

Mikrofone

1. Allgemein

1.1 Definition: Was ist ein Mikrofon?

Um es zunächst stark vereinfacht zu erklären: Mikrofone erfassen wie auch das menschliche Ohr Schallschwingungen, die sie in elektrische Energie umwandeln.

Mikrofone haben die Aufgaben, akustische Signale, Schallschwingungen, in elektrische Signale, Wechselspannungen, umzuwandeln. Zunächst werden sie dabei durch Membrane in mechanische Schwingungen gewandelt (Empfängerprinzip).

Anschließend werden sie durch unterschiedliche Maßnahmen in elektrische Spannungen umgesetzt (Wandlerprinzip).

Es existiert eine große Vielfalt an Mikrofonen, die diese Prinzipien verschiedenartig realisieren. Sie unterscheiden sich unter anderem in zu nutzendem Frequenzbereich, Richtcharakteristik, Empfindlichkeit, Größe, Aufbau und dadurch in ihrem Einsatzbereich.

1.2 Geschichte des Mikrofons:

Es scheint keine genaue Klarheit darüber zu bestehen, wann genau und von wem das Mikrofon erfunden wurde. Je nach Quelle werden verschiedene Daten und Personen genannt.

Die Entwicklung des Mikrofons ging Hand in Hand mit der Entwicklung des Telefons. Emile Berliner erfand eines der ersten Mikrofone am 4. März 1877 doch das erste brauchbare wurde von Alexander Graham Bell entwickelt.

Doch in anderen Quellen ist zu entnehmen, dass bereits im Jahre 1861 Philipp Reis vor der "Physikalischen Gesellschaft" ein funktionstüchtiges Telefon vorgestellt hat welches zum Senden eine Membran aus Schweinsdünndarm benutzte, welche über Platinkontakte die Signale überträgt.

Weitere Namen, die in der Entwicklung des Mikrofons auftauchen sind: Thomas Alva Edison, David Edward Hughes und Georg Neumann.

Die Erkenntnis, dass Kohlekörner die Schwingung der Membran besonders gut in elektrische Impulse umsetzen können (Prinzip: Wackelkontakt), führt zu einer enormen Steigerung der Übertragungsqualität, so dass am 1. April 1881 das erste öffentliche Fernsprechamt in Berlin eröffnet werden kann.

Im Jahr 1923 entwickelt Neumann das Kohlemikrofon bedeutend weiter. Dadurch wurde die Klangqualität besonders bei tiefen Frequenzen stark verbessert.

Georg Neumann gründet im Jahr 1928 eine Firma, die auch noch heute zu den führenden Mikrofonherstellern gehört.

2. Schallquellen

2.1 Die Menschliche Stimme

Die menschliche Stimme benützt eine Vielzahl klangerzeugender Prinzipien bzw. Einrichtungen:

Die Stimmbänder (Stimmlippen) erzeugen bei Vokalen obertonreiche Schwingungen, die mit dem Resonanzraum (Rachen, Mundhöhle und Nasenraum) zusammenwirken. Die Grundfrequenz ändert sich beim Sprechen ständig („Sprachmelodie“) und liegt bei Männern zwischen 120 Hz und 160 Hz, bei Frauen und Kindern zwischen 220 Hz und 330 Hz. Vokale sind harmonische Klänge bis 5 kHz. Stimmhafte Konsonanten (L, M, N, R, W usw.) sind harmonische Klänge mit zusätzlichen Strömungsgeräuschen. Zischlaute (F, S, SCH, Z) sind nur Geräusche mit kontinuierlichen Spektren. H ist ein reines Strömungsgeräusch an den geöffneten Stimmlippen. Explosivlaute (B, D, G, P, T, K) sind durch plötzliches Entladen von Überdruck entstehende Impulse.

Komponenten unter 80 Hz (bei Männern) bzw. 100 Hz (bei Frauen) fallen bei üblichem Abstand des Zuhörers unter die Hörschwelle, sind also nicht hörbar, und können daher bei der Aufnahme weggefiltert werden. Sprache umfasst im Wesentlichen Frequenzen von 100 Hz (bei Männern) bzw. 200 Hz (bei Frauen) bis 10 kHz.

3. Aufbau eines Mikrofons

Mikrofone werden auch als „Wandler“ oder „Empfänger“ bezeichnet, weil sie den Schall z.B.: Von Musikinstrumenten oder der menschlichen Stimme empfangen und in eine elektrische Spannung wandeln.

- als „Kapsel“ wird die Wandlereinheit eines Mikrofons benannt, da ein Mikrofon auch noch aus Gehäuse-Anschlüssen und eventuell Schalter + Elektronik besteht
- das Grundprinzip der Schallabnahme ist bei allen Mikrofontypen gleich
- angeregt durch einen Schalldruck wird im Mikrofon eine Membran zum Schwingen angeregt, die eine elektrische Energie erzeugt
- diese recht geringe Energie wird im Mikrofonverstärker zu einem nutzbaren Signal gewandelt bevor sie vom Mischpult verarbeitet werden kann
- später kann diese Energie auf dem Aufnahme-medium gespeichert, oder von den Lautsprecherboxen wiedergegeben werden

- die Membran des Mikrofons kann zwischen zwei Ereignissen unterscheiden:
- **Tonhöhe des Tons:**
- die Tonhöhe wird von der Membran als Schwingungsgeschwindigkeit abgenommen
- das bedeutet, je höher ein Ton ist, desto schneller bewegt sich die Membran
- die physikalische Bezeichnung dafür ist „Frequenz“ und wird als Schwingungen pro Sekunde in „Hertz“ angegeben
- **Intensität des Tons:**
- die Intensität bestimmt den Schwingungshub, die maximale Auslenkung der Membran
- je weiter die Membran vom Ruhepunkt bewegt wird, desto größer ist die Intensität der Schwingung

4. Dynamische und Kondensator Mikrofone

Die in der Studiopraxis wichtigsten Mikrofone sind dynamische Mikrofone und Kondensatormikrofone.

4.1 Dynamische Mikrofone

Dynamisch bezeichnet hier das Funktionsprinzip der Schallwandlung. Alle dynamischen Wandler nutzen das Prinzip der Induktion, um eine Membranbewegung in eine Spannungsänderung zu wandeln. Üblich ist heute das Tauchspulenmikrofon, eine Bauform, die an einen Lautsprecher erinnert. Eine andere Bauform des dynamischen Wandlers ist das Bändchenmikrofon.

4.1.1 Funktionsweise

Die Membran folgt den Luftschwingungen und führt dabei einen elektrischen Leiter durch ein starkes Magnetfeld. Im Leiter wird eine Spannung induziert, die sich proportional zur Bewegungsgeschwindigkeit der Membran, also der Membranschnelle verhält. Der technische Unterschied zu einem Lautsprecher sind bei der Tauchspulenbauweise vor allem der Membrandurchmesser und der elektrische Ausgangswiderstand der Mikrofonschaltung.

Prinzipielle Nachteile: Die Luftschwingung muss die Masse von Membran und Spule bewegen und leistet außerdem elektrische Arbeit. Allerdings sind die Systeme so ausgereift, dass eine sehr gute Klangqualität erreicht werden kann. Dem technischen Ideal kommt aber das Kondensatormikrofon näher. Der Frequenzgang eines

Mikrofon ist nahezu unabhängig vom Wandlerprinzip und wird vor allem durch die Bauform der Mikrofonkapsel bestimmt.

Dynamische Mikrofone gibt es in den Bauformen als Druckmikrofon und als Druckgradientenmikrofon. In der Lehre wird hierfür gerne das Wort "Druckempfänger" und „Druckgradientenempfänger" verwendet.

4.1.2 Vor- und Nachteile

Dynamische Mikrofone eignen sich hervorragend zu Aufnahmen im Liveeinsatz, da sie sehr robust sind und auch durch extremen Schalldruck nicht verzerren oder zu beschädigen sind. Außerdem, können sie direkt an das Mischpult angeschlossen werden. Der Frequenzgang hat Schwächen bei sehr hohen und bei sehr niedrigen Frequenzen.

4.2 Kondensatormikrofone

Kondensatormikrofone kommen in den verschiedensten Erscheinungsformen vor, da mit diesem Begriff nur das Wandlerprinzip bezeichnet wird. Der Begriff hat sich aber im Umgang als Mikrofonklasse etabliert, da klangliche Eigenschaften mit dem Prinzip der Wandlung eng verknüpft sind.

4.2.1 Funktionsweise

Beim Kondensatormikrofon ist eine wenige tausendstel Millimeter dicke Nickel-Membran elektrisch isoliert vor einer gelochten Metallplatte angebracht. Sobald eine elektrische Spannung angelegt wird, entsteht zwischen der Membran und der Platte ein Potentialgefälle. Technisch betrachtet ist diese Anordnung ein Kondensator, der eine messbare Kapazität besitzt. Eintreffender Schall bringt die Membran zum Schwingen, wodurch der Abstand der beiden Kondensatorplatten variiert. Damit ändert sich auch die Kapazität des Kondensators. Aus diesen Kapazitätsschwankungen wird das elektrische Signal gewonnen. Im Mikrofonkörper sitzt eine Schaltung, die das Signal hochverstärkt und symmetriert.

Da die Membran eine sehr geringe Masse besitzt, folgt sie Luftschwingungen besonders präzise. Meistens haben Kondensatormikrofone daher eine sehr gute Klangqualität und brillante Höhen. Kondensatorkapseln sind sowohl als Druckmikrofone (Druckempfänger) wie auch als Druckgradientenmikrofone (Druckgradientenempfänger) gebräuchlich.

4.2.2 Vor- und Nachteile

Der Frequenzgang ist im Prinzip gut, es besteht jedoch wegen des Verstärkers Übersteuerungsgefahr. Der abgegebene Signalpegel liegt ca. 20 dB über dem von dynamischen Mikrofonen. Kondensatormikrofone eignen sich auch für leise Schallquellen und können auch für Aufnahmen aus zwei bis drei Metern Entfernung eingesetzt werden. Leider vertragen sie keine großen Erschütterungen, sind empfindlich gegenüber Windgeräuschen und brauchen eine Stromversorgung (Phantomspannung = 40 Volt)

4.3 Druckempfänger und Druckgradientenempfänger

4.3.1 Druckempfänger

Bei Druckempfängern wirkt der Schalldruck. Der Raum in der Kapsel hinter der Membran ist mit einer kleinen Druckausgleichsöffnung mit der Außenwelt verbunden, durch die aber die raschen Schalldruckschwankungen nicht ausgeglichen werden. Eine Bewegung der Membran erfolgt, wenn der Druck vor der Membran vom Innendruck abweicht. Auch seitlich oder von hinten einwirkender Schall verursacht durch Beugung Schalldruckänderungen vor der Membran, es entsteht Kugelcharakteristik.

4.3.2 Druckgradientenempfänger

Beim Druckgradientenempfänger (auch Schnelleempfänger) wirkt die Schalldruckänderung. Der Schalldruck erreicht beide Seiten der Membran; genau in der Membranebene eintreffender Schall verursacht keine Schalldruckänderung; es entsteht Achtercharakteristik. Durch Laufzeitglieder auf der Membranrückseite entsteht Nierencharakteristik (Cardioid) sowie durch Kombination anderer Maßnahmen eine Zwischenform (Superniere, Hypernieren, Keule).

5. Richtcharakteristik

Eines von mehreren Auswahlkriterien ist die Richtcharakteristik.

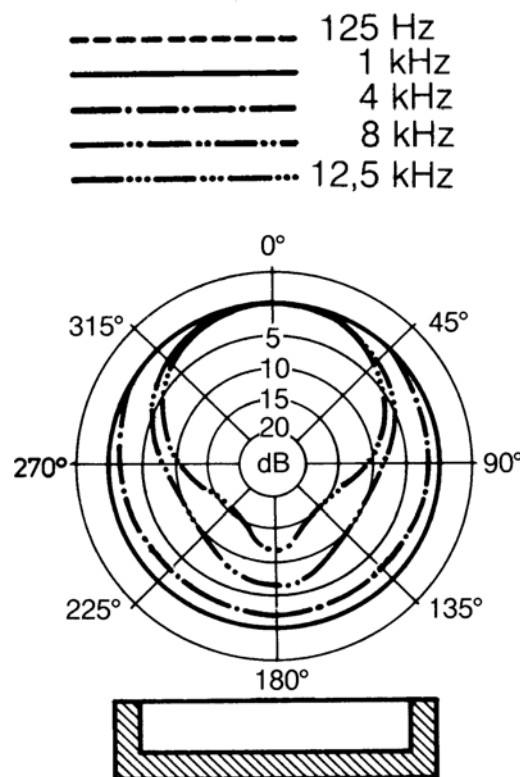
Richtcharakteristik:

„Abhängigkeit der Signalamplitude von der Einfallsrichtung des Schalls.“

Die Richtcharakteristik gibt die Abhängigkeit der Ausgangsspannung des Mikrofons (bzw. des Mikrofonpegels) von der Einfallsrichtung des Schalls an und wird üblicherweise in einem Polarkoordinatensystem dargestellt.

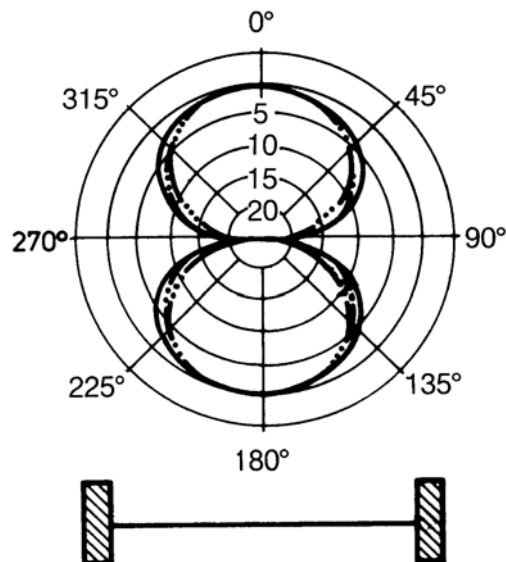
Der Richtfaktor ist das Verhältnis der Signalspannung aus einer bestimmten Richtung zu der in der Symmetrieachse (die immer am größten ist). Üblicherweise wird jedoch das Richtungsmaß angegeben, welches den Richtfaktor im Pegelmaß ausdrückt; die dB-Skala beginnt außen mit 0 dB und endet im Zentrum mit -30 dB. Die Verteilung ist rotationssymmetrisch. Die Richtcharakteristik ist frequenzabhängig.

5.1 Richtcharakteristik von einem Druckempfänger „Kugelcharakteristik“



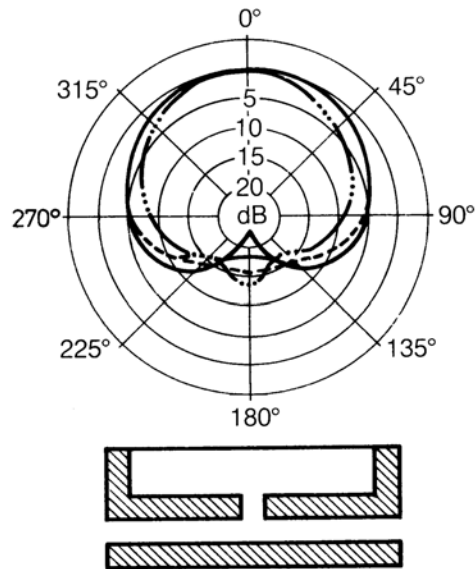
- eine Membranseite ist dem Schalldruck ausgesetzt
- die Kapselrückseite ist luftdicht abgeschlossen
- es besteht eine gleiche Empfindlichkeit nach allen Seiten

5.2 Richtcharakteristik von einem Gradientenempfänger „Acht“



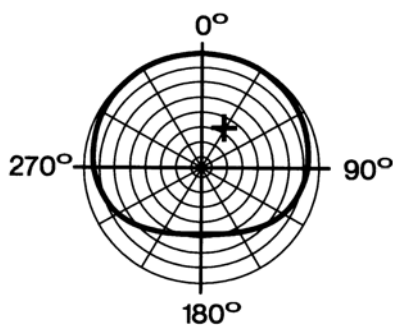
- beide Membranseiten sind dem Schalldruck ausgesetzt
 - Auslenkung ergibt sich aus sehr kleiner Differenz („Gradient“) der Schalldrücke
- Gradient vom Einfallswinkel abhängig
 - Gradientenempfänger ist ein gerichtetes Mikrofon
- alle gerichteten Mikrofone sind Gradientenempfänger
- bei einer „Acht“ ist die Empfindlichkeit nach vorn und hinten gleich, so ergibt sich die „Acht-Charakteristik“

5.3 Richtcharakteristik von einem Gradientenempfänger „Niere“

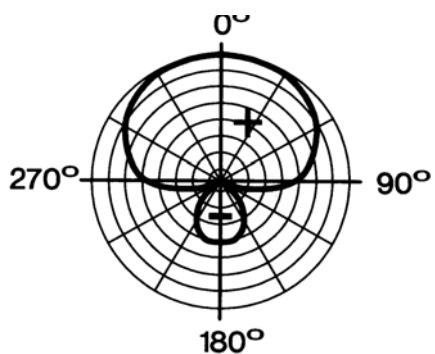


- einer der gebräuchlichsten Gradientenempfänger ist die „Niere“
- Realisierung durch akustisches Laufzeitglied vor Membranrückseite
 - von hinten auf die Membran treffender Schall hat längeren weg zurückgelegt
 - frequenzabhängige Phasendifferenz
- Abhängig von der Empfindlichkeit gibt es verschiedenartige „Nieren“

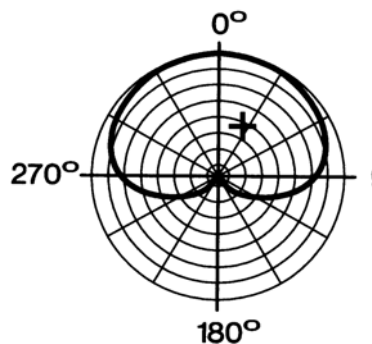
breite Niere



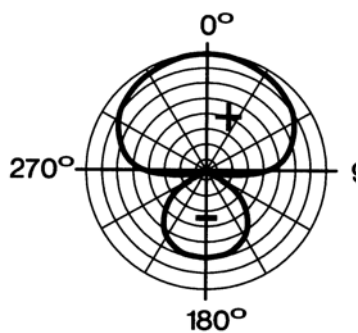
Superniere



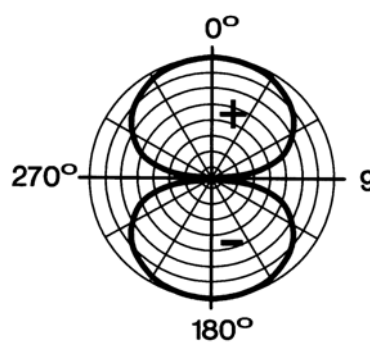
Hypernieren



Niere



Acht



Quellen:

de.wikipedia.org/wiki/Mikrofon