

Ein neues elektrodynamisches Bandmikrophon.

(Mitteilung aus dem Zentrallaboratorium der Siemens & Halske A. G., Wernerwerk.)

Von C. A. Hartmann, Berlin.

Inhalt:

Wirkungsweise und Aufbau des neuen Bandmikrophons werden erläutert. Seine gleichfalls mitgeteilten Eigenschaften stellen es bezüglich Verzerrungsfreiheit den hochwertigsten Mikrofonen an die Seite. Diese übertrifft es jedoch an Betriebssicherheit.

Die meisten Nichtkohlemikrophone haben gegenüber den Kohlemikrofonen erhebliche Vorteile. Die kennzeichnenden Merkmale der Kohlemikrophone sind ja „Widerstandsveränderlichkeit“ und „nichtlineare Verzerrung“. Von diesen Eigenschaften und ihren Folgeerscheinungen, wie zeitlicher Inkonstanz der Wirkung, Lagenabhängigkeit, Rauschen, Brennen, Reizschwelle und Klirren sind die übrigen Mikrofontypen mehr oder weniger frei. Ganz besonders gilt dies z. B. für die Gattung Bandmikrophon. Wenn trotzdem die Kohlemikrophone in größtem Umfang Eingang gefunden haben, so liegt das lediglich an einem großen Vorteil, den sie besitzen, an ihrem guten Wirkungsgrad. Dieser Vorteil hatte nun zwar einerseits durch die Entwicklung der Verstärkertechnik an Gewicht verloren, andererseits durch die Maßnahmen zur Erzielung „hochwertiger“ Kohlemikrophone an Umfang eingebüßt.

Bei den Bandmikrofonen (s. den bisherigen Typ in Abb. 1) stand früher einer allgemeinen Verwendung das zu kleine Übertragungsmaß¹⁾ trotz

¹⁾ d. i. das Verhältnis von Mikrofon-EMK zu Schalldruck in $\frac{\text{Volt}}{\text{bar}}$ (bar = dyn cm^{-2}).

sonstiger hervorragenden Eigenschaften hindernd im Wege. Im folgenden soll ein neues Bandmikrophon (Abb. 2; ein Gazefenster, welches sonst die Schalleintrittsöffnung bedeckt, ist entfernt)

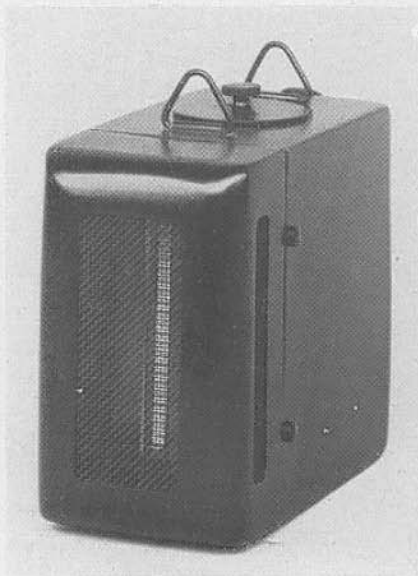


Abb. 1. Bandmikrophon (bisheriger Typ).

beschrieben werden, welches im Wirkungsgrad den besten hochwertigen Kohlemikrofonen gleichkommt, so daß die sonstige Überlegenheit des Bandmikrofontyps sich nunmehr voll auswirken kann. Zugleich ist bei diesem Mikrophon durch noch stärkere Dämpfung der Resonanzstellen die

Frequenzkurve weiter ausgeglichen und die Wiedergabe der Frequenzen an den Übertragungsgrenzen wesentlich verbessert worden.

Während die Vergrößerung des Wirkungsgrades in der Hauptsache durch Erhöhung der Induktion in dem Luftspalt, in dem sich das Bändchen befindet, erzielt wurde²⁾, gelang die Erweiterung des Übertragungsbereiches wesentlich durch Schaffung eines besonderen Raumes hinter dem Bändchen. Abb. 3 zeigt im Schema den Quer- und Längsschnitt durch das neue Mikrophon. 1 stellt den fraglichen Raum hinter dem Bändchen 2 dar,

Raum wirkt zunächst als Druckpolster, dessen Elastizität zusammen mit der Bändchenmasse eine Querresonanz im Gebiet der hohen Frequenzen ergibt, während bei den höchsten Frequenzen eine Längsresonanz (Pfeifenwirkung) des Bändchenraumes sich ausbildet. Bei geeigneter Ver-

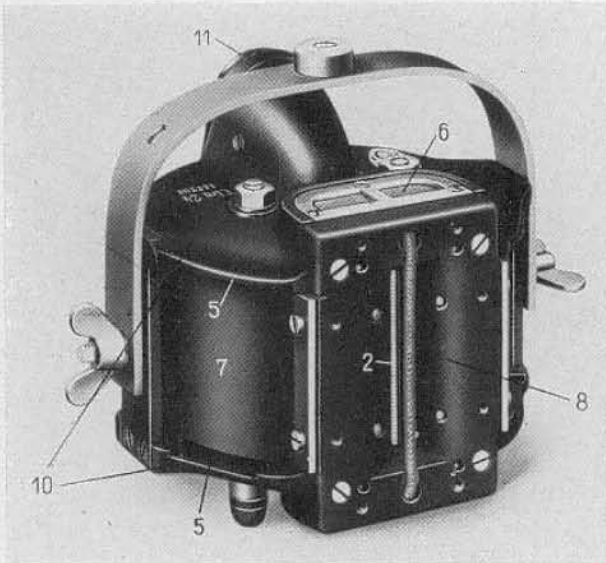


Abb. 2. Neues Bandmikrophon.

welches sich im Luftspalt des Magneten 7 befindet. Der Innenraum 3 des Magneten steht durch den Schlitz 4 mit dem Bändchenraum 1 in Verbindung. Die Wirkungsweise ist nun folgende: Bei den tiefsten Frequenzen spielt die Grundeigenschwingung des Bandes selbst die Hauptrolle. Mit steigender Frequenz macht sich bei mittleren Frequenzen die Resonanz des Magnetinnenraumes 3 bemerkbar. Sein Einfluß aber — und das ist das wesentliche — wird bei weiterer Frequenzsteigerung mehr und mehr ausgeschaltet, da nunmehr infolge der Strömungsverhältnisse im Schlitz 4 sich dieser mehr und mehr verschließt und der Bändchenraum 1 bestimmend wird. Dieser

²⁾ Die erzielten Fortschritte verdanken wir der Mitarbeit des Herrn Dr. Neumann vom Forschungslaboratorium des Siemenskonzerns bei der Entwicklung des Mikrophonmagnetkörpers.

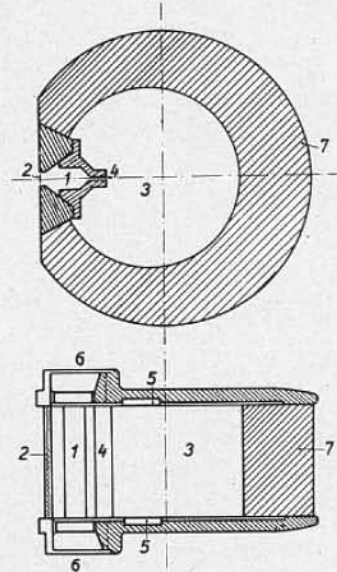


Abb. 3. Schematische Darstellung des neuen Bandmikrophons (Quer- und Längsschnitt).

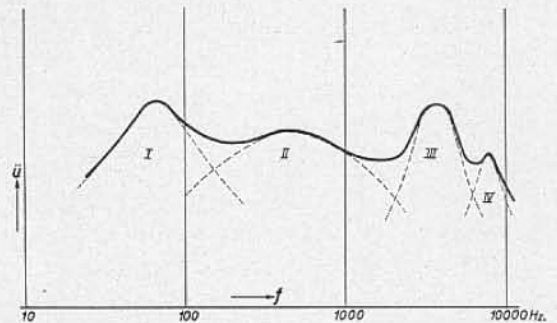


Abb. 4. Zur Veranschaulichung der Entstehungsweise einer ausgeglichenen Frequenzkurve:

- I. Bandresonanz.
- II. Resonanz des Magnetinnenraumes 3.
- III. Resonanz des Bandes in Verbindung mit Hohlraum 1.
- IV. Pfeifenresonanz des Hohlraums 1.

teilung der verschiedenen Eigenschwingungen auf den Übertragungsbereich und hinreichender Dämpfung, die vorliegendenfalls auch durch die Öffnungen 5 und 6 erzielt wird, erhält man in einem weiten Bereich praktisch konstantes Übertragungsmaß, wie es in Abb. 4 schematisch dargestellt ist. Als günstigste Verteilung hat sich ein Abstand von etwa 3 Oktaven ergeben, wobei die tiefste Eigenschwingung bei 70 Hz, die nächste bei etwa 500 Hz

und die dritte bei 4000 Hz liegt. Hierzu tritt dann noch die Pfeifenresonanz bei 7000—8000 Hz, die praktisch nicht als besonderes Maximum in Erscheinung tritt, jedoch ein stärkeres Abfallen der Frequenzkurve oberhalb 4000 Hz verhindert.

Die skizzierten Verhältnisse haben sich deswegen von vornherein nicht ohne weiteres übersehen lassen, weil der Einfluß der Luftspalte zu beiden Seiten des Bandes und der des Kopplungsschlitzes auf die Band- und Raumeigenschwingungen zunächst besonders untersucht werden mußte. Nach einer auf Mersenne zurückgehenden Formel³⁾ ergeben sich die Eigenschwingungen einer weichen gespannten Saite zu

$$n_k = (2k + 1) \frac{1}{2l} \sqrt{g \cdot P / p}, \quad k = 0, 1, 2, \dots,$$

wenn l , p , P und g die Werte für Saitenlänge und -gewicht je Längeneinheit, Spannunggewicht und Fallbeschleunigung bedeuten. Für die Grundeigenschwingung ($k=0$) des 5 cm langen und 0,7 mg schweren Bändchens — die höheren Harmonischen treten praktisch nicht in Erscheinung — ergeben sich bei verschiedenen Spannungsgewichten die folgenden Werte:

p	12	22	34	49	70 mg
n_0	30	40	50	60	72 Hertz

Die Rechnung, welche durch den Versuch bestätigt worden ist, führte zur Wahl eines Spannungsgewichtes von 70 mg. Das Bändchen arbeitet also im Gebiet der tiefen Frequenzen tatsächlich wie eine frei ausgespannte Saite, wenigstens was die Eigenschwingung anlangt. Auf die Dämpfung, für die ja noch andere Faktoren, insbesondere die Eigenschaften der Luftspalte zu beiden Seiten des Bändchens, maßgebend sind, kann hier — wie auch in anderen Fällen — nicht eingegangen werden.

Es war nun weiter von Interesse festzustellen, in welchem Grade das Bändchen vom Schallfeld umflutet wird. Es sind dabei zwei Grenzfälle denkbar. Ist die Umflutung Null (Fall des reinen Druckempfängers), so übt das Schallfeld auf das Bändchen die Kraft $K_a = pF$ aus, wo p den Schalldruck und F die Bändchenfläche bedeuten, während bei vollständiger Umflutung (Fall des reinen Bewegungsempfängers) die Kraft sehr viel kleiner

ist. Sie ergibt sich aus der Differenz der Drücke an der Vorder- und Rückseite des Bandes gegebener Dicke zu

$$K_a = \frac{\omega \delta}{a} pF = \frac{\omega \delta}{a} K_0.$$

Hier bedeuten ω und a Kreisfrequenz und Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles, δ die Bändchendicke. Für tiefe Frequenzen ist der Faktor $\frac{\omega \delta}{a}$ bei einer Bändchendicke von $2,5 \cdot 10^{-4}$ cm von der Größenordnung 10^{-5} . Er wächst dann proportional der Frequenz. Da ein entsprechender Gang des Übertragungsmaßes nicht beobachtet worden ist, so scheint in dem betrachteten Frequenzbereich Umflutung in erheblichem Umfange nicht vorhanden zu sein.

Zu dem gleichen Ergebnis gelangt man auch bei Betrachtung des zusätzlichen Bandmikrophonscheinwiderstandes, der sich aus der Bewegung des Bändchens im Magnetfelde ergibt. Bei einem Druck p in der freien Welle ist im allgemeinen Fall die Kraft, die auf 1 cm² des Bändchens wirkt,

$$pe^{\beta} \sin \alpha.$$

Dabei ist, falls Umflutung nicht vorhanden ist, $\beta = 0$, bei vollständiger Umflutung $\beta = \ln \frac{\omega \delta}{a}$, während α zwischen 0 und $\pi/2$ liegen kann. Es läßt sich nun für den zusätzlichen Bandmikrophonwiderstand die Beziehung

$$Z_a = - \frac{w_2}{w_1} \frac{B}{b} e^{-\beta} \sin \alpha$$

ableiten. Sein Betrag ist danach⁴⁾

$$Z_a = \frac{w_2}{w_1} \frac{B}{b} e^{-\beta} = \frac{1}{10} \frac{w_2}{w_1} \frac{B}{\text{Volt}/\text{bar}} \frac{cm}{b} e^{-\beta} \Omega.$$

w_2/w_1 bedeutet dabei das Übersetzungsverhältnis des Übertragers im Bandmikrophon, B , b und β die Werte für Induktion im Luftspalt, Bändchenbreite und Übertragungsmaß.

Wird das Bändchen nicht umflutet, so ergibt sich im vorliegenden Falle bei 200 Hz ein zusätzlicher Widerstand von rund 60 Ohm. Bei vollständiger Umflutung wäre der Zusatzwiderstand unter Zugrundelegung der beobachteten Übertragungsmaße $6 \cdot 10^6$ Ohm. Da die später noch mitzuteilenden Ergebnisse der Widerstandsmessun-

³⁾ s. z. B. Rayleigh, Theorie des Schalles, deutsche Übers. von Neesen 1879, § 124.

⁴⁾ Wegen der Schreibweise dieser und der anderen Gleichungen dieser Arbeit vgl. den Entwurf 30 des AEF (ETZ Bd. 50, 586, 1930, H. 16).

gen nur mit dem erstbetrachteten Fall in Einklang zu bringen sind, muß wiederum geschlossen werden, daß Umlutung im fraglichen Frequenzbereich merklich nicht vorhanden ist. Das Bandmikrophon nähert sich also dem Grenzfall des Druckempfängers.

Der akustische Abschluß des Bändchenraumes nach dem Magnetinnenraum zu, mit welchem er ja durch den Schlitz in Verbindung steht, für genügend hohe Frequenzen ergibt sich aus dem Vergleich der für den abgeschlossenen Raum berechneten Querresonanz mit der beobachteten. Für durch Kolbenmembranen der Masse m abgeschlossene Druckräume findet man eine Eigenschwingung

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}},$$

wo D den Rückstellkoeffizienten des Druckpolsters darstellt, der sich zu

$$D = \alpha \cdot \frac{P_0}{V_0} F^2$$

berechnet. Dabei bedeuten P_0 , V_0 und α den mittleren Druck, das Volumen und das Verhältnis der spezifischen Wärmen des Druckpolstermediums. F ist die Membran-, im vorliegenden Fall die Bändchenfläche. Für ein Bändchengewicht von 0,7 mg und ein Volumen von 2 cm³ ergibt sich eine Eigenschwingung von 4500 Hz. Beobachtet wurden 4100–4200 Hz. Danach ist der Bändchenraum für die hohen Frequenzen tatsächlich akustisch fast vollständig abgeschlossen. Insbesondere wird damit auch die Annahme über die Wirkungsweise des Schlitzes bestätigt. Ferner zeigt sich, daß die erwähnten Dämpfungsöffnungen (6 in Abb. 3) an den Enden des Bändchenraumes die Druckpolsterwirkung gleichfalls nicht erheblich beeinflussen.

Die Längsresonanz des Bändchenraumes schließlich errechnet sich unter der Annahme von Schwingungsbäuchen in der Mitte und an den Enden des Bändchenraumes von 5 cm Länge zu 7000 Hz.

Auf Grund der angedeuteten Untersuchung ist es möglich gewesen, die erwähnte günstigste Verteilung der Eigenschwingungen herzustellen. Die Resonanz des Magnetinnenraumes war dabei durch die Konstruktion gegeben. Die günstigste Bemessung der Dämpfungsöffnungen (5 und 6 in Abb. 3) ist durch den Versuch bestimmt worden.

Die Konstruktion des neuen Mikrophons, bei der für guten Wetterschutz gesorgt ist, zeigt folgende Einzelheiten. Das tragende Element stellt der Ringmagnetkörper (7 in den Abb. 2 und 3) dar. Mittels keilförmiger Schlißflächen in ihn eingepaßt ist ein Rahmen 8, welcher die Polschuhe und den Bändchenaufbau trägt. Der Magnetinnenraum wird durch zwei Metalldeckel 10 verschlossen, die durch zwei durch den Innenraum hindurchtretende Bolzen miteinander verschraubt

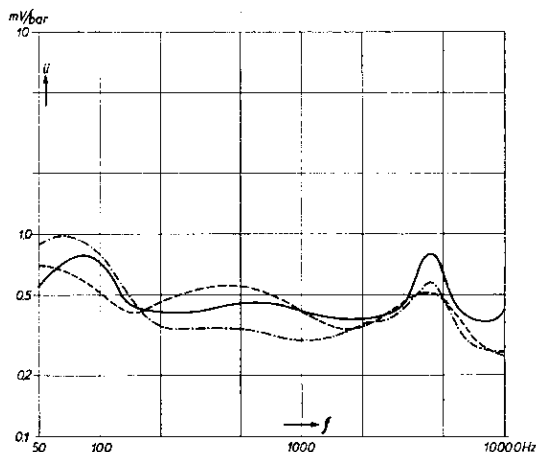


Abb. 5. Frequenzkurven von drei Bandmikrophonen.

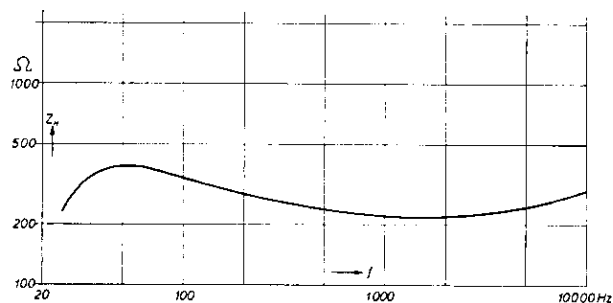


Abb. 6. Scheinwiderstandsbeitrag des Bandmikrophons in Abhängigkeit von der Frequenz.

sind. Diese Bolzen halten auch den im Innenraum befindlichen, mit Filzplatten umgebenen Ringübertrager, welcher im Interesse der Störungsfreiheit der Anschlußleitungen den Widerstand des Bandes auf einen höheren Betrag transformiert (s. u.). Der Rahmen 8 wird durch Verschrauben mit den Deckeln in seiner Lage gesichert. Die Dämpfungsöffnungen 5 sind an der Innenseite der Deckel so geführt, daß bei abwärts geneigtem Rahmen das Eindringen von Regen mit Sicherheit vermieden wird. Die Dämpfungsöffnungen 6 an den Enden des Bändchenraumes sowie die Vorderseite des Rahmens sind

durch Gazefenster (in Abb. 2 ist das letztere entfernt) verschlossen. Das Mikrophon ist drehbar in einem Bügel befestigt, der seinerseits drehbar an einem Stativ angebracht werden kann. Es ist so möglich, dem Mikrophon jede gewünschte Lage zu geben. Bei starkem Wind kann ein besonderer Windschutz am Stativ befestigt werden, welcher die Übertragungseigenschaften des Mikrophons praktisch nicht beeinflusst.

Abb. 7a—c. Richtwirkungsdiagramme vom neuen Bandmikrophon

1. für Drehung des Mikrophons um eine zum Bändchen parallele Achse (obere Diagrammhälfte),
2. für Drehung um eine dazu senkrechte Achse, die parallel der Bändchenbene verläuft (untere Diagrammhälfte).

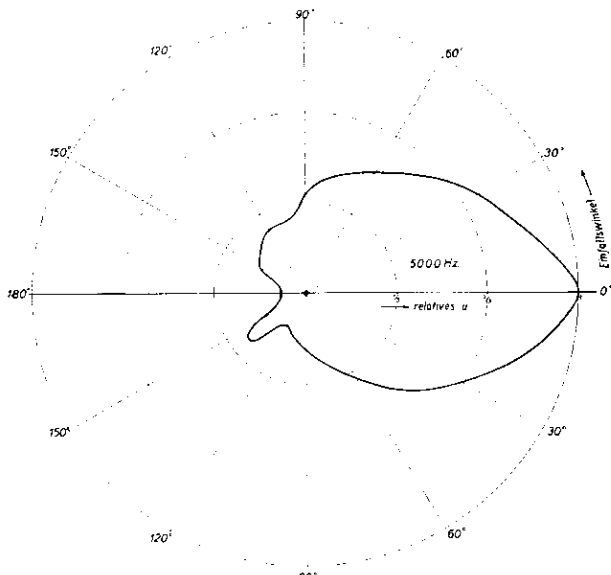


Abb. 7a.

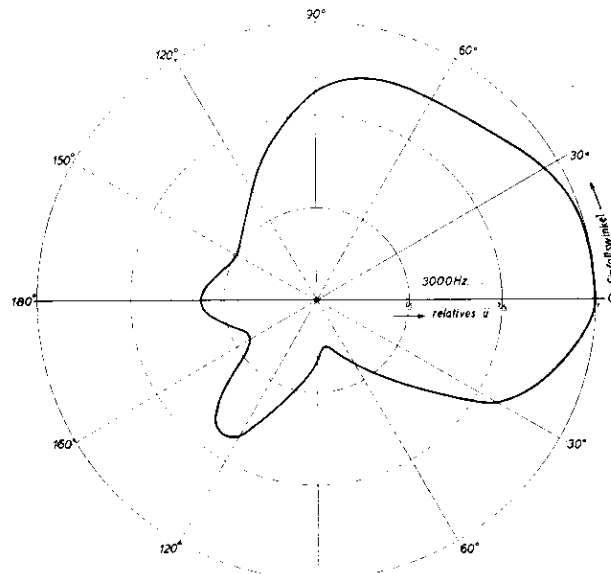


Abb. 7b.

Unter diesen Eigenschaften spielt die Abhängigkeit des Übertragungsmaßes von der Frequenz eine Hauptrolle. Ihre Bestimmung erfolgt in der freien Schallwelle, wobei zur Berechnung des Übertragungsmaßes der Druck herangezogen wird, der am Mikrophonort bei Abwesenheit des Mikrophons bestehen würde. Die Drucktransformation durch den Mikrophonkörper, die ja auch eine Eigenschaft des Mikrophons ist, wird also mit erfaßt (Lit. 1). Abb. 5 zeigt die Frequenzabhängigkeit für 3 Mikrophone. Die 3 theoretisch zu erwar-

Abb. 10a—e. Richtwirkungsdiagramme von einem hochwertigen Kohlemikrophon mit 50 cm² Membranfläche.

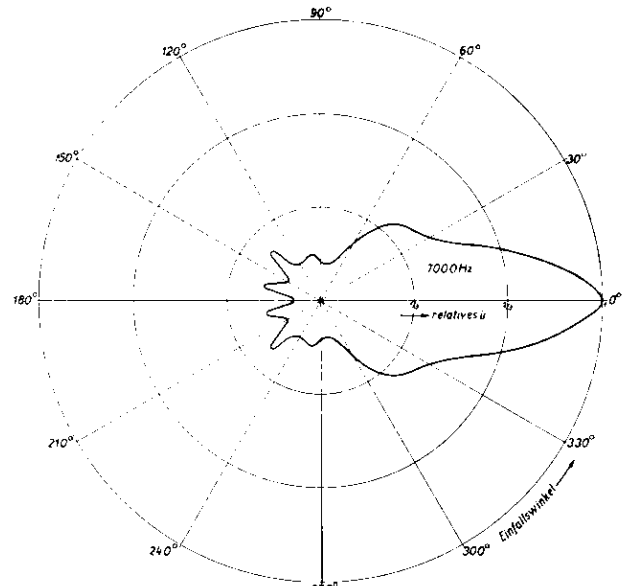


Abb. 10a.

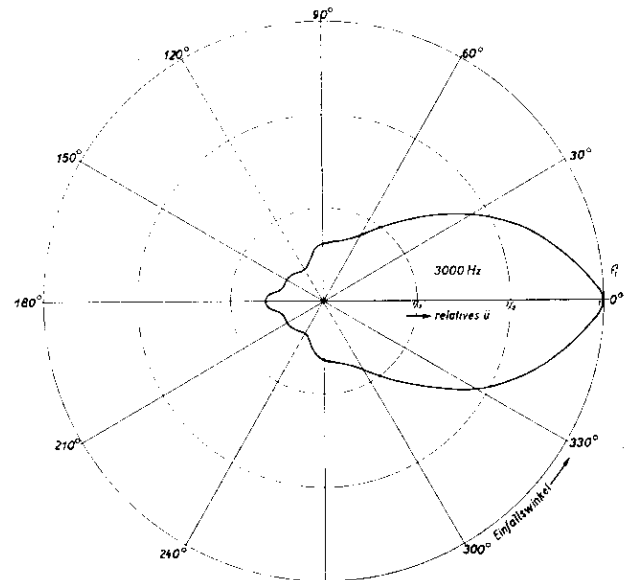


Abb. 10b.

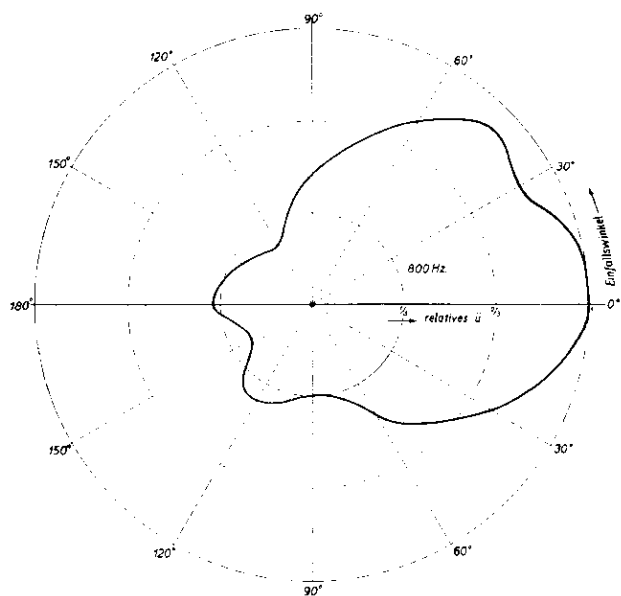


Abb. 7 c.

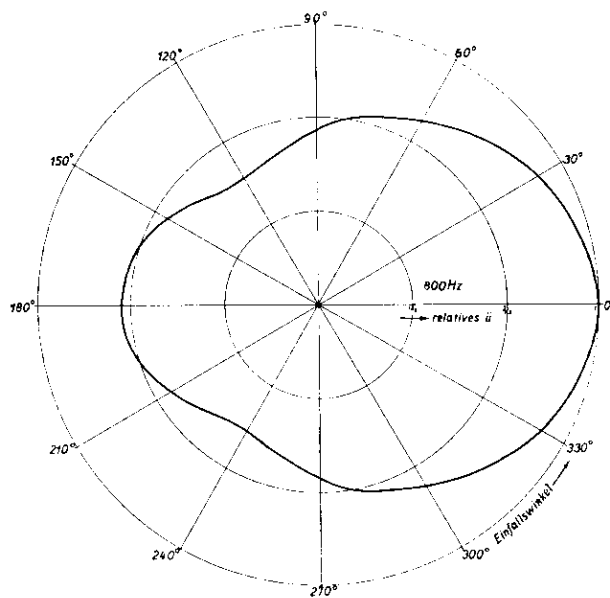


Abb. 10 c.

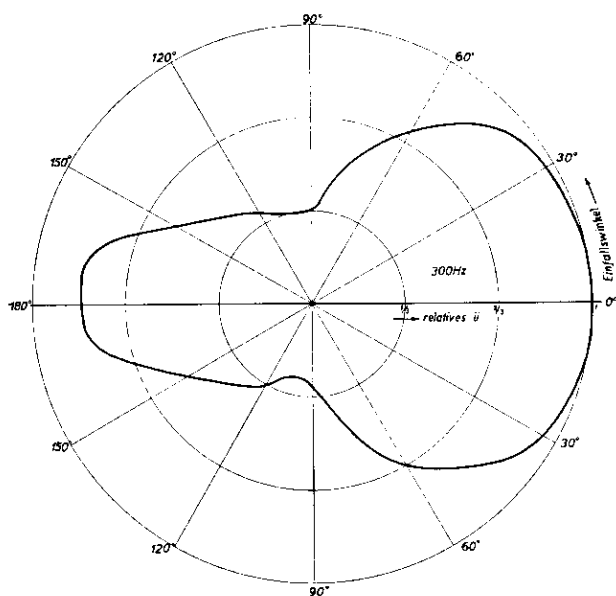


Abb. 7 d.

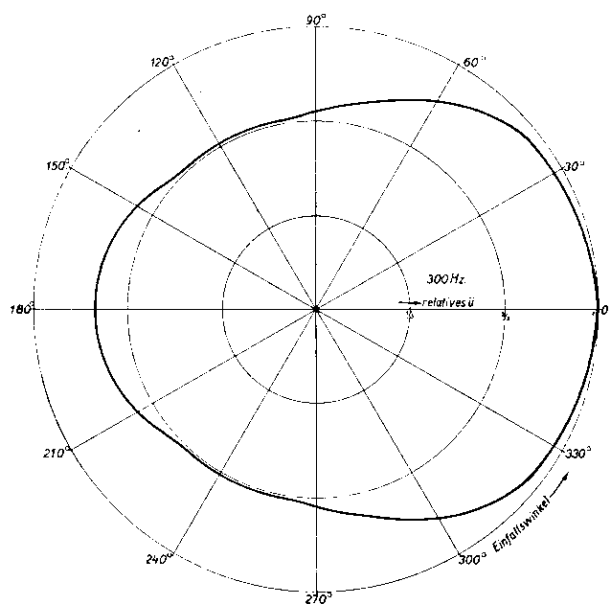


Abb. 10 d.

tenden Maxima sind deutlich zu erkennen. Sie gehen, wie gesagt, auf das Bändchen, den Magnetinnenraum und den Bändchenraum zurück. Das mittlere Übertragungsmaß (EMK im Sekundärkreis des Bandmikrophonübertragers pro Einheit des Schalldrucks) im Bereich 50–10000 Hz liegt bei 0,3–0,5 mV pro bar mit Schwankungen von $\pm 0,3$ bis 0,5 N⁵⁾. Gegenüber dem bisherigen Typ (I) ist die Wiedergabe der Frequenzen unter 200 Hz und über 6000 Hz relativ verbessert, während insgesamt das Übertragungsmaß nun-

mehr, entsprechend der Steigerung der Induktion im Luftspalt von 1000 auf 10000 Gauß, den 10-fachen Wert gegen früher hat. Der zugehörige Scheinwiderstand an den Klemmen des Bandmikrophonübertragers ist dem Betrage nach in Abb. 6 dargestellt. Er beträgt rund 300 Ohm und ist von der Frequenz praktisch unabhängig, woraus oben auf eine nur geringfügige Umlutung geschlossen worden ist. Auf das flache Maximum bei 50 Hz ist im übrigen auch der Verlauf des Übertragungsmaßes bei diesen Frequenzen von Einfluß. Der Scheinwiderstandswinkel liegt stets in der Nähe von 0.

⁵⁾ N = Neper.

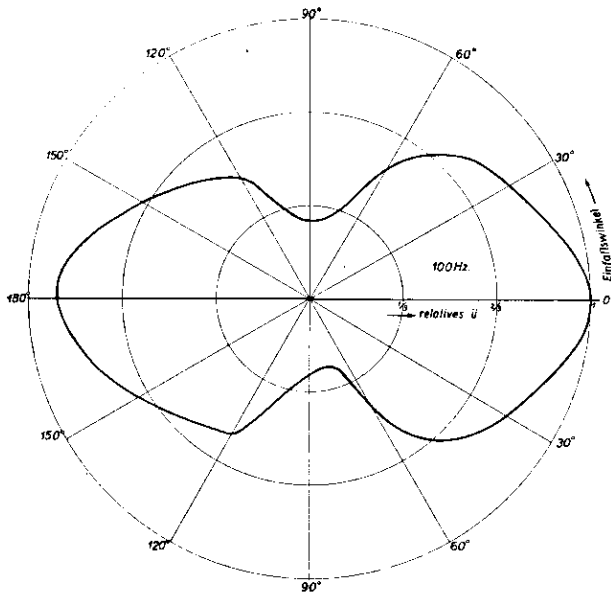


Abb. 7c.

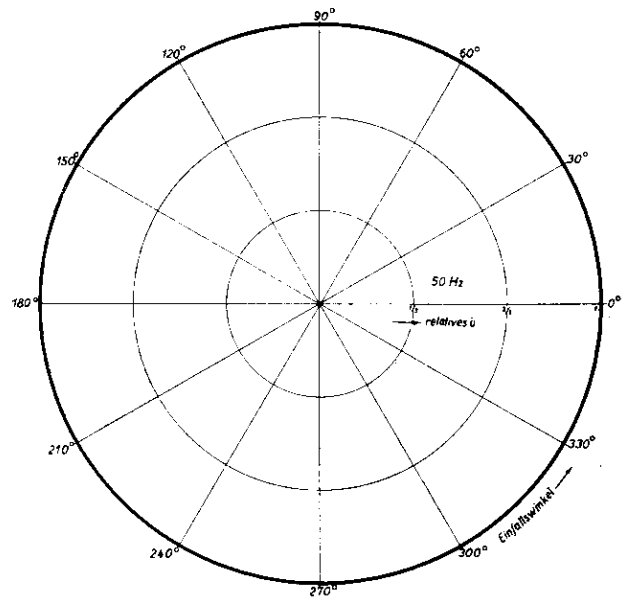


Abb. 10e.

Eine weitere wesentliche Übertragungseigenschaft ist die nichtlineare Verzerrung, die sich vorliegendenfalls aus der Inhomogenität des Luftspaltfeldes ergibt. Da diese hier sehr geringfügige Verzerrung sich der Messung entzog, so konnte sie nur berechnet werden. Es wurde dabei eine quadratische Abhängigkeit der Induktion von der Luftspalttiefe x von der Form

$$B(x) = B_0 - B_2 x^2$$

zugrunde gelegt. B_0 ist die Feldstärke am Ort des Bandes ($x=0$). Man erhält einen Klirrfaktor

$$k = \frac{1}{4} \frac{B_0}{B_2 A^2} - 1$$

Hier bedeutet A die Bandamplitude, die mit dem Übertragungsmaß \ddot{u} durch die Beziehung

$$A = \frac{w_1/w_2 p \ddot{u}}{\omega B_0 l} = \frac{w_1}{w_2} \frac{1}{\omega} \frac{p}{\text{sec bar}} \frac{\ddot{u}}{\text{Volt/bar}} \frac{\text{Gauß cm}}{B_0 l} \cdot 10^8 \text{ cm}$$

zusammenhängt. Die Größen haben die frühere Bedeutung. Faßt man alle Konstanten zusammen und bezeichnet man mit f die Frequenz in Hertz, so wird

$$k = \frac{1}{\text{const}} \frac{f^2}{p^2 \ddot{u}^2} - 1$$

Die Konstante hat für das betrachtete Mikrophon den Wert $5,8 \cdot 10^{-4} \text{ Volt}^2 \text{ sec}^2$, wobei die Eins im Nenner außer bei tiefen Frequenzen f und hohen

Schalldrücken p zu vernachlässigen ist. Der Klirrfaktor ist dann bei konstantem Übertragungsmaß proportional dem Quadrat des Druckes und umgekehrt proportional dem Quadrat der Frequenz. Derartige Abhängigkeiten bestehen stets angenähert bei symmetrischen Systemen, zu denen das Bandmikrophon wegen der symmetrischen Anordnung des Bandes im Magnetfeld ja gehört.

Die Tafel enthält die berechneten Werte für drei verschiedene Drücke und fünf ver-

Klirrfaktor des Bandmikrophons in %:

Frequenz Hz	Schalldruck in bar		
	10	100	1000
50	0,0012	0,12	14,6
100	0,00026	0,026	2,6
200	0,00011	0,011	1,1
400	0,000032	0,0032	0,32
800	0,000027	0,0027	0,27

schiedene Frequenzen, wobei die Werte für \ddot{u} einer Frequenzkurve entnommen worden sind. In allen praktisch wichtigen Fällen ist der Klirrfaktor des neuen Bandmikrophons vernachlässigbar klein.

Als letzte wichtige Eigenschaft eines Mikrophones ist seine Richtungsverzerrung anzusehen. Läßt man Schall aus stets gleicher Entfernung, jedoch unter verschiedenen Winkeln, auf ein Mikrophon auffallen, so bleibt im allgemeinen das Übertragungsmaß nicht konstant. Wie es sich

beim Bandmikrophon — zunächst bei Drehung des Mikrophons um eine zum Bändchen parallele Achse — mit dem Einfallswinkel relativ ändert, ist in den Polardiagrammen der Abb. 7 (obere

zur ersten senkrechten Achse, die parallel zur Bändchenebene verläuft, ergeben sich ähnliche Kurven (Abb. 7, untere Hälften). Die hier der Abb. 8 entsprechenden Kurven sind in Abb. 9 dargestellt. Der Winkelbereich, in dem praktisch eine Richtungsverzerrung nicht vorhanden ist, ist jetzt etwas kleiner, nämlich etwa 0° bis 45° nach beiden Seiten. Vergleichsweise stellen die Abb. 10 und 11 die Verhältnisse bei einem hochwertigen Kohlemikrophon dar. In diesem Falle tritt schon bei kleinen Abweichungen vom normalen Einfall eine völlige Frequenzgangänderung ein, und zwar im Sinne einer zunehmenden Benachteiligung der hohen Frequenzen bzw. Bevorzugung der tiefen.

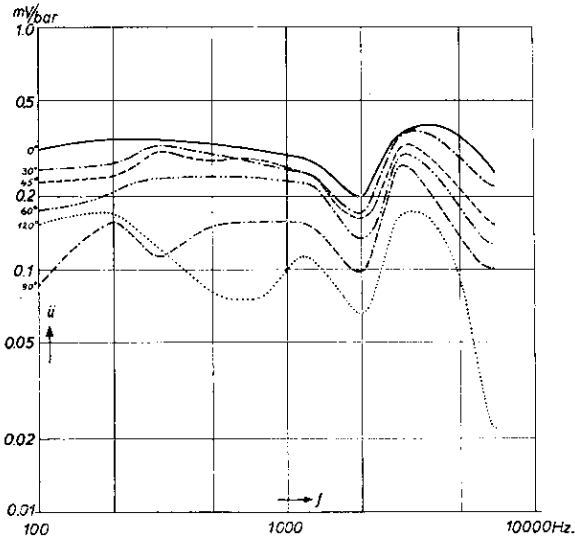


Abb. 8. Richtungsabhängigkeit des Übertragungsmaßes bei Drehung des Bändchenmikrophons um eine zum Bändchen parallele Achse.

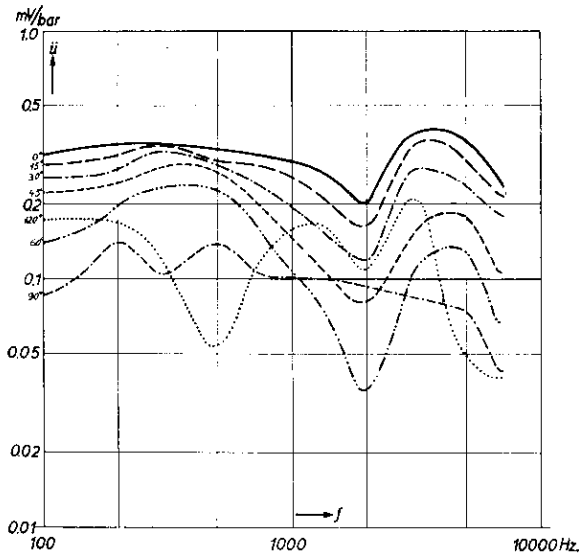


Abb. 9. Richtungsabhängigkeit des Übertragungsmaßes bei Drehung des Bandmikrophons um eine zum Bändchen senkrechte Achse, die parallel zur Bändchenfläche verläuft.

Hälften) für verschiedene Frequenzen dargestellt. Ein übersichtlicheres Bild erhält man bei Darstellung des Übertragungsmaßes abhängig von der Frequenz für verschiedene Einfallswinkel. Abb. 8 zeigt, daß zwischen 0° und 60° im wesentlichen nur Niveauunterschiede auftreten, der Frequenzgang jedoch erhalten bleibt. Bei Drehung um eine

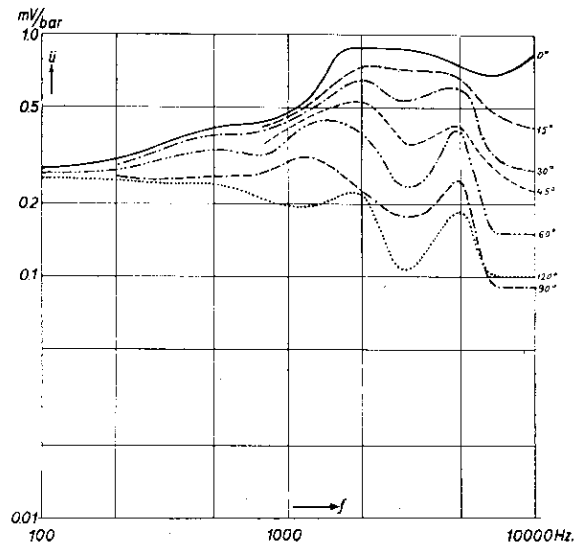


Abb. 11. Richtungsabhängigkeit des Übertragungsmaßes bei einem hochwertigen Kohlemikrophon mit 50 cm^2 Membranfläche.

Bei der Verwendung eines Bandmikrophons mit den geschilderten Eigenschaften zur Übertragung von Sprache oder Musik macht sich vor allem das Fehlen der nichtlinearen Verzerrung bemerkbar. Der Schleier von Klirrschwingungen, der ständig die Übertragung mittels Kohlemikrophonen begleitet, ist verschwunden, desgleichen die manchmal unerträglichen objektiven Kombinationstöne. Der beobachtbare große Unterschied wird verständlich, wenn man unter Heranziehung der Beobachtungen von Janovsky (Lit. 2) berücksichtigt, daß ein Klirrfaktor von einigen vH, wie er bei Kohlemikrophonen häufig auftritt (3), bereits störend wirkt.

Das Fehlen einer Reizschwelle tritt namentlich bei Musikübertragungen in Erscheinung. Wegen

der natürlichen Wiedergabe der feinsten Abklingvorgänge gewinnen die Töne Leben.

Das Nichtvorhandensein von Eigengeräuschen wirkt sich in ähnlicher Weise aus, stellt doch z. B. das Rauschen bei Kohlemikrophonen einen Störspiegel dar, in welchem gerade jene feinen Abklingvorgänge untergehen, ganz abgesehen von den unmittelbaren Störungen, die namentlich in Sprechpausen bemerkt werden.

Fehlen Reizschwelle und Rauschen, so wird die Möglichkeit näher gerückt, den übertragbaren Amplitudenbereich nach unten hin zu erweitern und damit z. B. der übertragenen Musik eine größere Dynamik zu verleihen.

Die Abwesenheit von Reizschwelle und Rauschen wirkt sich auch raumakustisch aus. War man bisher vielleicht genötigt, dem Aufnahmeraum eine gewisse Überakustik zu erteilen, um auf dem Hintergrund von Reizschwelle und Rauschen den Eindruck günstigsten Nachhallens zu erwecken, so wird man jetzt bei Verwendung eines Bandmikrophons die Raumwirkung unverfälscht zur Geltung bringen.

Angesichts der geringeren Richtungsverzerrung ist man schließlich in der Wahl des Aufstellungs-

ortes für das Mikrophon freier, ohne eine Änderung der Klangfarbe oder eine verschiedenartige Wiedergabe der einzelnen Teile eines räumlich ausgedehnten Klangkörpers (Orchesters usw.) befürchten zu müssen.

Wenn so die Überlegenheit des Bandmikrophons gegenüber den Kohlemikrophonen außer Frage steht, die sich auf seine besseren elektrisch-akustischen Eigenschaften bei gleichem Wirkungsgrad gründet, so ist es vor allem sein einfacher äußerer Einflüssen trotztender Aufbau, der ein unverändertes Arbeiten über lange Zeiträume gewährleistet und dem Bandmikrophon eine bevorzugte Stellung auch gegenüber jedem anderen Nichtkohlemikrophon — die Kondensatormikrophone nicht ausgenommen — sichert.

Literaturverzeichnis:

- (1) C. A. Hartmann: „Mikrophone für hochwertige Übertragung“, ENT 4, 375, 1927.
- (2) Wilhelm Janovsky: „Über die Hörbarkeit von Verzerrungen“, ENT 6, 421, 1929.
- (3) C. A. Hartmann: „Neuere Untersuchungen an Kohlemikrophonen“, ENT 5, 344, 1928.

(Eingegangen am 30. März 1931.)