

Fortschritte im Bau und in der Kennzeichnung von Luftleitungs-Kleinhörern für Taschengeräte

Walter Fries

Seit 25 Jahren liegt der Durchmesser der üblicherweise für Taschengeräte verwendeten Luftleitungshörer bei etwa 20 mm. Zahlreiche Versuche, kleinere Luftleitungshörer auf den Markt zu bringen, sind daran gescheitert, daß der Qualitätsunterschied zu den »normalen« Hörern zu groß war. Im Januar 1967 gelang erstmals die Entwicklung eines Hörers mit 15 mm Durchmesser mit durchaus zufriedenstellender Qualität. Abbildung 1 zeigt diesen »Subminor-Hörer« im Größenvergleich mit einem »Normal-Hörer«. Ein Gewichtsvergleich: Normal-Hörer 8 bis 9 g, Subminor-Hörer 3,5 bis 4 g.

Abbildung 2 zeigt Einzelteile und Ablauf der Montage eines Subminor-Hörers: Der ringförmige Magnet wird mittels einer Lötstampe mit der Polplatte hochfrequenzverlötet. Magnet und Polplatte werden plangeschliffen und anschließend mit Polycarbonat umspritzt. So entsteht die Hörer-Einheit. Der Polycarbonatring um den Magneten dient als Membran-Auflage.

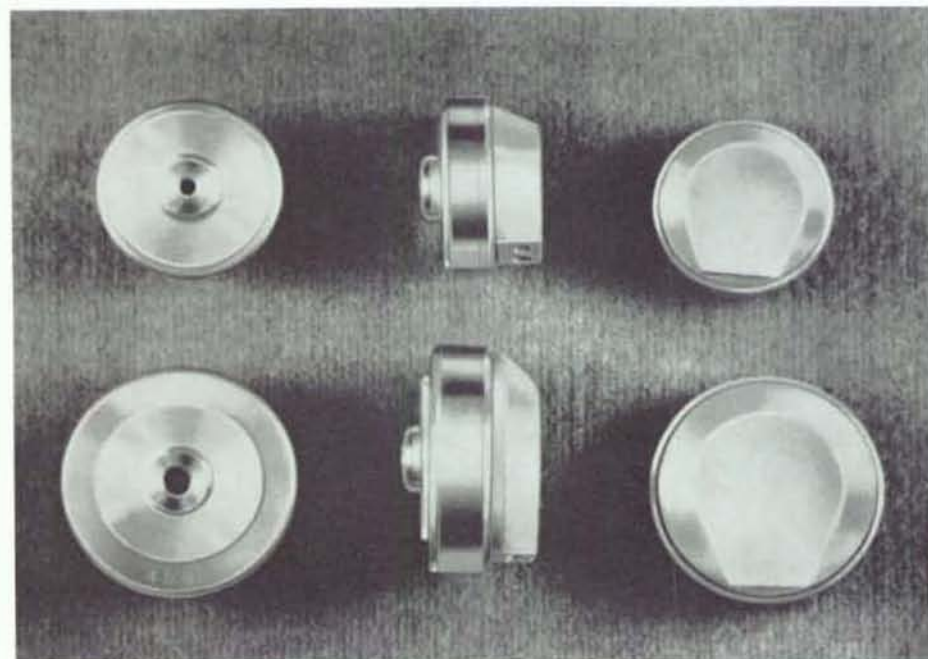
Nachdem die Kontaktfedern in ihre Lager auf der Unterseite der Hörer-Einheit eingelegt sind, kann der bewickelte Spulenkörper über den Polzapfen geschoben werden. Die Drahtstärken liegen bei 0,025 bis 0,071 mm Durchmesser, je nach Hörerimpedanz. Die beiden Drahtenden werden durch eine der beiden Bohrungen der Pol-

For 25 years the earphones which are normally used for body aids have had a diameter of app. 20 mm. Many attempts to bring smaller earphones on the market have failed due to the great difference in quality as compared to the "normal" earphones. In 1967 the development of an earphone with a 15 mm diameter of an absolutely satisfactory quality was successful for the first time. Figure 1 shows the size of this "Subminor Earphone" as compared to a "Normal Earphone". Weight comparison: Normal earphone 8-9 grammes. Subminor earphone 3.5 to 4 grammes.

Figure 2 shows the parts and assembly of a Subminor earphone: The ring-shaped magnet is high frequency soldered to the pole piece by means of a soldering disk. Magnet and pole piece are plane ground and finally moulded inside a PolyCarbonate-ring. Thus you get the earphone unit. The PC-ring around the magnet functions as diaphragm support.

After mounting the contact springs on the under side of the earphone unit, the coil form can be pushed over the pole piece. The wires are within a diameter of 0.025 to 0.071 mm as per earphone impedance. The two wire ends are put through one of the two holes in the pole piece and soldered to the contact springs.

1



Vortrag, gehalten auf dem Kongreß der Hörgeräte-Akustiker 1972 in Travemünde

Paper presented to the Congress of the Hearing Aid Association held in Travemünde in 1972

Abb. 1
Der -Subminor-Hörer- (obere Reihe) im Größenvergleich mit einem -Normal-Hörer- (untere Reihe)

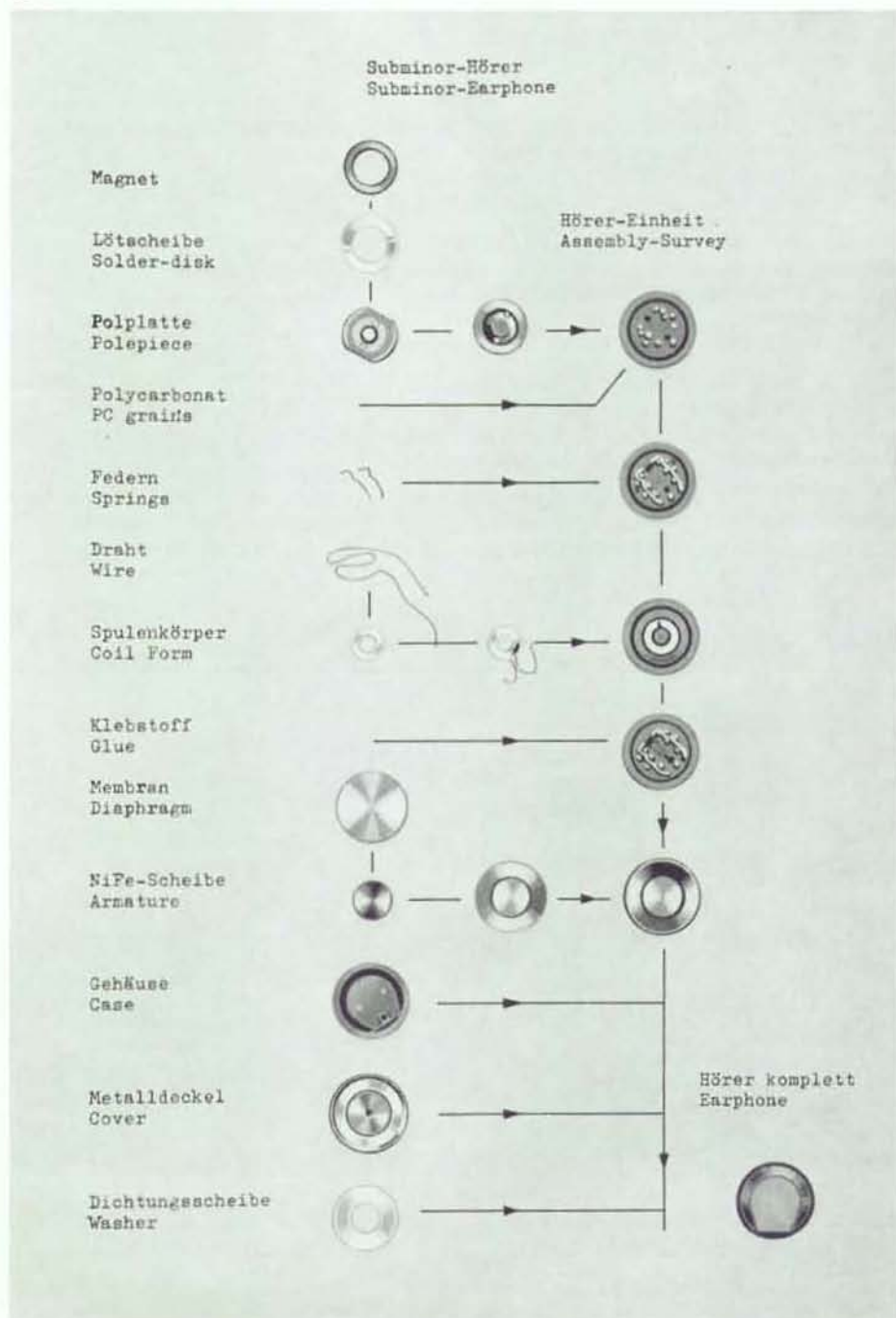
Fig. 1
Size of the -Subminor Earphone- (above) as compared to a -Normal Earphone- (below)

Developments within the Construction and Marking of Earphones for Body Aids

2

Abb. 2
Einzelteile und
Ablauf der Montage
eines Subminor-
Hörers

Fig. 2
The parts and
assembly of a
Subminor earphone



platte geführt und mit den Kontaktfedern verlötet. Zum Abschluß dieser Arbeitsgänge wird die Spule mit Klebstoff fixiert. Die Bohrungen in der Polplatte werden abgedichtet.

Nun kann die Membran, auf die mittels Punktschweißung eine Ni-Fe-Scheibe aufgebracht wurde, in die Hörer-Einheit eingelegt werden. Die Membran wird nicht befestigt, sondern durch den Magneten gehalten.

Gehäuse und Metalldeckel werden nach Einsetzen der jetzt kompletten Hörer-Einheit mit einem Druckluft-Werkzeug durch Umbördeln miteinander verbunden. Das Auflegen der Dichtungsscheibe um den Hörernippel beendet den Herstellungsgang eines Subminor-Hörers.

Abbildung 3 zeigt oben einen Längsschnitt durch einen auf den 2-cm³-Kuppler aufgesetzten Subminor-Hörer. Die eingezeichneten Buchstaben-Kombinationen finden sich in dem in Abbildung 3 unten gezeigten vereinfachten Ersatzschaltbild wieder.

Dieses Ersatzschaltbild zeigt ein Netzwerk von Kapazitäten, Induktivitäten und Widerständen, das die Größen

Finally the coil is glued and the holes in the pole piece are sealed.

Now the diaphragm, on which a Ni Fe armature was mounted by spot welding, can be placed in the earphone unit. The diaphragm is not fixed, but is held by the magnet.

After insertion of the now complete earphone unit, case and cover are held together by bending the edge of the cover with pneumatic tools. The assembly of a Subminor earphone is completed by placing a washer around the earphone nipple.

Figure 3 shows above a cross-section of a Subminor earphone placed on the 2 cm³ coupler. The indicated letter combinations are repeated in figure 3 below in the simplified analogous circuit.

This analogous circuit shows a network of capacities, inductances and resistances imitating electrically the dimensions and conditions of the earphone. When all dimensions in the analogous circuit have been determined, the data of an earphone can be calculated with

3a+3b

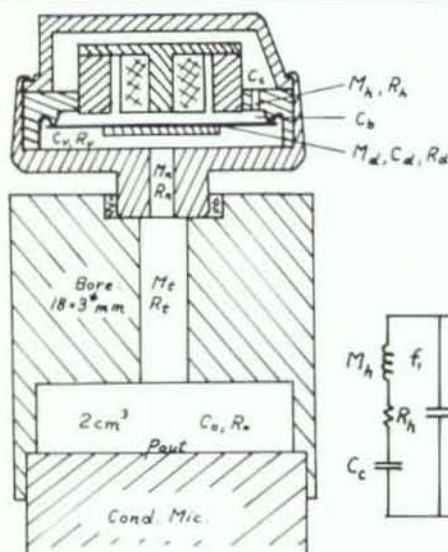


Abb. 3a Längsschnitt durch Hörer und Kuppler

Abb. 3b Vereinfachtes Ersatzschaltbild für Hörer und Kuppler

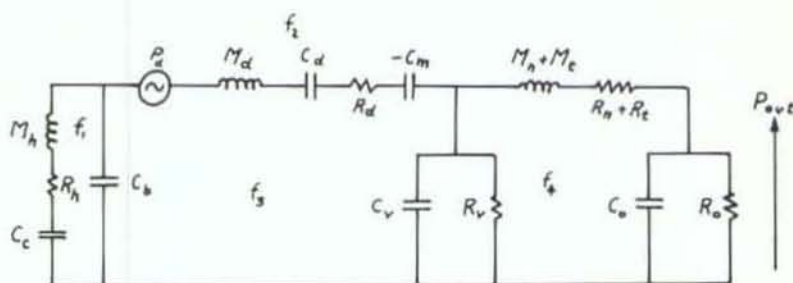


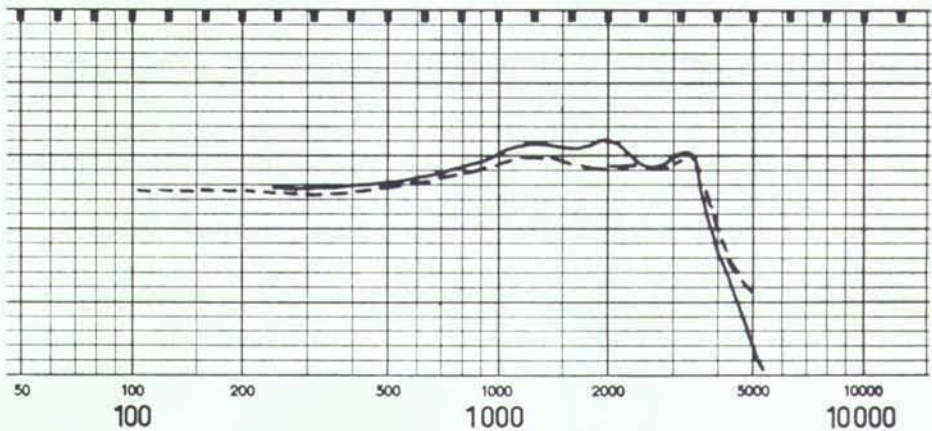
Fig. 3a Cut through earphone and coupler

Fig. 3b Simplified analogous circuit for earphone and coupler

4

Abb. 4
Frequenzkurve für
Hörer N, gemessen
(gestrichelte Linie)
und berechnet auf
DATAMAT (aus-
gezogene Linie)

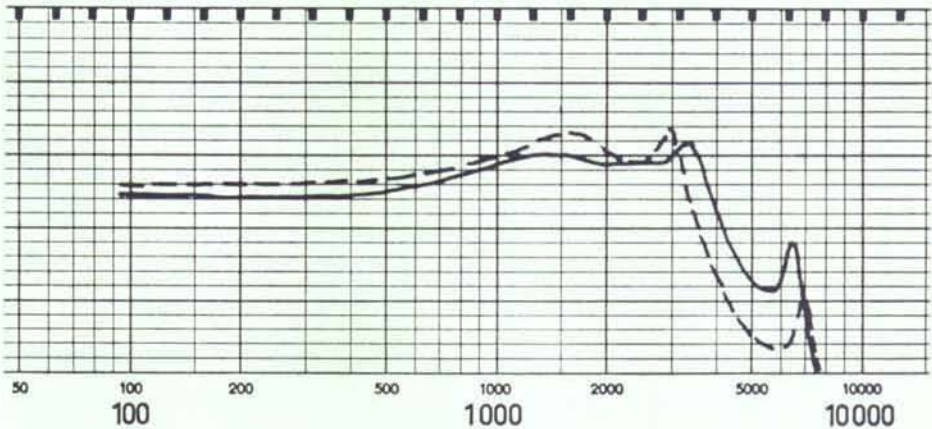
Fig. 4
Frequency response
for earphone N,
measured (dashed
curve) and
calculated on
computer
(solid curve)



5

Abb. 5
Frequenzbereich
Hörer N (aus-
gezogene Linie)
im Vergleich mit
Hörer 7 (gestrichelte
Linie), 1 mVA,
Strom konstant

Fig. 5
Frequency response
for earphone N
(solid curve) in
comparison to ear-
phone 7 (dashed
curve), 1 mVA
constant current



und Verhältnisse am Hörer elektrisch nachbildet. Wenn alle Größen im Ersatzschaltbild richtig erfaßt sind, lassen sich mittels Computer die Eigenschaften eines Hörers berechnen. Man kann auf diese Weise z. B. rechnerisch ermitteln, wie genau die Abmessungen der Einzelteile stimmen und die Arbeitsgänge ausgeführt werden müssen, um die Soll-daten des Hörers zu gewährleisten.

Auch Maßnahmen zur Änderung von Empfindlichkeit, Frequenzgang usw. können vorausberechnet werden.

Übrigens kann man im Ersatzschaltbild auch erkennen, daß die Eigenschaften des Kupplers - hier durch die Größen M_t , R_t , C_o und R_o vertreten - wesentlichen Einfluß auf die Frequenzkurve des Hörers haben. Ein Kupp-

ler. In this way it can for instance be calculated how exactly the dimensions of the individual parts fit together and how exactly the assembly has to be to ensure the specifications of the earphone.

Also measures for change of sensitivity, frequency response etc. can be precalculated.

Furthermore it can be seen from the analogous circuit that the specifications of the coupler - here represented by the quantities M_t , R_t , C_o and R_o - have a considerable influence on the frequency response of the earphone. With a different coupler it would be necessary to make changes on the earphone if the frequency range were to be kept.

ler mit anderen Eigenschaften würde Änderungen am Hörer notwendig machen, wenn der Frequenzgang erhalten bleiben sollte.

Abbildung 4 zeigt den Vergleich von errechneter und gemessener Kurve für den SM-Hörer N. Die Annäherung ist beachtlich.

Abbildung 5 liefert den Beweis, daß der kleinere Subminor-Hörer N dem normalgroßen Hörer, Type 7, bei nahezu gleicher Empfindlichkeit, im Frequenzgang deutlich überlegen ist.

Figure 4 shows the comparison of the calculated and measured frequency response for the SM-earphone "N". The approach is noteworthy.

Figure 5 proves that the SM-earphone "N" is superior in frequency response to the normal earphone type "7" at almost the same sensitivity.

Figure 6 shows the distortion measurements of the type "SM-N" and "7" earphones. When evaluating the curves it should be taken into consideration that the earphones at 10 mVA produce a sound pressure level of

Abb. 6
Die Verzerrung Hörer N (ausgezogene Linie) im Vergleich mit Hörer 7 (gestrichelte Linie), 10 mVA, Strom konstant

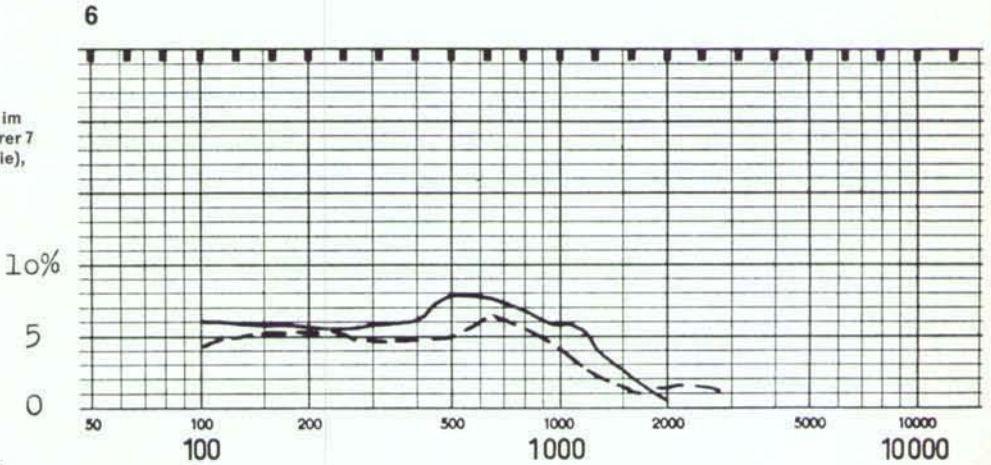


Fig. 6
The distortion of earphone N (solid curve) in comparison to earphone 7 (dashed curve), 10 mVA constant current

Abb. 7
Frequenzbereich Hörer N, 1 mVA und 0,01 mVA, Strom konstant

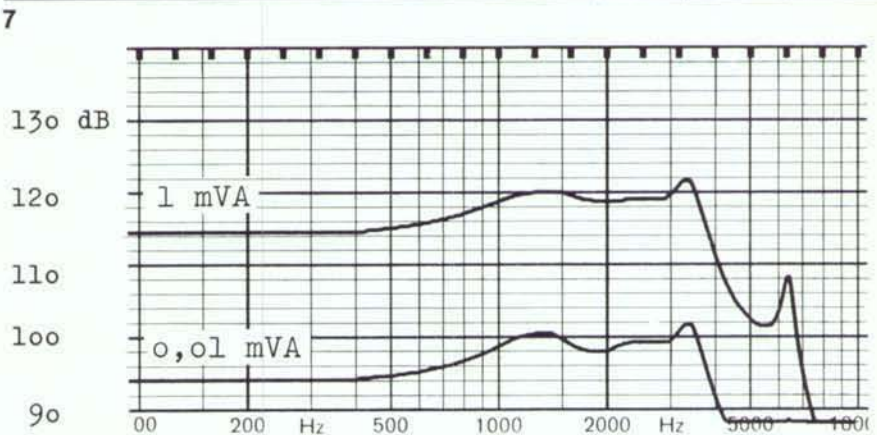


Fig. 7
Frequency response for earphone N, 1 mVA and 0.01 mVA constant current

Empfindlichkeit bei 1000 Hz: 119 dB/1 mVA. Obere Grenzfrequenz nach DIN 45605 und HAIC: 4.600 Hz.

Sensitivity at 1.000 Hz: 119 dB/1 mVA. Upper limiting frequency as per DIN 45605 and HAIC: 4.600 Hz

Abbildung 6 bringt die Verzerrungsmessungen der Hörer N und 7. Bei Beurteilung der Kurven muß berücksichtigt werden, daß die Hörer bei 10 mVA einen Schall- druckpegel von etwa 130 dB im Kuppler erzeugen. Zwar schneidet hier der Subminor N Hörer etwas schlechter ab als der Hörer 7, aber für solch hohe Schall- druckpegel kann ein Klirrfaktor lt. Abbildung 6 durchaus toleriert werden.

Abbildung 7 dient als Beweis für die Linearität des Hörers N. Die Kurven für 1 mVA und 0,01 mVA lau- fen über den gesamten Frequenzbereich parallel. Die

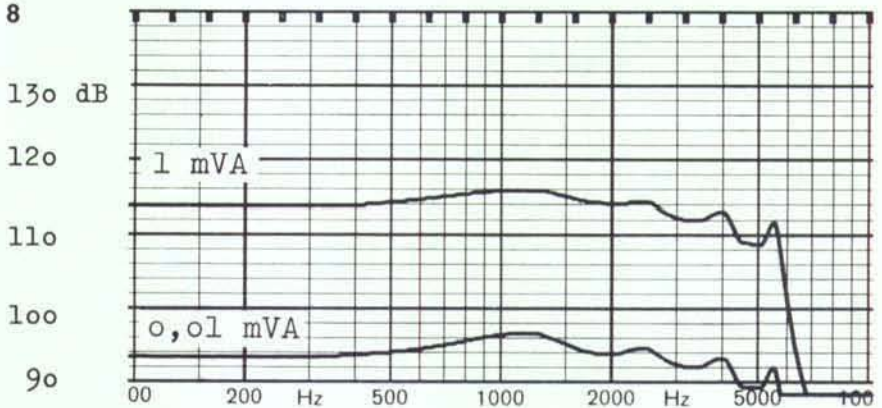
app. 130 dB in the coupler. However, the distortion of the Subminor "N" earphone is somewhat higher than that of the "7" earphone, but for such a high output a distortion factor as per figure 6 can certainly be tolerated.

Figure 7 proves the linearity of the N-earphone. The curves for 1 mVA and 0.01 mVA run parallel over the total frequency range. The upper limiting frequency has been indicated as per HAIC.

Figures 8, 9 and 10 show the curves for the SM-ear- phones W, L and H. It will be seen that also the W- earphone is very linear.

Abb. 8
Frequenzkurve
Hörer W,
1 mVA und 0,01 mVA,
Strom konstant

Fig. 8
Frequency response
earphone W, 1 mVA
and 0.01 mVA
constant current

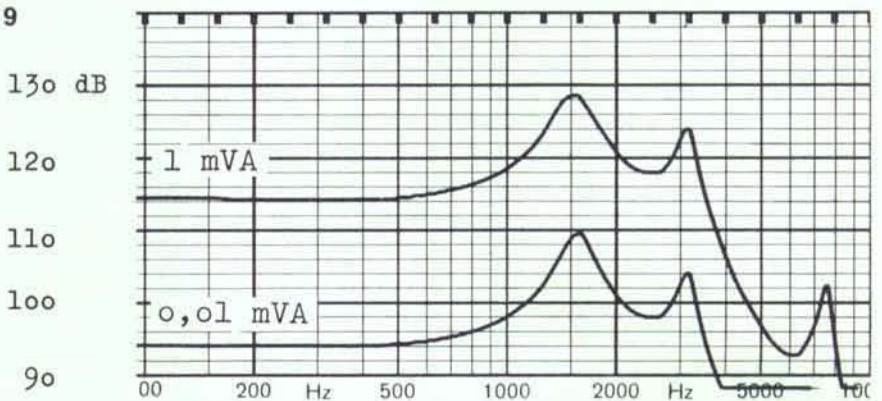


Empfindlichkeit bei 1000 Hz: 115 dB/1 mVA. Obere
Grenzfrequenz nach DIN 45605 und HAIC: 6.300 Hz.

Sensitivity at 1.000 Hz: 115 dB/1 mVA. Upper
limiting frequency as per DIN 45605 and HAIC:
6.300 Hz

Abb. 9
Frequenzkurve
Hörer L, 1 mVA und
0,01 mVA,
Strom konstant

Fig. 9
Frequency response
earphone L, 1 mVA
and 0.01 mVA
constant current



Empfindlichkeit bei 1000 Hz: 123 dB/1 mVA. Obere
Grenzfrequenz nach DIN 45605 und HAIC: 2.800 Hz.

Sensitivity at 1.000 Hz: 123 dB/1 mVA. Upper
limiting frequency as per DIN 45605 and HAIC:
2.800 Hz

10

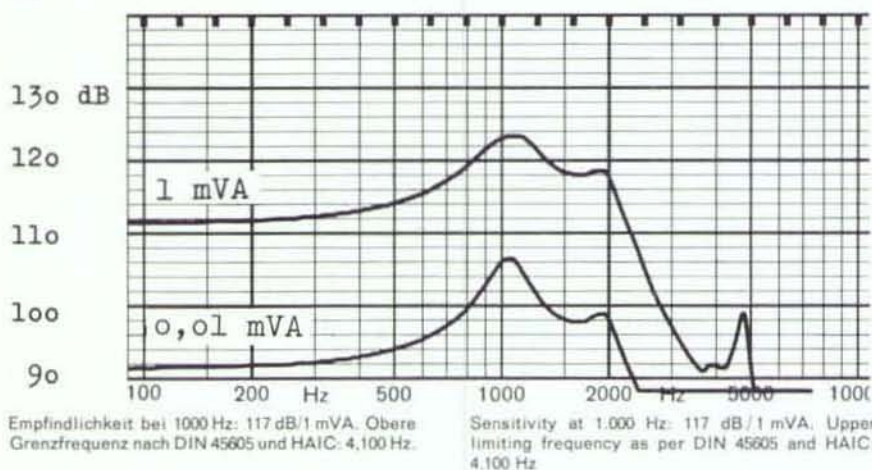


Abb. 10
Frequenzkurve
Hörer H, 1 mVA und
0,01 mVA,
Strom konstant

Abb. 10
Frequency response
earphone H, 1 mVA
and 0.01 mVA
constant current

obere Grenzfrequenz ist nach DIN 45605 ermittelt und angegeben.

Abbildungen 8, 9 und 10 zeigen die entsprechenden Kurven für die SM-Hörer W, L und H. Hierbei zeigt sich, daß der W-Hörer ebenfalls streng linear ist.

Die Hörer L und H sind nicht ganz linear. Computer-Berechnungen haben ergeben, daß sich dies bei den Abmessungen der Subminor-Hörer auch nicht erreichen läßt. Die Abweichungen dürften aber für die praktische Anwendung nicht von Bedeutung sein.

Durch konsequente Anwendung moderner Technologie in Verbindung mit einer präzisen Großserien-Fertigung ist mit der Subminor-Hörer-Serie ein wirklicher Fortschritt auf dem Gebiet der Luftleitungs-Hörer für Taschengeräte gelungen. Schade nur, daß dieser Fortschritt nicht schon vor 10 oder 15 Jahren möglich war.

Abbildung 11 stellt die Symbole vor, die in der Subminor-Hörer-Serie zur Kennzeichnung der Frequenzcharakteristik verwendet werden. Diese Symbole sind sinnfällig und daher leicht merkbar.

Die Buchstaben HNL lehnen sich an die Kennzeichnung für Tonblenden an, die von der IEC festgelegt wurde. So wird beispielsweise die Wirkung der Tonblendenstellung H durch einen Hörer H verstärkt.

Abbildung 12 erläutert die Abstufung der serienmäßigen Impedanzen der Subminor-Hörer nach der E-6-Reihe. Da nach dieser internationalen Reihe die Toleranzen $\pm 20\%$ betragen, wird mit dieser Abstufung der gesamte Bereich lückenlos ausgefüllt.

The L and H earphones are not quite linear. Computer calculations have proved that this cannot be obtained with the dimensions of the Subminor earphones. The deviations should, however, not be of importance in practice.

With the Subminor earphone series a real progress within earphones for body aids has been made through consequent use of modern technology in connection with a careful mass production. Just a pity that this development was not possible already 10 to 15 years ago.

Figure 11 illustrates the markings which are used for the Subminor Earphone Series for identification of the frequency characteristics. These markings are logic and consequently easy to read.

The letters HNL were selected as per the markings for tone selectors laid down by the IEC. Earphone H gives for instance in position H a further increase of the high frequency.

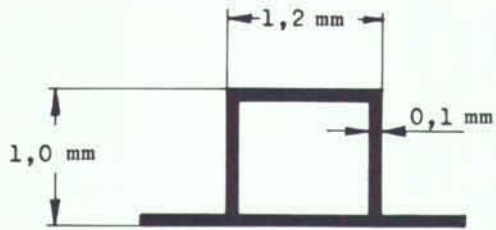
Figure 12 shows the grouping of the impedances of the Subminor earphones as per the E 6 series. As the tolerances according to this international series are $\pm 20\%$, the total range is completed with this grouping.

Figure 13 shows the marking of a Subminor earphone. The impedance is imprinted (here 68 Ohms) and the frequency response is indicated by a sign and also by the letter N = Normal.

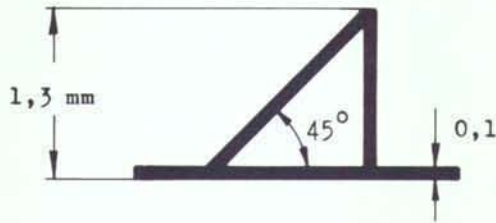
Of course this identification system does not include all the characteristics of an earphone, but still the audiologist has available more immediate, practical information as

Abb. 11
Die Kennzeichen
zur Angabe der
Frequenz-
charakteristik

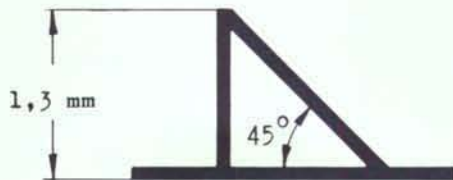
Fig. 11
The markings
which are used
for identification
of the frequency
characteristics



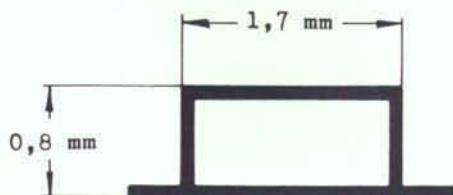
N Normalbreitband
N Normal broad-band



H Hochton
H High



T Tiefton
T Low



W Superbreitband
W Wide Range

Abbildung 13 zeigt das Kennzeichnungssystem eines Subminor-Hörers. Die Impedanz ist im Klartext eingepreßt (hier 68 Ohm), und der Frequenzgang läßt sich am Symbol und zusätzlich durch den Buchstaben N (=Normalbreitband) identifizieren.

Natürlich erfaßt dieses Kennzeichnungssystem nicht alle Eigenschaften eines Hörers, aber es bringt doch mehr für den Hörgeräte-Akustiker unmittelbar anwendbare Informationen als alle individuellen Kennzeichnungen bisher.

Das neue Kennzeichnungssystem wäre fast schon perfekt, wenn auch noch der Gleichstromwiderstand auf den Hörern angegeben wäre. Aber der Gleichstromwiderstand läßt sich mit einem Vielfachmeßgerät bequem und schnell messen, und ein solches Meßinstrument hat inzwischen fast jeder Hörgeräte-Akustiker.

Abbildung 14: Hier ist ein Gerät abgebildet, welches die vorgeschriebene Hörerimpedanz neben der Steckerbuchse zeigt. Damit ist für den Hörgeräte-Akustiker kein Zweifel mehr über die richtige Hörerimpedanz möglich.

12

1,0

1,5

2,2

3,3

4,7

6,8

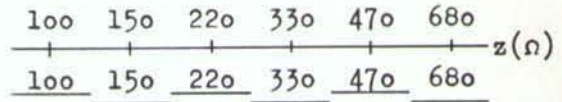


Abb. 12 Die E6-Reihe. Toleranz $\pm 20\%$

Fig. 12 The E6-Series. Tolerance $\pm 20\%$

13

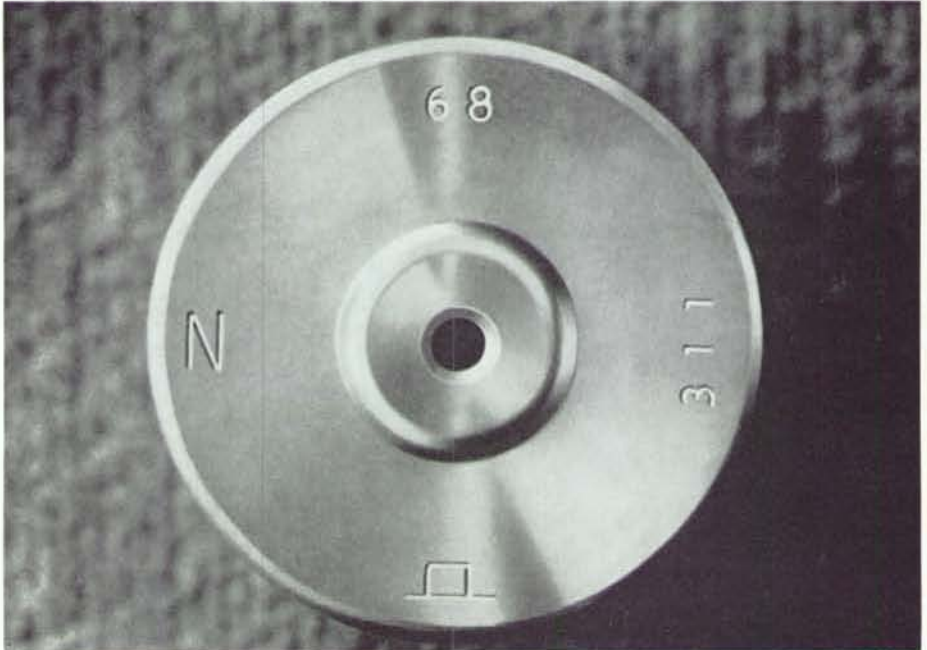


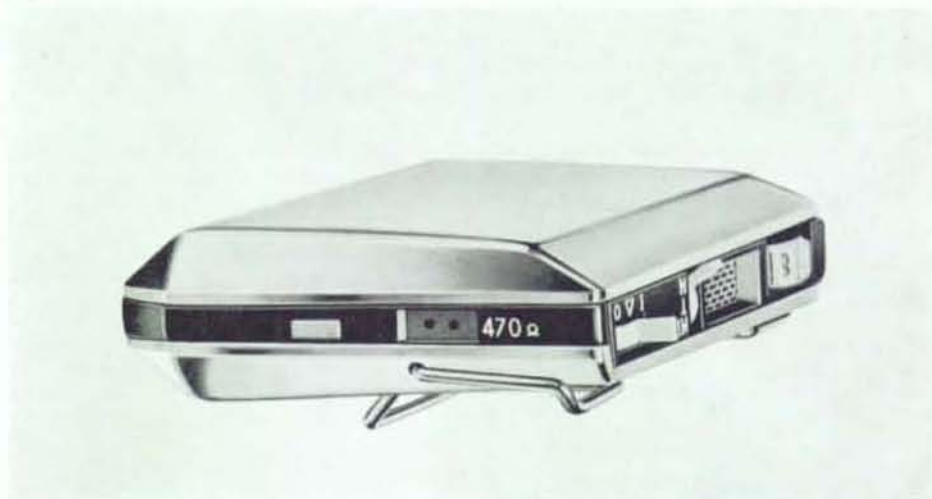
Abb. 13
Kennzeichnungs-
system eines
Subminor-Hörers

Fig. 13
The marking of a
Subminor earphone

14

Abb. 14
Ein Hörgerät, das die vorgeschriebene Hörerimpedanz neben der Steckerbuchse zeigt

Fig. 14
A hearing aid which shows the prescribed earphone impedance beside the socket



15

Daten bei Änderung der Hörerimpedanz:
Data by change of earphone impedance:

Hörer SM-N
Earphone SM-N

Impedanz Impedance	68	220	470	1000	Ω
Grösste akustische Verstärkung Max. gain	72	74	75	76	dB
Grösste akustische Verstärkung bei 1000 Hz Max. gain at 1000 Hz	71	73	74	75	dB
Grösster erreichbarer Ausgangsschalldruckpegel Max. output	135	129	127	124	dB re 20 μN/m ²
Grösster erreichbarer Ausgangsschalldruckpegel bei 1000 Hz Max. output at 1000 Hz	132	126	124	121	dB re 20 μN/m ²
Mittlerer Batteriestrom Average batt. current	20	17	15	13	mA

Abb. 15 Daten bei Änderung der Hörerimpedanz

Fig. 15 Data by change of earphone impedance

Abbildung 15 zeigt die Möglichkeit auf, durch Änderung der Hörerimpedanz die Daten eines Hörgerätes zu verändern. Aus der Tabelle ist erkennbar, daß mit zunehmender Impedanz der größte erreichbare Ausgangsschalldruckpegel niedriger wird, ebenso die Stromaufnahme. Man kann also die Hörerimpedanz als ein Mittel zur Begrenzung des Ausgangsschalldruckpegels einsetzen. Zu

compared to all previous, individual identifications. The new marking would already be almost perfect if just the D.C. resistance had also been indicated on the earphones. But the D.C. resistance can easily and quickly be measured with a multi-meter and most audiologists have today such a measuring instrument.

Figure 14: Here is illustrated a hearing aid which shows

beachten ist allerdings, daß man mit der Hörerimpedanz so frei nur verfahren kann, wenn es sich um Geräte mit Gegentakt-Endstufe handelt, an denen die Hörer gleichstromfrei betrieben werden.

Da das neue Kennzeichnungssystem die Impedanz jedes Hörers direkt zeigt, wird dem Hörgeräte-Akustiker bei der Ausprobe von sehr leistungsstarken Geräten der gezielte Impedanzwechsel als Mittel der Anpassung erleichtert.

*

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

the prescribed earphone impedance beside the socket. The audiologist is therefore no longer in doubt as to the correct earphone impedance.

Figure 15 shows the possibility, by changing the earphone impedance, to alter the data of a hearing aid. From the table can be seen that the increasing impedance of the earphone will lower the output and likewise the current consumption. The earphone impedance can therefore be used to limit the output. However, such a free choice of earphone impedance is only possible for push-pull hearing aids in which the earphones operate free of D.C.

As the new marking shows the impedance of each earphone directly, the change of impedance will make the fitting of Super-Power instruments easier for the audiologist.



Die Mitarbeiter dieses Heftes / Our Contributors

Henning Wilkens, Dipl.-Ing., geb. 1941 in Rendsburg, 1963—1969 Studium der Elektrotechnik an der TU Berlin. Diplomarbeit am Institut für Technische Akustik der TU Berlin unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. L. Cremer. Seit 1969 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Heinrich-Hertz-Institut, Berlin-Charlottenburg Abteilung Akustik. Arbeitsgebiete: Elektroakustische Übertragungsverfahren, Subjektive Beurteilung der Akustik großer Säle.

Werner Güttner, Dr. phil., Erlangen, Jg. 1/Vol. 1, 1962, 6.

Walter Fries, Ing., Danavox, Krefeld, Jg. 2/Vol. 2 1963, 36.

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
Erscheinungsweise: sechsmal jährlich alle zwei Monate
Bezugspreis jährlich DM 36,— netto
Einzelpreis je Heft DM 8,— 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

Journal of AUDIOLOGICAL TECHNIQUE

Owned and published by median-verlag
Hans-Jürgen von Killisch-Horn,
69 Heidelberg 1, Hauptstraße 64
Editor-in-chief: Dr. phil. Werner Güttner
8520 Erlangen, Anderlohrstraße 38
Editorial department: Gerhard Sobotta
Advertising: Karin Ball
Layout: Friedrich Vogt
Published bi-monthly 6 issues per annum
Annual Subscription DM 36.— no
Single Copies DM 8.— no
Supplied directly by
median-verlag, 69 Heidelberg 1, P. O. Box 1750
Current advertisement rates Nr. 5,
January 1st, 1972
All rights reserved by median-verlag
© median-verlag 1961
Printed in Western Germany