

Monitoring

Elektrodynamische Wandler

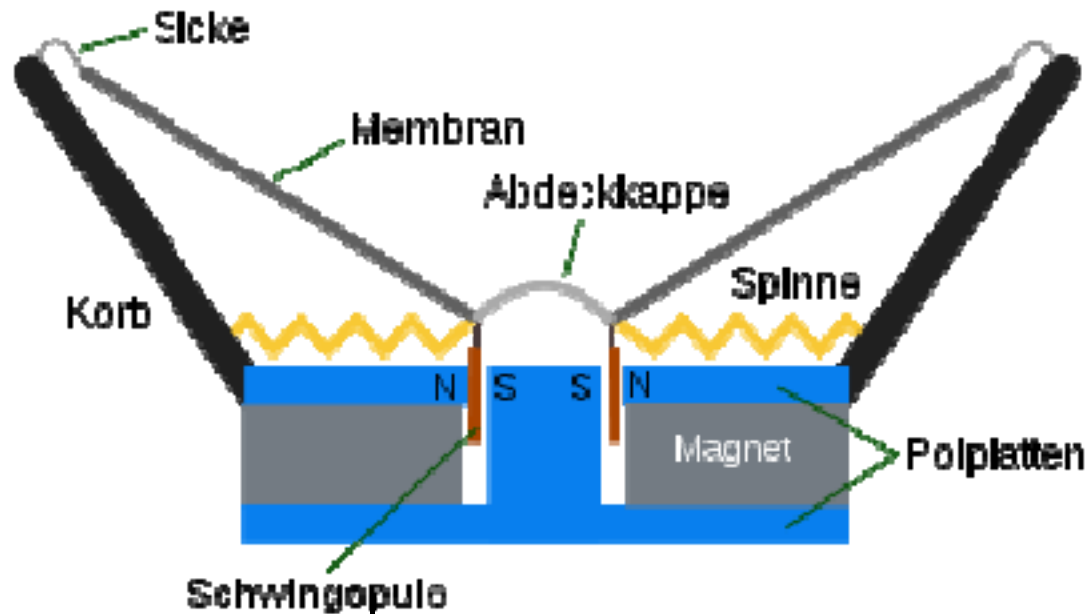
Elektrostatische Wandler

Magnetische Wandler

Elektrodynamischer Wandler

Der elektrodynamische Wandler in Tauchspulenweise ist nahezu konkurrenzlos und die am meisten verbaute Wandler Art überhaupt. Es gibt mehrere Möglichkeiten ihn zu optimieren unter anderem auf den Frequenzbereich (Höchtöner, Mitteltöner, Tieftöner oder Breitbandchassis, oder auf den Schallpegel (hoher Maximalschallpegel bei PA oder verzerrungsarm für Studio).

Aufbau



Induktionsgesetz

$$F = -B \times l \times i$$

F = die Kraft auf den Draht B = die Magnetfeldstärke i = der Strom

l = die Länge des Drahts im Magnetfeld

Das negative Vorzeichen gibt die Richtung der Kraft an

Das Induktionsgesetz beschreibt die dem Tauschspulenwandler zu Grunde liegende physikalische Wirkungsweise. Elektrische Energie wird in kinetische Energie umgewandelt d.h. auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld wirkt Kraft. Für eine hohe Antriebskraft auf die Membran braucht man also einen starken Magnet einen langen Draht und einen hohen Strom. Linearität in diesem Zusammenhang heißt das aus der doppelten Leiterlänge, doppelten Magnetfeldstärke oder dem doppelten Stromfluss auch die doppelte Kraft resultiert. Voraussetzung hierfür ist aber ein Homogenes Magnetfeld und ein Leiter der genau senkrecht zum Magneten steht und dies ist nur bei sehr hochwertigen Chassis der Fall.

Das Antriebssystem

Für die Lenkung des Magnetflusses sind ein Ringmagnet, 2 stählernen Polplatten und ein Polkern verantwortlich. Durch die Bauweise entsteht ein Ringförmiger Luftspalt in den die Spule eintauchen kann. Verschiedene verwendete Magnet

Materialien sind Ferrit: 0,2 – 0,4 Tesla, Alnico: 0,5 – 1 Tesla und Neodym: 1,1 – 1,4 Tesla. Im Luftspalt finden nun die 3 Größen des Induktionsgesetzes zusammen (Strom, Magnetfeld, resultierende Kraft). Die Polplatten schließen den Magnetkreislauf und führen der magnetischen Fluss zur Spule für ein kräftiges homogenes Magnetfeld. Um eine hohe Antriebskraft zu erzielen sollte der Luftspalt zu eng wie möglich dimensioniert sein, da aber der Schwingspulendraht auch lang und dick sein soll sind dem Grenzen gesetzt. D.h. die Dimensionierung des Treibers ist immer ein Kompromiss zwischen Wirkungsgrad und Belastbarkeit. Bei leistungsstarken Tieftönern wird ein belüfteter Polkern, zur Abführung von erhitzter Luft hinter der Kalotte und für den Über- und Unterdruckausgleich, verwendet. Die führt zu einer präziseren Bass Wiedergabe. Im Luftspalt befindet sich die Spule welche mit den Anschlussklemmen des Treibers verbunden ist, der Spulenträger ist wiederum mit der Spinne und der Membran verklebt. Legt man nun eine Spannung an die Schwingspule an wird die Membran ausgelenkt und wir Wechselstrom haben bewegt sich diese vor und zurück.

Die maximale Auslenkung ist dann erreicht wenn die Faktoren des Induktionsgesetzes sich verändern z.B. bei einer hohen Membranauslenkung sobald die Spuke den Luftspalt verlässt kommt es zu nicht linearen Verzerrungen. Die maximale Auslenkung ist entscheidend für den erreichbaren Maximalschalldruck. Die Lösung hier ist eine Überhangspule, welche im Ruhezustand oben und unten über den Luftspalt hinausragt.

Jeder Treiber braucht eine Nennimpedanz von 4 oder 8 Ohm, da ein zu geringer Innenwiderstand zu einem Kurzschluss am Verstärker führt und diesen zerstört.

Die Membran

Die Membran hat die Funktion die Bewegungsgeschwindigkeit der Spule an die Luft zu übertragen. Entscheidend für die Effizienz hierbei das Verhältnis von abstrahlender Wellenlänge zu Membrangröße. Ist die Wellenlänge groß im Vergleich zum Durchmesser so wird wenig Schall erzeugt. Dies ist unterhalb von 300 Hz ständig der Fall. Aufgrund des linearen Frequenzganges sollte die Membran auch nicht zu groß sein da eine kleinere Membran einen größeren linearen Übertragungsbereich hat. Größere Membranen dafür einen höheren Wirkungsgrad.

Verschiedene Membranformen:

Konus im Tieftonbereich: Ist ein guter Kompromiss aus Fläche, Masse und Stabilität

Kalotte bei Hochtönern: Die Schwingspule wird hier nur von einer Kalotte verdeckt d.h. der Membrandurchmesser ist gleich der Spulendurchmesser. Dies sorgt für eine bessere Beschleunigung.

Bändchen: flache rechteckige Membran, sie wird selten bei dynamischen Wandlern eingesetzt. Bei elektrostatischen ist sie die natürliche Form

Im Mitteltonbereich kommt es darauf an ob ein hoher Wirkungsgrad (PA) gewünscht wird, in diesem Fall Konus, oder ob der ein optimierter Klang, in diesem Fall Kalotte, erwünscht wird.

Druckkammertreiber: Dies ist eine Kombination aus einem Horntrichter mit einer größeren Kalottenmembran welche auf ein geschlossenes Luftvolumen arbeitet. Der Horntrichter wird auf eine kleine Öffnung in der Druckkammer eingesetzt. Es

kommt zu einer Schnelltransformation. Aus einer kleinen Teilchengeschwindigkeit in einer großen Fläche wird eine große Teilchengeschwindigkeit in einer kleinen Fläche. Dieses Verfahren hat einen guten Wirkungsgrad aber im Vergleich hohe Verzerrungen.

Bei der Konusform sind sogenannte Biegeschwingungen unerwünscht da sie zu Partialschwingungen führen. Je größer die Membranfläche ist desto eher treten diese auf. Bei einer hohen Frequenz bewegt sich der innere Bereich der Membran sehr schnell nach vorne und der äußere Bereich schafft es nicht zu folgen. Eine Biegewelle entsteht und wandert von der Mitte der Membran bis zur Sicke und wird reflektiert. Im Resonanzfall addiert sich die Schwingung gleichphasig und eine stehende Welle baut sich auf was zu einer Welligkeit im Frequenzgang führt und zu einem schlechten Impulsverhalten.

Zur Vermeidung von Partialschwingungen muss die Membran möglichst steig sein. Bei großen Basschassis werden auch konzentrische Ringe in die Membran geprägt wodurch sich die Partialschwingungen kontrollieren lassen.

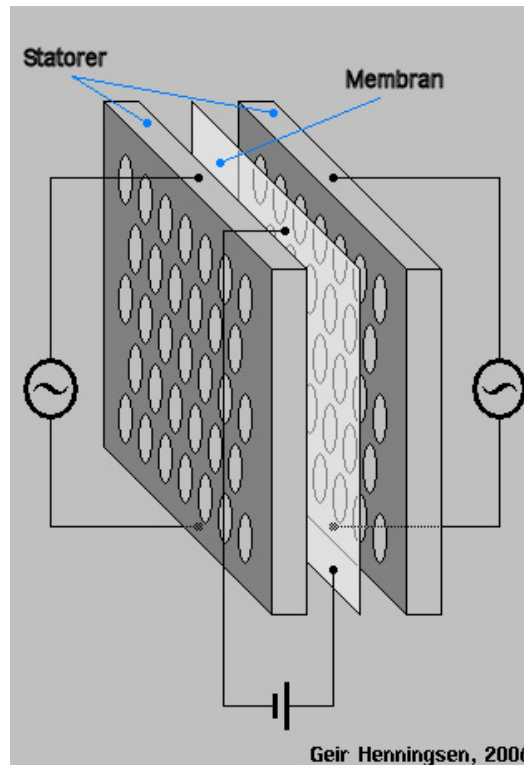
Verschiedene Membran Materialien: Zellulose, Kevlar, Polypropylen, Titan, Aluminium

Das Gerüst

Konus: Beim Konus ist die Membran zweifach elastisch mit dem Korb verbunden, einmal mit der Sicke und einmal mit der Zentrierspinne. Die Zentrierspinne trägt 80% zur mechanischen Federwirkung bei, die Sicke den Rest. Zusammen sorgen sie dafür das sich die schwingende Einheit aus Membran und Spule geradlinig vor und zurück bewegt ohne zu taumeln oder sich zu verkanten. Aus dem Verhältnis von Membranmasse zur Federsteife werden die Freiluftresonanz und die mechanische Dämpfung des Tieftontreibers festgelegt. Kalotten verfügen nur über die Sicke.

Der Korb hält alle Bestandteile des Konus zusammen und sollte stabil und resonanzfrei sein. Hochwertige Chassis verwenden Aluminium. Die preiswerteren Stahlblech Körbe sind weniger stabil und selbst ferromagnetisch d.h. der magnetische Antrieb kann beeinflusst werden.

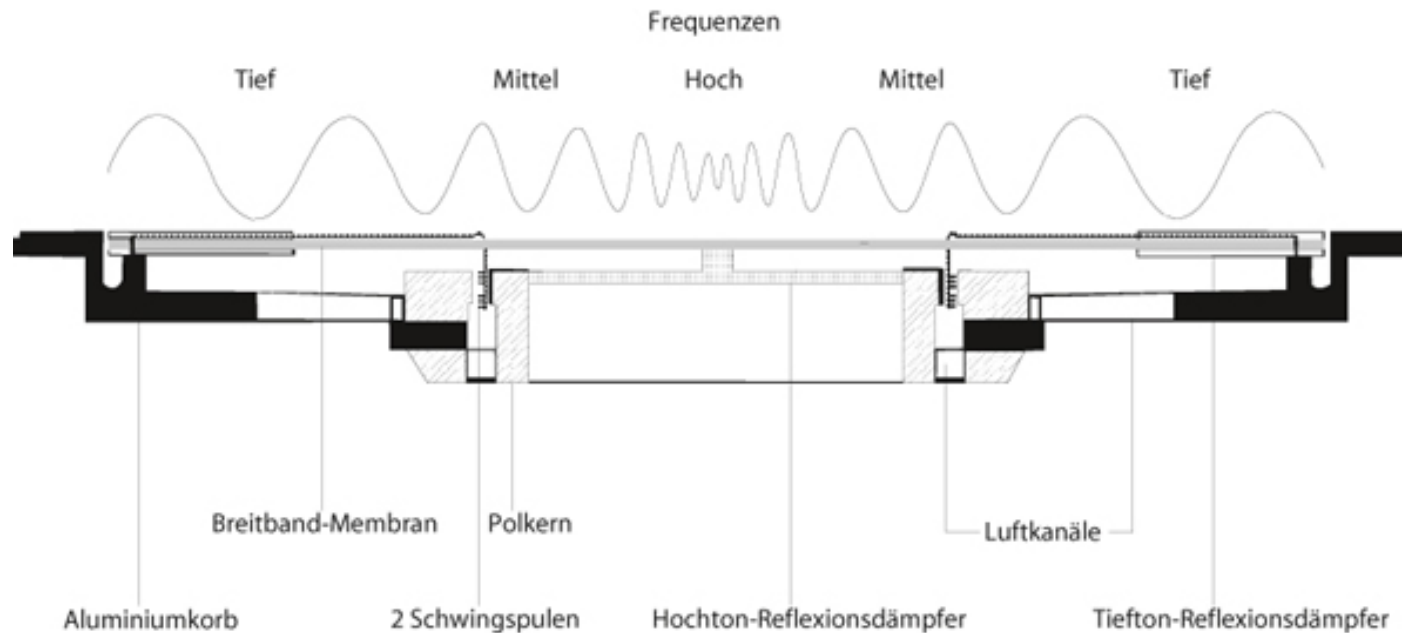
Elektrostatischer Wandler



Zwischen zwei elektrisch leitenden gelochten Platten befindet sich eine dünne, leichte, Goldbedampfte (aufgrund elektr. Leitfähigkeit) Kunststoffmembran. Diese Elemente bilden zusammen einen Plattenkondensator der auf eine hohe elektrische Gleichspannung gebracht wird. Dies geschieht entweder durch eine äußere Versorgungsspannung oder durch Elektretfolie (Kunststofffolie die eingefrorene elektrische Ladungen enthält). Überlagert man nun die Gleichspannung mit einer Wechselspannung, ändern sich die elektrostatischen Anziehungskräfte und die Membran fängt an zu schwingen.

Gebaut werden Elektrostaten als offene Dipolstrahler kombiniert mit einem dynamischen Basslautsprecher der sich meist im Fuß befindet. Dieser Basslautsprecher wird benötigt da der akustische Kurzschluss beim Dipolstrahler die Tiefbasswiedergabe verhindert. Das Problem bei Elektrostaten ist das sie eine eingeschränkte Dynamik aufgrund geringer Membranauslenkung haben.

Mangerwandler



Der Mangerwandler besteht aus einem Flachmembranchassis mit Tauchspulenantrieb. Die Membran ist weich und schwingt im Tieftonbereich kolbenförmig. Mit zunehmender Frequenz bilden sich BiegeWellen die wie Wasserwellen ringförmig von innen nach außen wandern und von der Sicke absorbiert werden. Die Steifigkeit der Membran nimmt von innen nach außen zu. Die aktive Fläche der Membran wird mit zunehmender Frequenz immer kleiner, daraus folgt, dass die wirksame Fläche immer kleiner im Gegensatz zu der abstrahlenden Wellenlänge ist.

Um einen Ausgleich zwischen einer langen Schwingspule für den Tieftonbereich und einer kleinen schnellen für den Hochtonbereich zu schaffen, hat Manger zwei Spulen mechanisch in Serie elektrisch in Reihe geschaltet. Dies führt zur Verringerung von Nichtlinearitäten.

Der Antrieb ist prinzipiell der selbe wie bei elektrodynamischen Wandlern. Aber Manger benutzt 15 Neodymmagnete für ein starkes Magnetfeld von 1,32 Tesla.

Die Membran ist Biegeweich und speichert weder potentielle noch kinetische Energie. Dies unterdrückt Einschwingfehler und Einschwinggeräusche.

Gehäusekonstruktionen

Dipolstrahler



Der Dipolstrahler ist eine frei schwingende Membran ohne Gehäuse. Bei einer Auslenkung nach vorne erzeugt die Membran Überdruck vorne und Unterdruck hinten. Dies sind gleiche in der Phase gedrehte Signale. Seitlich gibt es kein

Signal d.h. ein Dipolstrahler hat eine achtförmige Richtcharakteristik. Bei tiefen Frequenzen ist die Membranbewegung sehr langsam was zu einem Druckausgleich führt. Dadurch wird hauptsächlich Luft verschoben wobei wenig Schall erzeugt wird. Ein akustischer Kurzschluss entsteht dann wenn die Wellenlänge größer als der doppelte Membrandurchmesser ist.

Geschlossenes Gehäuse

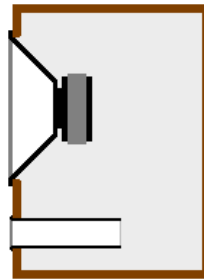


Beim geschlossenen Gehäuse verhindert das abgeschlossene Luftvolumen hinter der Membran den akustischen Kurzschluss. Solange die Wellenlänge groß im Vergleich zu den Boxenabmessungen ist entsteht eine kugelförmige Abstrahlcharakteristik da der rückwertig abgestrahlte Schall nicht nach außen gelangen kann. Das Verhalten des Wandlers ändert sich da die eingeschlossene Luft wie eine zusätzliche Federkraft auf die Membran wirkt. Dies führt dazu das die Resonanzfrequenz und die untere Grenzfrequenz steigen und das die Dämpfung im Resonanzbereich abnimmt.

Nierenlautsprecher

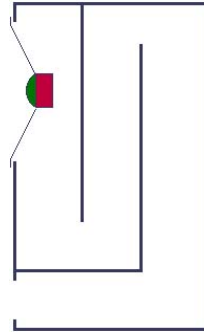
Der Nierenlautsprecher ist eine halboffene Konstruktion. An der Rückwand und Seite befinden sich mit Dämmmaterial abgedeckte große Öffnungen sogenannte akustische Laufzeitglieder. Bei einem breiten Frequenzgang macht der Schall eine gleichmäßige Phasendrehung wobei Interferenz den Schall nach hinten dämmt und den nach vorne verstärkt. Dies führt zu einer ausgeprägten Richtwirkung.

Bassreflexgehäuse



Beim Bassreflexgehäuse wird das Gehäuse als Helmholtzresonator genutzt. Es besteht aus einem abgeschlossenen Luftvolumen mit einer oder mehreren Öffnungen. Die eingeschlossene Luft wirkt als Feder und die Luft in der Öffnung als bewegliche Masse und wie jedes Feder Masse System hat es eine Resonanzfrequenz mit einer optimalen Schwingung die sich aus der Größe des Lochs und den Abmessungen des Gehäuses errechnen lässt. Der Resonator wird durch die Rückbewegung der Membran zum Schwingen angeregt. Bei der Eigenfrequenz des Resonators ist der Schalldruckpegel Maximal. Für eine gute Wirksamkeit sollte die Resonanzfrequenz des Resonators unter der des Tieftonlautsprechers liegen.

Transmissionline Gehäuse



Das Transmissionlin Gehäuse hat dieselbe Wirkungsweise wie das Bassreflex Gehäuse, nur das hier ein Röhrenresonator eingesetzt wird welcher mehrere Resonanzfrequenzen besitzt. Die Eigenfrequenz ist hier von der Rohrlänge abhängig. Die Öffnungen im Gehäuse sind größer als die beim Bassreflex und es wird nur die tiefste Rohrresonanz genutzt die anderen werden gedämpft. Je länger das Rohr desto tiefer die Eigenfrequenz aber die Treibermembran muss die Frequenz auch liefern können.