

## Schall wandeln und verstärken

Unter **Schall** versteht man solche mechanischen Schwingungen, die sich in der Luft oder einem anderen Medium fortpflanzen und für den Menschen hörbar sind:

Frequenzbereich 16Hz bis 16000Hz (16kHz)

<16Hz Infraschall (z.B. Erdbebenwellen\*, Elefanten, Wale) \* sichtbar gemacht mit Seismograph  
>16kHz Ultraschall (z.B. Fledermäuse\*\*, Delfine) \*\* hörbar gemacht durch Frequenzüberlagerung

**Schallgeschwindigkeit** (bei 20°C) in

Luft 340m/s  
Helium 971m/s  
Wasser 1485m/s  
Beton 1600m/s  
Glas 5200m/s

**Schallwellenlänge  $\lambda$**  in Luft

16Hz: 21,4375m  
6kHz: 0,0572m  
16kHz: 0,0214m

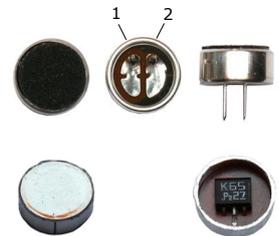
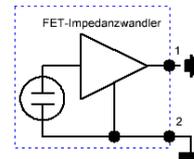
[1]

Wie kommt nun die mechanische Schwingung - der Schall - in unseren ‚elektrischen‘ Verstärker? Dazu benötigen wir einen **Schallwandler**, ein Mikrofon.

Das **dynamische Mikrofon** ist eine sehr dünne Membran mit konzentrischer Spule, die in einen Magnet-Ringspalt taucht. Wird die Membran durch den Schall in Bewegung versetzt, entsteht in der Spule eine Spannung, die dann dem Verstärker zugeführt wird.



Für unseren Verstärker verwenden wir ein **Elektret-Mikrofon**, das als Membran eine elektrisch geladene Folie (meist Teflon) verwendet. Wird die Membran durch die Schallschwingungen mechanisch verformt, entsteht eine Spannungsänderung. Diese Signalspannung ist sehr gering und wird dann direkt im Mikrofongehäuse von einem Feldeffekttransistor (FET) verstärkt. Der für die Versorgungsspannung benötigte Vorwiderstand befindet sich aber außerhalb. [2]

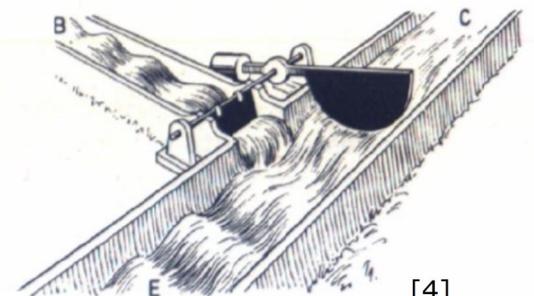


Membran-Folie

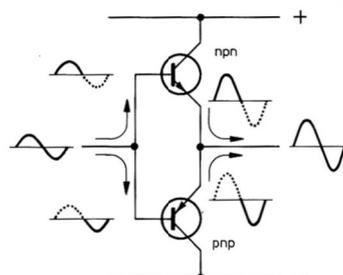
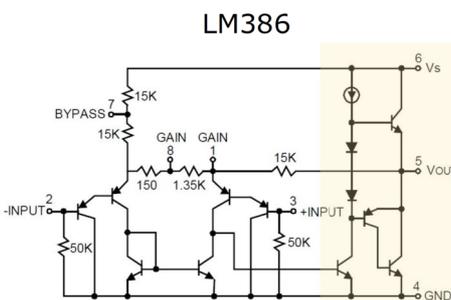
FET

## Wie wird die Mikrofonspannung verstärkt

Fließt der Basisstrom im Transistor wie die Schwingungen des Mikrofons, so sind die Schwingungen im Strom vom Kollektor C zum Emitter E entsprechend verstärkt. Dieser Transistor ist der Steuertransistor für die Gegentakt-Endstufe mit den Transistoren NPN und PNP.



[4]



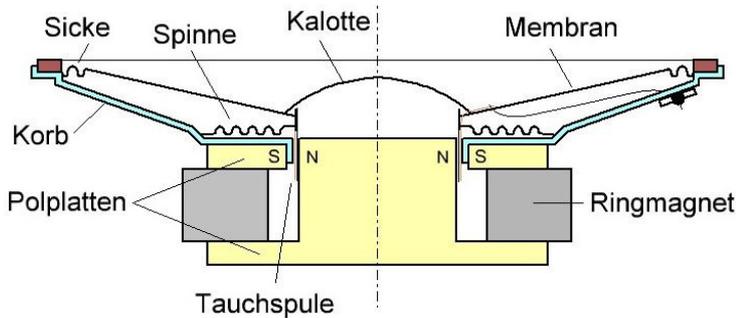
Spannungsverläufe an der Gegentakt-Endstufe [3]

Nun müssen nur noch die aus dem Verstärkerausgang kommenden stärkeren elektrischen Signale wieder in Schallwellen umgewandelt werden.

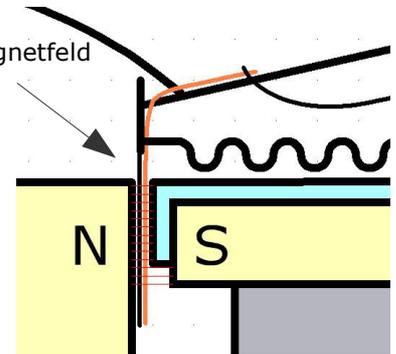
Hier kommt **der elektrodynamische Lautsprecher** zum Einsatz.

Er funktioniert im Prinzip wie ein umgekehrtes Mikrofon.

Wird ein Strom durchflussener Leiter (Draht) in Form der Tauchspule in einem Magnetfeld gehalten, führt dies zu einer mechanischen Bewegung des Leiters. Der Strom durchflussene Leiter bewegt sich abhängig von der Richtung des Stromes in dem Magnetfeld und übt dabei eine Kraft aus, welche die Membran in Schwingungen versetzt und damit Schallwellen erzeugt.



homogenes Magnetfeld  
im Ringspalt



Um alle Frequenzen exakt wiederzugeben, werden für den jeweiligen Frequenzbereich angepasste Lautsprecher verwendet:

Der **Tieftöner** ist größer als der Mitteltöner, da Bässe eine größere Wellenlänge haben und mehr Energie benötigen - es muss mehr Luft bewegt werden. Dafür sind eine größere Membranfläche und eine größere Auslenkung der Membran nötig. Je nach Größe und Typ liegt der Frequenzbereich eines Tieftöners bei etwa 30–600 Hz, darüber übernimmt der Mitteltöner.

Der **Mitteltöner** gibt alle Frequenzen zwischen tiefen und hohen Tönen wieder, in der Regel zwischen 300–5000 Hz. Es ist der Mitteltöner, der Stimmen und Instrumenten ihre primären Grundtöne verleiht.

Der **Hochtöner** übernimmt die höchsten Frequenzen des Schallsignals von etwa 2–20 kHz, meist aber weitaus höher. Die am häufigsten verwendeten Hochtönertypen sind Dome-Kalotten, deren Membran entweder aus Gewebe oder aus Metall ist.

In kleinen Tischradios, Fernsehern und Ähnlichem muss man sich oft mit einem kleinen **Breitband-Lautsprecher** begnügen.

[5]

Als **akustische Rückkopplung** oder Feedback bezeichnet man einen Audio-Effekt, der dadurch zustande kommt, dass ein Schallempfänger (z. B. ein Mikrofon) sein eigenes verstärktes Ausgangssignal, das über beispielsweise einen Lautsprecher wiedergegeben wird, erneut aufnimmt. Das erneut empfangene Signal wird immerfort nochmals verstärkt und wiedergegeben. Die bekannteste Folge ist ein charakteristisches, meist als schrill empfundenes Pfeifen. [6]

Bild- und Textquellen:

[1] Horst Hille, Nützliche Wellen', VEB Fachbuchverlag Leipzig 1962, Seite 25 – 27

[2] ELV Elektronikwissen zu ‚Elektret-Mikrofone‘

[3] Kosmos Experimentierbuch für die Grundkästen X3000 und X4000, Seite 184

[4] Kosmos ‚Radiomann‘, 18.Auflage, Beschreibung Seite 38

[5] [www.hifiklubben.de/hi-fi-magazin/expertenhilfe](http://www.hifiklubben.de/hi-fi-magazin/expertenhilfe) ‚Der Lautsprecher - so funktioniert er‘

[6] Wikipedia ‚Akustische Rückkopplung‘

Erstellt für die Vaterstettener Elektronik Bastelgruppe ‚EBG‘ von Peter Hampl, DH2HPH