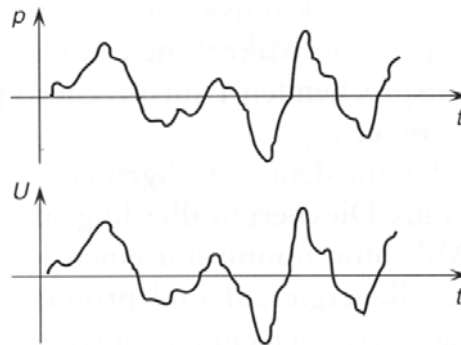


Schallwiedergabe

Wandler

Umwandlung und Umformung

Überführung eines Signals von einer Energieform in eine andere



Der Luftdruck (Schalldruck) p auf ein Mikrofon und die daraus nach Wandlung gewonnene Spannung U über der Zeitachse. Bei einem idealen Wandler ist das Ausgangssignal eine exakte Kopie des Eingangssignals.

Reziprozität

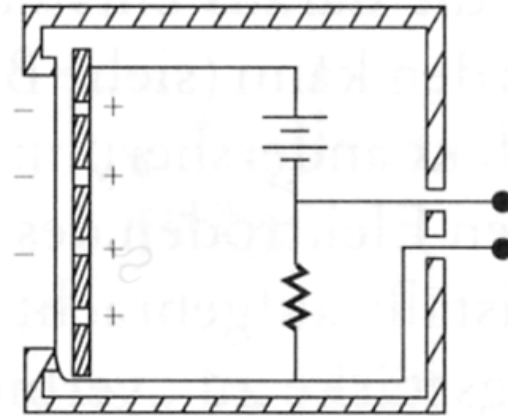
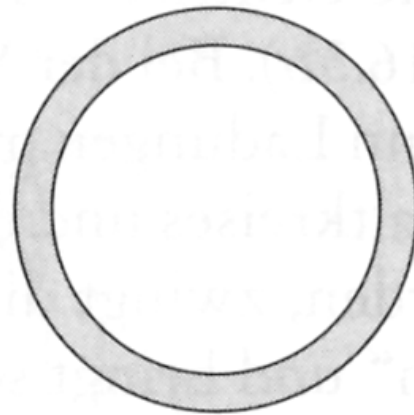
Für jede Art der Energiewandlung (sagen wir, von Form A in die Form B) durch eine bestimmte Gruppe von Wandlern gilt, dass die entgegengesetzte Wandlung (von B nach A) durch die Benutzung des Wandlers in entgegengesetzter Richtung möglich ist.



Schallwiedergabe

Elektrostatische Wandler

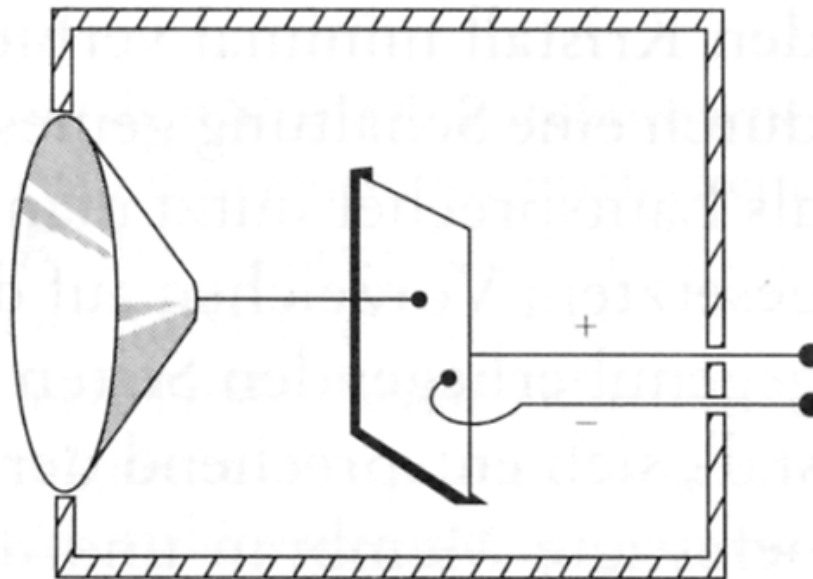
(Gleichbedeutend mit: Kondensator-Mikrofon, einschließlich Electret-Kondensator-Mikrofonen). Eine mit der Luft in Wechselwirkung stehende dünne Membran ist metallisiert und parallel zu einer elektrisch geladenen starren Metallplatte angeordnet.



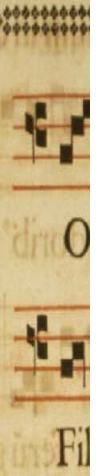
Schallwiedergabe

Piezoelektrische Wandler

Manchmal als Kristall- oder keramischer Wandler bezeichnet. Diese Wandler nutzen eine ungewöhnliche Eigenschaft bestimmter kristalliner oder keramischer Materialien. Auch das kleinste „Verbiegen“ eines solchen Kristalls geht immer einher mit einer Gleichgewichtsstörung seiner inneren Struktur durch die ein kleiner Betrag negativer elektrischer Ladung zur einen, positiver Ladung zur anderen Seite des Kristalls verschoben wird.



IN NATIVITAT
Ad Primam Missamini



e go hodie genui



Pfal. Quare fremue rüt

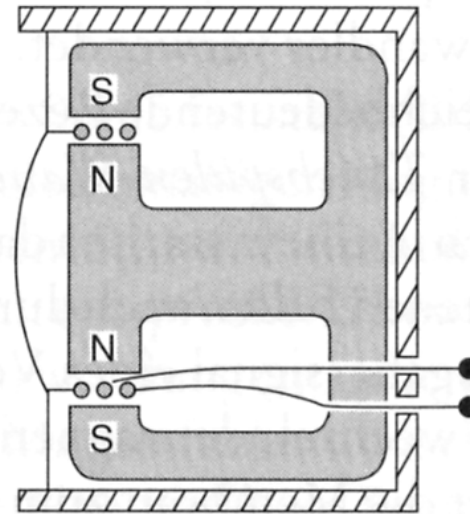
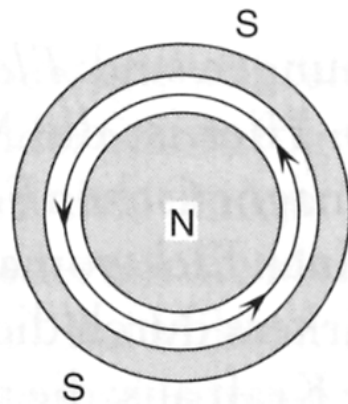


ditati sunt ina nia?

Schallwiedergabe

Dynamische Wandler

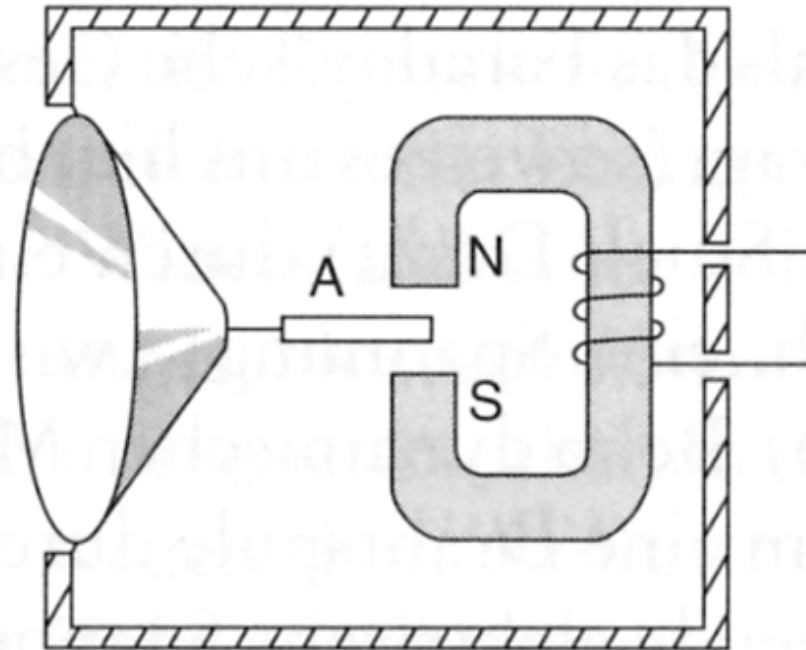
Hier ist die Membran an einer Drahtspule befestigt, die sich in einem starken dauermagnetischen Feld befindet, wie es durch einen Magnet, in seltenen Fällen auch durch einen Elektromagnet erzeugt wird. Wenn das Ausgangssignal eines Verstärkers durch die Drahtspule geschickt wird, geht von ihr eine wechselnde magnetische Kraft aus; die resultierende Bewegung der Drahtspule bringt die Membran zum Schwingen.



Schallwiedergabe

Magnetische Wandler

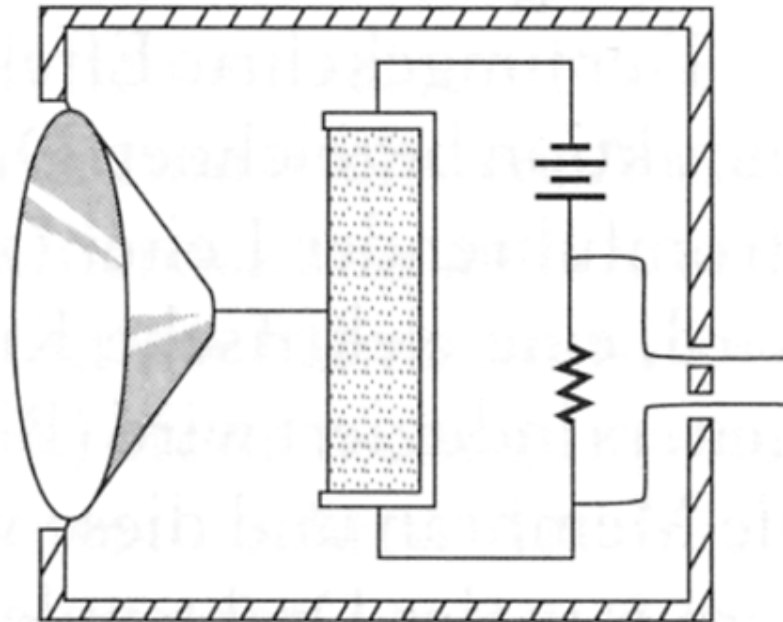
Diese sind enge Verwandte der dynamischen Wandler; der Unterschied besteht lediglich darin, dass sich hier ein als Anker bezeichnetes Eisenstück bewegt, während die Spule feststeht.



Schallwiedergabe

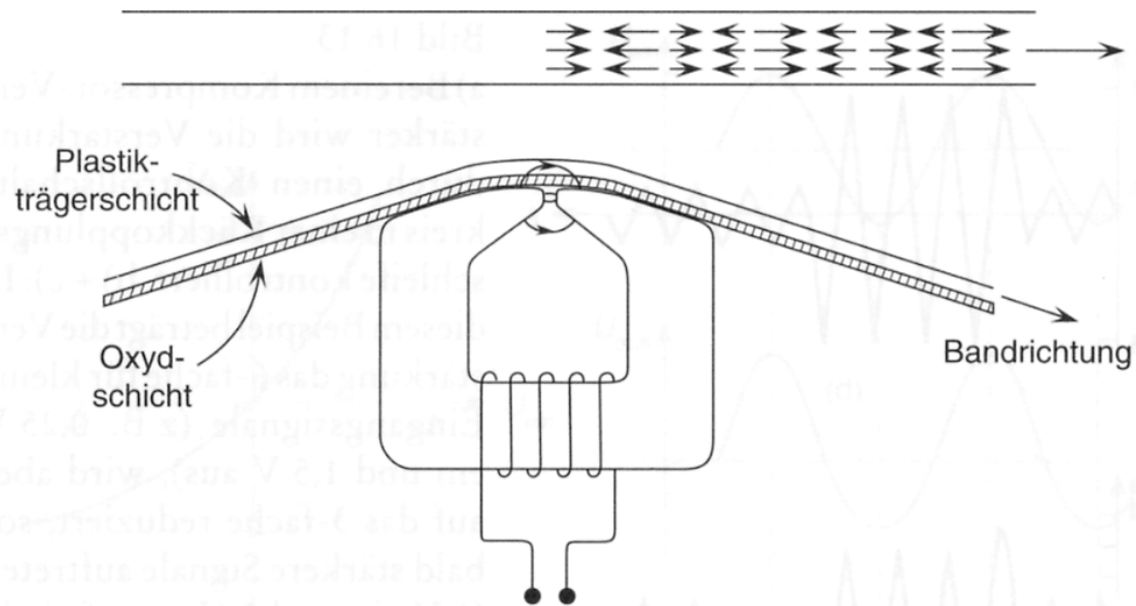
Kohle Wandler

Die Membranbewegung drückt auf die Seite eines dicht mit Kohlegranulat gefüllten Behälters. Wenn Kohlekörner zusammengedrückt werden, vergrößert sich die Kontaktfläche zwischen den einzelnen Körnern und erleichtert so das Wandern elektrischer Ladung von einem zum nächsten.



Schallwiedergabe

Aufnahmetechnik

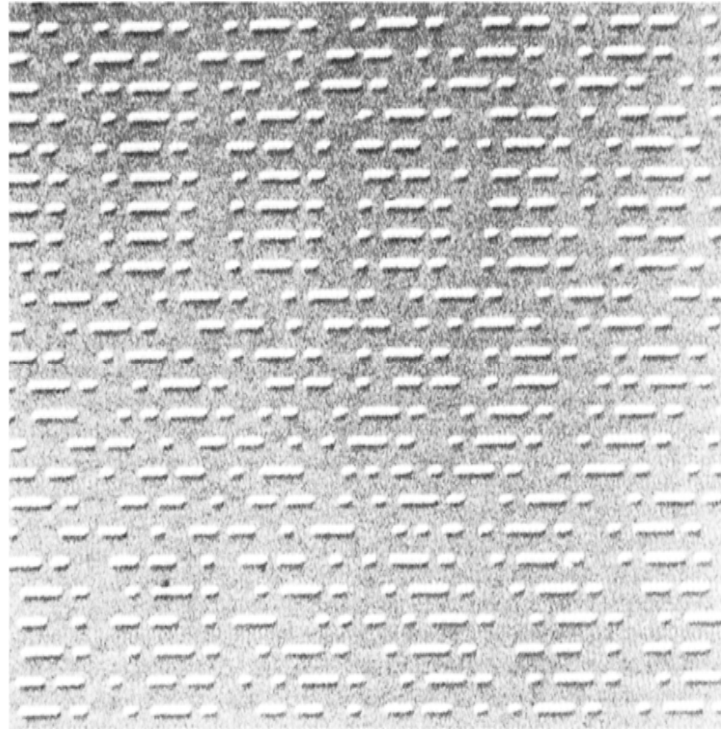


Die Tonbandtechnik beruht auf **elektromagnetischen Wandlern** von der Art, wie im oberen Bild gezeigt. Bei der Aufnahme bewirken die Stromflußschwankungen in der Spule starke Magnetfelder zwischen den Polen des Elektromagneten, und diese führen zu entsprechenden Magnetisierungsschwankungen auf dem vorbeigleitenden oxidbeschichteten Band. Magnetisierung bedeutet eine Ausrichtung der einzelnen Atome derart, dass die Oxidkörner in jedem kleinen Abschnitt der Bandbeschichtung zu einer Gruppe winziger Magneten mit gleicher Orientierung werden.



Schallwiedergabe

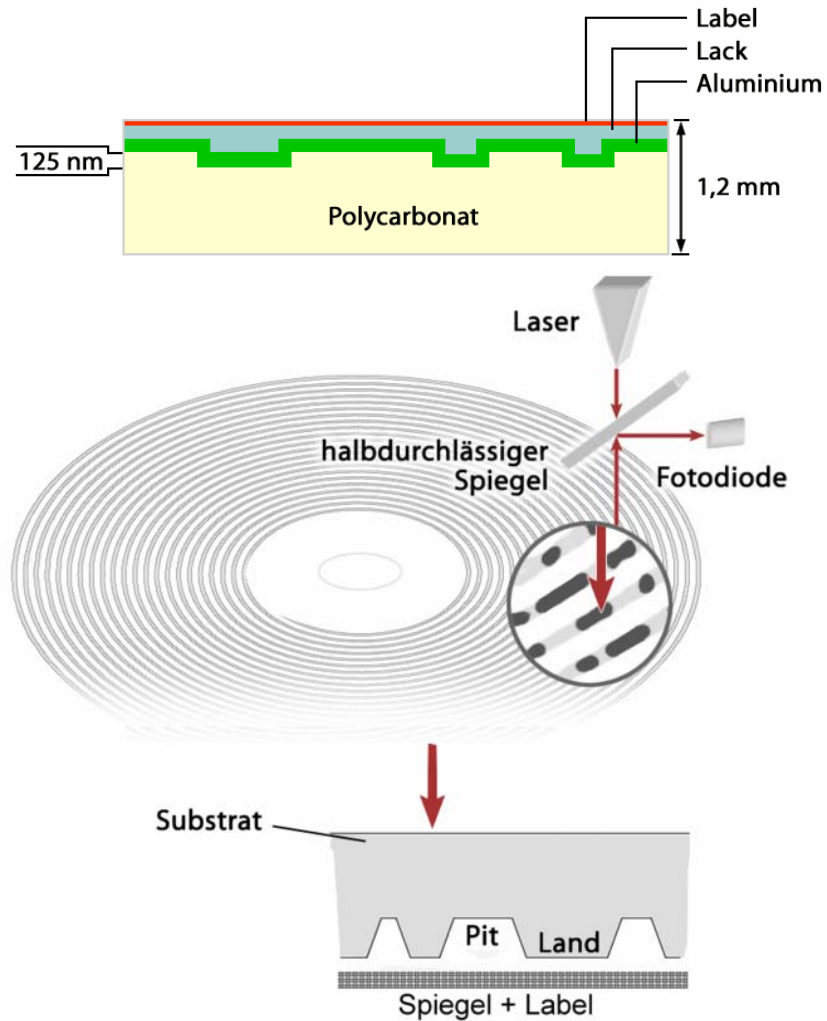
Aufnahmetechnik



Mikroskopische Aufnahme der Oberfläche einer Compact Disc. Der Laserstrahl tastet die Zellen (die hier durch die Vergrößerung gerade erscheinen, aber tatsächlich spiralförmig verlaufen) horizontal ab. Die einzelnen Vertiefungen sind ungefähr 0,16 μm (Mikrometer) tief und 0,6 μm breit.

Schallwiedergabe

Aufnahmetechnik



IN NATIVITAT
Ad Primam Missam in



e go hodie genui



Pfal. Quare fremue rüt



ditati sunt ina nia?

AKUSTIK 1

Vorlesung

Hören Verstehen - für jedes Diplomfachstudium

Dienstag 22.12.2007 13.00 - 14.30

Schallwiedergabe

Nächste Vorlesung - Dienstag 29.01.2008

Dr. Michael Jäger / Michael.Jaeger@uibk.ac.at / +43 (676) 9675309

Schallwiedergabe

Auflösung Schallwiedergabe

Wählen Sie zwei Arten von Wandlern aus: beschreiben Sie deren Unterschied in Funktion und Anwendung!



Schallwiedergabe

Mikrofone

Verschiedene Aspekte seiner Reaktion auf Schallwellen

Dynamikbereich

Bereich von Schalldrücken, innerhalb dessen das Mikrofon ein brauchbares, d. h. ein zum Schalldruck möglichst proportionales elektrisches Signal abgibt.

1. (Spezial-)Mikrofon, das Schalldrücke bis zu 160 dB verkräftet (für manche wissenschaftlichen Experimente), unterhalb von 60 dB nicht mehr reagiert.
2. Mikrofon das bis zu 0 dB hinab reagiert, aber aufgrund dieser großen Empfindlichkeit gegen Schalldrücke oberhalb von 100 dB geschützt werden muss.



Schallwiedergabe

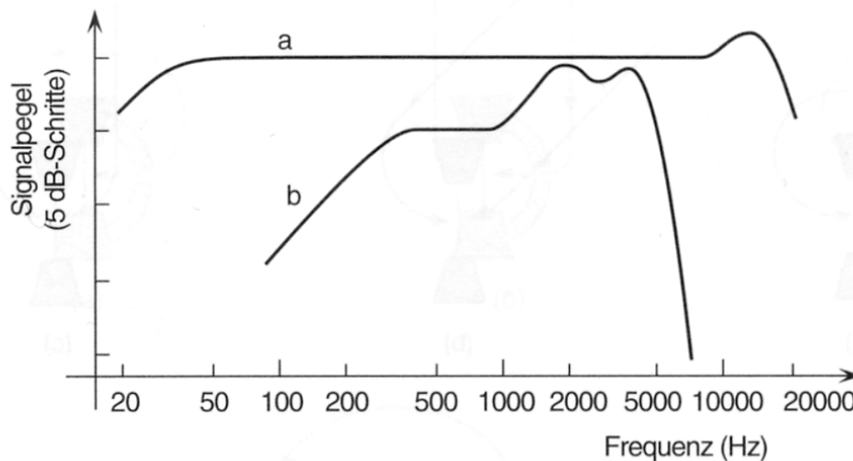
Mikrofone

Verschiedene Aspekte seiner Reaktion auf Schallwellen

Frequenzbereich

Wird üblicherweise in Form einer graphischen Darstellung angegeben, die anzeigt, in welcher Stärke ein elektrisches Signal für einen gegebenen Schalldruckpegel bei verschiedenen Frequenzen vom Mikrofon abgegeben wird.

Eine größere Membran bedeutet größere Empfindlichkeit, da sie mehr Schallenergie empfängt, aber eine kleinere Membran ist besser für einen ausgeglichenen Frequenzgang bei hohen Frequenzen.



IN NATIVITAT
Ad Primam Missam in



e go hodie genui



Pfal. Quare fremue rüt



ditati sunt ina nia?

Schallwiedergabe

Mikrofone

Die bisher gezeigten und besprochenen Mikrofonarten sind alle **druckempfindlich**. Das bedeutet, dass zwei beliebige Schallwellen mit der gleichen Druckamplitude, aber verschiedener Frequenz und vielleicht auch verschiedener Richtung, trotzdem die gleiche Membranauslenkung und damit die gleiche elektrische momentane Signalstärke erzeugen.

Solche Mikrofone haben eine **omnidirektionale Richtungscharakteristik**, das heißt, sie reagieren gleich gut auf Schallwellen aus allen Richtungen.

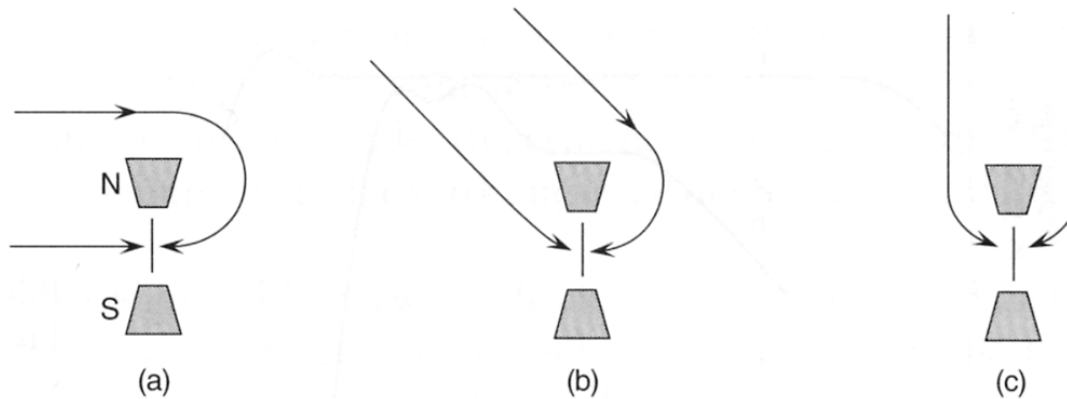
Wenn man beide Seiten der Membran den Schallwellen aussetzt, erhält man ein so genanntes **Druckgradienten-Mikrofon**, das heißt ein Mikrofon, welches nur auf die Differenz des Schalldruckes zwischen Vorder- und Rückseite reagiert.

In der einfachsten Form, etwa bei einem **Bändchenmikrofon** leicht skizzierbar, weist ein solches Druckgradienten-Mikrofon eine **bidirektionale Richtcharakteristik** auf.



Schallwiedergabe

Mikrofone



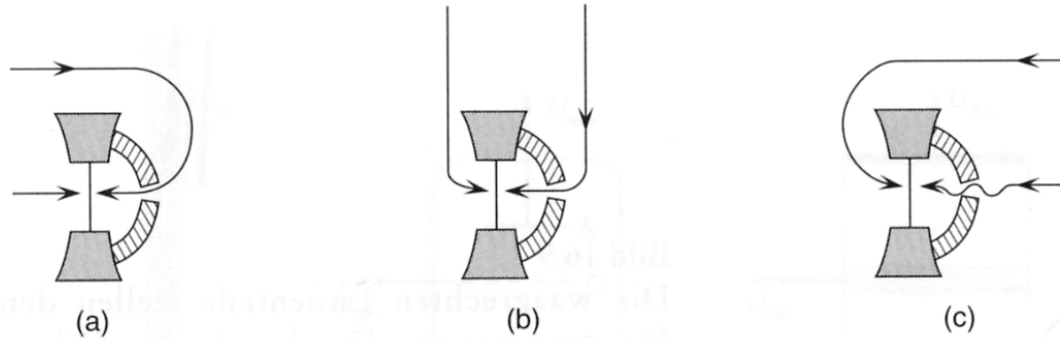
a) Wenn Schallwellen senkrecht auf die Membran auftreffen, legt die von hinten nach Beugung um das Mikrofon herum auftreffende Schallwelle einen längeren Weg zurück. Phasenunterschied und Druckunterschied zwischen Vorder- und Rückseite.

b) Bei im Winkel von 45° auftreffenden Wellen ist der Phasenunterschied und damit der Druckunterschied zwischen Vorder- und Rückseite geringer und dadurch auch die Bewegung des Bändchens.

Wellen, die genau von der Seite auftreffen, verursachen (weil genau phasengleich) gleichen Druck auf beiden Seiten, und das Bändchen bewegt sich nicht.

Schallwiedergabe

Mikrofone



a) Bei senkrecht von vorne auftreffenden Schallwellen ist der Wegunterschied für die um das Mikrofon herum wandernden Wellen beträchtlich, und der resultierende Phasenunterschied bedeutet eine gute Empfindlichkeit.

b) Von der Seite eintreffende Schallwellen weisen immer noch einen kleinen Phasenunterschied auf und bewirken daher eine Auslenkung der Membran.

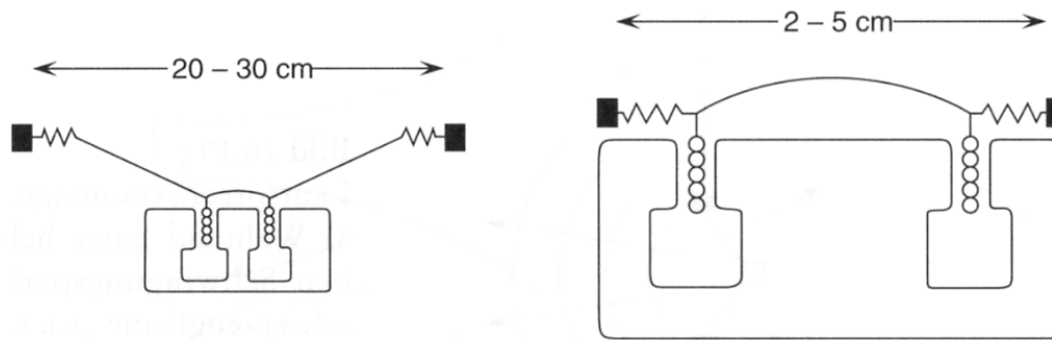
c) Obwohl dies aus der Darstellung nicht ersichtlich ist, kann man durch geeignete Bauweise erreichen, dass von rückwärts kommende Schallwellen phasengleich auf Vorder- und Rückseite auftreffen und damit keine Auslenkung bewirken.



Schallwiedergabe

Lautsprecher

Ein **Lautsprecher** ist ein elektromechanischer Wandler, der elektrische Signale in Luft-Schallsignale wandelt.

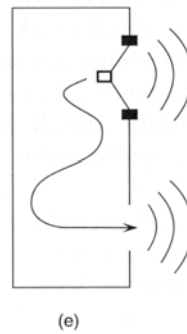
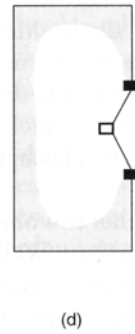
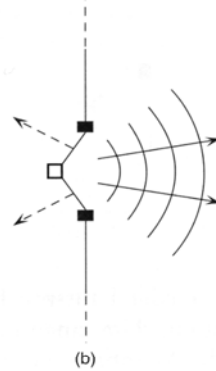
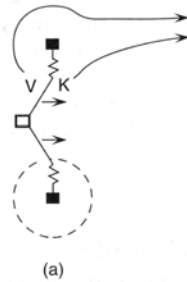


Konische und gewölbte Membranform eines dynamischen Lautsprechers, typischerweise für Tieftöner (links) bzw. für Hochtöner verwendet.



Schallwiedergabe

Lautsprecher



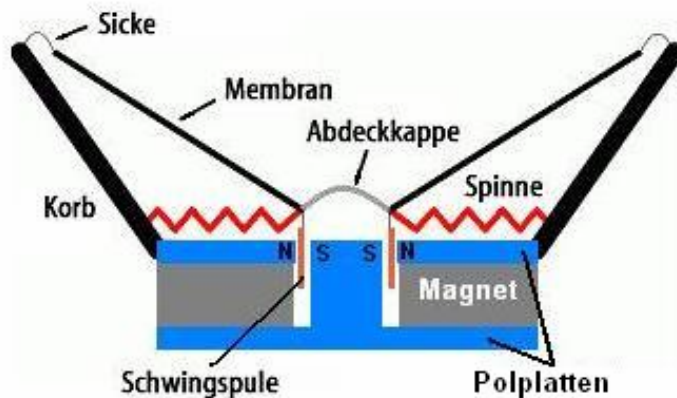
a) Nackte Lautsprechermembran: Verdichtung **K** und Verdünnung **V** (Auslöschung bei tiefen Frequenzen).

b) Unendlich lange Schallwand.

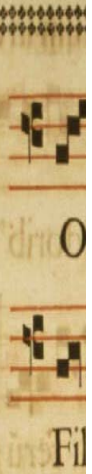
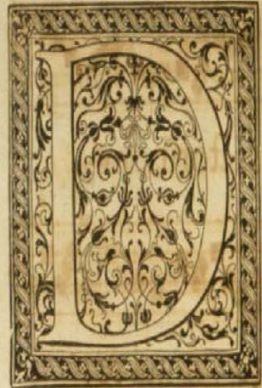
c) Wenn **D** kleiner als die Wellenlänge ist erfolgt wieder eine Auslöschung.

d) Eine mit schallabsorbierendem Material verkleidete Lautsprecherbox verhindert eine Auslöschung.

e) Bassreflex-Box: Verstärkt gewisse Bassfrequenzen, ein Signal das in Phase ist wird erzeugt.



IN NATIVITAT
Ad Primam Missam



e go hodie genui



Pfal. Quare fremue rüt

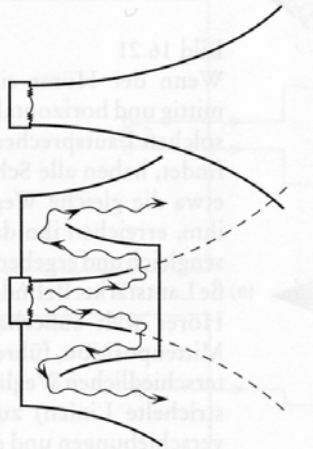


ditati sunt ina nia?

Schallwiedergabe

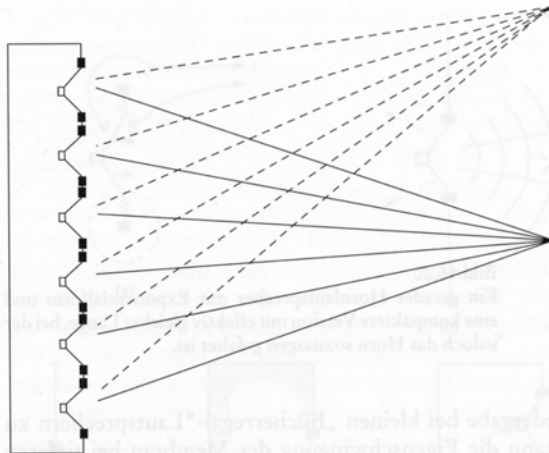
Lautsprecher

Hornlautsprecher



Hoher Wirkungsgrad: 30-40 % der elektrischen Energie werden in akustische Energie umgesetzt, gegenüber nur 3-5 % bei guten dynamischen direkt abstrahlenden Lautsprechern mit konischer Form.

Lautsprechersäule



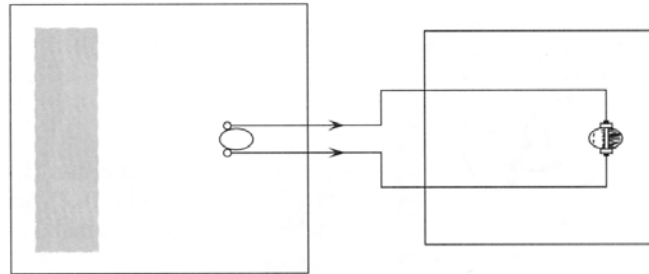
Hörer in der Mitte: die Schallwellen erreichen den Hörer phasengleich.

Hörer außerhalb der Mitte: destruktive Interferenz – schwächere Lautstärke!



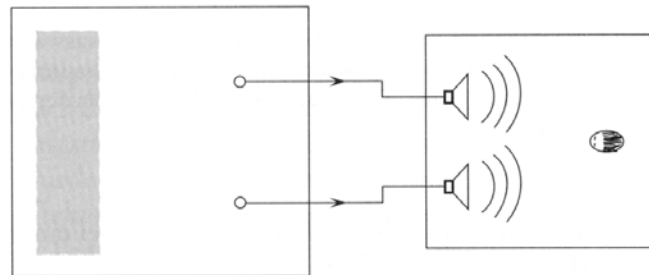
Schallwiedergabe

Mehrkanalige Schallwiedergabe



(a)

Binaurale Wiedergabe: Kunstkopf mit zwei Mikrofonen (für wissenschaftliche Zwecke)



(b)

Stereophone Wiedergabe: Zwei Mikrofone nehmen das Originalsignal auf und wird durch einen Lautsprecher wiedergegeben.

IN NATIVITAT
Ad Primam Missam in



e go hodie genui

Pfal. Quare fremue rüt

ditati sunt ina nia?