



4. Einführung in die Mikrophontechnik

<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
4.1 Wandlerarten.....	2
4.1.1 Idealer Druckempfänger.....	2
4.1.2 Idealer Druckgradientenempfänger.....	3
4.1.3 Der Nahbesprechungseffekt.....	4
4.1.4 überlagerte Empfänger.....	6
4.1.5 Interferenzempfänger.....	9
4.2 Wandlungsprinzipien.....	9
4.2.1 Kondensatormikrophone.....	9
4.2.2 Elektrodynamische Mikrophone.....	10
4.2.3 Abstimmung.....	10
4.2.4 Anschlußtechnik.....	11
4.3 Abweichungen vom idealen Wandler und praktische Auswirkungen.....	11
4.3.1 Fallbeispiel Druckempfänger.....	12
4.3.2 Fallbeispiel überlagerter Empfänger.....	14



4. Einführung in die Mikrofontechnik

Als Mikrophone bezeichnet man Schall- bzw. elektroakustischer Wandler, die bestimmte Schallfeldgrößen (Druck, Druckgradient) in eine möglichst zu diesen Größen proportionale elektrische Spannung wandelt, die dann am Ausgang dieses Mikrophones für die elektrische Signalverarbeitung (Stichwort: Mischpult) zur Verfügung steht.

In der Tonstudioteknik unterscheidet man je nach **Wandlerart** Schalldruck-, Druckgradienten-, überlagerte und Interferenzempfänger.

Jedes Mikrophon besitzt eine sog. **Membran**, die sich in Abhängigkeit von der Wandlerart proportional zu den dynamischen Schallfeldgrößen (Schallsignale) bewegt. Diese Bewegungen haben dann je nach **Wandlungsprinzip** des Mikrophons eine entsprechende elektrische Spannung (elektrische Signale) zur Folge.

4.1 Wandlerarten

4.1.1 Idealer Druckempfänger

Bei einem Druckempfänger ist die Membran des Mikrophones einseitig durch ein Gehäuse, auch Kapsel genannt, abgeschlossen, so daß nur die Vorderseite dem Schall ausgesetzt ist (siehe Bild 4_1). Lediglich eine kleine Öffnung in der Kapsel sorgt dafür, daß sich der Luftdruck innerhalb dieses Gehäuses dem umgebenden statischen Luftdruck anpaßt. Schnelle Luftdruckschwankungen, wie die durch Luftschall hervorgerufenen, werden dadurch aber nicht ausgeglichen, so daß sich die Membran mit diesen schnellen Schwankungen mitbewegt.

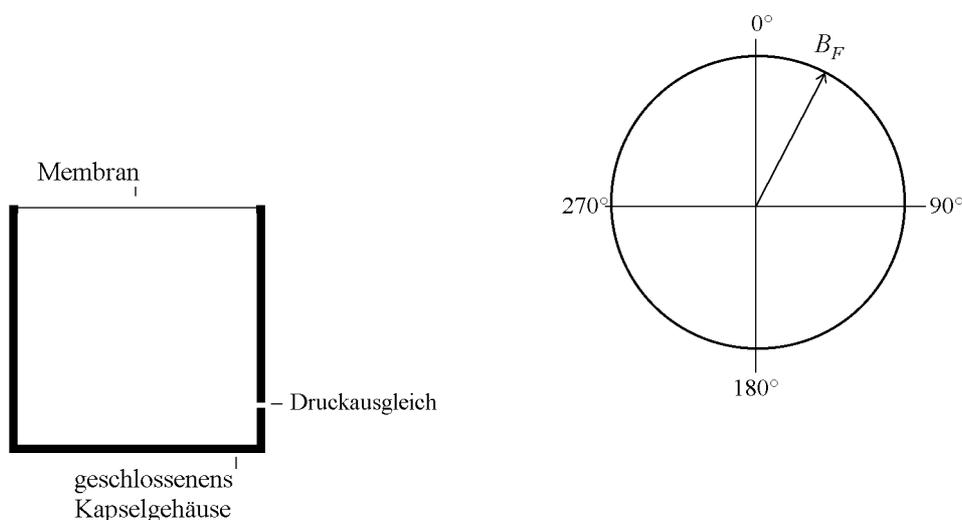


Bild 4_1: Prinzipieller Aufbau eines Druckempfängers und dazugehörige ideale Richtcharakteristik



Immer wenn in einem Schallfeld der Luftdruck vor der Membran vom Kapselinnendruck abweicht, wird die Membran entsprechend ausgelenkt. Da die Schalldruckschwankungen an einem Punkt wie der Membranvorderseite im Schallfeld unabhängig von Schalleinfallrichtung ist, besitzt der ideale Druckempfänger keine Richtwirkung, hat also eine „kugelförmige“ Richtcharakteristik.

4.1.2 Idealer Druckgradientenempfänger

Hier ist die Membran im Gegensatz zum Druckempfänger beidseitig dem Schallfeld ausgesetzt. Die Befestigung der Membran erfolgt dabei ringförmig um sie selbst herum (auch hier spricht man von einer irreführender Weise von einer Kapsel), siehe Bild 4_2. Durch diese Konstruktion wird die Membran nur bewegt, wenn zu einem Zeitpunkt an dem Ort des Mikrophones im Schallfeld eine Druckdifferenz vor und hinter der Membran, der sog. Druckgradient, existiert. Eine Luftdruckdifferenz zwischen zwei Punkten hat eine entsprechend gerichtete Elongation der Luftteilchen mit der dazugehörigen Schnelle zur Folge. Daher ist die elektrische Spannung am Ausgang des Druckgradientenmikrophones ebenso der Schallschnelle proportional, weshalb man diese Mikrophone auch oft als Schnelleempfänger bezeichnet (obwohl die Schnelle direkt nicht gewandelt wird).

Damit wird auch sofort deutlich, daß die Empfindlichkeit dieses Mikrophones für eine Schalleinfallrichtung von vorne und hinten am größten ist, während bei seitlichem Schalleinfall die Membran nicht ausgelenkt wird. Die Richtcharakteristik des idealen Druckgradienten-mikrophones ist also „achtförmig“.

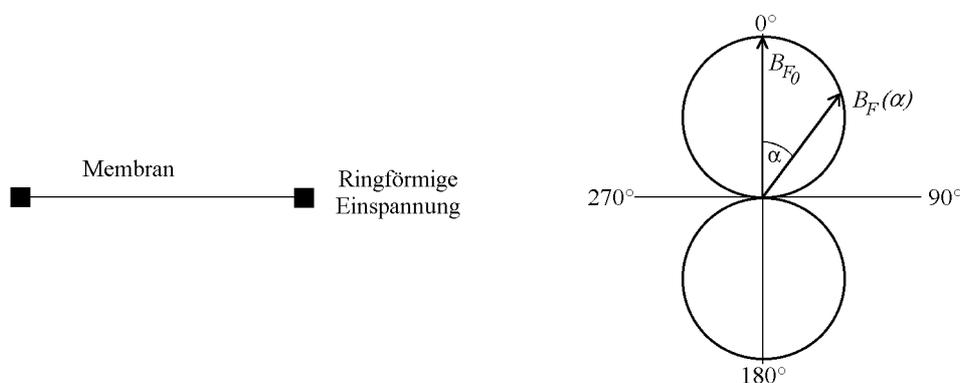


Bild 4_2: Prinzipieller Aufbau eines Druckgradientenempfängers und dazugehörige ideale Richtcharakteristik

Durch die Richtcharakteristik ergibt sich der von der Schalleinfallrichtung α abhängige Übertragungsfaktor $B_F(\alpha)$:

$$B_F(\alpha) = B_{F0} \cdot \cos \alpha \quad (4-1)$$

wobei B_{F0} der Übertragungsfaktor für den Schalleinfall von vorne ($\alpha = 0$) ist.



4.1.3 Der Nahbesprechungseffekt

Beim Druckgradientenempfänger kommt eine Druckdifferenz zwischen zwei Punkten A und B vor bzw. hinter der Membran nur durch die unterschiedliche Phasenlage einer Schallwelle in den jeweiligen Punkten zustande (Bild 4_3). Da der Abstand dieser Punkte bei realen Mikrofonen sehr gering ist, sind die Phasenwinkel und damit die Druckdifferenz für große Wellenlängen sehr klein. Mit kleiner werdenden Wellenlänge steigt bei konstantem Schalldruck die Phasendifferenz $\Delta\varphi$ zwischen den Punkten und damit der Druckgradient an, bis er bei einer bestimmten, für jeden Mikrophontyp charakteristischen Frequenz mit $\Delta\varphi = 180^\circ$ maximal wird (siehe Bild 4_3).

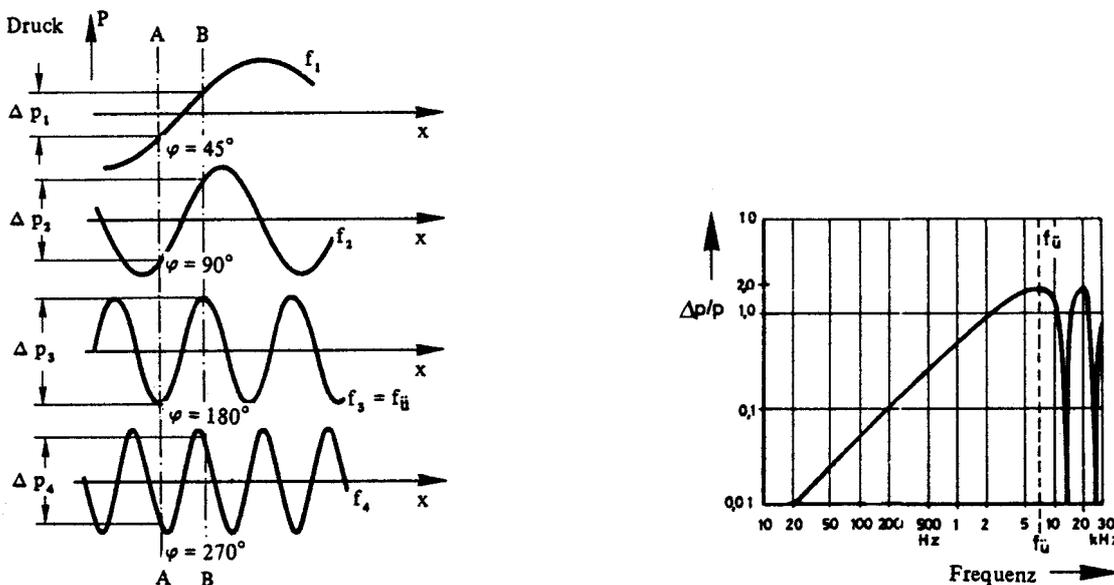


Bild 4_3: Druckdifferenz zwischen zwei Punkten A und B geringen Abstandes (vor und hinter einer Mikrofonmembran und Amplitudenspektrum des unkompenzierten Druckgradientenempfängers

Mikrophone, die auch oberhalb dieser Frequenz wandeln müssen, arbeiten bei diesen Wellenlängen nach einer anderen Wandlerart (Druck oder Interferenzempfänger).

Dieser frequenzabhängige und entfernungsunabhängige Unterschied wird durch eine frequenzabhängige Dämpfung (konstruktive Maßnahmen in der Kapsel: Weich aufgehängte, tief abgestimmte Membran, Masse und Reibungshemmung, siehe auch 4.2), also durch ein akustisches Filter (Tiefpaß: tieffrequente Anteile werden verstärkt bzw. hochfrequente Anteile gedämpft) kompensiert, so daß im Fernfeld bzw. für einen bestimmten Schallquellenabstand ein möglichst lineares Übertragungsverhältnis entsteht (siehe Bild 4_4. Bei realen Mikrofonen nur annäherungsweise möglich, vergl. 4.3.2).

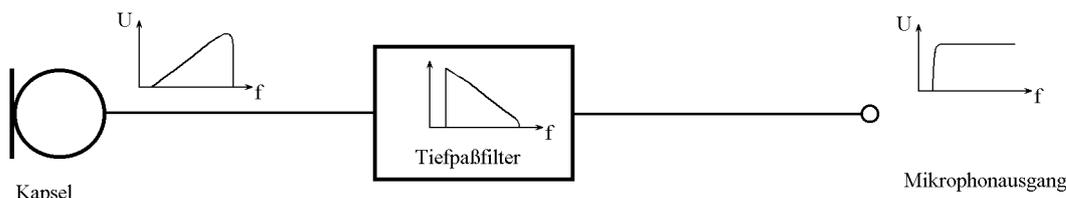


Bild 4_4: Kompensation des Druckgradientenempfängers durch einen Tiefpaß



Im Nahfeld nimmt jedoch die Schallschnelle (und damit der Druckgradient) nicht mehr umgekehrt proportional mit der Entfernung zu, sondern steigt erheblich stärker mit dem Quadrat der Entfernung an. Dieser entfernungsabhängige Unterschied ist frequenzunabhängig, durchläuft aber ebenfalls das akustische Filter. Daher übertragen Druckgradientenmikrophone bei Nahbesprechung die tieffrequenten Anteile verstärkt (siehe Bild 4_5).

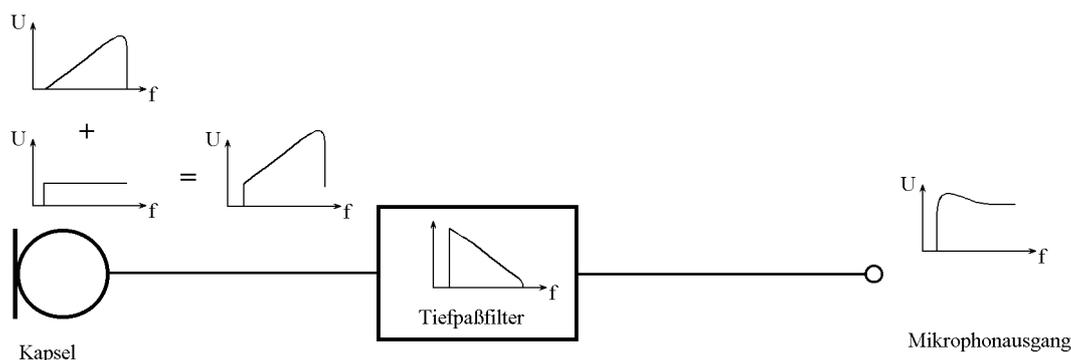


Bild 4_5: Zustandekommen des Nahbesprechungseffektes beim Druckgradientenempfänger

Die Anhebung setzt ein, wenn der Abstand r des Mikrophones ungefähr kleiner / gleich der Wellenlänge λ ist: $\lambda \approx r$ (siehe auch Bild 4_8 weiter unten). Diese Anhebung ΔL_N in dB berechnet sich dann mit der Frequenz f zu:

$$\Delta L_N = -20 \cdot \log \left(\cos \left(\arctan \frac{c}{2\pi r f} \right) \right) \quad (4-2)$$

Ab ca. 0,5 bis 1m spielt in der Praxis der Nahbesprechungseffekt bei den meisten Mikrofonen kaum noch eine nennenswerte Rolle (vgl. Bild 4_8).

Ebenfalls wichtig: aufgrund dieser tiefen Abstimmung (siehe auch 4.2.3) sind Druckgradientenempfänger empfindlicher für Wind- und Popperäusche als vergleichsweise reine Druckempfänger (dabei auch Gefahr von Infraschall, der zu Übersteuerungen führt). Merke: Das am besten geeignete Mikrofon bei Wind ist ein Druckempfänger. Besonders geeignete Windschutze verschlechtern die Richtcharakteristik von Druckgradientenmikrofonen in Richtung Kugel (mit allen weiteren Verschlechterungen wie Dämpfung der Höhen, etc.)



4.1.4 überlagerte Empfänger

Spezifische Richtcharakteristiken wie Niere, Super- oder Hypernieren ergeben sich aus der Kombination von Druck- und Druckgradientenempfänger, indem prinzipiell ihre Ausgangsspannungen addiert werden.

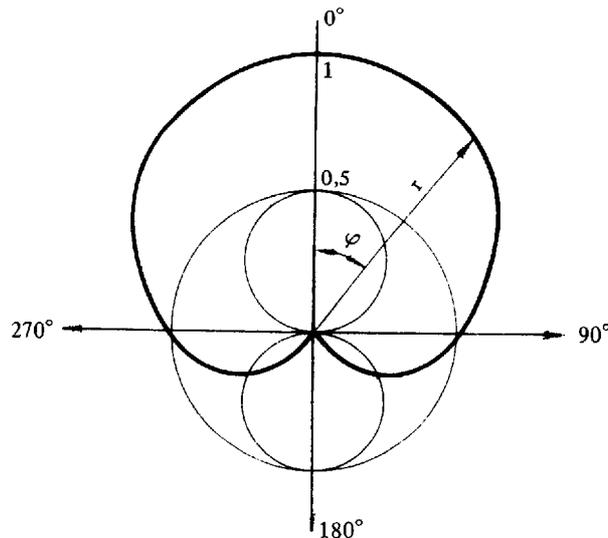


Bild 4_6: Nierencharakteristik als Überlagerung von Kugel- und Achtercharakteristik

Praktisch erhält man überlagerte Empfänger durch spezielle Kapselkonstruktionen (Stichwort Laufzeitglieder), die im Sinne dieser Überlagerung als kombinierter Empfänger arbeiten.

Grundsätzlich ergibt sich die **allgemeine Mikrofontgleichung** für überlagerte Empfänger aus der Addition der Übertragungsfaktoren eines Kugelmikrophones $B_{F_{Kugel}}$ und eines Achtermikrophones $B_{F_{acht}}(\alpha)$ (vergl. Formel 4-1):

$$B_F(\alpha) = m_1 \cdot B_{F_{Kugel}} + m_2 \cdot B_{F_{0Acht}} \cdot \cos \alpha \quad (4-3)$$

mit

$$B_{F_{Kugel}} = B_{F_{0Acht}} = B_{F_0} \quad (4-4)$$

wobei für die Verstärkungsfaktoren m_1 und m_2 stets gilt:

$$m_1 + m_2 = 1 \quad (4-5)$$



Je nach Verhältnis von m_1 und m_2 ergeben sich dann die unterschiedlichen Richtcharakteristiken Breite Niere (3:1), Niere (1:1), Superniere (1:3) und Hypernieren (1:4).

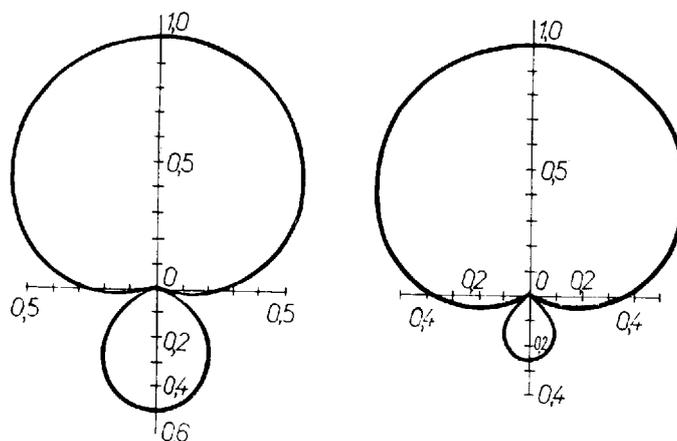


Bild 4_7: Richtcharakteristik von Hypernieren (links) und Supernieren (rechts)

Für ein Nierenmikrofon ergibt sich dann nach Formel (4-3), (4-4) und (4-5) die Mikrophonegleichung:

$$B_F(\alpha) = \frac{B_{F_{Kugel}} + B_{F0_{Acht}}}{2} \cdot (\cos \alpha) \quad (4-6)$$

bzw. direkt bezogen auf den Übertragungsfaktor B_{F0} des Nierenmikrophones für den Schalleinfall von vorne

$$B_F(\alpha) = B_{F0} \cdot (1 + \cos \alpha) \quad (4-7)$$

Dabei erkennt man auch, daß der Nahbesprechungseffekt des überlagerten Empfängers einerseits in der 0° Richtung maximal wird, andererseits bei gleichem Gesamtübertragungsfaktor jedoch geringer ist als beim reinen Druckgradientenempfänger. In der 90° bzw. 270° Richtung hat der überlagerte Empfänger keinen Nahbesprechungseffekt, da der Druckgradientenanteil hier gleich Null ist.

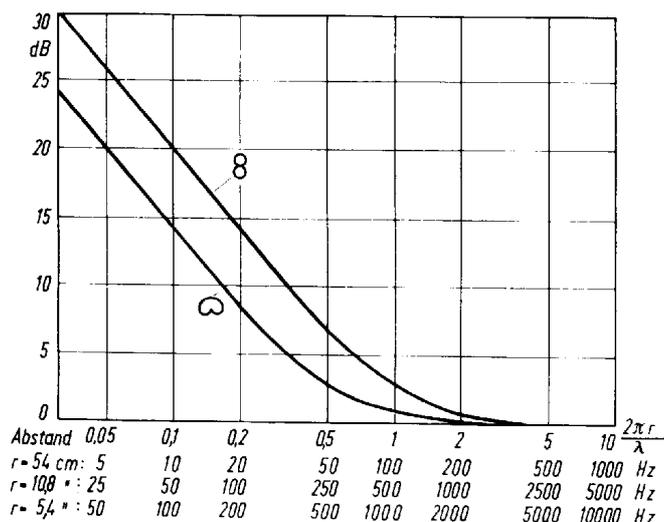


Bild 4_8: Anstieg des Feldübertragungsmaßes für verschiedenen Abstände zur Schallquelle durch den Nahbesprechungseffekt in der 0°-Richtung bei Druckgradienten- und überlagertem Empfänger im Vergleich

In der Literatur sind die Ausführungsformen der überlagerten Empfänger ausführlich behandelt worden, so daß an dieser Stelle für weiter Informationen empfohlen wird:

BORÉ, G.: *Mikrophone - Arbeitsweise und Ausführungsbeispiele*, 3.Auflage, Georg Neumann GmbH Berlin, S. 16 bis 24 (kostenlos erhältlich bei der Georg Neumann GmbH, Ollenhauerstr. 98, 13403 Berlin; Standort Bibliothek AK 827), sowie

WEBERS, J.: *Tonstudioteknik*, 4. Auflage, Franzis-Verlags GmbH München 1985, S. 241 bis 243 (Standort Bibliothek: AK 805, 6. Auflage mit abweichenden Seitenzahlen), ferner

DICKREITER, M.: *Handbuch der Tonstudioteknik*, Band I und II, 5. Auflage 1987 / 1990, Verlag K.G.Saur 1987 / 1990, Band I S.167 bis 171 (Standort Bibliothek: AK 800)



4.1.5 Interferenzempfänger

Siehe Literatur:

BORÉ, G.: *Mikrophone - Arbeitsweise und Ausführungsbeispiele*, 3.Auflage, Georg Neumann GmbH Berlin, S. 16 bis 24 (kostenlos erhältlich bei der Georg Neumann GmbH, Ollenhauerstr. 98, 13403 Berlin; Standort Bibliothek AK 827)

DICKREITER, M.: *Handbuch der Tonstudioteknik*, Band I und II, 5. Auflage 1987 / 1990, Verlag K.G.Saur 1987 / 1990, Band I S.171 bis 172 (Standort Bibliothek: AK 800)

WEBERS, J.: *Tonstudioteknik*, 4. Auflage, Franzis-Verlags GmbH München 1985, S. 243 bis 245 (Standort Bibliothek: AK 805, 6. Auflage mit abweichenden Seitenzahlen), ferner

4.2 Wandlungsprinzipien

Hier unterscheidet in der Tonstudioteknik vor allem elektrostatische Wandler wie Kondensatormikrophone in Nieder- und Hochfrequenzschaltung und Elektretmikrophone sowie elektrodynamische Wandler wie Tauchspulen- und Bändchenmikrophone.

Die Wandlungsprinzipien von Mikrofonen sind in der Literatur ausführlich behandelt worden, so daß in diesem Umdruck darauf nur kurz darauf eingegangen werden soll. Für weitere Information eignet sich die unten (4.2.4) angegebene Literatur.

4.2.1 Kondensatormikrophone

Bei Kondensatormikrofonen besteht die Kapsel aus einer 1 bis 10µm dicken elektrisch leitenden Membran in geringem Abstand vor einer Zwecks Erhöhung der Nachgiebigkeit des dazwischenliegenden Luftpolsters perforierten Gegenelektrode¹. Membran und Gegenelektrode ergeben so einen Luftkondensator mit variablen Plattenabstand und damit variabler Kapazität (20 bis 100pF). Wegen des quadratischen Kraftgesetzes

$$F \sim U^2 \quad (4-8)$$

wird zur Linearisierung eine höhere Gleichspannung (Speisung) vorgeschaltet. Dabei wird in der sog. *Niederfrequenzschaltung* die Kapsel über einen großen Widerstand (800 bis 400 MΩ) aufgeladen (Polarisierung). Dieser Widerstand bestimmt dann auch die untere Grenzfrequenz des Mikrophons. In *Hochfrequenzschaltung* hingegen steuert der Kondensator (50 pF) die Frequenz bzw. Phase eine Hochfrequenz-Oszillators. Dabei wird keine Polarisierungsgleichspannung benötigt. Ein Demodulator vor dem Ausgang stellt dann wieder die

¹ Die Richtckarakteristik läßt sich so ebenfalls durch durchgehende bzw. nichtdurchgehende (Sacklöcher) Bohrungen festlegen.



Niederfrequenzspannung als Ausgangssignal zur Verfügung. Kondensatormikrophone in HF-Schaltung haben theoretisch keine untere Grenzfrequenz.

Elektretmikrophone sind in der Regel Kondensatormikrophone in NF-Schaltung, bei denen die Gleichspannung in Folien mit schlechter Leitfähigkeit und permanentpolarisierenden Eigenschaften (Teflon) "eingefroren" wird². Da die Kapazität in der Regel kleiner als bei den herkömmlichen Kondensatormikrophonen ist, ist die Qualität (besonders Rauschverhalten) nicht ganz so gut wie bei letzteren.

4.2.2 Elektrodynamische Mikrophone

Bei den sog. *Tauchspulenmikrophonen* befindet sich an einer leichten Kunststoffmembran eine freitragende Spule, die in den Luftspalt eines Kräftigen Dauermagneten eintaucht. Dadurch wird in der Spule ein Strom I induziert:

$$F = B \cdot I \quad (4-9)$$

Dieser hat am Ausgang des Mikrophons eine proportionale Spannung zur Folge. Resonanzräume im Gehäuseinneren dämpfen die Bewegung der Membran. Tauchspulenmikrophone sind aufgrund der hohen Membranmasse relativ unempfindlich.

Eine andere Form von dynamischen Mikrophonen stellen die sog. Bändchenmikrophone dar: dort befindet sich ein Leiter in Form eines Aluminiumbändchens direkt zwischen den Polen eines Dauermagneten. Die sehr kleine Bändchenimpedanz wird durch einen Übertrager auf die üblichen Werte (50-200Ω) hinauftransformiert.

4.2.3 Abstimmung

Daraus ergeben sich die unterschiedliche Abstimmungen für die einzelnen Wandlungsprinzipien und -Arten:

- Kapazitive Druckempfänger werden hoch abgestimmt, um ihre Resonanzfrequenz oberhalb des Übertragungsbereiches zu legen.
- Dynamische Druckempfänger werden mittig mit einer Resonanzüberhöhung zur besseren Empfindlichkeit abgestimmt. Zusätzliche Schlitze und Höhlungen im Gehäuse führen zu weiteren Membran-Resonanzen, die den Amplitudengang ("Frequenzgang") begradigen. Daher ist das Impulsverhalten bei dynamischen Mikrophonen grundsätzlich schlechter als bei Kondensatormikrophonen.
- Kapazitive Druckgradientenempfänger werden tief mit einer Reibungshemmung abgestimmt. Sie dürfen nicht hoch abgestimmt werden, da der Druckgradient bereits zu höheren Frequenzen hin ansteigt (vgl. 4.1.3)
- Dynamische Druckgradientenempfänger werden aus dem gleichen Grund tief abgestimmt, da der Druckgradient zu tiefen Frequenzen hin abnimmt. Die Hemmung fällt zur größeren Empfindlichkeit geringer als bei Kondensatormikrophonen aus. Diese weiche Aufhängung macht derartige Mikrophone sehr Wind-, Popgeräusch- und Erschütterungsempfindlich. Auch hier gibt es i.d.R. zusätzliche Schlitze und Höhlungen

² Beim Herstellungsprozess werden die Ladusträger in dieser Folie durch Erwärmung aktiviert und mittels eines angelegten starken E-Feldes ausgerichtet (Dipolbildung). Beim Abkühlen bleibt dieser Zustand erhalten.



im Gehäuse führen zu weiteren Membran-Resonanzen, die den Amplitudengang begradigen.

4.2.4 Anschlußtechnik

Symetrische Anschlußtechnik, Phantomspeisung etc. siehe Literatur:

BORÉ, G.: *Mikrophone - Arbeitsweise und Ausführungsbeispiele*, 3.Auflage, Georg Neumann GmbH Berlin, S. 16 bis 24 (kostenlos erhältlich bei der Georg Neumann GmbH, Ollenhauerstr. 98, 13403 Berlin; Standort Bibliothek AK 827)

DICKREITER, M.: *Handbuch der Tonstudioteknik*, Band I und II, 5. Auflage 1987 / 1990, Verlag K.G.Saur 1987 / 1990, Band I S.171 bis 172 (Standort Bibliothek: AK 800)

WEBERS, J.: *Tonstudioteknik*, 4. Auflage, Franzis-Verlags GmbH München 1985, S. 230 bis 236 und S. 242 bis 249 (Standort Bibliothek: AK 805, 6. Auflage mit abweichenden Seitenzahlen)

ZOLLNER, M., ZWICKER, E.: *Elektroakustik*, 3. Auflage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1993, S. 151 bis 179 (ältere Auflage in der Bibliothek vorhanden: AK 169)

4.3 Abweichungen vom idealen Wandler und praktische Auswirkungen

Zu dieser Thematik empfiehlt es sich, ausführlich die am Ende dieses Unterkapitels angegebene Literatur zu lesen. Ebenso aufschlußreich können mehr oder weniger die Prospekt- und Beschreibungsmaterialien der Mikrophonhersteller über ihre Produkte sein. Soweit angegeben, eignen sich insbesondere Diagramme über die Richtcharakteristiken der Mikrophone bei verschiedenen Frequenzen, Amplitudengang bei verschiedenen Schalleinfallrichtungen (leider meistens nur für frontalen Schalleinfall angegeben, häufig sogar nur Toleranzgrenzen des Amplitudengangs) sowie Sprungantworten bei verschiedenen Schalleinfallrichtungen (meistens nicht angegeben).

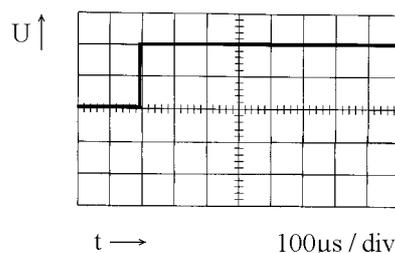


Bild 4_9: Messignal, mit dessen Antwort ein LTI-System vollständig beschrieben ist: der Sprung



Die unterschiedlichen Abweichung der Mikrophone vom Ideal führen zu spezifischen klanglichen Eigenheiten. Diese sind stets abhängig vom Mikrophontyp, von der Wandlungsart und von dem Wandlungsprinzip, von der Signalaufarbeitung im Mikrophon selbst (akustische Filter in Form von Resonanzräumen sowie Verhalten der Impedanzwandler, Ausgangsübertrager) und, wie noch gezeigt werden soll, auch von der Schalleinfallrichtung.

Als Beispiel sollen hier verschiedene Angaben für einen Druckempfänger und einen überlagerten Empfänger diskutiert werden. Beides sind Kondensatormikrophone, die in Bezug auf das Übertragungsverhalten den Mikrophonen, die nach anderen Wandlungsprinzipien (insbesondere Dynamische) arbeiten, grundsätzlich überlegen sind (siehe Literaturangaben in diesem und vorangegangenen Unterkapitel). Dennoch zeigt sich, daß auch Kondensatormikrophone für die Studioteknik vom Ideal abweichen.

Die Wahl eines bestimmten Mikrophones hängt somit immer vom Einsatzbereich ab (dynamische Mikrophone sind in der Regel robuster als Kondensatormikrophone; Kondensatormikrophone brauchen eine Speisespannung, die auch nicht immer zur Verfügung steht; sind Richtmikrophone erforderlich?) und, nicht zuletzt, auch von klanglichen Vorstellungen und Vorzügen des Aufnahmeteam, Musikers und Produzenten.

4.3.1 Fallbeispiel Druckempfänger

Meßabstände ca. 1m im Freifeld, soweit nicht anders angegeben.

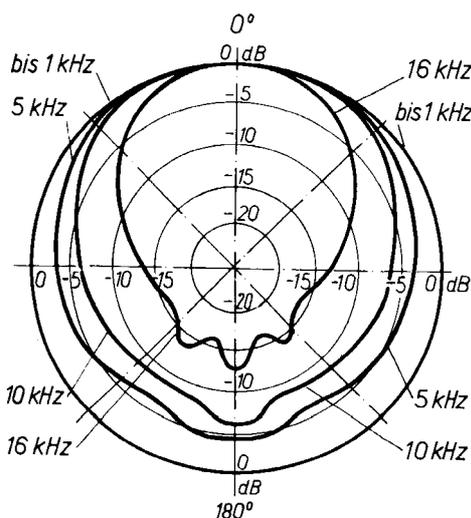


Bild 4_10: Richtcharakteristik des KM 83 (Neumann). Achtung : logarithmische Darstellung in dB.

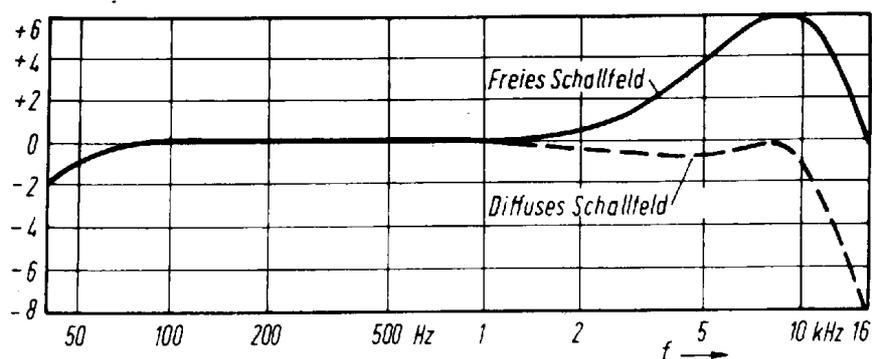


Bild 4_11: Amplitudengang des KM 83 (Neumann) in dB

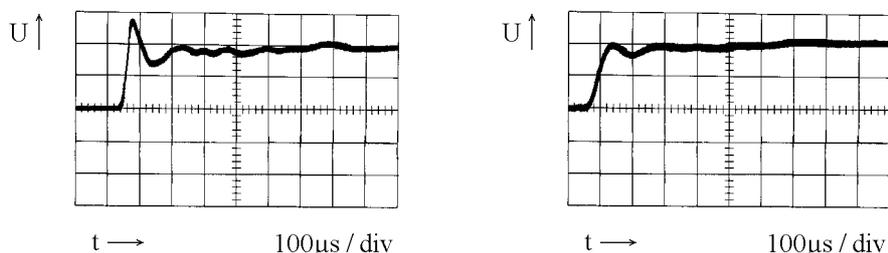


Bild 4_12: Sprungantwort des KM 83 (Neumann), links Schalleinfall aus der 0°-Richtung, rechts 180°-Richtung

Anhand des Richtdiagramms erkennt man, daß Druckempfänger in der Studioteknik aufgrund des erforderlichen Geräuschspannungsabstandes und der daraus resultierenden Größe der Kapselkonstruktion stark vom idealen Wandler abweichen (Druckstau bei frontalem Schalleinfall: Wellenlänge kleiner/gleich des Membrandurchmessers werden reflektiert sowie Beugungserscheinungen an Kapsel und Gehäuse, Interferenzen bei seitlichem und Abschattungen bei rückwertigem Schalleinfall). Die Richtcharakteristik ist stark frequenzabhängig: nur für bestimmte Wellenlängen ist sie kugelförmig (Frequenzen kleiner/gleich 1 kHz), für andere Wellenlängen richtet dieses Mikrofon zum Teil erheblich. Pauschal kann man für Kugelmikrophone sagen, daß bei seitlichem Schalleinfall die Höhen immer geringer übertragen werden als bei frontalem Schalleinfall. Dies sieht man auch in der Sprungantwort: bei Schalleinfall von hinten ist der Sprung deutlich verrundet (Tiefpaß). Um diesen Effekt zu mildern, wird häufig bei Druckempfängern ein akustisches Filter eingebaut (gezielte Ausnutzung des Druckstau-effektes), welches die Höhen insgesamt anhebt (Diffusfeldanpassung: im diffusen Schallfeld ergibt sich so ein nahezu gradlinieger Amplitudengang. Ein tatsächlich völlig diffuses Schallfeld findet man in der Praxis allerdings nie). Dadurch haben diese Mikrophone (bei der üblichen Freifeldmessung) eine Höhenanhebung für die 0°-Richtung, was man ebenfalls in der Sprungantwort anhand der Überschwinger zu Beginn sieht (Hochpaß). Natürlich kann man die Eigenschaften der Mikrophone in Abhängigkeit der Schalleinfallrichtung auch durch geschickte Einstellung mit separaten Studioentzerrern (Mischpult EQ) mildern.



4.3.2 Fallbeispiel überlagerter Empfänger

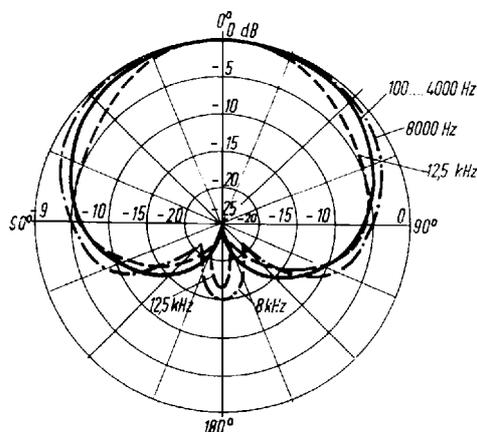


Bild 4_13: Richtcharakteristik des KM 84 (Neumann), logarithmische Darstellung in dB

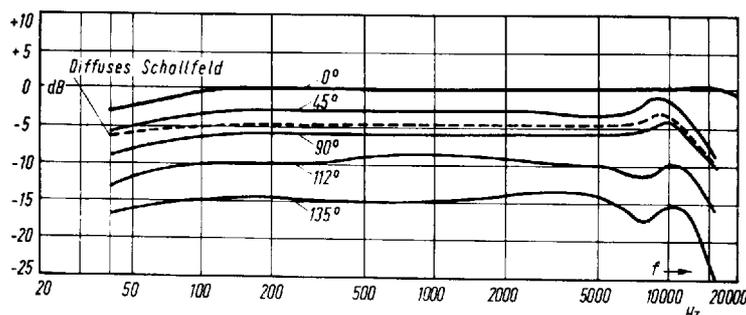


Bild 4_14: Amplitudengang des KM 84 (Neumann) für verschiedene Schalleinfallrichtungen in dB

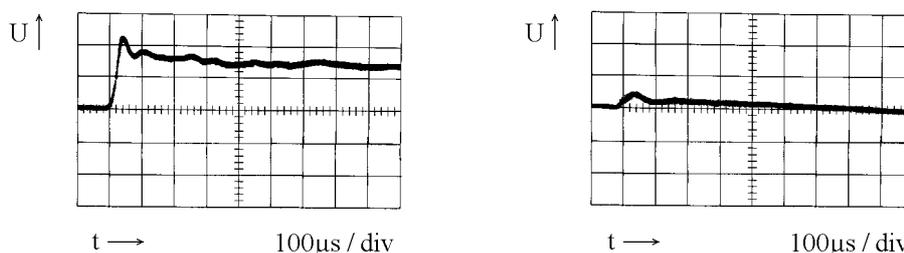


Bild 4_15: Sprungantwort des KM 84 (Neumann), links Schalleinfall aus der 0°-Richtung, rechts 180°-Richtung

Das Richtdiagramm des überlagerten Empfängers zeigt, daß die frequenzabhängige Abweichung von der idealen Charakteristik erheblich geringer ist als beim Druckempfänger. Dennoch existiert auch hier ein deutlicher Höhenabfall bei Frequenzen oberhalb 10 kHz für seitlichen Schalleinfall. Daher werden auch bei Nierenmikrofonen gelegentlich ein zusätzlicher Filter eingebaut, welches die Höhen insgesamt anhebt (bei unserem Beispiel ist eine minimale Anhebung vorhanden, wie man auch in der Sprungantwort gut sehen kann). Die Sprungantwort für Schalleinfall aus der 180°-Richtung und das Richtdiagramm zeigt die



gut realisierte Unempfindlichkeit des Mikrophones für rückseitigen Schalleinfall, wenn auch, wie in beiden Darstellungen zu sehen ist, die Dämpfung hier nicht (wie die ideale Niere) unendlich ist. Dennoch sind die Werte (minimale Dämpfung 15 dB) für die Praxis ausreichend und höchstens bei extremen Beschallungssituationen zu beachten.

Der Amplitudengang zeigt zudem, daß im Vergleich zum Kugelmikrofon (siehe 4.3.1) die Empfindlichkeit des überlagerten Empfängers zu den Tiefen hin stärker abnimmt.

Gleichzeitig erkennt man aber auch sowohl im Richtdiagramm als auch im Amplitudengang, daß bei seitlichem Schalleinfall aus der 45° und 90°-Richtung eine Anhebung der Frequenzen zwischen 4 kHz und 8 kHz erfolgt. Daher können Nierenmikrophone bei seitlichem Schalleinfall unangenehm „scharf“ klingen. Wird in der Praxis erforderlich, daß wichtige Schallereignisse seitlich zum Mikrofon auftreten (z.B. bei der XY-Stereophonie, vergl. Kap. 5.2.1), hilft gegen diese Klangschärfe nur der entsprechende Einsatz separater Entzerrer (z.B. Mischpult EQ).

Literatur zu 4.3.:

BORÉ, G.: *Mikrophone - Arbeitsweise und Ausführungsbeispiele*, 3.Auflage, Georg Neumann GmbH Berlin, S. 16 bis 24 (kostenlos erhältlich bei der Georg Neumann GmbH, Ollenhauerstr. 98, 13403 Berlin; Standort Bibliothek AK 827) ☺☺

BORÉ, G.: *Die Aufnahme hoher Schalldrücke mit Kondensator-Richtmikrofonen*, aus *Bericht 9. Tonmeistertagung 1972*, Verband Deutscher Tonmeister 1972, S. 164 bis 171 (Standort Bibliothek: AK 14³)

MANGER, J.W.: *Impulsverhalten von Mikrofon und Lautsprecher*, aus *Bericht 14. Tonmeistertagung 1986*, Verlag K.G.Saur 1987, S. 262 bis 276 (Standort Bibliothek: AK 14¹⁴)

PEUS, S.: *Impulsverhalten von Mikrofonen*, aus *Bericht 10. Tonmeistertagung 1975*, Verband Deutscher Tonmeister 1975, S. 278 bis 291 (Standort Bibliothek: AK 14¹⁰) ☺☺

WUTTKE, J.: *Herkömmliches und Neues zum Thema „Kondensatormikrofon mit Kugelcharakteristik“*, aus *Bericht 13. Tonmeistertagung 1984*, Verlag K.G.Saur 1985, S. 75 bis 84 (Standort Bibliothek: AK 14¹³)

WUTTKE, J.: *„Betriebsverhältnisse von Mikrofonen bei Wind und Popp“*, aus *Bericht 14. Tonmeistertagung 1986*, Verlag K.G.Saur 1987, S. 247 bis 261 (Standort Bibliothek: AK 14¹⁴) ☺☺

WUTTKE, J.: *„Mikrophones Allerlei - kleines Kompendium“*, aus *Bericht 18. Tonmeistertagung 1994*, Verlag K.G.Saur 1995, S. 266 bis 281 ☺☺

ZOLLNER, M., ZWICKER, E.: *Elektroakustik*, 3. Auflage, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York 1993, S. 181 bis 199 (ältere Auflage in der Bibliothek vorhanden: AK 169)