

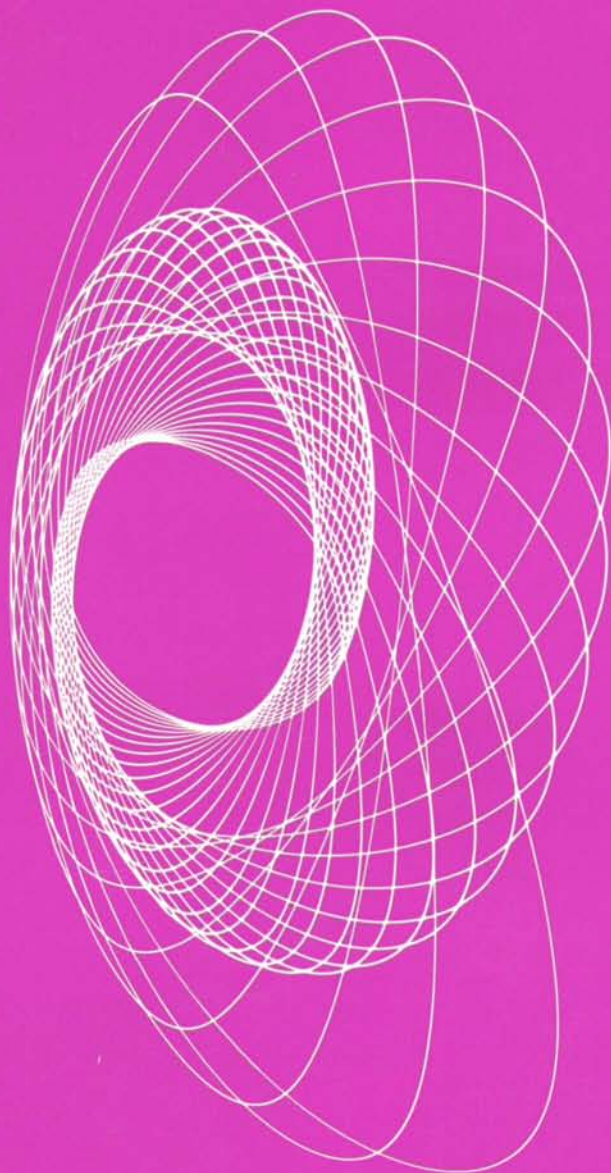
1 M 21976 F

ZEITSCHRIFT FÜR

Otolaryngologische
Z 59 Klinik 11
der Universität Zürich

Hörgeräte- Akustik

JOURNAL OF AUDIOLOGICAL TECHNIQUE



Mit freundlicher Empfehlung

REXTON Hörgeräte

11. JAHR

MÄRZ 1972

HEFT

2

98% der Bevölkerung

98% der Bevölkerung in der BRD ist der Name SIEMENS - ein Begriff für Leistung und Qualität. Der Name SIEMENS wird daher beim Kaufentscheid ein gewichtiges Wort mitreden. Auch wird der Name SIEMENS das ihm

innewohnende Vertrauen auf Sie - als Hörgeräte-Akustiker-Fachbetrieb - übertragen. Informationsmaterial übersendet Ihnen gern: Siemens-Aktiengesellschaft, Bereich Medizinische Technik, Erlangen



Siemens – ein Begriff für Leistung und Qualität

Zeitschrift für Hörgeräte-Akustik

Internationale Beiträge über
Audiologie und deren Grenzgebiete

Journal of Audiological Technique

International Studies of
Audiology and Related Fields



Unter Förderung durch / sponsored by H. L. Wullstein, Würzburg
herausgegeben von / edited by G. Flottorp, Oslo
J. Frenkiel, Liège – A. Glorig, Dallas – A. Götze, jun., Budapest
W. Güttner, Erlangen – J. D. Hood, London – F. Ingerslev, Lyngby
B. Johansson, Stockholm – R. Lehmann, Le Mans
E. Lehnhardt, Hannover – T. Palva, Oulu – H. J. Pichler, Wien
W. Pistor, Eutin – W. Reichardt, Dresden – L. Rüedi, Zürich
G. Sacerdote, Torino – V. Savelli, Milano – H. G. Schmitt, Würzburg
C. Wansdronk, Eindhoven – H. Weber, Zürich – F. Zöllner, Freiburg

Otolaryngologische
Klinik
der Universität Zürich

median-verlag
Hans-Jürgen von Killisch-Horn, Heidelberg

11. Jahr/Vol. 11 März/March 1972

Nr. 2

	Inhalt	Contents	
Fritz Hueber	Das Hörgeräte-Mikrofon – Rückblick und Ausblick	The hearing-aid microphone – past and future	46
Ole Berland Jean Courtois	Anpassung mit offenem Ohrstück und ohne Ohrstück	Open mold and no mold fittings	70
	Nachrichten aus der Industrie	News from industry	74

Das Hörgeräte-Mikrofon — Rückblick und Ausblick

Fritz Hueber

Jedes elektrische Hörgerät ist seiner Natur nach eine elektro-akustische Verstärkeranlage in Miniatur-Ausführung. Sie besteht im wesentlichen aus 3 Teilen: dem Mikrofon, das den zu verstärkenden Schall aufnimmt und ihn in eine kleine elektrische Wechselspannung umwandelt; dem Verstärker, der diese Wechselspannungen nach Bedarf verstärkt; und schließlich dem Hörer, der die verstärkten elektrischen Signale wieder in hörbaren Schall zurückverwandelt. Die außerdem noch notwendige Batterie zum Betrieb des Verstärkers kann hier außer Betracht bleiben.

Wie aus dieser Aufzählung zu ersehen ist, steht am Beginn der Übertragungskette das Mikrofon. Um eine qualitativ hochwertige Übertragung mit großer Bandbreite, gutem Frequenzgang und anderen guten technischen Eigenschaften zu erhalten, ist es daher besonders wichtig, ein qualitativ hochwertiges Mikrofon zu benutzen. Denn der nachgeschaltete Verstärker kann nur das verstärken, was ihm vom Mikrofon her angeboten wird. Verfolgt man die geschichtliche Entwicklung des Hörgerätes, so zeigt sich, daß meist das Mikrofon das schwächste Glied der Übertragungskette war. So betrachtet, ist also jedes Hörgerät nur so gut wie sein Mikrofon.

Bevor wir uns nun mit den heute gebräuchlichen Hörgeräte-Mikrofonen befassen, wollen wir zunächst einen Blick in die Vergangenheit tun. Damit läßt sich die enorme technische Entwicklung der elektrischen Hörgeräte seit den ersten Anfängen besonders schön demonstrieren.

Das erste Hörgeräte-Mikrofon überhaupt war ein Kohlemikrofon. Es wird auch heute noch in praktisch allen Telefon-Apparaten auf der ganzen Welt benutzt. Tatsächlich wird berichtet, daß Alexander Graham Bell, der um die Jahrhundertwende das Telefon erfand, eigentlich ein Hörgerät entwickeln wollte und das Telefon nur ein »Nebenprodukt« seiner Arbeit war. Nach amerikanischen Quellen soll der Arzt Dr. Ferdinand Alt von der damaligen Wiener Politzer-Klinik im Jahre 1900 das erste Hörgerät mit Kohlemikrofon konstruiert und gebaut haben.

Ein Kohlemikrofon (Abb. 1) besteht im wesentlichen aus einem Gehäuse und einer Membrane aus Elektro-Kohle oder Stahl, der festen Gegenelektrode und den zwischen Membrane und Elektrode befindlichen Kohlekörnern (Kohlegrieß).

Wenn wir uns die Schaltung betrachten, so sehen wir, daß der Strom aus der Batterie von der Membrane über

Basically, an electric hearing-aid is nothing more than an electroacoustic amplifier in miniature. It consists mainly of the following 3 components: the microphone which picks up the sound to be amplified and converts it into a small alternating voltage; the amplifier which increases these alternating potentials as required and finally the receiver which converts the amplified electrical signals back into audible sound. Here we can leave out of account the battery required for the operation of the amplifier.

As can be seen from the order used, the microphone represents the first link in the chain of transmission. In order to obtain high quality transmission with large bandwidth, good frequency response and other favourable technical properties, the use of a top-grade microphone is of prime importance. This is because the amplifier as the next link in the chain can only amplify what the microphone is able to offer. If we review the historical development of the hearing aid, it will be found that the microphone has usually been the weakest link in the chain of transmission. Seen from this aspect one can say that a hearing aid is only as good as its microphone.

Before dealing with the hearing-aid microphones now in common use let us first take a look backwards. In retrospect the impressive technical development of the electric hearing aids can be admirably demonstrated from their very beginnings.

The first microphone used in hearing aids was a carbon microphone. It is still in use in practically all telephones throughout the world. It is, in fact, reported, that Alexander Graham Bell, who invented the telephone at the turn of the century, had originally intended to develop a hearing aid and that the telephone was merely a "by-product" of his work. According to American sources the physician Dr. Ferdinand Alt of the Viennese Politzer Clinic is said to have designed and built the first hearing-aid with a carbon microphone in 1900.

A carbon microphone (Fig. 1) is chiefly made up of a case, a diaphragm of electro-carbon or steel, the fixed electrode and the carbon grains between diaphragm and electrode.

A look at the circuit reveals that the battery current flows from the diaphragm via the carbon grains to the electrode and back to the battery via the primary winding of an electric transformer.

When the diaphragm is set vibrating by impinging sound, the carbon grains are more or less compressed.

The hearing-aid microphone — Past and future

1

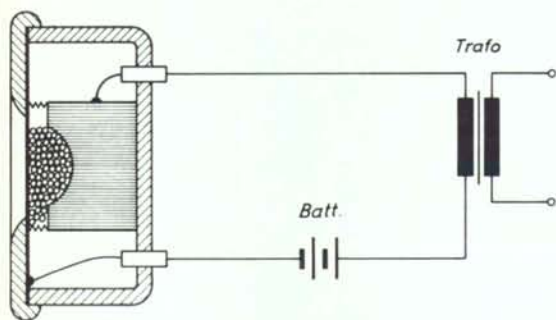


Abb. 1 Kohlemikrofon, schematischer Aufbau und Funktion

Fig. 1 Carbon microphone, block-diagram of design and function

die Kohlekörner zur Gegenelektrode fließt und über die Primärwicklung eines elektrischen Übertragers zur Batterie zurück.

Schwingt nun die Membrane durch auftreffenden Schall, so werden dabei die Kohlekörner mehr oder weniger zusammengepreßt. Sie verändern so den Innenwiderstand des Mikrofons und damit den Strom durch den Übertrager. Die Schwankungen des Stromes werden durch den Übertrager erhöht und durch einen Telefonhörer wieder hörbar gemacht. Ein solches Hörgerät war einfach. Der Hörer war mit dem Mikrofonteil durch ein Kabel direkt verbunden. Die akustische Verstärkung eines solchen Gerätes lag um ca. 20 dB. Mit so geringer Verstärkung gab man sich zunächst zufrieden.

In this manner they change the internal impedance of the microphone and thus the current flowing through the transmitter. The fluctuations of the current are stepped up by the transmitter and made audible again by means of a telephone receiver. Such a hearing-aid was of straightforward design. The receiver was directly linked by cable with the microphone section. The acoustic gain was about 20 dB which at that time had to be accepted.

Despite the simplicity of its design, the carbon microphone had some decisive disadvantages. One of them was the frequency response of the sound transmission. As shown in Fig. 2, the frequency response curve had an irregular course with many peaks and dips which no one would tolerate today. But these were not the only drawbacks: high distortion, considerable inherent noise due to contact resistance at the surface of the carbon grains, and positional sensitivity were other negative properties. In addition, the sensitivity thresholds of the carbon microphone proved disturbing because very low tones were not "heard" at all, whereas very loud tones were not attenuated. The transmission characteristic of a carbon microphone shows, in consequence, a typical non-linear course.

The carbon microphone admittedly provided a high output voltage and was straight-forward in design. However, for the hard of hearing it was certainly not an unmixed pleasure to use it. Nevertheless, it held its ground in hearing-aids for nearly 3 decades.

It was not until 1934 that the first battery-heated miniature valves permitted the design of really small high-quality amplifiers. These gave new impetus to the manufacture of wearable hearing aids, and acoustic engineers started looking for a new type of microphone. In the meantime a number of valuable transducer

2

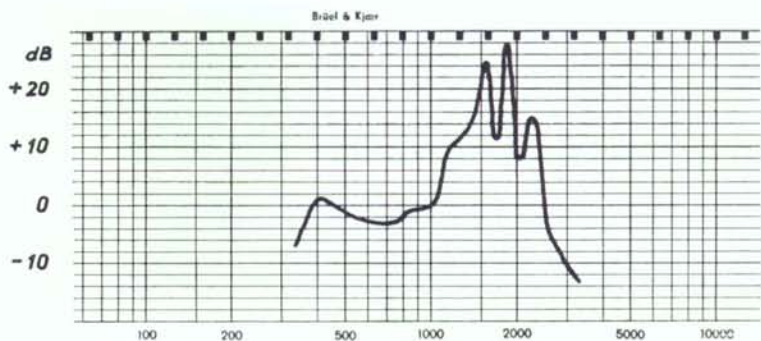


Abb. 2
Typischer Frequenzgang eines
Kohle-Mikrofons

Fig. 2
Typical frequency response curve
of a carbon microphone

3

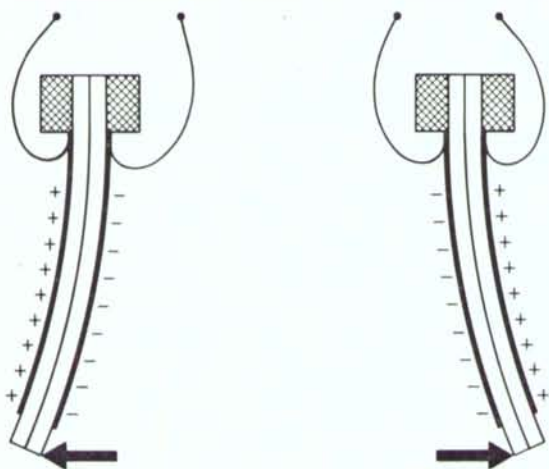


Abb. 3 Prinzip eines Kristallbiegers

Fig. 3 Crystal microphone

Bei aller Einfachheit hatte das Kohlemikrofon aber einige entscheidende Nachteile. Einer war der Frequenzgang der Übertragung. Wie aus Abb. 2 zu ersehen ist, war die Kurve unausgeglichen und hatte viele Spitzen und Einbrüche, die man heute nicht mehr tolerieren würde. Daneben wäre an Nachteilen weiter zu nennen: hohe Verzerrungen, hohes Eigenrauschen durch den Übergangswiderstand an der Oberfläche der Kohlekörner, Lage-Empfindlichkeit. Störend wirkten sich außerdem die Empfindlichkeitsschwellen des Kohlemikrofons aus: sehr leise Töne werden überhaupt nicht »gehört«, sehr laute werden abgeschwächt. Die Übertragungscharakteristik eines Kohlemikrofons zeigt also ausgesprochen nichtlineares Verhalten.

Das Kohlemikrofon lieferte zwar eine hohe Ausgangsspannung und war einfach im Aufbau. Eine reine Freude für den Schwerhörigen war seine Benutzung sicher nicht. Trotzdem hat es sich fast 3 Jahrzehnte als Hörgeräte-Mikrofon gehalten.

Erst als um 1934 die ersten batteriegeheizten Miniaturröhren den Aufbau wirklich kleiner, hochwertiger Verstärker erlaubten, und damit der Konstruktion tragbarer Hörgeräte neuen Auftrieb gaben, begann man sich nach einem neuen Mikrontyp umzusehen. In der Zwischenzeit waren eine ganze Reihe von hochwertigen Wandlerprinzipien ausgenutzt worden, so z. B. das dynamische Tauchspulenmikrofon, das Bändchenmikrofon und das

principles were utilized, such as the dynamic moving-coil microphone, the ribbon microphone and the condenser microphone. However, these types of microphones were too unwieldy and too heavy to be used in a hearing aid. So the crystal microphone was called upon to assume a leading role in the hearing-aid field for the next period.

The crystal microphone makes use of a plate or rectangular slice of Rochelle salt to transform acoustic vibrations into electric vibrations. Fig. 3 illustrates the underlying principle:

Rectangular slices or plates of a Rochelle salt crystal are provided with a very thin electrode on the faces. When one end is firmly mounted and a mechanical force is allowed to act on the other, an electric voltage is generated between the electrodes. Reversal of the mechanical force also reverses the polarity of the potential, and in addition, the voltage is proportional to the force applied. This is called the piezo-electric effect, which, however, as can be seen later, is not limited to Rochelle salt.

When such plates are built into a closed case and provided with an aluminium foil diaphragm, a functional microphone is obtained (Fig. 4). The crystal is firmly fixed to the bottom of the housing by 3 of its corners, while the 4th corner is connected with the diaphragm by means of a stiff rod. When the diaphragm is set vibrating by impinging sound, the crystal is bent via the rod and in this way generates an electric potential which, both in frequency and amplitude, is a faithful copy of the sound vibrations.

4

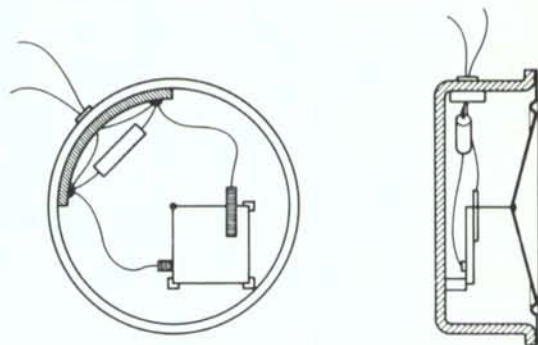


Abb. 4 Kristallmikrofon, schematischer Aufbau

Fig. 4 Crystal microphone, block-diagram of design

Kondensatormikrofon. Aber für eine Verwendung im Hörgerät waren die Mikrofontypen zu groß und zu schwer. So blieb es also dem Kristallmikrofon vorbehalten, die Stelle des wichtigsten Hörgerätemikrofons für die nächste Zeit einzunehmen.

Das Kristallmikrofon macht von Plättchen oder Streifen aus Rochelle-Salz Gebrauch, um Schallwellungen in elektrische Schwingungen umzuwandeln. Abb. 3 zeigt das Prinzip:

Streifen oder Plättchen – aus einem Rochelle-Salz-Kristall geschnitten – werden auf den Seiten mit einer hauchdünnen Elektrode versehen. Wenn nun ein Ende fest eingespannt ist und auf das andere Ende eine mechanische Kraft einwirkt, so entsteht zwischen den Elektroden eine elektrische Spannung. Bei Umkehrung der Kraft kehrt sich auch die Polarität der Spannung um, außerdem ist die Höhe der Spannung proportional der angelegten Kraft. Man nennt dies den piezo-elektrischen Effekt. Er tritt übrigens nicht nur bei Rochelle-Salz auf, wie wir später noch sehen werden.

Baut man solche Plättchen in ein geschlossenes Gehäuse ein und versieht sie mit einer Membran aus Alu-Folie, so hat man bereits ein funktionsfähiges Mikrofon (Abb. 4). Der Kristall ist am Gehäuseboden an 3 Ecken befestigt, die vierte Ecke ist durch einen Koppelstift mit der Membrane verbunden. Wenn die Membrane durch auftreffenden Schall in Schwingungen versetzt wird, so verursacht dies über den Koppelstift eine entsprechende Verbiegung des Kristalles, der nun seinerseits eine elektrische Spannung abgibt, die in Frequenz und Amplitude ein getreues Abbild der Schallwellungen ist.

Die Schaltung mit Kristall-Mikrofon ist sehr einfach, wie Abb. 5 zeigt. Das Mikrofon wird direkt an das Steuergitter einer Röhre gelegt und steuert so die Verstärkung. Die Steuerung einer Röhre erfolgt leistungslos, d. h. es wird nur eine Steuerspannung, aber kein Strom benötigt. Das Kristallmikrofon ist seiner Natur nach ja sehr hochohmig. Es kann also wohl eine gewisse Spannung, aber fast keinen Strom abgeben. Es paßte daher geradezu ideal zur Elektronenröhre. Ein Zwischenübertrager oder eine zusätzliche Stromquelle für das Mikrofon wie beim Kohlemikrofon war hier nicht mehr notwendig.

Das Äußere einiger Kristallmikrofone zeigt Abb. 6. Die Abmessungen waren für die damalige Zeit durchaus tragbar, es gab ja nur Taschengeräte und in diese paßten diese relativ großen Mikrofone gut hinein. Auch der Frequenzgang (Abb. 7) konnte sich schon sehen lassen, auch die tiefen Frequenzen wurden gut übertragen. Gegenüber dem Kohlemikrofon war das Kristall-Mikrofon also ein Fortschritt. Das Kristallmikrofon erzeugte keine Störgeräusche, war lageunabhängig und

5

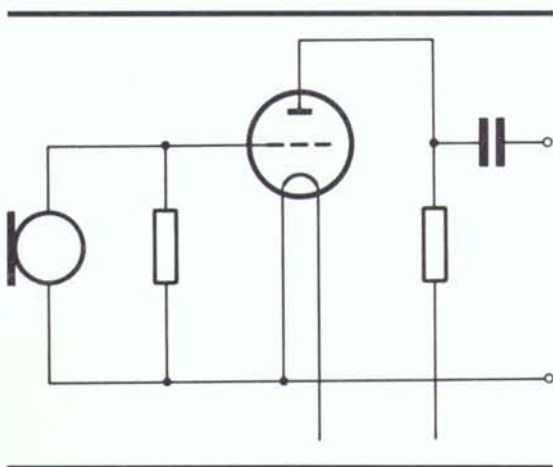


Abb. 5 Eingangsschaltung mit Kristallmikrofon

Fig. 5 Circuitry with crystal microphone

As indicated in Fig. 5, the circuitry with crystal microphones is very simple. The microphone is directly connected to the control grid of a valve and thus regulates the amplification. Grid control is effected without power, i. e. only a control voltage but no current is required. The crystal microphone is basically a high impedance device. Consequently, it can deliver a certain potential but almost no current. This made it an almost ideal partner for electronic valves. An intermediate transmitter or additional power source for the microphone, as was required for carbon microphones, was now no longer necessary.

The external appearance of some crystal microphones is illustrated in Fig. 6. The dimensions were definitely acceptable in those days as only pocket hearing aids were produced and these readily accommodated the relatively large microphones. Also the frequency response (Fig. 7) had improved noticeably and the low frequencies were transmitted satisfactorily.

Compared with the carbon microphone, the crystal version represented an important step forward. The crystal microphone generated no noise, it was insensitive to positional changes and reproduced distortion-free signals from the lowest to the loudest sounds. However, even the crystal microphone was not a pure blessing: Rochelle salt is very sensitive to moisture and temperature. If the humidity drops below 30% for a lengthy period of time, the crystal virtually dries out and may

6

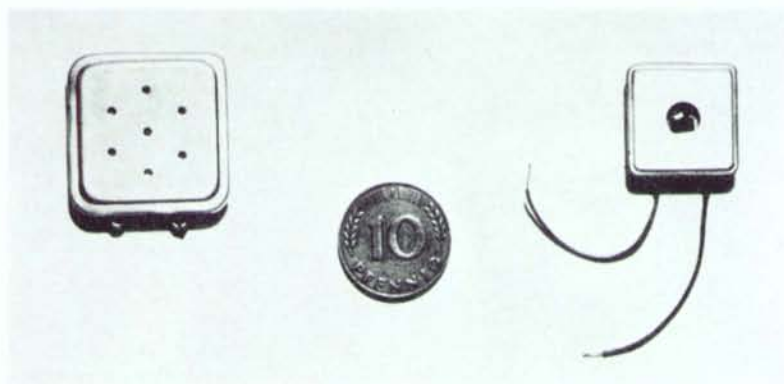


Abb. 6
Ausführungsformen von Kristall-
mikrofonen

Fig. 6
External appearance of a few
crystal microphones

7

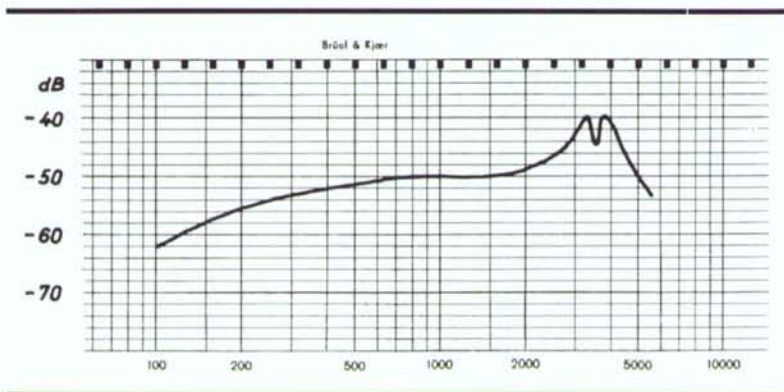


Abb. 7
Typischer Frequenzgang
eines Kristall-Mikrofons
(Lastwiderstand 2 M Ω)

Fig. 7
Typical frequency response curve
of a crystal microphone

gab von den leisesten bis zu den lautesten Schallereignissen ein verzerrungsfreies Signal ab. Leider hatte es aber auch andere Nachteile: Rochelle-Salz ist sehr empfindlich auf Luftfeuchtigkeit und Temperatur. Sinkt die Feuchtigkeit längere Zeit unter 30 %, so trocknet der Kristall förmlich aus und kann sogar zu Staub zerfallen, steigt die Luftfeuchtigkeit auf 100 %, so löst sich der Kristall auf wie das Salz in der Suppe. Weiter hat Rochelle-Salz einen Curie-Punkt von nur etwa 40 bis 45 °C. Wird das Mikrofon über diese Temperatur erwärmt, so verliert der Kristall seine piezo-elektrischen Eigenschaften. Beide Nachteile sind für ein Hörgerätemikrofon natürlich unangenehm. Zwar hat man es verstanden, durch Lacküberzüge und Wachsimprägnierungen besonders die Feuchtigkeitsempfindlichkeit zu beherrschen. Gegen die Temperaturempfindlichkeit gab es jedoch kein wirksames Mittel. Allerdings kommen Temperaturen von 40 °C bei Hörgeräten schon ziemlich

even disintegrate into dust; by contrast, when the air humidity rises to 100 %, the crystal dissolves like salt in a plate of soup. Moreover, Rochelle salt has a Curie point of only about 40 to 45 °C. If the microphone is heated above this temperature, the crystal loses its piezo-electric properties. For a hearing-aid microphone these drawbacks are, of course, unpleasant. It was possible to keep out the effects of humidity by the use of varnishes and wax impregnations. However, no efficient remedy was found to overcome its sensitivity to temperature. Although hearing aids are rarely exposed to temperatures of 40 °C, many crystal microphones were destroyed in practical use on account of such influences.

Even nowadays many operating instructions still contain the directive "Don't place your hearing instrument near a heating system or expose it to the sun", which is a remnant of the crystal microphone epoch.

selten vor. Trotz allem sind aber viele Kristallmikrofone im praktischen Gebrauch an diesen Einflüssen zugrunde gegangen.

Aus der Zeit der Benutzung der Kristallmikrofone stammt der auch heute noch in vielen Betriebsanleitungen enthaltene Hinweis »Legen Sie Ihr Gerät nicht in die Nähe einer Heizung oder in die pralle Sonne«.

Alles in allem war das Kristallmikrofon aber ein recht brauchbares Hörerättemikrofon, und viele Schwerhörige – besonders die älteren – schwärmen heute oft noch von dem »einzigartigen« Klang. Dies kommt vermutlich von den geringen Verzerrungen und der meist um 3 bis 5 kHz liegenden Wiedergabe-Überhöhung, die eine gute Sprachverständlichkeit ergab.

Erst als Anfang der 50er Jahre die ersten Transistorgeräte auftauchten, ging die 20jährige Blütezeit des Kristallmikrofons langsam zu Ende. Der Grund dafür war folgender: das Kristallmikrofon – elektrisch gesehen – ist ein hochohmiger Generator und paßt nun nicht zum niederohmigen Transistor, der zu seiner elektrischen Steuerung einen *Steuerstrom* benötigt. Sollte ein Transistorverstärker von einem Kristallmikrofon gesteuert werden, so benötigte man wieder einen Zwischenübertrager zur Anpassung des hochohmigen Mikrofons an den niederohmigen Transistor-Eingang. Tatsächlich wurde dieser Weg auch vielfach beschritten, aber die notwendigen Übertrager waren groß, schwierig in der Herstellung und ziemlich teuer.

So begannen sich die Techniker bald nach einem neuen Wandlerprinzip umzusehen, das zwar möglichst alle Vorteile des Kristallmikrofons haben mußte, aber besser zu den neuen Transistorverstärkern paßte. Dieser Typ fand sich in den elektromagnetischen Mikrofonen. Das Prinzip war einfach – man benutzte einen magnetischen Hörer als Mikrofon.

Abb. 8 zeigt das Prinzip dieser Mikrofone und zwei Ausführungsbeispiele. In einem flachen Gehäuse sitzt in einem Ringmagnet eine Spule auf einem eisernen Polschuh. Vor dem Magnetsystem befindet sich eine Weicheisen-Membrane. Der magnetische Kreis schließt sich durch den Luftspalt, wobei dieser einen magnetischen Widerstand darstellt. Wenn die Membrane durch auftreffenden Schall ins Schwingen kommt, so verkleinert und vergrößert sich der Luftspalt im Rhythmus der Schwingungen. Dadurch ändert sich aber auch der magnetische Widerstand und das wechselnde Magnetfeld erzeugt in der Spule eine Spannung, die dann in den Verstärker eingespeist wird. Je nach der Dimensionierung der Spule – viele Windungen aus dünnem Draht oder wenige Windungen aus dickerem Draht – kann sie gut an den Eingang eines Transistorverstärkers angepaßt

All in all, however, the crystal microphone was a very useful hearing-aid component, and many hard-of-hearing, especially those of advanced age, speak enthusiastically of the "unique" tone it provided. This is probably attributable to the low distortion and a resonance peak of 3 to 5 KHz, which results in good intelligibility of speech!

However, when at the beginning of the fifties the first transistor instruments appeared on the market, the crystal microphone, after dominating the scene for 20 years, was on its way out. The reason for this was the following: The crystal microphone is, electrically speaking, a high-impedance generator and ill matched to the low impedance transistor which for its electrical regulation requires control *current*. If a transistor amplifier is to be controlled by a crystal microphone, an intermediate transmitter is again required for matching the high-impedance microphone to the low-impedance transistor input. In fact, this was a frequent approach to the problem but the transmitters required were large, difficult to manufacture, and rather expensive.

As a result, engineers soon began to look for a new transducer principle affording as many advantages of the crystal microphone as possible while being better matched to the new transistor amplifiers. The solution

8

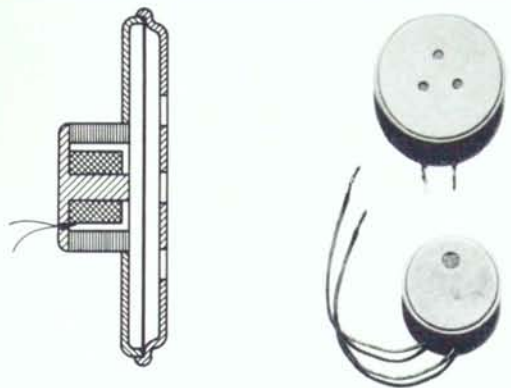


Abb. 8 Einfaches Magnet-Mikrofon, Prinzip und Ausführung

Fig. 8 Principle of a magnetic microphone and two practical designs

werden. Damit war das Problem eigentlich gelöst, und tatsächlich wurden derartige Mikrofone in vielen früheren Transistor-Geräten verwendet. Das kleinere der beiden findet sich z. B. im ersten europäischen HDO-Gerät, das 1956 von Viennatone auf den Markt gebracht wurde.

Diese ersten Magnet-Mikrofone hatten aber bei aller Einfachheit einen entscheidenden Nachteil. Die relativ dicke Eisen-Membrane hatte eine ausgeprägte Eigenresonanz, die der Forderung nach einem glatten Übertragungsfrequenzgang widersprach. Auch konnte die Membrane aus Gründen des magnetischen Widerstandes nicht beliebig dünn und klein gehalten werden. Wahrscheinlich waren diese Mikrofone der Grund dafür, daß die ersten Transistorgeräte von den Schwerhörigen wegen »schlechten Klangs« abgelehnt wurden. Um 1953/54 tauchten dann aus den USA die ersten Mikrofone auf, die zwar auch Magnet-Mikrofone waren, aber nach einem wesentlich eleganteren Prinzip arbeiteten.

Wie Abb. 9 zeigt, hatten diese Mikrofone – wie früher das Kristallmikrofon – wieder eine Konus-Membrane aus leichter, dünner Alu-Folie, die jetzt keine magnetische Funktion mehr hatte. Die Bewegung der Membrane wird durch einen Koppelstift auf einen »Anker«, eine schwingfähige Zunge aus magnetisch leitfähigem Material, übertragen. Um den Anker ist in einem Abstand wieder eine Spule gewickelt. Der Anker selbst befindet sich zwischen den Polschuhen eines Magneten und zwar derart, daß das eine (auf dem Bild linke) Ende fest eingespannt ist, während sich das andere Ende – durch Membrane und Koppelstift angetrieben – frei zwischen den Polschuhen bewegen kann. Das Ganze stellt eine empfindliche magnetische »Brückenschaltung« dar. Steht der Anker genau in der Mitte, so ist er frei von magnetischem Fluß. Wird er aber durch eine Bewegung der Membrane aus der Mitte ausgelenkt, so kommt ein magnetischer Fluß durch den Anker zustande, der in Richtung und Stärke proportional der Auslenkung ist. Der so entstehende Wechselstrom erzeugt in der Spule wiederum die gewünschte Ausgangsspannung.

Bei Mikrofonen dieser Art gelang es auch, den Übertragungsfrequenzgang oberhalb und unterhalb der Hauptresonanz – die durch Anker und Membrane gegeben ist –, zu erweitern. Durch bewußte Ausnutzung der Gehäuse-Volumen vor und hinter der Membrane, die Helmholtz-Resonatoren bilden, ließ sich die Übertragungsgüte und -empfindlichkeit verbessern.

Abb. 10 zeigt die typische dreihöckerige Kurve eines solchen Magnetmikrofons. Der mittlere Höcker entsteht durch die Systemresonanz. Der oberste Höcker ist durch die Resonanzfrequenz des Hohlraumes zwischen Mem-

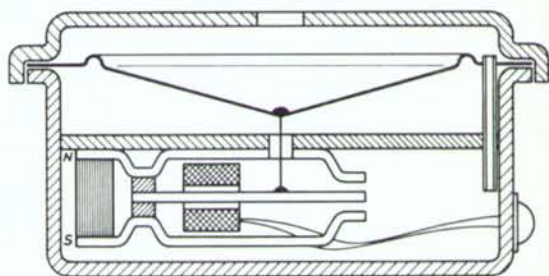


Abb. 9 Verbessertes Magnet-Mikrofon, schematische Darstellung

Fig. 9 Improved magnetic microphone, block-diagram

was found in the electromagnetic microphone. The underlying principle is simply that: a receiver is used as microphone.

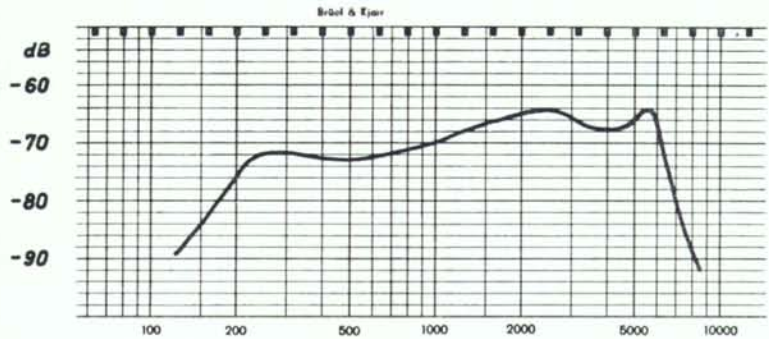
Fig. 8 illustrates the principle of such a microphone and two practical designs. In a flat case a coil is mounted on an iron pole shoe in a ring magnet. In front of the magnetic system a soft-iron diaphragm is fitted. The magnetic circuit closes through the air-gap which constitutes a magnetic resistance. When the membrane starts vibrating in response to the impinging sound, the air-gap diminishes and widens in step with the vibrations. As a result, the magnetic resistance also changes and the alternating magnetic field generates a voltage in the coil which is then fed to the amplifier. Depending on the coil dimensions – many windings of thin wire or few windings of thick wire – it can be well adapted to the input of a transistor amplifier. This solved the problem and, in fact, such microphones were used in many transistor instruments of the earlier days. The smaller of the two microphones was the first to be built into an European behind-the-ear hearing aid which Viennatone brought out in 1956.

However, despite their simplicity, these first magnetic microphones, had a decisive drawback. The relatively thick iron diaphragm had a pronounced inherent resonance which was at odds with the requirement of a smooth frequency curve. Apart from this, the diaphragm could not be made thinner or smaller at will, for reasons of the magnetic resistance.

These microphones probably prompted the hard of hearing to reject the first transistor instruments on the grounds of their "poor tone quality". In 1953/54 the first magnetic microphones that operated on a greatly improved principle came from the United States.

Abb. 10
Typischer Frequenzgang
eines Magnet-Mikrofons

Fig. 10
Typical frequency response curve
of a magnetic microphone



brane und Deckel gegeben, während der unterste Höcker durch den Hohlraum zwischen Membrane und Gehäuseboden definiert ist. Dieser Resonanzraum ist durch ein passend dimensioniertes Röhrchen mit der »Außenwelt« verbunden. Durch geschickte Wahl der Resonanzfrequenzen und geeignete Dämpfungen gelingt es, eine relativ ausgeglichene Wiedergabe-Kurve bei guter Empfindlichkeit zu erreichen.

Einer der wenigen Nachteile dieses Mikrofontyps ist die Empfindlichkeit gegen äußere Magnet-Störfelder. Jedes starke magnetische Wechselfeld erzeugt ja in der Spule direkt eine Spannung, auch ohne daß sich die Membrane und der Anker bewegen. Diese Spannung wird natürlich durch den nachfolgenden Verstärker ebenso verstärkt wie das gewünschte Signal und kann dieses ganz oder teilweise verdecken. Magnetische Störfelder gibt es heute ja häufig, wie z. B. in der Straßenbahn, der Nähe jeder Leuchtstoffröhre usw. Anfänglich hat man versucht, diese Störfelder durch äußere Abschirmungen zu beseitigen, später bildete man einfach das ganze Gehäuse als Abschirmung aus. Ein weiterer Nachteil ist vielleicht der relativ komplizierte Aufbau und die hohe geforderte Präzision bei der Fertigung, die sich im Preis bemerkbar macht. Die Luftspalte ist klein – Größenordnung 0,1 mm und weniger. Dies in der Fertigung reproduzierbar einzuhalten, ist nicht immer leicht. Außerdem bedingt diese kleine Luftspalte eine gewisse Stoß-Empfindlichkeit des Wandlers. Läßt der Schwerhörige sein Gerät fallen und damit das Mikrofon, so können beim Aufprall so große Kräfte an der Membrane entstehen, daß der Anker am Polschuh anschlägt und dort – durch den Magnet gehalten – kleben bleibt. Dann ist das Mikrofon defekt und meist nicht mehr reparabel, weil sich durch den Stoß oft auch der Anker verbiegt.

Dieser Typ Magnet-Mikrofone konnte im Laufe der

As shown in Fig. 9, these microphones were again provided – as the earlier crystal microphones – with a cone-shaped diaphragm of light, thin aluminium foil which no longer had a magnetic function to fulfil. The movement of the diaphragm is transmitted by a coupling pin to an "armature", a vibratory tongue of magnetic material. A coil is again wound around the armature at a certain distance away. The armature itself is mounted between the pole shoes of a magnet in such a way that one end (left in the picture) is firmly supported while the other end – driven by diaphragm and pin – can freely move between the pole shoes. The whole arrangement represents a sensitive magnetic "bridge". When the armature is exactly in the centre, there is no magnetic flow. However, if it moves out of its central position as a result of diaphragm motion, a magnetic flow is set up in the armature which both in direction and strength, is proportional to the deflection. The resulting alternating flow thus generates the desired output potential in the coil.

With microphones of this type it has also been possible for the frequency response to be extended above and below the main resonance determined by armature and diaphragm. Utilizing the volumes of the case before and behind the diaphragm (which constitute Helmholtz resonators) allowed the transmission quality and sensitivity to be improved.

Fig. 10 shows the typical three-hump curve of such a magnetic microphone. The hump in the middle is caused by the resonance of the system. The uppermost hump is caused by the resonance frequency of the cavity between diaphragm and lid while the lowermost hump is defined by the cavity between diaphragm and floor of the casing. This resonance space is connected with the "outside world" by a suitably dimensioned tube. Careful

Jahre jedoch ständig verbessert werden, und er wird auch heute noch in der wohl überwiegenden Anzahl aller Hörgeräte verwendet. Durch ständige Verfeinerung der Technologie und der Fertigungsmethoden konnten auch die äußeren Abmessungen laufend verkleinert und somit der Nachfrage nach immer kleineren Hörgeräten Rechnung getragen werden. Abb. 11 zeigt eine kleine Auswahl solcher Mikrofone.

Leider zeigte die laufende Verkleinerung der Wandler aber schließlich auch die Grenze dieses Mikrofon-Typs. Wie wir vorher gesehen haben, ist besonders das untere Ende des Übertragungsbereiches stark von den Abmessungen des Systems und des Gehäusevolumens des Mikrofon abhängig. Mit der ständigen Verkleinerung der Mikrofone rutschte somit auch das untere Ende des Übertragungs-Bereiches immer weiter nach oben, bis schließlich eine weitere Beschneidung des Frequenzbereiches nicht mehr tragbar erschien.

Jetzt begann man sich wieder des piezo-elektrischen Wandlerprinzips zu erinnern, dessen prinzipieller Mechanismus bis zu tiefsten Frequenzen herab funktioniert und dessen Übertragungs-Frequenzgang viel weniger vom Gehäusevolumen abhängt als dies beim Magnetmikrofon der Fall ist. Nur wollte man natürlich die eingangs erwähnten Nachteile des Kristallmikrofons vermeiden. Dabei kam der technische Fortschritt auf anderen Gebieten zu Hilfe und eine Vielzahl von technischen Erkenntnissen der jüngsten Vergangenheit führten schließlich zur Entwicklung des Keramikmikrofons. Der Name kommt daher, daß statt Rochelle-Salz jetzt piezo-elektri-

selection of the resonance frequency and suitable damping allow a relatively well-balanced frequency response curve and good sensitivity to be obtained.

One of the few disadvantages attached to this microphone type is its sensitivity to external magnetic fields. Every strong magnetic alternating field directly generates a voltage in the coil, even without the diaphragm and armature moving. This voltage is, of course, amplified by the subsequent amplifier as is the desired signal which can thus be partly or wholly masked. Magnetic interference fields are not infrequently found nowadays; they occur, for instance, in the tram, in the neighbourhood of every fluorescent tube, etc. Originally an attempt was made to eliminate such interference fields by external shieldings. But later the entire casing was designed to function as a screen. A further disadvantage of the microphone is perhaps its relatively complicated design and the high precision required in its manufacture, which is reflected in the price. The air-gap is small, 0.1 mm and less. To reproduce such dimensions during manufacture is not always easy. Furthermore, this small air-gap causes the transducer to be sensitive to shocks. If a wearer drops his hearing aid, the impact may give rise to such great forces at the diaphragm that the armature hits against the pole shoe and sticks there, attracted by the magnet. If this happens, the microphone is usually beyond repair because the shock often twists the armature as well.

This type of magnetic microphone was steadily improved over the years. Even nowadays it is used in an over-

11

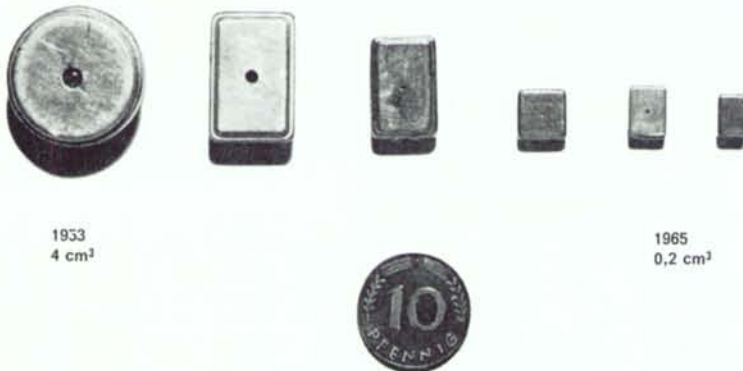


Abb. 11
Entwicklungsstufen von
Magnet-Mikrofonen

Fig. 11
Gradual development
of magnetic microphones

**Wenn ein Mensch
seine Umwelt nicht
mehr versteht, stehen
ihm 18 Dolmetscher zur
Verfügung.**



Bosch-Hörgeräte. Die bessere Alternative.

BOSCH

omikron



**präsentiert
die neue**

Modell-Reihe 450

»Ausgereifte technische Lösung in überaus ansprechendem Kleid, formschön, leistungsfähig, robust und bedienungssicher«, so lautet das Urteil der Fachwelt;

Die neue Serie umfaßt 3 Modelle:

OMIKRON 450 ROTPUNKT

das Universal-Gerät mit einer mittleren Verstärkungsleistung von 43 db, integriertem Schaltkreis und Telefonspule.

OMIKRON 450 BRAUNPUNKT

mit den gleichen akustischen Leistungen wie das Modell ROT-PUNKT, dank eingebauter Tonblende jedoch als Hochtongerät verwendbar.

OMIKRON 450 WEISSPUNKT

mit keramischem Mikrofon für breitbandige Tonwiedergabe und Telefonspule.



Sie kennen das omikron 450 bereits? Wenn nicht, senden wir Ihnen gerne vollständige Unterlagen zu.

Omikron Hörgerätegesellschaft m.b.H.

2000 Hamburg 65, Heegbarg 21, Telefon 602 09 00

sche Keramik verwendet wird. Das Material ist meist ein Barium-Titanat, das seine piezo-elektrischen Eigenschaften durch kurzzeitiges Anlegen einer Spannung von 40 bis 60 000 V/cm erhält. Die Keramik ist ihrer Struktur nach ähnlich wie Porzellan, also weitgehend feuchtigkeitsunempfindlich. Außerdem liegt der Curie-Punkt, bei dem das Material seine piezo-elektrischen Eigenschaften verliert, bei ca. 120°C . Damit waren die beiden wesentlichen Nachteile des mit Rochelle-Salz arbeitenden Mikrofons überwunden.

Abb. 12 zeigt das Innere eines Keramik-Mikrofons: Das Stäbchen aus Keramik wird auf einer Trägerplatte montiert, die auf der anderen Seite eine Membrane trägt. Die Membrane ist mit dem freien, schwingfähigen Ende des Stäbchens durch einen Koppelstift verbunden, der die Schwingungen der Membrane auf den sogen. Keramikbieger überträgt. Der Bieger hat – ebenso wie seinerzeit der Rochelle-Salz-Kristall – an seiner Ober- und Unterseite eine aufgedampfte Metallelektrode, an der sich die elektrische Spannung abnehmen läßt.

Nun hat natürlich auch das Keramikmikrofon die Eigenschaft, daß es infolge seines hohen Innenwiderstandes nicht zur direkten Steuerung eines Transistorgerätes geeignet ist. Auch das Keramikmikrofon braucht zur Anpassung an den niederohmigen Verstärkereingang ein Anpassungsglied. Allerdings verwendet man dafür heute keinen Übertrager mehr, sondern einen Feldeffekt-Transistor (FET). Dieser hat ähnliche Eigenschaften wie eine Elektronenröhre, d. h. er läßt sich leistungslos steuern. Solche Feldeffekt-Transistoren werden heute in elektro-

whelming number of all hearing aids. Constant refinements in engineering and manufacturing methods contributed toward a gradual reduction of the outer dimensions, in response to the demand for constantly smaller hearing aids. Fig. 11 shows a limited selection of such microphones.

Unfortunately, the continuous reduction of the transducer size eventually showed the limitations of this microphone type. As already seen, it is particularly the lower end of the transmission range which greatly depends on the dimensions of the system and the case volume of the microphone. The more the microphone dimensions were reduced, the farther the lower end of the range moved upwards until finally a further limitation of the frequency range no longer appeared tolerable.

This was the time to revert again to the piezo-electric transducer principle whose basic mechanism functions down to the lowest frequencies and whose frequency response is much less influenced by the volume of the case than is the case with magnetic microphones. Of course, every effort was made to eliminate the already mentioned drawbacks of the crystal microphones. The technical advances in other fields were exploited and a number of the latest technical accomplishments eventually led to the development of the ceramic microphone. It was given this name because instead of Rochelle salt it uses a piezo-electric ceramic material, usually barium titanate which receives its piezo-electric properties by a brief application of a voltage from 40 up to

12

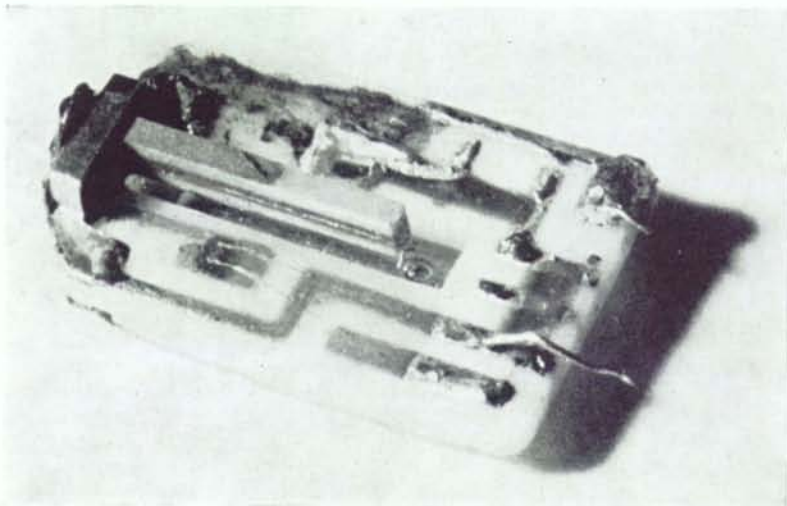


Abb. 12
Das Innere eines Keramik-Mikrofons

Fig. 12
Internal of a ceramic microphone

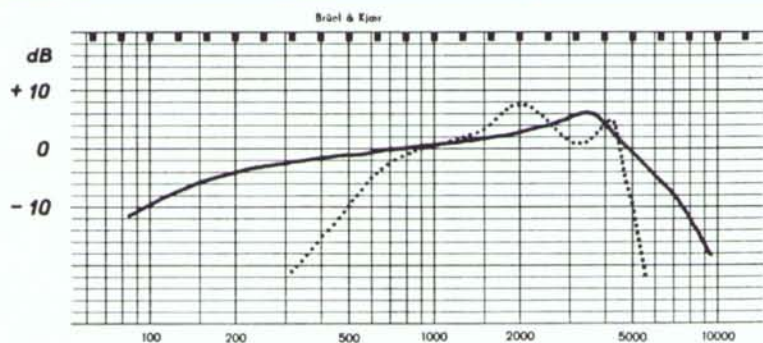


Abb. 13
Frequenzgang eines Keramik-
Mikrofons im Vergleich zu
Magnet-Mikrofon gleicher Größe

Fig. 13
Difference in the frequency response
between a magnetic microphone
and a ceramic microphone

nischen Rechnern und Rundfunk- und Fernsehgeräten verwendet.

Mit einem Feldeffekt-Transistor und einigen Widerständen läßt sich ein einfacher Impedanz-Wandler aufbauen. Dieser hat dann einen Eingangswiderstand von einigen MOhm, der das Keramikmikrofon nicht belastet und einen Ausgangswiderstand von etwa 10 KOhm, an den man den Hörgeräteverstärker anschließen kann. Die Verstärkung dieses Impedanzwandlers ist etwa 1, d. h. er gibt etwa die Spannung ab, die eingespeist wird – nur eben jetzt aus einem kleinen Generatorwiderstand.

Mit Hilfe eines Spezial-Feldeffekt-Transistors und mit Hilfe der Dickfilmentechnik kann man einen solchen Verstärker so klein aufbauen, daß er sich noch im Mikrofon selbst unterbringen läßt. Als Trägerplatte (Substrat) für den Verstärker dient die ohnehin vorhandene Trägerplatte für das Mikrofonsystem, so daß sich ein sehr kompakter Aufbau ergibt (siehe Abb. 12. Der FET befindet sich vorne links).

Abb. 13 zeigt den Unterschied im Übertragungs-Frequenzgang zwischen einem Magnetmikrofon und einem Keramikmikrofon etwa gleicher Abmessungen. Mit Hilfe des Keramikmikrofons lassen sich heute HDO-Geräte und Hörbrillen bauen, deren akustische Übertragung durchaus mit der von Taschenhörgeräten vergleichbar sind. Ein weiterer Vorteil des Keramikmikrofons ist seine gute Stoßfestigkeit. Das Keramikmikrofon hat keinen Luftspalt und keinen Anker, der kleben könnte. Um das Mikrofon zu zerstören, müßte der Stoß oder Fall so hart sein, daß das Keramikstäbchen bricht. Das kommt in der Praxis aber kaum vor.

Leider hat auch das Keramikmikrofon seine Nachteile: das Rauschen und den höheren Preis. In dem im Mikrofon eingebauten Feldeffekt-Transistor entsteht eine

60 000 V/cm. Ceramic is in its structure comparable to porcelain, i. e. largely insensitive to humidity. Moreover, the Curie point at which the material loses the piezoelectric properties is about 120°C . Consequently, the two serious drawbacks of crystal microphones employing Rochelle salt were eliminated.

Fig. 12 shows the interior of a ceramic microphone: the ceramic rod is mounted on a base plate which supports a diaphragm at the other side. The diaphragm is connected to the freely vibrating end of the rod by a coupling pin, which transmits the vibrations of the diaphragm to the so-called ceramic "bender". The bender has – like the Rochelle salt crystal – a metal electrode vaporized onto its upper and lower side, from which the electric voltage can be picked up.

On account of its high internal resistance, the ceramic microphone also proves unsuitable for direct control of a transistor hearing aid. Even a ceramic microphone needs a matching link for adaptation to the low-ohmic amplifier input. This problem is no longer solved by a transmitter but by a field-effect transistor (FET). This has properties similar to those of an electronic valve, i. e. it can be controlled without the use of power. Such field-effect transistors are these days adopted in electronic computers and in radio and television sets.

With a FET transistor and some resistors it is possible to build a simple impedance transducer. This has an input impedance of several MOhms which places no strain on the ceramic microphone, and an output resistance of about 10 KOhm to which the hearing-aid amplifier can be connected. The gain of this impedance-transducer is roughly 1, i. e. it yields more or less the voltage fed to it, but now with a small generator resistance.

With the aid of a special field-effect transistor and the

Rauschspannung, die natürlich ebenso wie die Nutzs-
pannung durch die nachfolgenden Transistoren weiter-
verstärkt wird. Die Differenz von Nutz- und Störsignal-
pegel ist bei Verwendung eines Keramik-Mikrofons etwa
4 bis 6 dB größer als beim Magnetmikrofon. Der höhere
Preis kommt einmal durch den verwendeten Spezial-
Feldeffekt-Transistor zustande, der eben wegen seines
Rauschens eine hohe Ausschußrate hat. Nur ein kleiner
Teil der Transistor-Produktion kann daher tatsächlich
für Mikrofonverstärker verwendet werden. Zum ande-
ren ist natürlich auch der gesamte Miniatur-Aufbau
diffizil, obwohl das eigentliche Mikrofonsystem selbst
beim Keramikmikrofon viel einfacher ist als beim
Magnet-Mikrofon. Es ist aber anzunehmen, daß die er-
wähnten Nachteile im Laufe der Zeit weitgehend be-
hoben werden können.

Wir haben nun rund 70 Jahre Geschichte des Hörgeräte-
mikrofons verfolgt. Die zuletzt erwähnten Typen des
Magnetmikrofons und das Keramikmikrofon sind das,
was man gemeinhin als »Stand der Technik« bezeichnet,
und sie bewähren sich heute täglich in Millionen von
Hörgeräten auf der ganzen Welt. Aber die technische
Entwicklung kennt ja keinen Stillstand und man kann
sich fragen: »Wie geht es weiter, was kommt morgen?«
Und so wollen wir abschließend noch einen Blick in
die Zukunft riskieren.

In der Tat gibt es einen Mikrofontyp, der ausgezeichnete
Eigenschaften hat, in Hörgeräten aber noch nicht ver-
wendet wurde. Dieses Mikrofon ist das Kondensator-
Mikrofon. Typische Merkmale sind: von der Frequenz
unabhängige Übertragung, kleines Eigenrauschen und
kleine Verzerrungen. Wegen dieser Eigenschaften wird
dieses Mikrofon überall da verwendet, wo es auf erst-
klassige Tonqualität ankommt, also im Rundfunk und
Fernsehen, in Schallplattenstudios, Konzertsälen usw.
Auch für Meßzwecke wird fast ausschließlich das Kon-
densator-Mikrofon in der Akustik verwendet.
Das Prinzip eines solchen Kondensator-Mikrofons ist
einfach (Abb. 14). Eine Membrane aus einem leitfähigen
Material, z. B. aus Alu-Folie oder metallbedampfter
Kunststoff-Folie, stellt die eine Platte eines Kondensators
dar. Hinter der Membrane befindet sich eine stabile,
feststehende Elektrode als zweite Kondensatorplatte.
Damit das Mikrofon auch funktioniert, brauchen wir
noch einen hochohmigen Vorwiderstand und eine Polari-
sationsspannungsquelle, z. B. eine Batterie. Die Span-
nung dieser Batterie erzeugt an den Platten des Kon-
densators eine elektrische Ladung.

Wird nun die Membrane durch einen auftreffenden
Schallimpuls nach innen gebogen, verringert sich der
Abstand der Platten und erhöht die Kapazität des Kon-

thick-film technique it is possible to give an amplifier
such tiny dimensions that it can just be housed in the
microphone itself. The support of the microphone system
serves as base-plate for the amplifier so that the whole
results in a very compact arrangement (see Fig. 12. The
field-effect transistor is seen at the left).

Fig. 13 shows the difference in the transmission
frequency response between a magnetic microphone and
a ceramic microphone of roughly the same dimensions.
The ceramic microphone has helped to make possible
behind-the-ear aids and hearing glasses whose acoustic
transmission is definitely comparable to that of pocket
hearing instruments. A further merit of the ceramic
microphone is to be seen in its good resistance to
shocks. The ceramic microphone has no air-gap nor an
armature that might stick. It would take a very heavy
shock or fall to break the ceramic rod and hence to
destroy the microphone. But this rarely occurs in
practice.

But even the ceramic microphone is not without dis-
advantages: noise and the higher price. In the field-
effect transistor built into the microphone a noise
voltage is set up which is as readily amplified by the
subsequent transistors as is the signal voltage. The
difference between the useful sound and the noise level
is roughly 4 to 6 dB higher than with the magnetic
microphone. The higher price is caused by the use of
a special field-effect transistor which owing to its noise
effect is subject to a high reject rate. Only a small part
of the transistor production is actually used for micro-
phone amplifiers. Apart from this, the entire miniature
design poses some problems although the microphonic
system proper is much simpler in ceramic microphones
than in magnetic ones. However, it is to be assumed
that the drawbacks mentioned will be largely eliminated
in the course of time.

So much for the 70-year history of the hearing-aid
microphone. The magnetic and ceramic microphones
are those which represent the "state of the art", and
which are giving good service in millions of hearing-aids
all over the world. But technical progress is never at a
standstill, and this leads on to the question: "What will
the future bring?" And so, I should like to risk a look
into the future.

There is, indeed, a microphone type with excellent pro-
perties which, however, has not yet been used in hearing-
aids. This is the condenser microphone. Its typical
features are: frequency-independent transmission, mini-
mum inherent noise and low distortion. Because of these
properties the microphone is used wherever excellent
sound quality is at a premium, that is, in radio and

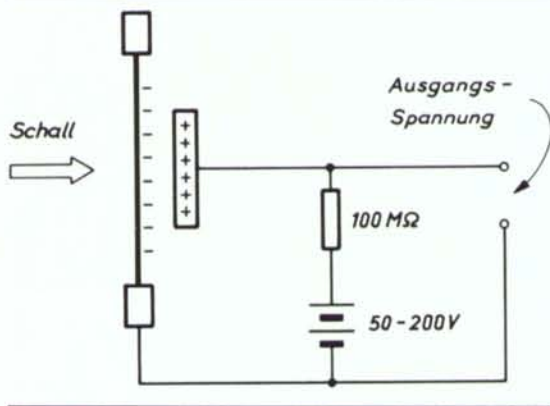


Abb. 14 Prinzip des Kondensator-Mikrofons

Fig. 14 Principle underlying a condenser microphone

densators. Infolge des hochohmigen Widerstandes bleibt die Ladung zwischen den Platten praktisch konstant. Die Spannung zwischen den Platten jedoch fällt, da sie gleich ist der Ladung, dividiert durch die Kapazität. Wenn sich die Schwingung umkehrt und die Membrane nach außen schwingt, so verringert sich die Kapazität und die Spannung an den Platten steigt. Die Ausgangsspannung ist also proportional der Auslenkung der Membrane und damit ein getreues Abbild der auftretenden Schallsschwingungen.

Die Beschreibung des Prinzips des Kondensator-Mikrofons zeigt aber auch schon die Gründe, warum dieses so hochwertige Mikrofon in Hörgeräten bis heute nicht verwendet werden konnte. Einmal kann man natürlich den Durchmesser der Membrane und den Abstand der Platten nicht beliebig klein machen, weil hier irgendwo eine technologische Grenze besteht, jenseits der sich ein solches Mikrofon zu einem vernünftigen Preis nicht mehr herstellen läßt. Zum anderen ist aber die Polarisationsspannung von 50 bis 100 V das wesentliche Hindernis. Selbst bei Verwendung der heute bekannten kleinsten Zellen wäre eine Batterie mit solcher Spannung viel größer als das ganze Hörgerät und auch viel zu teuer.

Hier bahnt sich aber in letzter Zeit eine Entwicklung an, die dem Kondensator-Mikrofon doch zum Durchbruch auch beim Hörgerät verhelfen kann. Wir alle kennen die Erscheinung, daß ein Hartgummistab oder ein Kamm elektrisch aufgeladen werden kann, wenn man ihn mit einem trockenen Tuch reibt. Man kann dann mit dem geladenen Stab kleine Papierstückchen etc. hochheben. Diese Art der Ladung ist jedoch für ein Mikrofon praktisch nicht brauchbar, weil sie sich infolge des endlichen Isolationswiderstandes und der Luftfeuchtigkeit bald wie-

television, in recording studios, concert halls etc. For measuring purposes in acoustics the condenser microphone is used almost exclusively.

The principle underlying a condenser microphone is simple (Fig. 14). A diaphragm of conductive material, say aluminium foil or a plastic foil, onto which metal has been deposited by vapourisation, constitutes the first capacitor plate. Behind the diaphragm there is a stable, stationary electrode representing the second capacitor plate. For proper microphone functioning, a high-ohmic drop-resistor and a source of polarizing potential, such as a battery, are needed. The voltage of the battery produces an electric charge at the capacitor plates.

When the diaphragm is bent inwards by the impinging sound impulse, the distance between the plates diminishes and the capacity of the condenser increases. Owing to the high-ohmic resistance the charge between the plates is practically kept constant. The voltage between the plates, however, drops because it is equal to the charge divided by the capacity. When the vibration is reversed and the diaphragm swings outwards, the capacity decreases and the voltage across the plates rises. The output potential is therefore proportional to the deflection of the diaphragm and hence a faithful reproduction of the impinging sound vibrations.

The description of the principle underlying the condenser microphone has already indicated the reasons why this excellent product has not yet been used in hearing-aids. First of all, certain technological limitations prevent the diameter of the diaphragm and the distance between the plates from being varied at will. Going beyond these limits would no longer allow the microphone to be made at a reasonable price. In the second place, however, the polarizing potential of 50 to 100 V

Meßtechnische Probleme in der Audiologie?

Philips hat sie gelöst...



COUPON

Ausschneiden und einsenden an:

Philips Hörgeräte,
C. H. F. Müller GmbH,
Abt. Audiometrische Technik,
2 Hamburg 1,
Postfach 1149

- ☐ Ich erbitte ausführliches Informationsmaterial über Ihr Gesamtprogramm.
☐ Ich erbitte Angebot über (Typ):

Gewünschtes bitte ankreuzen.

PHILIPS

Klinisches Audiometer

OB 70

2-Kanal-Audiometer für programmierten Ablauf überschwelliger Untersuchungsverfahren mit Anschlußmöglichkeit für Sprachzusatz. Schmalbandvertäubung, modernste, computergerechte Digitaltechnik, Möglichkeit der automatischen Aufspeicherung von Meßdaten.

Das moderne übersichtliche Design bürgt für eine schnelle und sichere Handhabung. Servicefreundlicher Aufbau und weitgehend integrierte Schaltelemente gewährleisten eine optimale Betriebssicherheit.

Technische Daten auf Anfrage.

Klinisches Audiometer

OB 60

Klinisches 2-Kanal-Audiometer für überschwellige Untersuchungen mit Anschlußmöglichkeit für Sprachzusatz, Schmalbandvertäubung, Einrichtung für automatische Impulsvorwahl, Frequenz- und Amplitudenmodulation, Sisi-Test usw.

Das mit zwei getrennten Tongeneratoren und einem 2-Kanal-Verstärker-System ausgerüstete Audiometer ermöglicht eine Vielzahl von audiologischen Testverfahren.

Technische Daten

Prüffrequenzen:	125 bis 10 000 Hz
Intensitätsbereich:	- 10 bis + 110 dB
Amplitudenmodulation:	0,2 bis 6 dB
Frequenzmodulation:	0,2 % bis 6 % über Nominalfrequenz
Kalibrierung:	ISO Standard
Abmessungen:	58 x 29 x 31 cm
Gewicht:	20 kg



Zusatzgerät für Sprachaudiometrie

KB 71

Das KB 71 ist ein Zusatzgerät für die Sprachaudiometrie, das in Verbindung mit den Audiometern OB 70, OB 60 und TBN 60 verwendet werden kann. Das Gerät ermöglicht darüber hinaus die Ermittlung exakter Leistungsdaten bei der Freifeldaudiometrie. Schneller Wechsel von Wort- und Zahlentests durch die Verwendung von Kompaktkassetten. Der eingebaute Rückspracheverstärker gestattet die Verständigung mit dem Patienten auch während der audiometrischen Prüfung. Die automatische Bandaussteuerungsanzeige erlaubt eine Kontrolle des Ausgangspegels während des Betriebes.

Technische Daten

Bandgeschwindigkeit:	9,5 cm/sec.
Wiedergabe:	Vollspur
Frequenzabweichungen	± 3 dB im Bereich von 100–10 000 Hz
Rauschabstand:	60 dB
Klirrfaktor:	2 ‰
Netzspannung:	220 V/50 Hz
Abmessungen:	33 x 13 x 3 cm
Gewicht:	8,5 kg
Zubehör:	Rücksprache-Laut- sprecher DS 3, Rücksprache- Mikrofon MD 420



Fahrbares Sprachaudiometer

SU 30

Volltransistorisiertes Sprachaudiometer mit Doppelkopfhörer in Schallschutzkappen, Knochenhörer, Schnellstopp-Fußschaltung, Kompakt-Kassetten mit Freiburger Zahlen- und Sprachverständnis-Test.

Technische Daten

Bandgeschwindigkeit:	9,5 cm/sec.
Maximale Verstärkung über Kopfhörer:	120 dB SPL
Maximale akustische Verstärkung im freien Schallfeld in 2 m	
Entfernung vom Lautsprecher:	100 dB SPL
Maximale akustische Ver- stärkung über Knochenhörer:	90 dB SPL
Maximale Vertäubung:	100 dB
Wiedergabe:	Vollspur
Rauschgenerator:	White noise
Abmessungen:	74 x 55 x 30 cm
Gewicht:	30 kg



TBN 60 TBN 60S

Das Transistor-Audiometer TBN 60 ist ein netzunabhängiges Tonaudiometer. Es besitzt neben den für die Prüfung des Hörverlustes notwendigen Reintonfrequenzen von 125–8000 Hz die Möglichkeit der Vertäubung durch drei gefilterte Schmalbandgeräusche zur exakten Bestimmung der Luft- und Knochenleitungsschwelle. Die Verwendung von Drucktasten gewährleistet eine schnelle und sichere Bedienung. Außerdem kann das Gerät mit einem Anschluß versehen werden, der die Verwendung eines Zusatzgerätes für Sprach-Audiometrie ermöglicht.

Technische Daten

Prüffrequenzen: 250 bis 8000 Hz
Intensitätsbereich: – 10 bis + 110 dB
Kalibrierung: ISO-Standard
Klirrfaktor: weniger als 2 %
Rauschabstand: mindestens 50 dB
Abmessungen: 33 x 20 x 16 cm
Gewicht: 3,25 kg

Z070

Die objektive Bestimmung der Funktion des Mittelohres gewinnt in der modernen Diagnostik zunehmend an Bedeutung. So ist es mit Hilfe der Impedanz-Messung möglich, ein eventuell vorhandenes Recruitment unter Ausschließung subjektiver Einflüsse seitens des Patienten exakt nachzuweisen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich auf den Gebieten der Tympanometrie, der Fazialisdiagnostik, des Tensor-TGA-Testes sowie des Stapedius-TGA-Testes.

Technische Daten

Prüffrequenz: 220 Hz
Maximale Abweichung: $\pm 1 \%$
Frequenzbereich: 125 bis 8000 Hz
Schallpegel: 65 dB über der Schwelle
Impedanz-Bereich: 5000 bis 200 akustische Ohm
Luftdruck-Bereich: – 400 bis + 400 mm WS
Abweichung: weniger als 1 %
Abmessungen: 29 x 40 x 16 cm
Gewicht: 6,5 kg



C. H. F. Müller GmbH
Abt. Audiometrische Technik
2 Hamburg 1

der verliert. Nun hat man aber herausgefunden, daß es Kunststoffe gibt, die sich auf andere Art elektrisch laden lassen. Bringt man z. B. eine Folie aus Polycarbonat oder aus Teflon bei erhöhter Temperatur in ein sehr starkes elektrisches Feld, so wird die Folie elektrisch aufgeladen und hält ihre Ladung auch, wenn das elektrische Feld wieder abgeschaltet wird. Allerdings ist diese Ladung im Material sozusagen eingefroren und nicht frei verfügbar. Ein solcherart aufgeladenes Material, das man als *Electret* bezeichnet, stellt also keine Batterie dar, weil man ihm keinen Strom entnehmen kann. Für den Bau eines Kondensator-Mikrofons ist diese Ladung aber sehr wohl brauchbar. Viele Electrete halten ihre Ladung über Jahre, ja Jahrzehnte. Sie stellen also etwa ein elektrisches Analogon zu den Permanentmagneten dar, die ja auch nach einer einmaligen Magnetisierung ihren Magnetismus über lange Zeit beibehalten.

Wenn man nun in einem Kondensator-Mikrofon die Membrane durch eine Electret-Folie ersetzt, die auf einer Seite eine aufgedampfte, hauchdünne Metallschicht als Kondensatorplatte trägt, so erhält man ein sogen. Electret-Mikrofon. In einem solchen Electret-Mikrofon ist die elektrische Ladung der Kondensatorbelege gewissermaßen im Membran-Material selbst enthalten, und es ist keine äußere Batterie mehr notwendig. Die Lebensdauer eines solchen Mikrofons ist noch recht unterschiedlich und reicht von 2 Tagen bis zu einigen Jahren. Ich habe von einem japanischen Kassettenrecorder gehört, der zur Aufnahme ein recht gutes Electret-Mikrofon eingebaut hat. Nur leider ist das Mikrofon meist nach etwa einem Jahr defekt. Zum Glück für den Hersteller gibt er auf das Gerät nur ein halbes Jahr Garantie.

An den Electreten wird seit etwa fünf Jahren an verschiedenen Stellen gearbeitet, und es ist damit zu rechnen, daß in absehbarer Zeit ein brauchbares Ergebnis erwartet werden kann. Wie das Beispiel mit dem japanischen Tonbandgerät zeigt, hat die Zukunft ja schon begonnen – wenn auch zunächst mit Hindernissen. Auch in Hörgeräten tauchen da und dort schon die ersten Electret-Mikrofone auf.

Wir haben vorhin beim Kondensator-Mikrofon erwähnt, daß die Verkleinerung des Systems auf Hörgeräte-Format auf Schwierigkeiten stößt, weil es dann kompliziert wird, den minimalen Abstand zwischen Membrane und Gegenelektrode definiert einzuhalten. Dies gilt natürlich auch für das Electret-Mikrofon, das seinem Prinzip nach ja ein Kondensator-Mikrofon ist. Ein minimaler Abstand ist aber für eine möglichst hohe Kapazität der Kapsel wichtig. Und nur eine hohe Kapsel-Kapazität garantiert ein kleines Eigenrauschen des Mikrofons.

Nun – auch dafür hat man inzwischen schon einen Aus-

constitutes a major obstacle. Even when using the tiniest cells available, a battery supplying the above potential would be much larger in size than the whole hearing-aid and be much too expensive.

However, there is a development under way which may well result in a universal adoption of the condenser microphone in hearing-aids. We all know the phenomenon that a hard rubber rod or a comb can be electrically charged when rubbed with a dry cloth. With a charged rod small pieces of paper etc. can be lifted. This type of charge, however, is impractical for a microphone because it would soon drop to zero owing to the finite insulation resistance and the air humidity. However, it has been found that there are plastic materials which can be electrically charged in another manner. If, for instance, a polycarbonate or teflon foil is placed in a very strong electric field at increased temperatures, the foil is electrically charged and maintains its charge even after the electric field has been disconnected. However, this charge present in the material is, so to speak, frozen in and not freely available. The material thus charged is called *Electret*: it is not comparable to a battery because no current can be drawn. In the manufacture of a condenser microphone, however, this charge can be put to good use. Many Electrets maintain their charges over years, even over decades, and are thus comparable to the permanent magnet which after a single magnetization preserves its magnetism over a long period of time.

When replacing the diaphragm in a condenser microphone by an Electret foil, provided with a metallized outer side serving as capacitor plate, a so-called Electret-foil capacitor microphone is obtained. In such a microphone the electric charge of the capacitor coatings is, in a way, contained in the diaphragm material itself and, as a result, no external battery is required.

The life of such a microphone still varies within wide limits and ranges from 2 days up to a couple of years. A Japanese cassette recorder is reported to use a very good Electret microphone for recording purposes. Unfortunately, the microphone usually becomes defective after a year. It is a good thing for the manufacturers, for their own good, that the guarantee on the recorder is only six months.

For about 5 years now engineers have been working on the problems posed by Electrets and it is to be expected that the near future will bring useful results. The example of the Japanese tape recorder indicates, however, that the future has already begun – although many obstacles will have to be surmounted. But here and there the first Electret microphones are already making their appearance in hearing aids.

I mentioned in connection with the condenser micro-

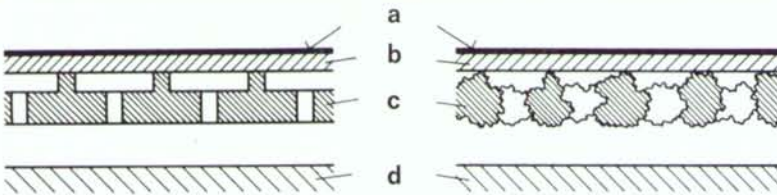


Abb. 15
Multi-Support-Elektrode (links)
und Sinter-Elektrode (rechts)

Fig. 15
Multi-support electrode (left)
and sinter electrode (right)

- a Metallisierung
- a metall
- b Elektretfolie
- b electret foil
- c Elektrode
- c electrode
- d Gehäuseboden
- d bottom of the case

weg gefunden und zwar in Form der sogen. »Multi-Support«-Elektrode und der Sinter-Elektrode (Abb. 15). Bei der Multi-Support-Elektrode wird durch entsprechende Formgebung der festen Gegenelektrode erreicht, daß die Membrane an vielen Punkten fest aufliegt. Man löst gewissermaßen die Gesamt-Membrane in viele kleine Teilmembranen auf. Auf diese Weise lassen sich kleinste Abstände zwischen Membrane und Gegenelektrode technologisch gut beherrschen. Leider ist die Herstellung der Elektroden schwierig und teuer, weshalb man manchmal auch die sogen. Sinterelektroden verwendet. Bei der Sinterelektrode wird die natürliche Rauigkeit des Sinterkörpers dazu benutzt, eine Vielzahl von Auflagepunkten zu erzielen.

Mit solchen Elektroden lassen sich heute schon Prototypen von Elektret-Mikrofonen bauen, die in jeder Weise für die Verwendung in Hörgeräten geeignet erscheinen. Wenn ich sage »in jeder Weise«, so meine ich damit besonders die Abmessungen und die elektrischen Werte. Über die Lebensdauer läßt sich heute noch nicht allzuviel sagen, die Entwicklung ist noch zu neu und auch noch nicht abgeschlossen.

Abb. 16 zeigt den Übertragungs-Frequenzgang eines solchen Prototyps. Die Abbildung zeigt die charakteristische, praktisch vollkommen gerade Übertragungskennlinie des Kondensator-Mikrofons, herunter bis etwa 30 Hz. Bei ca. 5 kHz ist eine leichte Anhebung zu sehen, die durch die Gehäuseresonanz zustandekommt und eine sehr gute Sprachverständlichkeit gewährleistet. Am oberen Ende der Frequenzskala reicht die Kurve bis über 10 kHz. Man kann sich vorstellen, welche phantastischen Möglichkeiten dieses Mikrofon beim Bau von Hörgeräten eröffnet.

Zum Vergleich ist in dieser Abbildung auch die Kurve der heutigen Keramik-Mikrofone eingezeichnet. Das Elektret-Mikrofon hat erweiterte Übertragungseigenschaften gegenüber dem Keramik-Mikrofon. Das gemessene Elektret-Mikrofon war zwar auch etwas größer als das Keramik-Mikrofon, der Unterschied in den Kurven

phone, that the reduction of the system to hearing-aid size becomes critical because it is difficult to maintain the tiny defined distance between diaphragm and back plate. This also holds good for the Electret microphone which basically is nothing more than a condenser microphone. A minimal distance, however, is important for a maximum capacity of the capsule. Only a high capsule capacity guarantees low inherent noise of the microphone.

But here again the solution has been found in the so-called "multisupport" electrode and the sinter electrode (Fig. 15).

In the multi-support electrode the fixed back plate is given an appropriate shape so that diaphragm is firmly supported at many points. In this manner the entire diaphragm is, as it were, split up in many small partial diaphragms. Thus minimum distances between diaphragm and back plate can be readily controlled technically. Unfortunately, the manufacture of the electrodes is difficult and expensive and for this reason recourse is sometimes made to the so-called sinter electrodes. With this electrode type the natural roughness of the sinter body is used to obtain a number of supporting points.

With such electrodes it has already become possible to build prototypes of Electret microphones which appear suitable for use in hearing-aids "in every respect". With this I refer particularly to their dimensions and electric values. As to their life nothing definite can be said at this moment because the development has not yet come to an end.

Fig. 16 shows the transmission frequency response of such a prototype. The figure reveals the typical, virtually straight transmission characteristic of the condenser microphone down to about 30 Hz. The slight rise at about 5 kHz is caused by the resonance of the casing and guarantees excellent speech intelligibility. At the upper end of the frequency range the curve extends beyond 10 kHz. One can imagine what phantastic possibilities this microphone offers to the hearing-aid field.

kommt aber eher vom Prinzip als von den Abmessungen.

Trotzdem scheint die weitere Verbesserung des Übertragungsfrequenzbereiches nicht der wesentliche Fortschritt beim Elektret-Mikrofon zu sein. Die Erweiterung des Frequenzbereiches zu den tiefen Tönen wäre prinzipiell auch beim Keramik-Mikrofon möglich. Man hat sich hier aber einige Beschränkung auferlegt, um die meist schallintensiven »tiefen Brummer« (Motorenlärm, Trittschall etc.) vom Hörgerät fernzuhalten. Die Bereichserweiterung bei den hohen Tönen ist ebenfalls problematisch, die die meisten Schwerhörigen bei diesen Frequenzen sowieso meist überhaupt nicht mehr hören. Der eigentliche Vorteil liegt ganz wo anders: Sowohl das Magnet-Mikrofon als auch das Keramik-Mikrofon – um nur diese zwei zu nennen – arbeiten nicht nur als Schallwandler, sondern auch als Beschleunigungsaufnehmer. Werden diese Mikrofone senkrecht zur Richtung der Membranebene beschleunigt, so wird das schwingende System infolge seiner Massenträgheit aus der Mittellage abgelenkt, auch ohne daß ein akustisches Signal an die Membrane gelangt. Die Mikrofone sind also empfindlich auf Vibration. Auf diese Weise entstehen z. B. die Reibegeräusche und andere Körperschalleffekte, die man bis heute mit weichen Gummilagerungen und ähnlichem mehr oder minder erfolgreich zu bekämpfen sucht.

Das Elektret-Mikrofon hingegen hat kein »schwingendes System« in obigem Sinne. Die Masse der hauchdünnen Membranfolie ist praktisch Null und dazu noch vielfach an der Gegenelektrode abgestützt. Dadurch ist die Vibrationsempfindlichkeit um etwa den Faktor 10 besser

For comparison a curve of the present ceramic microphones is illustrated. The Electret microphone offers better transmission properties than the ceramic microphone. The Electret microphone measured was somewhat larger than the ceramic counterpart, but the difference in the frequency response results from the principle rather than the dimensions.

Nevertheless, the further improvement of the transmission frequency range does not seem the most important advance of the Electret microphone. The extension of the frequency range toward the low tones is possible with ceramic microphones, too. However, in order to keep out such intensive low tones as motor noise, noise produced by foot steps, etc. some limitations had to be observed. The extension of the high-tone range is equally problematic, tones which the majority of the hard-of-hearing usually no longer hears at this frequency. The real advantage of the Electret microphone is to be seen elsewhere: both the magnetic microphone and the ceramic microphone, to mention only these two, operate not only as sound transducers but also as acceleration pickups. When these microphones are accelerated perpendicularly to the diaphragm plane, the vibrating system, as a result of its inertia, deviates from the middle position, without an acoustic signal reaching the diaphragm. Consequently the microphones are sensitive to vibration and thus give rise to friction noise and other body sound effects. So far the attempt has been made to eliminate such noises with the aid of soft rubber supports etc.

In contrast, the electret microphone possesses no

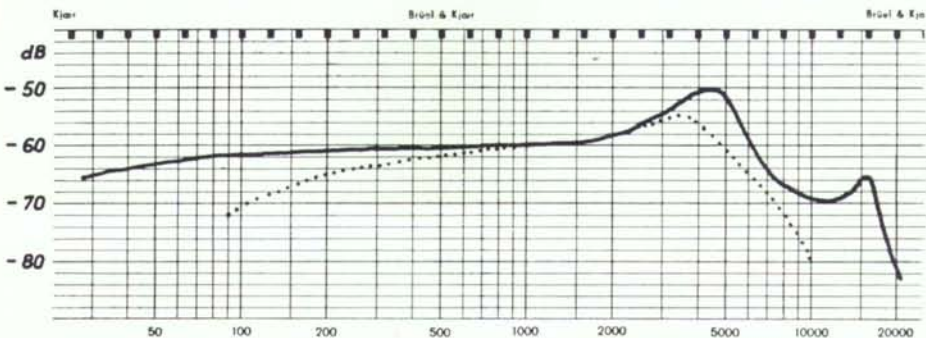


Abb. 16 Frequenzgang eines Elektret-Mikrofons (Prototyp) (punktierte Kurve Keramik-Mikrofon zum Vergleich)

Fig. 16 Transmission frequency response curve of an Electret microphone (dotted curve ceramic microphone)

als bei den bisherigen Mikrofontypen. Hörgeräte mit Elektret-Mikrofon haben daher praktisch keine Reibegeräusche mehr. Auch müßte es mit Elektret-Mikrofonen gelingen, HDO-Geräte und Brillen noch einfacher zu bauen als bisher, weil die Gefahr von mechanischer Rückkopplung infolge Körperschallübertragung vom Hörer her wesentlich geringer geworden ist.

Das Elektret-Mikrofon ist wie jedes Kondensator-Mikrofon – und wie das Keramik-Mikrofon – ein hochohmiger Generator. Wie beim Keramik-Mikrofon wird also auch das Elektret-Mikrofon mit einem eingebauten Impedanzwandler mit Feldeffekt-Transistor ausgestattet sein. Die Probleme bezüglich Auswahl dieser Transistoren und des Rauschens sind hier natürlich die gleichen. Da auch der Aufwand bei der Serienfertigung der beiden Typen etwa ähnlich sein dürfte, ist damit zu rechnen, daß das Elektret-Mikrofon etwa gleich viel kosten wird wie ein Keramik-Mikrofon.

“vibrating system”. The mass of the very thin diaphragm foil is practically zero and, in addition, mostly supported by the back plate. This roughly improves the vibration sensitivity by the factor 10 as compared with other microphone types. Hearing-aids with electret microphones have practically eliminated friction noise. With electret microphones it should also be possible to manufacture behind-the-ear hearing aids and hearing glasses in simpler designs because there is a greatly diminished risk of mechanical feedback resulting from the transmission of body sound through the receiver. Like every condenser and ceramic microphone the electret foil microphone is a high-impedance generator. The electret microphone, too, will be equipped like ceramic microphones with a built-in impedance transformer with a field-effect transistor. The problems of transistor selection and noise are the same as with any other microphones. As in series production the expenditure for the two microphone types will probably be of the same magnitude, it is to be expected that the electret microphone will cost about as much as a ceramic microphone.



Einen ausführlichen Bericht finden Sie in »Zeitschrift für Hörgeräte-Akustik« Nr. 5/1971, Seite 180.

Nach Audiometer-Angabe werden entsprechende Anschluß-Leisten geliefert.

Waller Benedierks

29 Oldenburg
Jahnstraße 2

Arista-HÖRERSCHNÜRE

präzise · haltbar · preisgünstig

Hersteller: MÖLLER-ERNESTI 2 Hamburg-Wandabek · Schiffbeker Weg 325a · Telefon 6530982

Das **7** Tage tragbare - ➡ ➡ 40 gr. schwere - **HÖRGERÄT!** Das **375 PPX**

chic * modern * einfach

- OTICON'S neues 375PPX Taschengerät, neu im Design.
- Für Leute die ein modern aussehendes Gerät schätzen.
- Keramik-Mikrofon. X.
- Breiteren Frequenzbereich.
- Verbesserte Tonqualität.
- Stab-Batterie, IEC/R6.
- Niedrige Betriebskosten.
- Babyschutzdeckel.
- Das andere Hörgerät!



Hörgeräte von Weltgeltung!

Oticon GmbH · 2 Hamburg 55

Postfach · ☎ 0411/868457

Anpassung mit offenem Ohrstück und ohne Ohrstück

Ole Berland und Jean Courtois

In den letzten Jahren wurden immer mehr Hörgeräte benutzt, die mit Ohrpaßstücken, bei denen zum normalen Schallzuführungskanal ein zusätzlicher, nach außen geöffneter Kanal vorhanden ist, oder die mit offenen Ohrpaßstücken oder gar ohne Ohrpaßstücke angepaßt worden sind.

Die Art der Schallzuführung beeinflusst in hohem Maße die akustische Wiedergabe des Hörgerätes und wurde meistens in Verbindung mit CONTRA-Anpassungen angewandt.

Alle akustischen Daten an Hörgeräten basieren bis jetzt auf Messungen am 2-cm³-Kuppler, der den menschlichen durchschnittlichen Gehörgang nachbilden soll, während dieser mit einem angepaßten Ohrstück geschlossen ist.

Dieser 2-cm³-Kuppler ist seit 1959 international standardisiert. Hauptsächlich benutzen ihn Hörgeräte-Hersteller als Meßgrundlage, um Wiedergabeeigenschaften der Hörgeräte untereinander vergleichen zu können. Ursprünglich wurde dieser Kuppler nur für Außenhörer der Taschen-Hörgeräte gebaut (Hörer, die auf das Ohrpaßstück gepreßt wurden). Später wurde er dann abgeändert, um auch am Kopf getragene Hörgeräte messen zu können. Bis heute wußten die Hersteller nicht, welche Frequenz-Wiedergabe im Gehörgang vorhanden war, wenn diese neue Anpassungsmethode verwendet wurde, da noch kein Kuppler mit entsprechend zusätzlichen, z. B. nach außen offenem Schallzuführungskanal existiert.

Ein Weg, Informationen über die Übertragungseigenschaften zu erhalten, besteht in der Messung des Schallpegels in einer Anzahl menschlicher Ohren unter offenen Gehörgangsverhältnissen.

Der Schall im Gehörgang ist eine Überlagerung von verstärktem Schall aus dem Hörgerät und aus natürlichem Umgebungsschall.

Die vorliegende Arbeit beschreibt unseren Test an einer Anzahl von Personen, die nach Größe und Form des Gehörgangs eingeteilt wurden. Nach den otoskopischen Untersuchungen konnte man die Einteilung in 3 Gruppen von Ohrkanälen vornehmen: in *enge*, *normale* und *weite*.

Ein gewöhnlich benutztes HdO-Gerät mit mittlerer Verstärkung wurde jeder Testperson zwar ohne jegliches Ohrstück angepaßt. Es wurde nur der Schall-Leitungsschlauch in den Gehörgang eingeführt.

Die Resultate sind aus den Abbildungen ersichtlich. Die schattierten Felder zeigen die ganze Breite der Wiedergabekurven in jeder Gruppe, 1, 2, 3, usw.

Die dick ausgezogene Kurve im schraffierten Feld zeigt den entsprechenden Durchschnittswert.

Over the last years an increasing number of fittings have been made all over the world using vented ear molds or open ear molds or even no ear molds.

These kinds of fittings are able to change the hearing aid performance quite much and have been used in connection with CROS-instruments as well as in unilateral cases.

All acoustical hearing aid measurements have so far been based upon a so-called 2-cm³-coupler, which is a measuring device imitating a human ear canal of average dimensions with an ear mold inserted. This 2-cm³-coupler is international standardized since 1959 and mainly used as a measuring device for manufacturers in order to be able to compare frequency response curves and other hearing aid data. Originally, this coupler was made only to fit a pocket hearing aid earphone (insert earphone) and later on it was modified to match also ear level instruments.

In every case the 2-cm³-coupler only imitates a human ear with a closed ear mold and is not designed to evaluate hearing aid performance using vented ear molds, open ear molds, or may be only a sound tube positioned in the ear canal.

Up till now the manufacturers have not been able to tell which kind of frequency response exists when this new technique of fitting is applied, since no appropriate "open" coupler has been designed.

One way to get information about the frequency response is then to measure the sound pressure in a number of human ears under open canal conditions.

The sound pressure in the ear canal will be a mixture of the amplified sound from the hearing aid and the natural sound from the surroundings.

The present paper describes our test on a number of test persons who have been selected according to the size and shape of their ear canals. After an otoscopic examination, the ear canals were divided into three groups, *narrow*, *normal*, and *wide*. A commonly used behind-the-ear aid of medium gain was fitted to each test person without any kind of ear mold but only a sound tube in the ear canal.

The test results are presented in the figures. The shaded areas represent the total spread of response curves in each group: 1, 2, 3... etc. The solid curve shown in each shaded area represents the average response curve.

The test persons were placed in a pure tone sound field of 70 dB SPL facing the sound source in a big anechoic room, and the actual response curves of the sound

Open mold / No mold fittings

Der Testperson wurden Schallpegel von 70 dB SPL einzelner Frequenzen dargeboten. Die Personen befanden sich in einem großen schallabsorbierenden Raum mit dem Gesicht zur Schallquelle (Lautsprecher) gerichtet. Die Wiedergabekurven wurden durch ein Sondenmikrofon, das in den Gehörgang der Versuchsperson eintauchte, aufgenommen und direkt aufgezeichnet. Bei ausgeschaltetem Hörgerät entsteht ein Schallpegel im Gehörgang, der nur vom Schall aus der Umgebung kommt. Er zeigte die bekannte Schalldruckanhebung zwischen 2000 und 5000 Hz. Wenn der Gehörgang normal ist (mittlere Größe), steigt der Schallpegel um

picked up by a probe microphone in their ear canals were used directly as recorded. With the hearing aid switched off, the sound in the ear canal only relates to the natural sound and shows the well known pressure build-up between 2000 and 5000 Hz. If the ear canal is normal (medium size) the pressure build-up is approx. 15 dB (curve 8), if it is wide the build-up is some dB higher (curve 9), and if the ear canal is narrow (curve 7), the spread is bigger and the build-up lower (approx. 10 dB in average). When the ear canal is narrow and only a fraction bigger than the diameter of the sound tube, the pressure build-

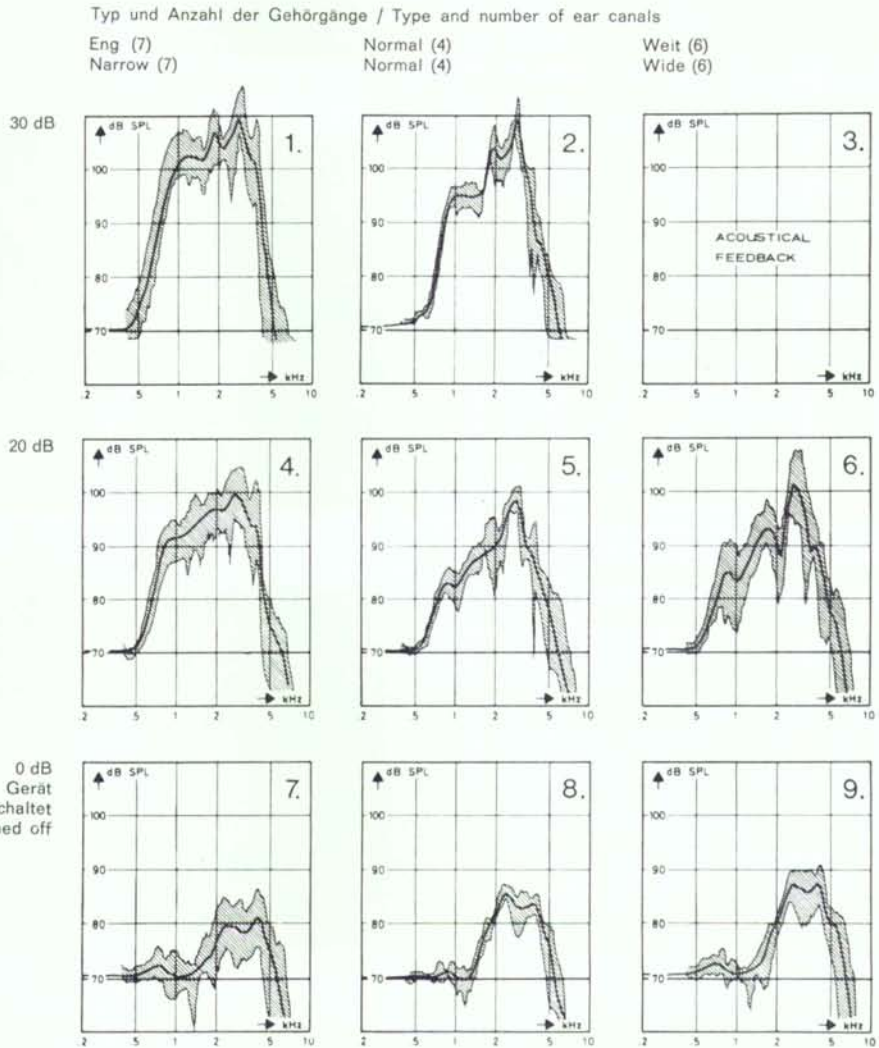


Abb. 1
Anpassung ohne
Ohrstück
Schalldruckpegel
etwa 15 mm tief im
Gehörgang gemessen

0 dB
Gerät
ausgeschaltet
Aid switched off

Fig. 1
No-mold fitting
Sound pressure
level measured
approx. 15 mm
inside the
ear canal

ungefähr 15 dB (Kurve 8). Ist der Gehörgang weit, wird der Schallpegel einige dB höher (Kurve 9), und ist der Gehörgang schmal (Kurve 7), ist die Überhöhung nicht so groß (ungefähr 10 dB im Durchschnitt), dafür breiter.

Ist der Gehörgang eng und nur wenig größer als der Außendurchmesser des Schallschlauches, der das Hörgerät mit dem Gehörgang verbindet, so wird der Schalldruck, der sich ausbildet, reduziert, da der Schallschlauch die Tendenz hat, den Gehörgang zu verstopfen. Andererseits ist die Erhöhung des Schallpegels im Gehörgang größer, je weiter der Gehörgang ist. Dabei ist dann das Verhältnis von Schallschlauch- und Gehörgangs-Durchmesser kleiner.

Mit der Inbetriebnahme des Hörgerätes, das auf 20 dB Spitzenverstärkung eingestellt wurde (Kurven 4, 5, 6), ist der direkt aus dem Schallfeld kommende und der verstärkte Schall vom Hörgerät gemischt. Bei einem normalen Gehörgang (Kurve 5) beginnt die Schallpegelzunahme bei 500 Hz und steigt ständig bis zu 3000 Hz, wo sich die Eigenfrequenz des Gehörganges befindet. Bei weiten Gehörgängen (Kurve 6) erhält man die gleiche Wiedergabekurve, nur daß die Anhebung des Schallpegels um 2 bis 3 dB größer wird.

Bei der hohen Spitze bei 3000 Hz über 108 dB SPL besteht Selbsterregungsgefahr, wie dies in Kurve 3 gezeigt wird. Dort konnte die Rückkopplung nicht verhindert werden, da das Hörgerät mit 10 dB höherer Verstärkung eingestellt wurde.

Eine völlig andere Übertragungseigenschaft erhält man in Kurve 4, wo der Gehörgang *schmal* klassifiziert wurde. Die Form der Kurve ist sehr viel flacher als wir erwarteten, speziell bei Frequenzen zwischen 100 und 3000 Hz. Es ist einfach, zwischen den Wiedergabeeigenschaften im normalen und weiten Gehörgang zu unterscheiden, doch es scheint, daß bei schmalen Gehörgängen die tiefen Frequenzen ca. 7 bis 10 dB höher sind, und die Wiedergabekurve zwischen 1000 bis 3000 Hz nicht so stark ansteigt wie bei normalen und weiten Gehörgängen. Die Kurve 4 hat eine sehr günstige Form, besonders für leichtere Schallempfindungsschwäche. Wenn die Spitzenverstärkung des Hörgerätes über 30 dB eingestellt wird, ist Selbsterregung in jedem Fall zu erwarten.

Bei schmalen Gehörgängen (Kurve 1) bleibt die Form der Wiedergabekurven gleich (Vergleich Kurve 4). Die Kurven 1 und 2 zeigen die erstaunlich große Verstärkung, die durch die offene Gehörgangsanpassung erreicht werden kann.

up is reduced because there is a tendency for the tube to obstruct the ear canal. On the other hand, the wider the ear canal the higher the pressure build-up because the sound tube becomes small in comparison to the ear canal.

With a hearing aid peak gain at 20 dB (curves 4, 5 and 6) the natural and amplified sounds are mixed. For normal canal size (curve 5) the gain starts rising at 500 Hz with a steady increase up to 3000 Hz, where the resonance frequency of the ear canal is located. For wide canals (curve 6) the shape of the response seems to be the same, only the gain is 2-3 dB higher.

The high peak at 3000 Hz up to 108 dB SPL indicates a risk of feedback, as confirmed in curve 3 where feedback was unavoidable because the instrument was turned 10 dB higher in gain.

A completely different frequency response curve seems to be the result in curve 4, where the ear canal is classified as narrow. The shape is much more smooth than we expected especially at frequencies between 1000 and 3000 Hz.

It is not easy to distinguish between responses measured in normal and wide canals, but it seems evident that in case of narrow canals the gain at low frequencies is approx. 7-10 dB higher and the response curve between 1000 and 3000 Hz is not rising as much as in the normal and wide cases. A response as curve 4 has a very nice shape suitable for milder perceptive cases. When the gain of the instrument is increased further to 30 dB peak, there is a risk of feedback in all cases.

In the narrow case (curve 1) the shape of the response curves is almost maintained (compare curve 4). The curves 1 and 2 show the astonishing high gain figures 30-40 dB which can be achieved by using open fittings.

Conclusion

Frequency Response

It has been confirmed that a sound pressure build-up exists in the ear canal. The wider the ear canal in comparison with the sound tube, the higher the pressure build-up.

When an amplified sound is mixed with a natural sound, responses measured in normal and wide canals show almost the same rising pattern from 500-3000 Hz. Responses measured in narrow canals are more flat with 7-10 dB higher gain at low frequencies.

From this experiment a practical thumb rule can be derived: The thicker the sound tube is in comparison with the ear canal, the higher the gain in the low fre-

Zusammenfassung

Frequenzwiedergabe

Es bestätigt sich, daß eine Schalldruckverstärkung im Gehörgang vorkommt. Je weiter der Gehörgang im Verhältnis zum Schallschlauch ist, desto größer ist der Verstärkungsanstieg.

Wenn ein verstärkter Schall mit einem natürlichen Schall gemischt wird, zeigt die Wiedergabekurve in normalen und weiten Gehörgängen ungefähr die gleich ansteigende Form von 500 bis 3000 Hz. Wiedergabekurven, in schmalen Gehörgängen gemessen, sind flacher mit 7 bis 10 dB höherer Verstärkung bei tieferen Frequenzen.

Hieraus ergibt sich folgende Daumenregel: Je größer der Schallschlauch-Durchmesser im Verhältnis zum Gehörgang ist, desto höher ist die Verstärkung der tieferen Frequenzen. Je kleiner der Schallschlauch-Durchmesser im Verhältnis zum Gehörgang ist, desto steiler steigt die Frequenzcharakteristik an.

Rückkopplung

Bei hoher Einstellung der Verstärkung des Hörgerätes muß Rückkopplung erwartet werden. Je weiter der Gehörgang ist, desto größer ist das Risiko der Rückkopplung.

Verstärkung

Es ist möglich, eine Verstärkung bis zu 30 bis 40 dB zu erhalten, was weit höher ist als man erwarten würde.

Diese Anpassungsart hat den großen Vorteil, daß der natürliche Schalleintritt in den Gehörgang nicht blockiert wird und dieser sich sehr schön mit dem verstärkten Schall des Hörgerätes mischt.

Tonaufnahmen der vorliegenden Messungen veranschaulichen dies.

quency range. The thinner the sound tube is in comparison to the ear canal the steeper the frequency characteristic.

Feedback

For high gain settings of the instrument a feedback risk exists, however, the wider the ear canal the bigger the risk.

Gain

It is possible to obtain gain figures up to somewhere between 30 and 40 dB which is much higher than we expected.

This kind of fitting has also the very significant advantage that the natural sound passway is not at all blocked and mixes nicely with the amplified sound from the hearing aid sound tube which the tape recording during the presentation of the paper will show.

Aktuelles

Mit Erlaß vom 7. Februar 1972 hat der Kultusminister von Rheinland-Pfalz die Umbenennung der »Abteilung für Hör-, Stimm- und Sprachstörungen an der Universitäts-HNO-Klinik« in »Universitätsklinik für Kommunikationsstörungen« verfügt. Anschrift und Telefonnummer bleiben unverändert.

COPOL CHEMIE ST.GALLEN

bietet Ihnen

- Silicon-Abdruckmassen zur exakten Ohrabformung

CH-9001 St. Gallen
Bahnhofplatz 1

- Kunststoffe und Verfahren zur Herstellung von hochwertigen Otoplastiken

D-8000 München 70
Boschetsrieder Straße 144
Postfach 700680

Nachrichten aus der Industrie

News from Industry

Verantwortlich für diese Beiträge
zeichnet ausschließlich die jeweilige Firma

The editor is not responsible
for the following comments

20 Jahre REXTON-BOMMER AG

Die Firma *BOMMER AG* kann dieses Jahr auf eine 20jährige, erfolgreiche Tätigkeit zurückblicken. Dank dem gesetzten Ziel, dem Schwerhörigen Hörgeräte zu bieten, welche durch Qualität, Technik und Form besonders hervorstechen, ist die Firma zu einem der bedeutendsten Hörgerätefabrikanten der Welt emporgestiegen.

Wiederum ist ein neues Modell auf dem Markt erschienen – das *Kleinst-Hinter-Ohr-Hörgerät PRIMO* mit frontaler Schallaufnahme.

Die Bedienungselemente sind einfach und übersichtlich angeordnet. Für den Hörgeräteakustiker bestehen zwei Anpassungsmöglichkeiten, nämlich die stufenlos einstellbare »Compression« und die stufenlos einstellbare Tonblende, von Breitband- auf Hochton-Wiedergabe.

Bei der Konstruktion dieses Gerätes sind neue Wege beschritten worden – wie z. B. die Verwendung des Kondensatormikrofons hoher, mechanisch-akustischer Kopplungsdämpfung sowie die Anwendung der Hybridtechnik für den mechanischen Aufbau des Verstärkers. Der geringe Stromverbrauch des Gerätes spricht für hohe Wirtschaftlichkeit.

Im weiteren sind seit einiger Zeit handliche und form-

20 Years REXTON-BOMMER AG

This year the company *BOMMER AG* can look back on 20 years successful activity. This firm has always aimed at giving to the hard of hearing person a hearing aid which is unequalled in what quality, technic and form is concerned and so *BOMMER AG* has become one of the most important hearing aid manufacturer in the world.

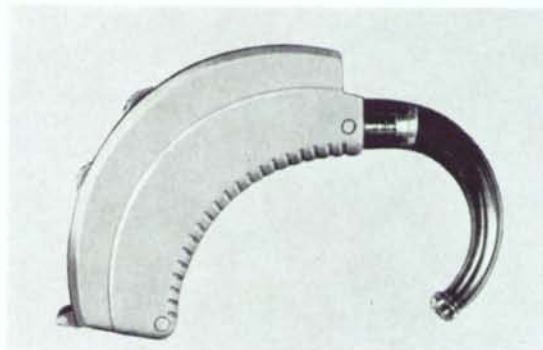
Once more a new model has been put on the market – the *behind-the-ear hearing aid PRIMO* with frontal sound reception.

This aid is very simple to operate. The hearing aid specialist has two adjustment possibilities: the continuously adjustable "Compression" and the continuously adjustable tone control (from wideband to treble).

By the construction of this aid new methods have been introduced as for example the condenser microphone with highly mechanical and acoustical coupling attenuation. Furthermore the mechanical build-up of the amplifier has been realized with the hybrid technic. This aid is very economical in the use of current.

Attractive and handy *chargers for DK 10 and DK 20 accumulators* are also on the market with alternating-current voltage of 110–220 V. The power-supply plug as well as the safety precautions correspond to the CEE-norm.

Foto: REXTON - BOMMER



SIEMENS

Audivisette K-CPC with ceramic microphone

These hearing glasses close the gap in the well-proven *Audivisette* Series. The new model incorporates a ceramic microphone and this ensures an improved quality of transmission over an extended frequency range. The acoustic reproduction is marked by enhanced fidelity. By means of a stepless electric tone filter the portion of the low tones can be varied so that the acoustic properties are capable of correction depending on the hearing impairment or the acoustic environment. For persons suffering from hearing loss with recruitment

Das... nützlichste Schmuckstück ... der Welt!



Erinnern Sie sich noch an Grossmutter's Hörrohr? Wir begannen bereits, vor zwanzig Jahren Hörgeräte zu konstruieren und zu produzieren, welche nichts mehr mit Grossmutter's Hörrohr zu tun hatten, sondern schon kleine, technische Präzisions-Wunderwerke waren. Aber trotzdem haben wir in den vergangenen zwanzig Jahren viel dazugelernt und dazugetan. Wir haben von den allerneuesten technisch-wissenschaftlichen Errungenschaften profitiert, indem wir sie dem Hörgerät nutzbar machten. Wir haben keramische Mikrophone, integrierte Schaltungen, kleinere und leistungsfähigere Batterien in unsere Geräte eingebaut. Wir haben die «REXTON-COMPRESSION-SCHALTUNG» erfunden und weiter entwickelt. Wir haben die Leistung immer grösser — und die Hörgeräte immer kleiner gemacht. Aber auch wir können Hörgeräte nicht unsichtbar machen, deshalb haben wir immer schönere Gehäuse entwickelt. So sind aus Rexton-Hörgeräten kleine Schmuckstücke geworden, — nützliche Schmuckstücke. Ein langer, aber erfolgreicher Weg von der Prothese zum nützlichen Schmuckstück, bei dem die Firma Bommer AG in den letzten zwanzig Jahren entscheidend mitgewirkt hat. Das ist unser Beitrag zu einer besseren Verständigung.

Herstellerin der:
REXTON-PRÄZISIONS-HÖRGERÄTE.

BOMMER AG

Langgrütstrasse 112
CH-8047 Zürich/Schweiz

20 Jahre
REXTON

Vertrieb in BRD und Österreich: HANSATON, RUDOLF G. E. FISCHER KG.
2 Hamburg 22, Denhaide 85, Postfach 5726 5020 Salzburg, Itzlinger Hauptstrasse 33

Bernaphon

Schweizer Präzision und Zuverlässigkeit sind in jedem Gerät das den Namen Bernaphon trägt, enthalten. Die neue H-Serie besteht aus fünf hervorragenden Geräten, die gerade bei komplizierten Anpassungen für geräte-Akustiker behrlich sind.



Ein Compressionsgerät ist in dieser Serie ebenso zu finden, wie eine wirkungsvolle AVC-Version. Außerdem gibt es ein Hochtongerät und eine Hochton / AVC - Kombination. Alle Geräte sind mit einer Telefonspule ausgestattet.

micro·technic[®]

schöne Ladegeräte für DK 10 und DK 20 Akkumulatoren auf dem Markt. Diese Ladegeräte arbeiten mit 110-220 V Wechselspannung. Die Ausführung des Netzsteckers und auch die Sicherheitstechnik sind gemäß CEE-Norm ausgeführt.

SIEMENS

Audivisette K-CPC mit Keramikmikrofon

Diese Hörbrille schließt die Lücke in der bewährten *Audivisette*-Serie. Das neue Modell ist mit einem keramischen Mikrofon ausgestattet und erzielt damit eine verbesserte Übertragungsqualität mit erweitertem Frequenzbereich. Die akustische Wiedergabe ist noch natürlicher geworden. Mit einer stufenlosen elektrischen Klangblende kann der Anteil der tiefen Töne verändert werden, so daß die akustischen Eigenschaften entsprechend dem Hörschaden oder den akustischen Umweltbedingungen korrigiert werden können. Wichtig bei Hörschäden mit Recruitment ist die stufenlos einstellbare Begrenzung (CPC).

Wie bei allen *Audivisette*-Typen ist auch hier eine empfindliche Telefonspule vorhanden. Für optimale anatomische Anpassung der Hörbrillen stehen 7 verschiedene lange Zwischenteile des Brillenbügels zur Wahl.

BEOTON-Audiometer

Vertrieb durch SIEMENS

Mit Wirkung vom 15. 1. 1972 hat SIEMENS den Alleinvertrieb der BEOTON-Audiometer der Fa. Bruno Ollmann, Essen, übernommen.

Das neue Audiometerprogramm umfaßt Zweikanal-Audiometer, sowie Zweikanal-Audiometer-Kombinationen mit eingebautem Kassettenrecorder. Alle Gerätetypen sind voll transistorisiert und durch geregelte Netzteile unabhängig von Schwankungen der Netzspannung. Die Verwendung modernster Silizium-Epitaxial-Transistoren garantiert völlige Temperaturunabhängigkeit. Wesentlich ist ferner die Automatik, eine Vorrichtung, mit deren Hilfe der Ton in beiden Kanälen wechselseitig automatisch gelöscht werden kann (Impulsdauer von 0,5-3 sec.).

Die Übernahme des Vertriebes schließt selbstverständlich auch Wartung und Betreuung aller BEOTON-Audiometer durch SIEMENS ein.

DANAVOX

rundet die Serie 695 mit dem Modell *Luna Wiking* 695 CX ab. Dieses HdO bringt durch das Keramik-Mikrofon eine Erweiterung des Frequenzbereichs gegenüber dem bekannten Modell *Luna-Wiking* 695 C. Die

*ich denk, ich
hör nicht richtig...*

UNITRON 205 ALC

**Automatische
Lineare Dynamik-
Compression**

Das erfolgreiche und international anerkannte Gerät, immer wieder bewährt bei Kliniken und Instituten.

Probieren auch Sie es, Sie werden das 205 ALC nicht mehr entbehren wollen und Ihre Kunden werden es Ihnen danken.

Nicht umsonst versteht das 205 ALC nun schon fast alle Sprachen dieser Welt.

übrigens:

**auch als Brille
(Modell 705 ALC) lieferbar**

ein Pluspunkt mehr für

UNITRON

**2800 Bremen 1 · Auf der Brake 18
Telefon: (0421) 323131**

CANADA
685 Wabanaki Dr.
Kitchener, Ontario

U. S. A.
22-5531st Street
Astoria, L. I., N. Y. 11105



Foto: DANAVOX

in beiden Modellen angewendete AC Compression hat eine sehr kleine Ein-Ausregelzeit.

Die Abstufung der Ausgangsschalldruckpegel und die Verstärkung wurde bei 695 CX anders ausgelegt als bei 695 C. Die Verstärkung ist bei 695 CX höher.

Daher bietet DANAVOX dem Hörgeräte-Akustiker jetzt mit zwei verschiedenen Compressions-Geräten erweiterte Anpassungsmöglichkeiten. Darüber hinaus bewährt sich die AC Compression hervorragend, wenn ein Hörgerät in geräuschvoller Umgebung getragen werden muß.

Eine neue Serie:

HANSATON-TRABANT 277

Mit der neuen Serie aus der *Qualiton*-Spitzenklasse erschienen 3 neue Modelle, die außergewöhnliche Vorteile in sich vereinigen. Gemeinsam ist allen 3 Geräten die schöne Formgebung mit guten Trageigenschaften. Durch die spezielle Konstruktion des Kniestückes wird trotz frontaler Schallaufnahme weitgehend ein Windrauschen vermieden. Über dieses Kniestück erfolgt sowohl der Eingang wie auch der Ausgang des Schalles. Es gelang, die Konstruktion an dieser Stelle besonders elegant und zweckmäßig zu gestalten.

Die 3 Modelle *Universal*, *Super* und *AVC* sind mit Keramik-Mikrofonen ausgestattet, die für hochwertige akustische Eigenschaften Sorge tragen. Besonderer Wert wurde auf das angenehme Hören in jeder Umweltsituation gelegt. Ein Schalter mit drei Stellungen erlaubt das Hören unter normalen Bedingungen, das induktive

the continuously variable peak clipping (CPC) is important.

As in all *Audivisette* types, here again the sensitive induction coil has been retained. For optimum anatomical adaptation of the hearing glasses the adaptors of the temples are offered in 7 different lengths.

BEOTON audiometer

Sold through SIEMENS

As from January 15, 1972 SIEMENS took over the exclusive sale of BEOTON audiometer of Messrs. Bruno Ollmann, Essen.

The new audiometer programme embraces two-channel audiometers as well as two-channel audiometer combinations with built-in cassette recorder. All models are fully transistorized and owing to the use of a stabilized power pack the unit is not affected by fluctuations in the mains voltage. The silicon epitaxial transistors represent the latest advances and guarantee complete independence of temperature. One of the most essential features is the automatics, a device for interrupting the tone alternately in either channel (pulse duration of 0.5 to 3 secs.).

With the exclusive sale SIEMENS has also taken over the maintenance and servicing of all BEOTON audiometers.

DANAVOX

With the introduction of 695 CX, DANAVOX is adding another model to the 695 series. Because of the ceramic microphone this behind-the-ear aid has a wider frequency range as compared to the well-known model 695 C. The AC Compression used in both models has an attack and recovery of much less value.

The graduating of the output sound pressure level as well as the amplification of 695 CX have been made in a different way than in 695 C, and model 695 CX has a higher amplification.

With two different Compression aids, DANAVOX now offers the hearing aid audiologist a greater choice of fitting possibilities. In addition to that, the AC Compression proves outstanding when a hearing aid has to be used in noisy surroundings.

A new series:

QUALITONE „SOPHISTICATE“

From the laboratories of *Qualitone* comes a new top series offering three models with outstanding characteristics. These models combine pretty styling and good fitting. Despite the frontal sound reception the special

Hört. Hört.



Ab sofort können Sie alle Batterien aus einer Hand bestellen. Denn jetzt hat VARTA neben den bekannten Nickel-Cadmium- und Trockenbatterien ein komplettes alkalisches Programm.

Das heißt: Für jedes Hörgerät bietet VARTA die optimale Batterie.

Empfehlen Sie VARTA. Bessere Batterien gibt es nicht.

**Batterien –
selbstverständlich von VARTA**



Hören und ein Absenken der tiefen Frequenzen, um gute Verständlichkeit trotz starker Umweltgeräusche zu erreichen. Der Nutzwert der Geräte wird durch die beachtlichen Anpassmöglichkeiten erhöht.

Interessant sind die langen Batterielaufzeiten, die beim *Universal* und *AVC* ca. 140–160 Stunden betragen. Selbst bei dem Modell *Super* beträgt die Batterielaufzeit ca. 60–80 Stunden.

Unitron bringt ein neues HdO-Gerät:

Unitron 205 T ALC

Das Unitron 205 T ALC gewährleistet beste akustische Wiedergabe. Diese wird durch das speziell entwickelte Keramik-Mikrofon und den durchdachten Verstärker-aufbau ermöglicht. In dem Frequenzbereich von 300 bis 4500 Hz wird ein niedriger Klirrfaktor erreicht.

Das ALC-Prinzip bei Unitron vermittelt dem Hörgeschädigten ein angenehmes, natürliches und brillantes Hörbild. Technik und kosmetisch wird das neue 205 T ALC von Unitron höchsten Anforderungen gerecht.

BEILAGENHINWEIS: Bitte beachten Sie den dieser Ausgabe beigelegten Bestellschein »Fachliteratur für den Hörgeräte-Akustiker« aus der Abteilung Buchvertrieb im median-verlag, Heidelberg.

construction of the elbow avoids nearly all wind noises. Sound input and output are led through this elbow. *Qualitone* succeeded in constructing this point with utmost elegance and fitness.

The three models *Deluxe*, *Super* and *AVC* are equipped with a front mounted ceramic microphone which provides excellent acoustic features. Special value was set on comfortable hearing in any situation.

Every instrument has a three-position switch for hearing under normal conditions, inductive hearing and phone conversations (only the models with telephone coil) and low cut to suppress uncomfortable sounds in noisy situations. The universality in its application and frequency selection cause the versatile fitting of the Sophisticate.

A further hit is the long battery life, i.e. approx. 140–160 hours for the models *Deluxe* and *AVC*. Even in the model *Super* the battery provides current for approx. 60–80 hours.

A new Unitron behind-the-ear aid:

Unitron 205 T ALC

New behind the ear aid with Automatic Linear Compression (ALC) automatically adjusts the output of the aid to the range between hearing threshold and pain threshold. The setting of the volume control determines the upper and lower limits. The Unitron 205 T ALC guarantees a low harmonic distortion. Frequency range 300–4500 Hz.



Die Mitarbeiter dieses Heftes

Ole Berland, M. Sc. born 1932, M. Sc. Degree from Technical University of Copenhagen 1957. Since 1968 at Oticon A/S, Copenhagen — from 1971 as Chief Engineer, Product Development.



Jean Courtois, M.D. born 1928, 1951–1959 Externe des Hôpitaux de Paris. M.D., Paris University 1961. 1961 French E.N.T. specialist. Since 1961 assistant physician at several Danish E.N.T. departments. 1969 Danish E.N.T. specialist. From 1970 first assistant physician at the State Hearing Center in Aarhus, Denmark.

Fritz Hueber, Wien

Vita autoris vgl. 10, 1971, S. 68 / we refer to 10, 1971, p. 68

Zeitschrift für HÖRGERÄTE-AKUSTIK

Verlag und Redaktion median-verlag

Hans-Jürgen von Killisch-Horn,

69 Heidelberg 1, Hauptstraße 64

Postfach 1750, Fernruf (062 21) 2 46 65

Schriftleiter: Dr. phil. Werner Güttner

8520 Erlangen, Anderlohrstraße 38

Redaktion: Gerhard Sobotta

Anzeigen: Karin Ball

Layout: Friedrich Vogt

80

Erscheinungsweise: sechsmal jährlich alle zwei Monate

Bezugspreis jährlich DM 32,— netto

Einzelpreis je Heft DM 7,— netto

Zur Zeit hat Anzeigenpreisliste Nr. 5,

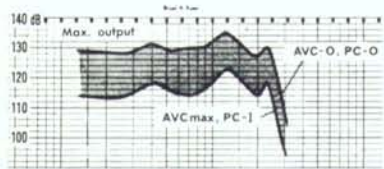
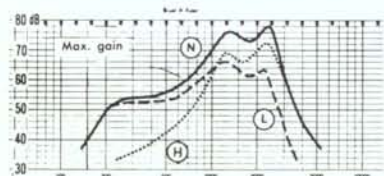
vom 1. Januar 1972 Gültigkeit

Nachdruck, Übersetzungen, Rundfunksendungen

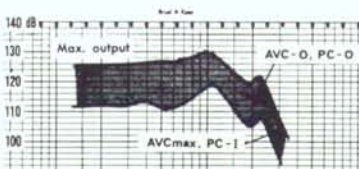
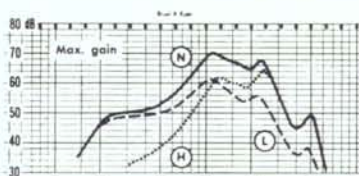
nur mit Genehmigung des Verlages

© median-verlag 1961

Satz und Druck: Brausdruck GmbH, Heidelberg



16 Regina X7 AVC + PC (Hörer 4600-62)



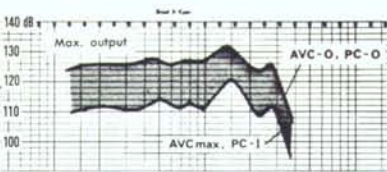
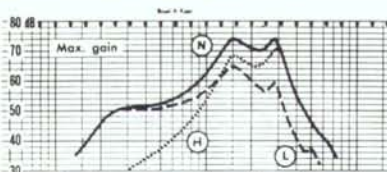
16 Regina X7 AVC + PC (Hörer AFM3)

Hochwirksame
regelbare AVC

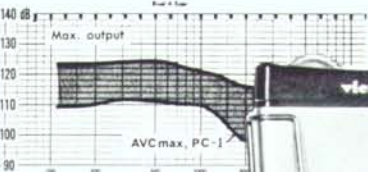
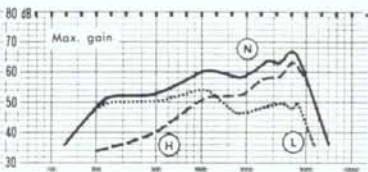
Abschaltbare Spitzen-
beschnidung (PC)

Kontinuierlich einstellbarer
max. Ausgangsschall-
druck

Breitband-Charakteristik



16 Regina X7 AVC + PC (Hörer 4620-62)



17 Regina X7 AVC + PC
(Hörer AFM 4)



Ungewöhnlich

ist dieses neue Hörgerät

Ein Taschengerat moderner Bauart und durch seine reichhaltige elektrische Ausstattung universell zu verwenden. Die Schaltung verfügt über eine sehr sorgfältig dimensionierte automatische Verstärkerreglung (AVC), die stufenlos von null bis maximal eingestellt werden kann. Die Ein- und Ausschwingzeiten sind optimal bemessen. Daneben eine abschaltbare Spitzenbeschnidung (PC). - Durch geeignete Einstellung dieser beiden unabhängigen Regler kann sowohl der max. Ausgangsschalldruck als auch die Funktion des Gerätes in weiten Grenzen verändert werden.

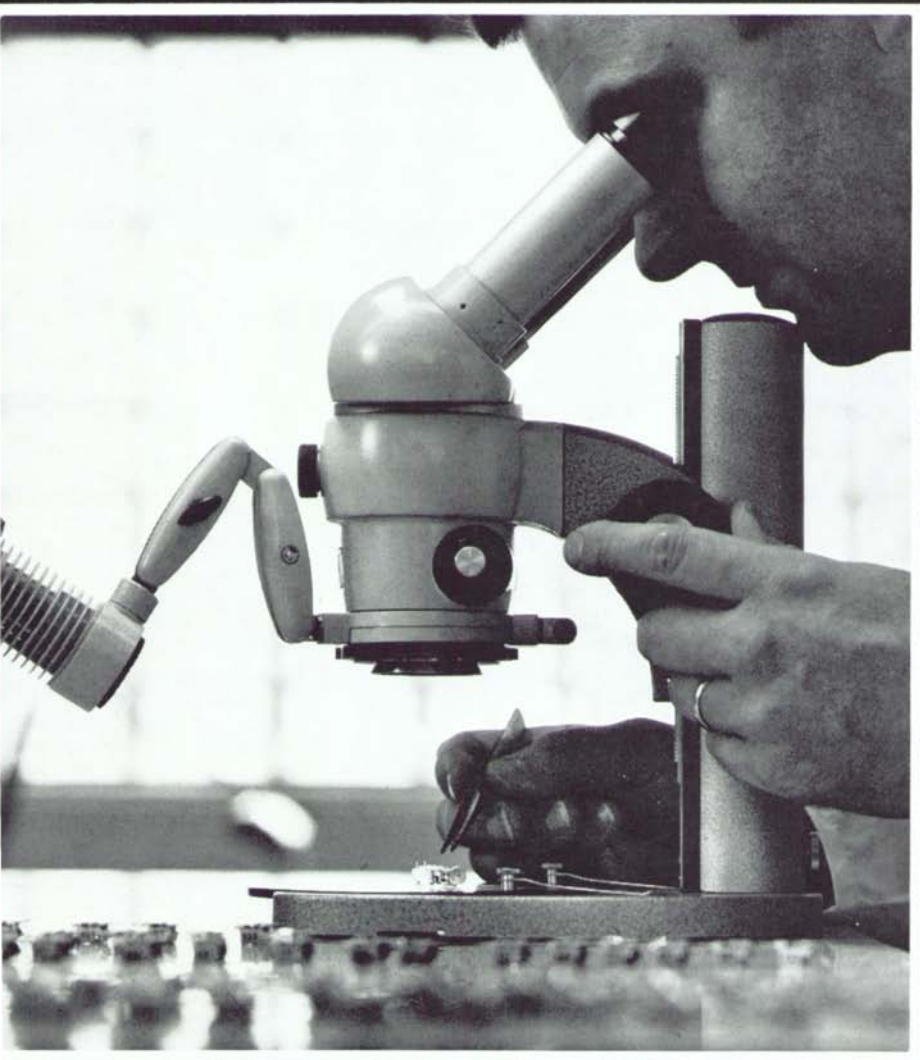
Die Regina X-7 AVC und PC kann bei allen erdenklichen Arten von Schwerhörigkeit exakt angepaßt werden.

viennatone®

- Hörgeräte

3000 Hannover · Hohenzollernstraße 55
Telefon (0511) 623460

1164 Wien XVI · Fröbelgasse 28-30
Telefon 92 76 68



PROFIL DER QUALITÄT

Es ist die Qualität, welche unsere Hörgeräte weltweit bekannt gemacht hat. Qualität kommt nicht von ungefähr, sie ist das Produkt gewissenhafter Forschung und handwerklicher Geschicklichkeit,

verbürgt im Namen INTERTON ELECTRONIC, GERMANY.

Das Ergebnis: Ein komplettes Hörgeräte-Programm, mit reichhaltigem Zubehör.

INTERTON ELECTRONIC GMBH & CO. KG.