

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 24 (1946)

Heft: 4

Artikel: Beitrag zum Aufbau des orthotelephonischen Uebertragungssystem

Autor: Weber, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-873226>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 18.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

TECHNISCHE MITTEILUNGEN

HERAUSGEGEBEN VON DER SCHWEIZ. TELEGRAPHEN- UND TELEPHON-VERWALTUNG

BULLETIN TECHNIQUE

PUBLIÉ PAR L'ADMINISTRATION DES TÉLÉGRAPHES ET DES TÉLÉPHONES SUISSES

BOLLETTINO TECNICO

PUBBLICATO DALL'AMMINISTRAZIONE DEI TELEGRAFI E DEI TELEFONI SVIZZERI



Inhalt — Sommaire — Sommario: Beitrag zum Aufbau des orthotelephonischen Übertragungssystems. — Nouveaux progrès de la téléphonie automatique (suite et fin). — Sondages statistiques concernant l'auditoire radiophonique et sa consommation d'électricité. — Der internationale Telefonverkehr der Schweiz in den Jahren 1939—1945. Le trafic téléphonique international de la Suisse pendant les années 1939 à 1945. — Erinnerungen und Lebenserfahrungen. — Bestand der Rundspruchhörer Ende Dezember 1945. Effectif des auditeurs de radiodiffusion et de diffusion par fil fin décembre 1945. — Verschiedenes. Divers. — Fachliteratur. Littérature professionnelle. — Personalnachrichten. Personnel. Personale.

Beitrag zum Aufbau des orthotelephonischen Uebertragungssystems

Von H. Weber, Bern

621.317:621.395.1

Ein Uebertragungssystem für Telefonie wird unter anderem auch hinsichtlich seines Frequenzganges beurteilt, wobei unter Frequenzgang die relative Frequenzabhängigkeit der Dämpfung verstan-

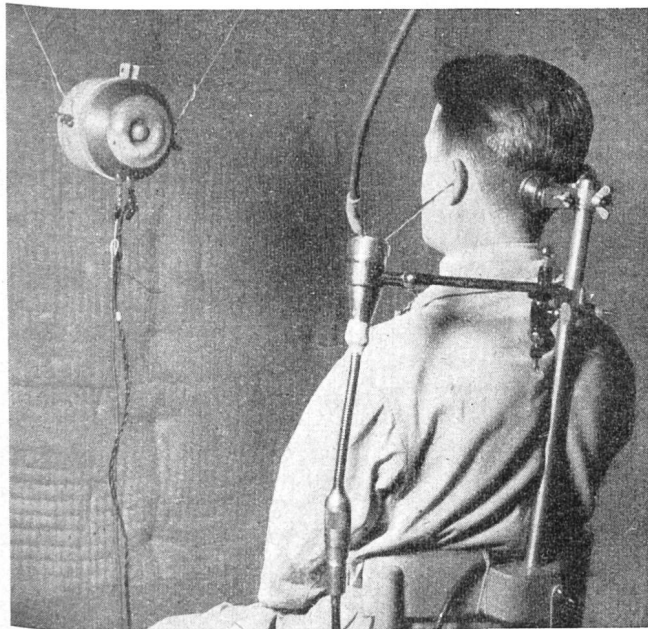


Fig. 1. Schalldruckmessung im Aussenohr, freies Schallfeld im schalltoten Raum

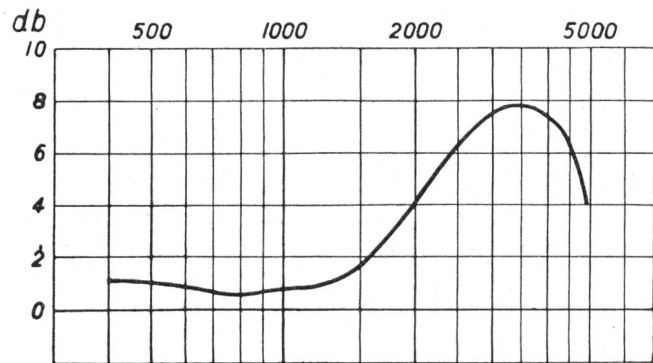


Fig. 2. Drucktransformation im Aussenohr in einem Büroraum. Lautsprecherkopf in 1 m Distanz, direkter Schall frontal. Mittelwert von 8 Ohren

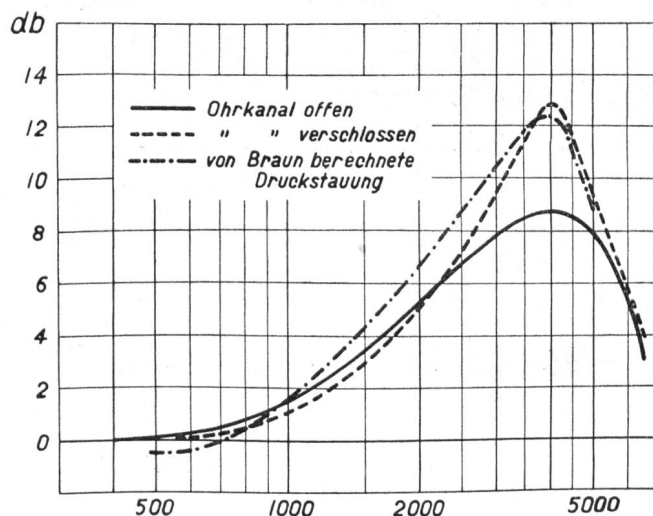


Fig. 3. Drucktransformation im Aussenohr, gemessen im schalltoten Raum. Lautsprecherkopf in 1 m Distanz, frontal angeordnet. Mittelwert von 14 Ohren

den wird. Die Frage stellt sich: Welcher Frequenzgang ist zu wählen, damit das Uebertragungssystem in der Wirkung möglichst dem direkten Gespräch Mund—Ohr gleichkommt? *Inglis* nennt ein Uebertragungssystem, bei welchem dies zutrifft, orthotelephonisch¹⁾. Der Aufbau eines solchen Systems bedingt die Kenntnis der frequenzabhängigen Schall-

feldverzerrung und Schalldrucktransformation, verursacht durch den Kopf und das Aussenohr. Ferner muss das elektro-akustische Verhalten der verschiedensten Telephonhörer am Ohr ermittelt werden können, wozu mit Vorteil ein künstliches Ohr benützt wird, das die gleichen akustischen Abschlussbedin-

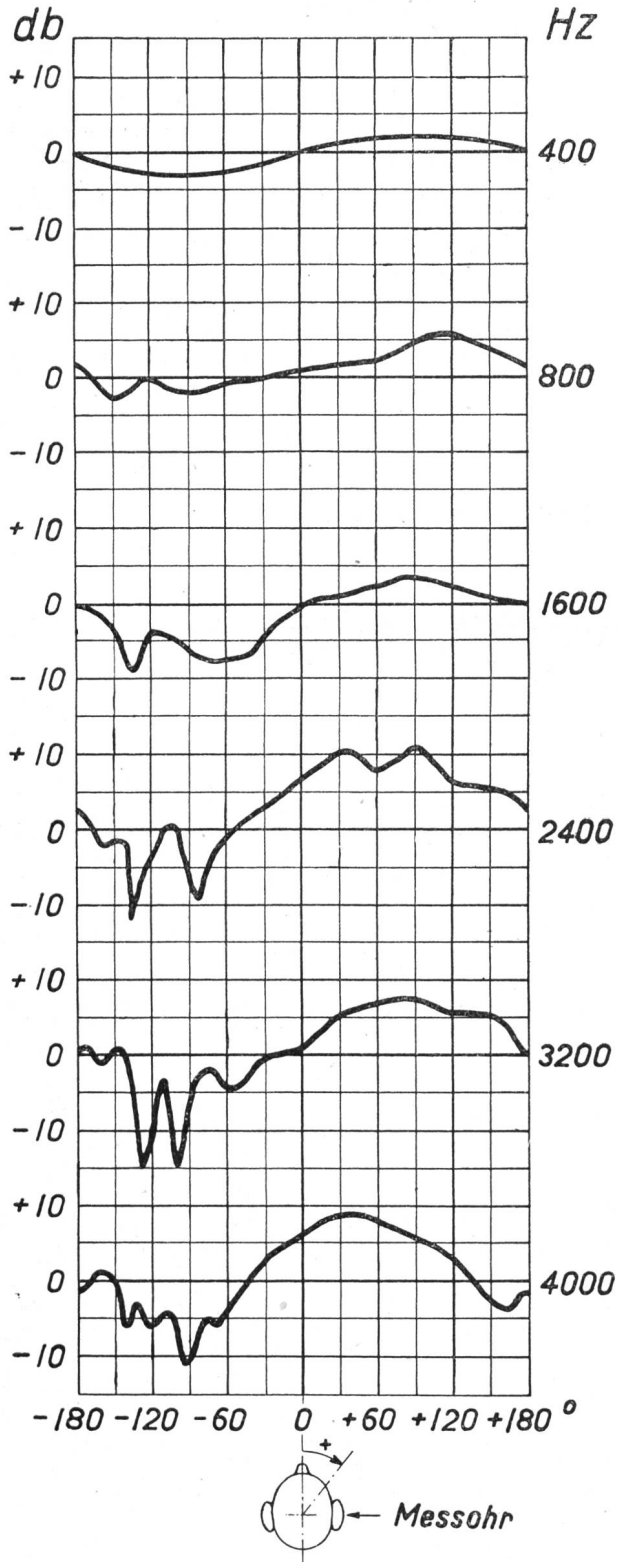


Fig. 4. Abhängigkeit der Drucktransformation im Aussenohr von der Schallrichtung, an einem individuellen Ohr im schalltoten Raum aufgenommen

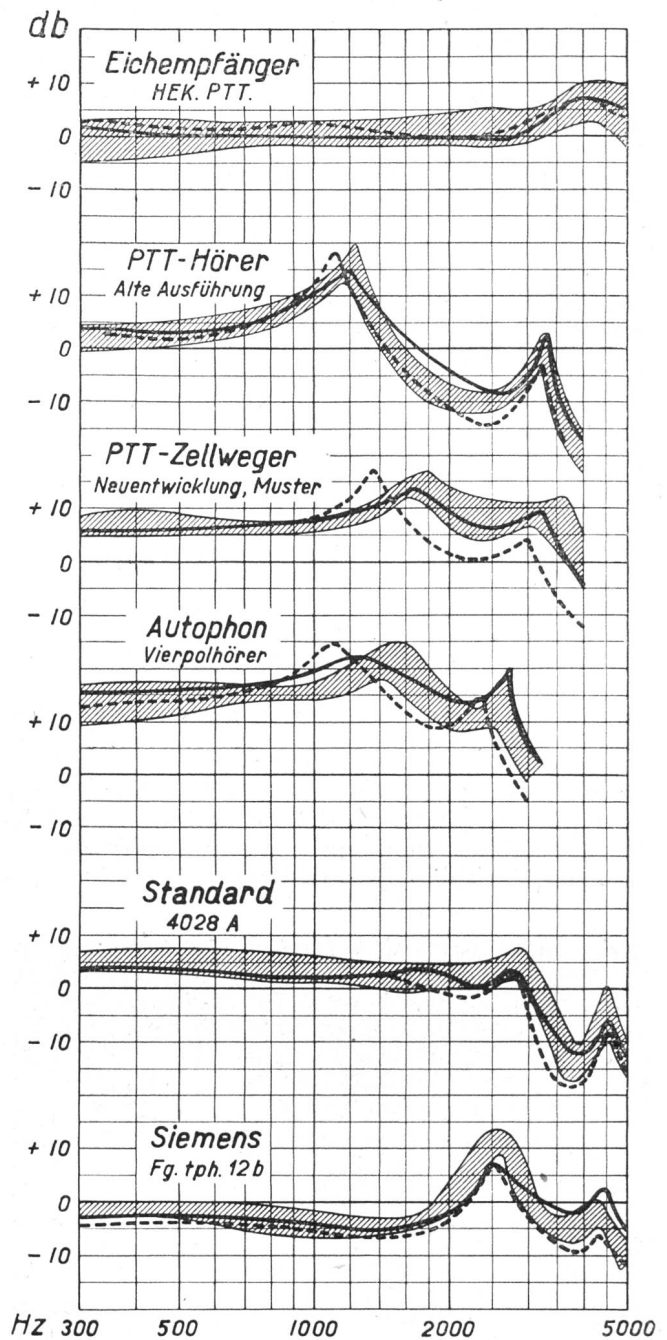


Fig. 7. Frequenzgänge verschiedener Hörer, gemessen an 14 Ohren

mittelst Sonde ////////////////
 mittelst Ersatzohr, nach Fig. 5 —————
 mittelst einfacher Druckkammer

gungen wie ein natürliches Ohr aufweist. Unser Interesse gilt zunächst der ersten Frage.

Einfluss des Kopfes und der Ohrmuschel auf den Frequenzgang im freien Schallfeld.

Gewisse Unterschiede in den Ergebnissen beim Audiometrieren, je nach Messmethode im freien Schallfeld oder mit Hörer, führten Langenbeck²⁾ zur Berücksichtigung der Druckstauung, verursacht durch den Kopf im freien Schallfeld. Békésij³⁾ berechnet nach den von Tröger⁴⁾ gemessenen Impedanzwerten

des Trommelfelles, den Abmessungen des äusseren Gehörganges und der Druckstauung am Kopf (d. h. an einer äquivalenten Kugel) den Schalldruck am Trommelfell bei seitlichem Schalleinfall (ebene Wellen). Er findet bei ungefähr 2300 Hz eine fünffache

ist dies zugleich die Erklärung dafür, dass die Drucküberhöhung in einem Räume mit normalem Nachhall weniger ausgeprägt ist, als im schalltoten Raume.

Ein dem direkten Sprechen äquivalentes Uebertragungssystem mit Mikrophon und Hörer sollte also

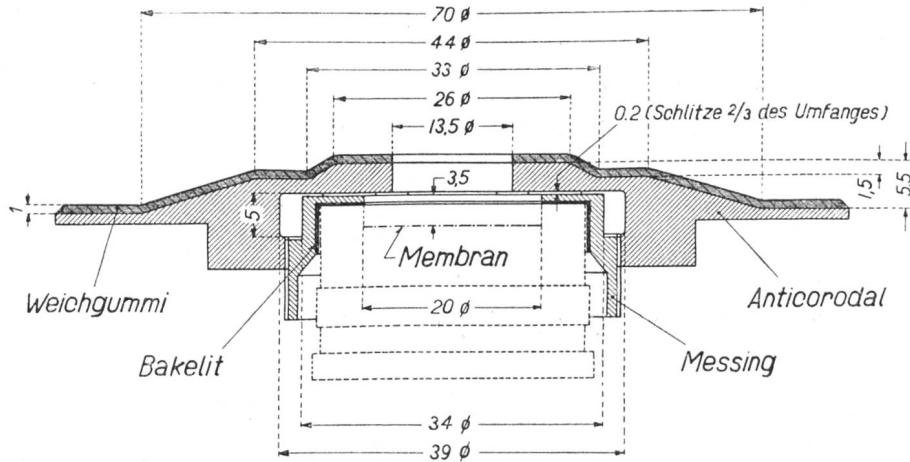


Fig. 5. Ersatzzohr zur Messung von Kopfhörern

Drucksteigerung gegenüber dem Schalldruck im ungestörten Schallfeld. Darin ist mit dem Faktor 3 das dem Gehörgang äquivalente Rohrstück beteiligt. Der zweite Faktor von 1,7 berücksichtigt die Druckstauung an der Kugeloberfläche.

Braun⁵⁾ ersetzt die Ohrmuschel durch ein kurzes, weites Rohrstück und berechnet den Schalldruck am Eingang des Gehörkanals, unter Vernachlässigung des Wirkwiderstandes des Trommelfelles. Er erhält eine Schalldrucksteigerung, die dem Unterschied zwischen den von Fletcher angegebenen Schwellwertkurven, zweiohrig im freien Schallfeld⁶⁾ und mit einem Hörer⁷⁾ gemessen, entspricht.

Das SFERT*-Mikrophon weist einen ähnlichen Frequenzgang auf, verursacht durch die Druckstauung und die Hohlraumresonanz vor der Membran⁸⁾.

Bei unseren Untersuchungen wählten wir den Eingang des äusseren Gehörganges als Meßstelle, weil man annehmen darf, dass beim Hören mit dem Telephonhörer der Schalldruck der gleiche sei, wie im Raume zwischen Ohr- und Hörermuschel. Ferner wurde zur Messung ein Sondenmikrophon benutzt, wie es im Anhang kurz beschrieben ist. Die Fig. 1 zeigt die Messanordnung. Die in einem normalen Büroraume mit Heultönen und Schalleinfall von vorne an verschiedenen Ohren gemessenen Frequenzgänge sind in Fig. 2, diejenigen im schalltoten Raume in Fig. 3 dargestellt. Die von Braun in der Telegraphen- und Fernsprechtechnik⁵⁾ veröffentlichte Kurve ist in der Fig. 3 ebenfalls eingezeichnet. Sie liegt höher als unsere Messung im offenen Ohrkanal ergab. Als grundlegender Frequenzgang sollte derjenige in einem Büroraume (Fig. 2) gewählt werden, da dieser den normalen akustischen Verhältnissen beim direkten Gespräch am nächsten kommt. Dass die Drucktransformation stark vom Einfallswinkel abhängig ist, zeigen die Kurven in Fig. 4. Es

einen der Fig. 2 entsprechenden Frequenzgang aufweisen, während ein solches mit Lautsprecher, an Stelle des Hörers, diese Korrektur nicht aufweisen darf. Logischerweise soll also der Empfänger diese Entzerrung leisten, wobei die akustisch-elektrische Uebertragung in Bezug auf das ungestörte Schallfeld von der Frequenz unabhängig gemacht werden muss. Da nun aber die Mikrophone bereits durch ihre äussere Form⁸⁾ eine Schallfeldverzerrung verursachen, ist es naheliegend, diese Form so zu wählen, dass an der Mikrophonmembran eine gleiche Drucktransformation auftritt, wie sie die vorigen Messungen am Ohr ergeben haben. Die etwa notwendige restliche Anpassung geschieht mit Hilfe von Entzerrern im Sendeteil. Dann muss der Empfänger so gewählt werden, dass das Verhältnis des Schalldruckes am

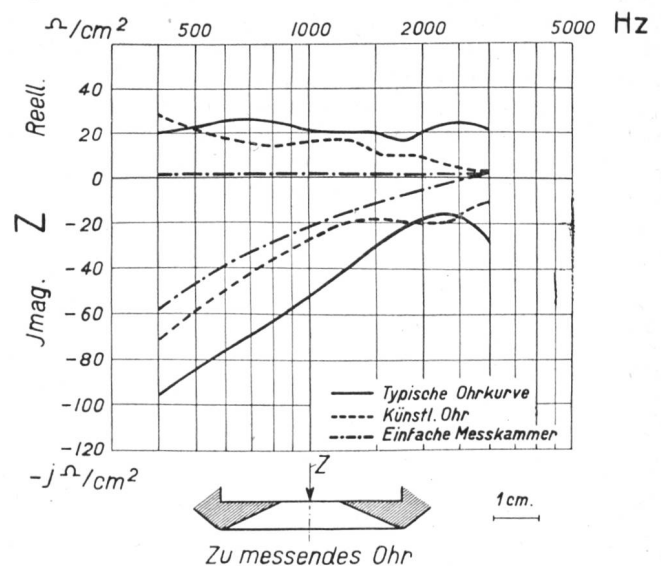


Fig. 6. Akustische Impedanz am Durchgang einer Hörermuschel, mit verschiedenen Abschlüssen gemessen

* SFERT = Système fondamental européen de Référence pour la transmission téléphonique.

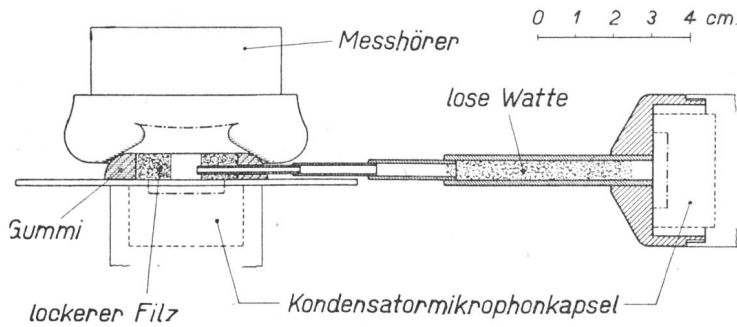


Fig. 8. Druckkammer-Eichung des Sondenmikrophons (erste Ausführung)

Eingang des äussern Gehörganges zur Eingangsspannung am Empfänger frequenzunabhängig wird. Damit kommen wir zur Frage des Ersatzohres, um jederzeit diese Frequenzabhängigkeiten auf einfache Art messen zu können.

Künstliches Ohr.

Unser Bestreben ging dahin, ein Ersatzohr zu schaffen, in welchem der Schalldruck gleich verläuft,

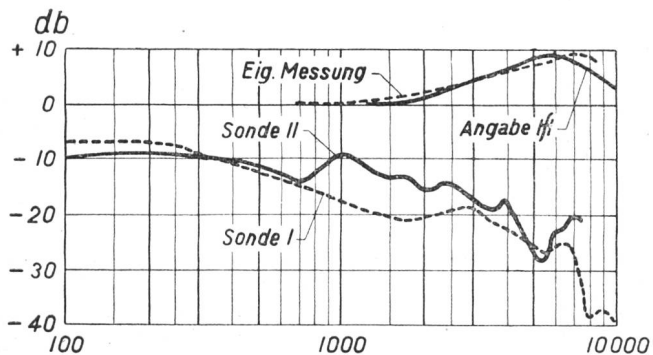


Fig. 9. Eichkurven der Sonden und Druckstauung am Siemens-Kondensatormikrophon Rel mph 2001 a

wie am Eingang des äusseren Gehörganges des menschlichen Ohres, gleichgültig was für Hörer gemessen werden. Die bekannten bisher gebauten künstlichen Ohren haben einen komplizierten Aufbau⁹⁾¹⁰⁾, oder weisen einen stark abweichenden Frequenzgang¹¹⁾ auf, der allerdings nach dem Messmikrophon elektrisch entzerrt werden könnte.

Hörer mit kleinem Wirkungsgrad sind akustisch schlecht angepasst. Für diese genügt eine einfache Druckkammer mit etwa 3...4 cm³ Volumen, wie sie in einem früheren Aufsätze beschrieben wurde¹²⁾. Neuere

Hörertypen, mit wesentlich besserem Wirkungsgrad über das Frequenzband, zeigen bei der Messung in dieser Druckkammer, gegenüber derjenigen am Ohr, starke Abweichungen im Frequenzgang des Schalldruckes. Die Messung am Ohr wurde mit Hilfe der gleichen Mikrophonsonde ausgeführt, wie bei der Messung im freien Schallfeld. Dabei bediente man sich zur Einführung des Röhrchens eines dünnen Gummiringes, der zwischen das Ohr und den Hörer zu liegen kam, oder man führte das Röhrchen durch eine besondere Bohrung in der Hörermuschel ein. Eine verfeinerte Anpassung der Druckkammer an die natürlichen Verhältnisse konnte durch eine Verkleinerung des Volumens, bei gleichzeitiger Ankopplung eines zweiten Raumes durch einen stark gedämpften Kanal, erreicht werden. Einen Querschnitt dieser neuen Druckkammer zeigt Fig. 5. Akustische Impedanzmessungen nach der Methode von *Flanders*¹³⁾, durch die Hörermuschelöffnung am Ohr und an der neuen Druckkammer, zeigen befriedigende Uebereinstimmung (siehe Fig. 6). Zum Vergleich ist der Verlauf bei der einfachen Druckkammer ebenfalls eingezeichnet. Da die Streuungen von Ohr zu Ohr sehr gross sind, darf man mit der erreichten Annäherung zufrieden sein. Die Frequenzgänge verschiedener älterer und neuerer Hörertypen am Ohr, sowie in der einfachen und der verbesserten Druckkammer sind in der Fig. 7 dargestellt. Die schraffierten Teile stellen den Streubereich dar von Messungen an mehreren Personen. Die Frequenzgänge, mit der neuen Druckkammer gemessen, liegen meist vollständig innerhalb dieser Bereiche, während die Abweichungen bei den neuen Hörertypen mit der einfachen Druckkammer unzulässig gross werden.

Damit sind die Grundlagen zum Aufbau eines ortho-telephonischen Uebertragungssystems geschaffen. Der

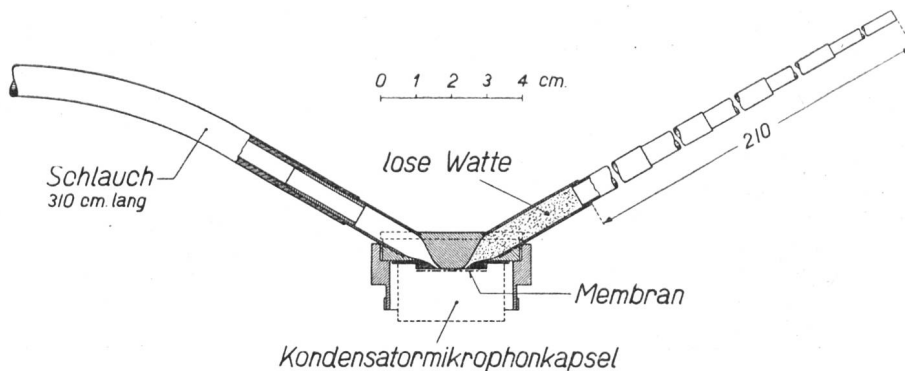


Fig. 10. Sondenmikrophon, zweite Ausführung

Haupteichkreis kann in diesem Sinne modifiziert werden, wobei die Korrektur gegenüber dem „flachen“ Frequenzgang freies Schallfeld — Mikrophon — Leitung — Hörer — Ohr international festgelegt werden muss.

Anhang. Beschreibung des Sondenmikrophons:

Bei der ersten Ausführung wurde ein abgestuftes Rohr, gemäss Fig. 8, verwendet, das teilweise mit Watte gefüllt wurde. Geeicht wurde in einer Druckkammer und im freien Schallfeld. Die gleiche Kondensatormikrophonkapsel Siemens konnte an den verschiedenen Stellen wahlweise eingesetzt werden, so dass es gelang

1. den Frequenzgang der Sonde und
2. die Druckstauung des normalen Messmikrophons zu bestimmen.

Für das erstere benötigt man zwei Messungen in der Druckkammer, nach Fig. 8, für das zweite, die Messung der Druckstauung, zwei weitere im ebenen Schallfeld (einmal in der Sonde und einmal im normalen Messkopf eingesetzt). Fig. 9 zeigt den Sondenfrequenzgang und die Druckstauung am normalen Mikrophon, sowie die von der Firma dafür angegebene Kurve. Der uns in erster Linie interessierende Sondenfrequenzgang zeigt eine rasche Abnahme der Empfindlichkeit bei höheren Frequenzen. Deshalb wurde bei einer zweiten Ausführung, nach Fig. 10, versucht, einen etwas ausgeglicheneren Frequenzgang zu erzielen, was auch gelang, wie die Kurve in Fig. 9 zeigt. Die Eichung wurde auf die vorerwähnte Weise durchgeführt. Schwierigkeiten zeigten sich bei der akustischen Abschirmung des dem Mikrophon nach-

folgenden Rohres (Gummischlauch), sowie in der Eliminierung von Reflexionsstellen.

Die Absolut-Eichung des Kondensatormikrophons wurde elektrostatisch nach der bekannten Methode von *Ballantine*¹⁴⁾ durchgeführt.

Bibliographie

- 1) Inglis, A. H. Transmission Features of the New Telephone Sets. Am. Inst. Electr. Eng., Technical Paper 38—77, May 1938.
- 2) Langenbeck, Bernhard. Experimentelles und Theoretisches zur Frage der Hörschwellenbestimmung. Pflügers Arch. ges. Physiol. **226** (1931), S. 10.
- 3) Békésij, Georg von. Ueber den Einfluss der durch den Kopf und den Gehörgang bewirkten Schallfeldverzerrungen auf die Hörschwelle. Ann. Physik **14** (1932), S. 51.
- 4) Tröger, Joachim. Die Schallaufnahme durch das äussere Ohr. Physik. Z. **31** (1930), S. 26.
- 5) Braun, Karl. Uebertragungsverhältnisse beim Fernsprechen im Vergleich zum natürlichen Hören. TFT **32** (1943), S. 49.
- 6) Fletcher, Harvey and N. A. Munson. Loudness, Its Definition, Measurement and Calculation. J. Acoust. Soc. Am. **5** (1933), p. 82.
- 7) Fletcher, Harvey. Speech and Hearing. New York 1929. p. 141 (Fig. 70).
- 8) West, W. The Pressures on the Diaphragm of a Condenser Transmitter in a simple Sound Field. J. Electr. Eng. **68** (1930) p. 441.
- 9) Inglis, A. H., C. H. G. Gray and R. T. Jenkins. A Voice and Ear for Telephone Measurements. Bell Syst. Techn. J. **11** (1932), p. 293.
- 10) West, W. An Artificial Ear. Post Office Electr. Eng. J. **22** (1929), p. 260.
- 11) Braun, Karl. Die akustischen Abschlussbedingungen für die Messung der Fernhörer. TFT **32** (1943), S. 237.
- 12) Weber, H[einrich]. Telephonometrie. Techn. Mitt. Schweiz. Telegr.- u. Teleph. Verw. 1946, H. 1. S. 5 (Fig. 7).
- 13) Flanders, P. B. A Methode of Measuring Acoustic Impedance. Bell Syst. Techn. J. **11** (1932), p. 402.
- 14) Ballantine, Stuart. Technique of Microphone Calibration. J. Acoust. Soc. Am. **3** (1932), p. 319.

Nouveaux progrès de la téléphonie automatique

Par Hans Dill, Zurich
(Suite et fin)

621.395.34*)

8. Traduction de l'indicatif interurbain

Pour la traduction des chiffres indicatifs interurbains, on a installé dans les centraux nodaux et les centraux terminus interurbains, c'est-à-dire dans tous les centraux principaux de groupes de réseaux, des *enregistreurs interurbains* ou *traducteurs spéciaux*. En principe, un circuit de ce genre (fig. 12) nécessite deux sélecteurs pas à pas SS_1 et SS_2 pour enregistrer la dizaine et l'unité de l'indicatif interurbain, un chercheur à 100 positions (translateur) à huit balais a—h, quelques paires de relais Ag—Ah et un sélecteur de contrôle (KS).

Chaque indicatif interurbain, autrement dit chaque groupe de réseaux, correspond à une position précise des balais du translateur. C'est elle qui détermine le nombre et la grandeur des chiffres sélectifs pour une communication avec un groupe de réseaux donné. La connexion du contact c du translateur avec les relais Ag—Ah détermine le nombre des chiffres sélectifs tandis que la grandeur des différents chiffres (nombre des impulsions) ressort du câblage des contacts du translateur d—h vers le banc de contacts

du sélecteur de contrôle (KS). Pour plus de clarté, on n'a indiqué sur la figure 12 que les câblages pour les groupes de réseaux de Thoune (033) et Locarno (093) d'un enregistreur installé à Zurich.

Disons en passant que les circuits des autres centraux interurbains du même système ne différeraient de l'enregistreur représenté à la figure 12 que par le câblage du translateur correspondant à la voie ou aux chiffres sélectifs.

Considérons maintenant la traduction en prenant comme exemple une communication Zurich—Locarno (093).

Après avoir composé le chiffre 0 (qui n'est pas spécialement indiqué sur la figure), l'abonné de Zurich est relié par un sélecteur de groupe primaire (1. GW) et le chercheur d'enregistreur (RS) à un enregistreur interurbain. Les deux chiffres suivants, 9 et 3, font passer les sélecteurs pas à pas SS_1 et SS_2 aux positions indiquées sur le schéma. Le translateur commence alors à tourner; les balais a—h se déplacent simultanément vers la droite, sur le dessin. Dès que le contact 93 est atteint, un circuit se ferme pour le relais P par la terre (+), le balai b du translateur, le contact 93, le contact 3 et le balai de SS_2 , le balai et

*) La première partie de ce travail (N° 3, p. 97) porte par erreur un faux index décimal. Il faut lire: 621.395.34.