

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 59 (1981)

**Heft:** 12

**Artikel:** Wahrnehmbarkeitsuntersuchungen von Telefonruffsignalen = Essais de perceptibilité des signaux d'appel téléphoniques

**Autor:** Appoloni, Peter / Guldbrandsen, Louis / Seemann, Emil

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-874211>

### **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:** 06.04.2026

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

*Zusammenfassung. In Zusammenarbeit mit der Generaldirektion PTT wurde durch die Zellweger Uster AG eine Studie über die Wahrnehmbarkeit verschiedener Rufsignale von Telefonapparaten durchgeführt. Aus bisher wenig bekannten Gründen wird oft die Meinung vertreten, dass elektronisch erzeugte Rufsignale im Vergleich zum Weckerruf nicht befriedigen. Um diesen Problembereich zu analysieren, wurden Glockenwecker und elektronisch erzeugte Rufsignale untersucht. Das Schwergewicht der Studie wurde auf die Wahrnehmbarkeit verschiedener Rufsignale gelegt, mit dem Ziel, die Rufsignaleigenschaften möglichst genau zu erfassen.*

*Résumé. Avec la collaboration de la Direction générale des PTT, la Zellweger Uster SA a entrepris une étude relative à la perceptibilité des signaux d'appel de divers appareils téléphoniques. Pour des raisons peu connues jusqu'ici, certains usagers estiment que, comparés à l'appel par sonnerie traditionnelle, les signaux d'appel électroniques ne donnent guère satisfaction. Afin de mieux analyser ce problème, on a examiné ces deux types de signaux. L'accent a été mis sur la perceptibilité de signaux d'appel différents, et on a cherché à en saisir les caractéristiques.*

### **Prove eseguite in relazione alla percettibilità di segnali di chiamata telefonici**

*Riassunto. La Zellweger Uster S. A. ha eseguito, in collaborazione con la Direzione generale delle PTT, uno studio in merito alla percettibilità di diversi segnali di chiamata di apparecchi telefonici. Per motivi poco noti viene difesa molte volte l'opinione, che i segnali di chiamata generati elettronicamente non possano soddisfare in confronto al segnale generato dalla soneria. Sono stati esaminati i segnali di chiamata elettronici e quelli generati dalla soneria, al fine di analizzare più profondamente il complesso di problemi. Lo studio si concentra soprattutto sulla percettibilità dei diversi segnali di chiamata e ha lo scopo di rilevare in modo più preciso possibile le caratteristiche dei segnali di chiamata.*

### **1 Einleitung**

Seit bald 100 Jahren wird der Wunsch nach einer Telefonverbindung mit Hilfe eines Glockenweckersignals beim Angerufenen signalisiert. Im Laufe der Zeit hat sich auch auf diesem Gebiet einiges geändert. So hat das Telefon heute vermehrt seinen Platz im Wohnzimmer. Die Wohnungen wurden grösser, und durch den Einbau des Weckers ins Stationsgehäuse wurde das Glockenweckersignal weniger gut wahrnehmbar. Das heutige Rufsignal gibt daher verschiedentlich Anlass zu Reklamationen betreffend der Wahrnehmung. Deshalb drängt sich die Forderung auf, die akustischen Probleme des Rufsignals neu zu überdenken.

### **2 Untersuchungen an bestehenden Rufschaltungen**

#### **21 Allgemeines**

Um heute bestehende Rufsignale miteinander vergleichen zu können, wurden von verschiedenen Telefonapparaten die Ruflautstärke und die spektrale Energieverteilung des Schallpegels gemessen. Untersucht wurden die Glockenwecker in den Telefonapparaten Modell 29, 50 und 70 (Wand- und Tischmodell) der PTT sowie der elektronische Ruf verschiedener in- und ausländischer Telefonapparate.

#### **22 Messbedingungen**

Die Messungen wurden in einem Laboratoriumsraum (90 m<sup>3</sup>) mit einer mittleren Nachhallzeit von 0,52 s durchgeführt. Die Wandstationen wurden an einer verputzten Backsteinmauer 1,5 m über dem Boden montiert. Das Messmikrofon kreiste in der Vertikalebene in einem Meter Entfernung vor der Station mit einem Kreisdurchmesser von 50 cm. Die Tischstationen standen auf ei-

### **1 Introduction**

Depuis près de 100 ans, le désir d'établir une communication téléphonique est signalé à l'appelé par une sonnerie. Dans ce domaine également, les choses ont évolué au cours des années. Aujourd'hui, le téléphone est généralement installé dans une chambre de séjour. Les appartements se sont agrandis et les signaux de la sonnerie sont devenus plus difficiles à percevoir, étant donné que les timbres ont été incorporés au boîtier de l'appareil téléphonique. Le signal d'appel actuel a donné lieu plusieurs fois à des réclamations quant à sa perceptibilité. Aussi convient-il de prêter attention à ces problèmes.

### **2 Essais relatifs aux dispositifs d'appel actuels**

#### **21 Généralités**

Pour comparer les signaux d'appel entre eux, on a mesuré le volume et la répartition spectrale de l'énergie du niveau sonore de différents appareils téléphoniques. On a testé les sonneries à timbres des modèles 29, 50 et 70 des PTT (appareils muraux et appareils de table), ainsi que les appels électroniques émis par divers postes téléphoniques en service en Suisse et à l'étranger.

#### **22 Conditions de mesure**

Les mesures ont été effectuées dans un local de 90 m<sup>3</sup> dont la durée moyenne de réverbération était de 0,52 s. Les stations murales furent montées à 1,5 m au-dessus du sol sur un mur de briques crépi. Le microphone de mesure, placé à 1 m de l'appareil téléphonique, décrivait un mouvement circulaire vertical de 50 cm de diamètre. Les modèles de table étaient posés sur une table de laboratoire à plateau en stratifié de 80 × 80 cm. Là aussi, le

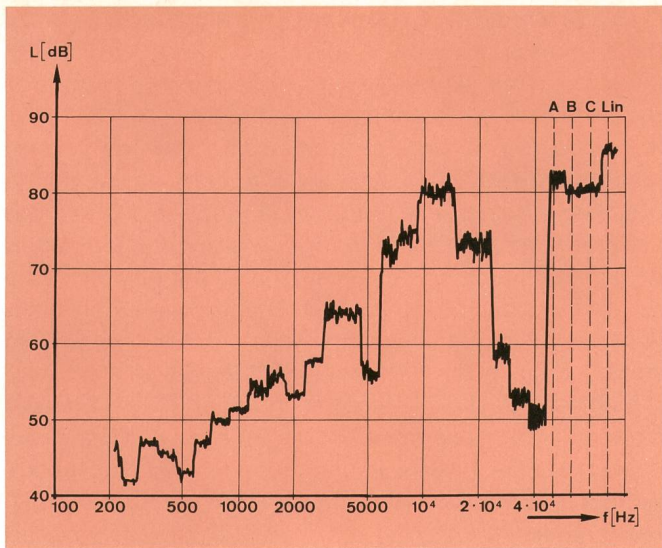


Fig. 1  
Terzpegelanalyse des Rufsignals der Tischstation Modell 29 — Analyse du niveau de tierce du signal d'appel de l'appareil de table modèle 29

nem kunstharzbeschichteten Labortisch von  $80 \times 80$  cm, wobei das Messmikrofon in der gleichen Anordnung zur Station rotierte. Der tiefste Punkt der Kreisebene lag auf Tischhöhe. Dieses Verfahren erlaubt bei einer allfälligen unsymmetrischen Schallabstrahlung einen Mittelwert zu bilden. Drehzahl, Papiervorschub und Schreibgeschwindigkeit des Pegelschreibers wurden so gewählt, dass für jede  $1/3$ -Oktav-Stufe der Mittelwert gut lesbar ist. Bei regulierbaren Weckern wurde die grösste Lautstärke eingestellt. Alle Lautstärkeangaben erfolgen in dB A, das heisst, der Schalldruckpegel wurde über das Bewertungsfiter A gemessen. Dies auch bei Schallpegeln  $> 60$  dB A, was der allgemeinen Praxis entspricht.

0 dB entspricht der Hörschwelle bei 1 kHz. Bei der Messung in dB A wird die frequenzabhängige Ohrempfindlichkeit mit berücksichtigt, so dass bei natürlichen Geräuschen der *Lautstärkeindruck* mit dem Messwert korreliert.

### 23 Rufspektren

Figur 1 zeigt am Beispiel der Tischstation PTT-Modell 29, in welcher Form die Spektralverläufe der Rufsignale registriert wurden. Die gemessenen Rufspektren der PTT-Tischstationen Modell 29, 50 und 70 werden in Figur 2 vereinfacht dargestellt, um die Betrachtung zu erleichtern.

Bei den Wandstationen registriert man annähernd dieselben Spektralverläufe wie bei den Tischstationen. Neben der Luftschallabstrahlung ist aber bei den Wandstationen die Körperschallübertragung von Wichtigkeit. Die in Mehrfamilienhäusern unerwünschte Körperschallübertragung des Rufes in angrenzende Wohnungen kann in gewissen Fällen, etwa in Bauernhäusern, von Vorteil sein. Die Körperschallübertragung wurde nicht untersucht, da dieses Problem künftig nicht von wesentlicher Bedeutung sein wird, weil die Wandler moderner Rufeinheiten keine Reaktionskräfte auf die Unterlage übertragen. Die Veränderung der Rufspektren von der Station Modell 29 über das Modell 50 zur TS 70 ist offensichtlich — das Rufspektrum wurde flacher, so dass heute bei der TS 70 ein annähernd horizontaler Verlauf

microphone de mesure se déplaçait de la même manière par rapport à la station, le point le plus bas du mouvement circulaire étant situé à la hauteur de la table. Ce procédé permet d'établir une valeur moyenne en cas d'émission éventuelle de sons asymétriques. Le nombre de tours, l'avance du papier et la vitesse de marquage du traceur de niveau furent réglés de manière que la valeur moyenne de chaque tiers d'octave soit bien lisible. Les sonneries réglables fonctionnaient à leur volume maximal. Toutes les indications de volume ont été données en dB A, c'est-à-dire que le niveau de pression acoustique a été mesuré par l'intermédiaire du filtre de pondération A. Cette méthode fut également appliquée à la mesure des niveaux acoustiques supérieurs à 60 dB A, ce qui correspond à la pratique générale.

La valeur 0 dB correspond au seuil d'audibilité à 1 kHz. Lors de mesures en dB A, on a tenu compte de la sensibilité auditive de l'oreille qui dépend de la fréquence, de manière que, pour les bruits naturels, l'impression de volume soit en corrélation avec la valeur mesurée.

### 23 Spectres des appels

La figure 1 montre sous quelle forme la distribution spectrale des signaux d'appel de l'appareil de table PTT modèle 29 a été enregistrée. Les spectres d'appel des téléphones de table PTT, modèle 29, 50 et 70, sont indiqués de manière simplifiée à la figure 2, ce qui en facilite l'interprétation.

Les distributions spectrales enregistrées avec les stations murales sont très proches de celles des appareils de table. Cependant en plus de la transmission du son par l'air, celle qui est due au contact avec les corps solides sur lesquels sont fixées les stations murales joue également un rôle important. Cette transmission, indésirée dans les maisons à plusieurs appartements contigus peut, en certains cas (par exemple dans les fermes), présenter un avantage. On a renoncé ici à examiner plus avant ce problème qui n'offre pas un grand intérêt, vu que les transducteurs des unités d'appel modernes n'ont pas d'action sur leur support.

Les différences caractérisant les spectres d'appel des appareils modèle 29, 50 et 70 sont évidentes: la courbe s'est écrêtée et le modèle 70 présente une ligne quasi horizontale dans la plage de fréquences de 400 Hz à 20 kHz.

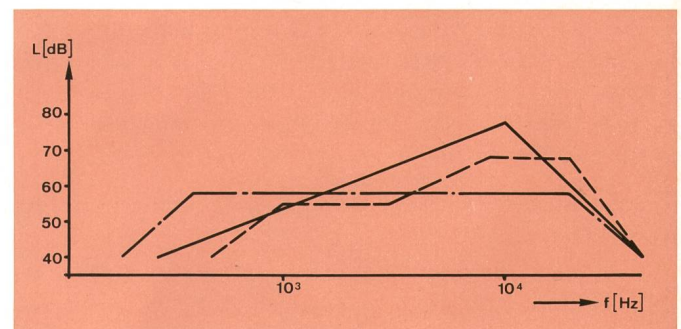


Fig. 2  
Vereinfacht dargestellte Spektralverläufe von Tischstationen — Distributions spectrales du dispositif d'appel des appareils téléphoniques de table, représentées de manière simplifiée  
— Modell 29 — Modèle 29  
--- Modell 50 — Modèle 50  
-·-·- Modell 70 — Modèle 70

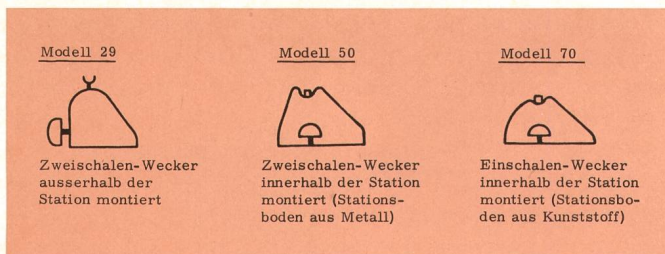


Fig. 3  
Unterscheidungsmerkmale der Tischstationen — Caractéristiques des appareils téléphoniques de table

Modell — Modelle  
Zweischalenwecker ausserhalb der Station montiert — Sonnerie à deux timbres montés à l'extérieur de l'appareil  
Zweischalenwecker innerhalb der Station montiert (Stationsboden aus Metall) — Sonnerie à deux timbres montés à l'intérieur de l'appareil (socle de l'appareil en métal)  
Einschalenwecker innerhalb der Station montiert (Stationsboden aus Kunststoff) — Sonnerie à un timbre monté à l'intérieur de l'appareil (socle de l'appareil en matière plastique)

des Spektrums über den Frequenzbereich 400 Hz...20 kHz vorhanden ist.

Glockenweckerspektren von *freihängenden* Ein- oder Zweischalenweckern zeigen praktisch denselben Verlauf. Ein derartiges Spektrum sieht man in Figur 2 für das Modell 29. Bei diesem Modell ist der Glockenwecker ausserhalb der Station montiert und zeigt dasselbe Rufspektrum wie ein freihängender Glockenwecker gemäss *Figur 3*, so dass das Stationsgehäuse und die Befestigungsart des Weckers die Eigenschaften des Rufsignals wenig beeinflussen. Im Gegensatz dazu hat das Stationsgehäuse bei den Telefonapparaten der Modelle 50 und 70 vorwiegend im Frequenzbereich unterhalb 2 kHz eine grosse Wirkung. Es wird durch die Reaktionskräfte des in der Station starr montierten Weckers zu Schwingungen angeregt. Der Körperschall des Gehäuses wird an die Luft übermittelt und steuert zum Tongemisch der Glockenschalen einen wesentlichen Anteil bei. Die Lautstärke des Rufsignals wird dadurch *nicht beeinflusst*, nur das Klangbild wird verändert.

Die Messung der Ruflautstärke der drei Tischstationen ergab folgende Resultate:

- Modell 29: 78 dB A
- Modell 50: 72 dB A
- Modell 70: 70 dB A

Die Abnahme der Ruflautstärke ist begründet durch:

- Einbau des Glockenweckers in die Station. Dies erfolgte beim Übergang vom Modell 29 auf das Modell 50 (Fig. 3). Die Schallausbreitung wird durch das Stationsgehäuse erschwert.
- Ersatz des Zweischalen- durch den Einschalen-Glockenwecker, wie dies beim Übergang vom Modell 50 auf das Modell 70 (Fig. 3) der Fall war.

Schallabsorbierende Stationsunterlagen schwächen das Rufsignal zusätzlich.

Die Spektren verschiedener *elektronischer Rufsignale* zeigten einen ähnlichen Verlauf, weshalb die elektronischen Rufsignale nicht untereinander, sondern mit den Glockenweckersignalen verglichen werden.

Wie aus *Figur 4* ersichtlich ist, fehlen dem elektronischen Rufsignal die tiefen und die hohen Frequenzen. Die tiefen Frequenzen fehlen, weil das Stationsgehäuse nicht zu Schwingungen angeregt wird, und die beim

Les spectres de fréquences des sonneries à un ou deux timbres suspendus librement ont approximativement la même allure. La figure 2 représente le spectre du modèle 29. Ici, la sonnerie est montée à l'extérieur de la station (*fig. 2*) et la répartition spectrale du son est identique à celle d'un système à timbres suspendus librement si bien que le boîtier et le mode de fixation des timbres n'ont guère d'influence sur les caractéristiques du signal d'appel. En revanche, il n'en est pas de même des boîtiers des modèles 50 et 70 particulièrement dans la gamme de fréquences inférieure à 2 kHz. Ces boîtiers vibrent sous l'effet des forces engendrées par le timbre monté de manière rigide dans la station. Ces vibrations s'ajoutent aux sons émis par les timbres et contribuent dans une large mesure au caractère de la source sonore. Cependant, le volume du signal d'appel *n'en est aucune-ment influencé*.

Les mesures du volume sonore des trois appareils de table ont donné les résultats suivants:

- modèle 29: 78 dB A
- modèle 50: 72 dB A
- modèle 70: 70 dB A

Cette diminution du volume sonore s'explique par

- l'intégration des timbres dans la station, modification qui a eu lieu à partir du modèle 50 (*fig. 3*). La diffusion sonore est quelque peu entravée par le boîtier de l'appareil
- le remplacement de la sonnerie à timbre double par une sonnerie à un seul timbre, comme c'est le cas à partir du modèle 70 (*fig. 3*)

Les socles de stations, qui sont en une matière absorbant les sons, affaiblissent encore le signal d'appel.

Les spectres de différents *signaux d'appel électroniques* ont une allure identique, raison pour laquelle les appels électroniques n'ont pas été comparés entre eux, mais avec les signaux des sonneries traditionnelles.

Comme il ressort de la *figure 4*, le signal d'appel électronique ne contient ni hautes, ni basses fréquences. L'absence de fréquences basses s'explique par le fait qu'aucune oscillation n'est transmise au boîtier; celle des hautes fréquences parce qu'il n'y a plus d'*oscillations intrinsèques du battant d'acier* de la sonnerie. On peut donc s'attendre que les signaux électroniques, dont la largeur de bande est limitée, donnent de moins

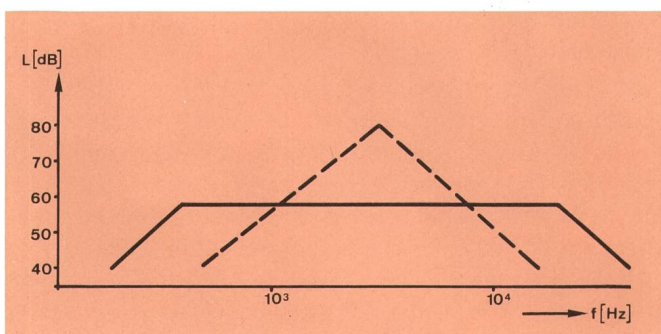


Fig. 4  
Vergleich des TS-70-Rufspektrums mit demjenigen einer Tischstation mit elektronischem Ruf und typischem Spektrum — Comparaison du spectre d'appel d'un appareil modèle 70 avec celui d'un appareil de table à sonnerie électronique et spectre typique  
— Tischapparat Modell 70 — Appareil de table modèle 70  
--- Tischapparat mit elektronischem Ruf — Appareil de table avec dispositif d'appel électronique

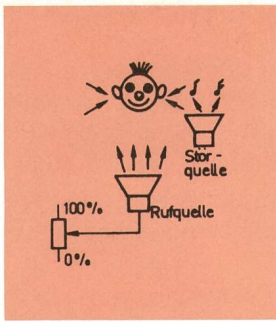


Fig. 5  
Wahrnehmung im gleichen Raum — Perception dans le même local  
Störquelle — Source perturbatrice  
Rufquelle — Signal d'appel

Wecker durch die *Eigenschwingungen des Stahlklöppels* erzeugten hohen Frequenzen entfallen. Aufgrund dieser Gegebenheit ist zu erwarten, dass die bandbreitebegrenzten, elektronisch erzeugten Rufsignale bezüglich der Wahrnehmbarkeit schlechtere Resultate ergeben als die breitbandigen Weckerrufe.

In den folgenden Abschnitten wird die Wahrnehmung verschiedener Rufsignale untersucht.

### 3 Kriterien für die Untersuchung der Wahrnehmbarkeit

#### 31 Allgemeines

Durch die Wahrnehmbarkeitsmessung der Rufsignale soll unter Einwirkung verschiedener Faktoren, wie Störgeräusche, Eigenschaften der Trennwände zu Nachbarräumen usw., die Wahrnehmbarkeit verschiedener Rufsignale von mechanischen und elektronischen Systemen ermittelt werden.

Der Messaufbau soll möglichst dem Einsatzfall von Telefonapparaten in Wohnungen entsprechen.

Folgende Kriterien sind dabei zu berücksichtigen:

- Nachhallzeit der Räume, in denen die Untersuchungen durchgeführt werden. Sie ist bestimmt durch die Grösse und die Möblierung des Raumes sowie die Absorption der Wände
- von aussen eindringende und im Raum erzeugte Störgeräusche
- Schalldämmungsmass von Wänden und Türen
- Klangbild und Rhythmus der untersuchten Rufsignale

#### 32 Prinzip der Wahrnehmbarkeitsmessung

Wir unterscheiden zwei Arten von Wahrnehmbarkeitsmessungen

- a) Messung der Wahrnehmung im gleichen Raum, gemäss *Figur 5*. Mit dieser Anordnung wurden zwei Messreihen durchgeführt. Bei gleichbleibender Schalleistung der Störquelle wurden durch die Testperson einerseits die Grenze der Wahrnehmbarkeit (Mithörschwelle), andererseits die maximal gerade noch zulässige Lautstärke des Rufsignals eingestellt.
- b) Messung der Wahrnehmung im Nebenraum, gemäss *Figur 6*. Das im Raum A abgestrahlte Rufsignal wird im Raum B wahrgenommen. Die Rufleistung in A wird von B aus auf die Wahrnehmbarkeitsgrenze (Mithörschwelle) eingestellt. Mit dieser Versuchsanordnung wurden wiederum zwei Messreihen durchgeführt
  - Rufquelle im Raum A, Störquelle im Raum A
  - Rufquelle im Raum A, Störquelle im Raum B

bons résultats que les appels par timbres au spectre de fréquences plus étendu.

### 3 Critères appliqués à l'analyse de la perceptibilité

#### 31 Généralités

Les mesures décrites ci-après ont pour objectif de déterminer la perceptibilité de différents signaux d'appel émis par des systèmes mécaniques ou électroniques, compte tenu de divers facteurs tels que les bruits perturbateurs, les caractéristiques des parois de séparation des locaux contigus, etc.

Lors des mesures, il y a lieu de reconstituer, autant que possible, les conditions de fonctionnement d'un appareil téléphonique dans un appartement.

Les critères suivants ont été pris en considération:

- durée de réverbération des locaux dans lesquels les essais ont été effectués. Cette durée est fonction de la grandeur et de l'ameublement du local, ainsi que du degré d'absorption des parois
- bruits perturbateurs venus de l'extérieur ou produits dans le local
- coefficient d'absorption des parois et des portes
- caractère sonore et rythme des signaux d'appel testés

#### 32 Principe des mesures de perceptibilité

Deux types de mesures de perceptibilité doivent être distingués:

- a) Mesure de la perceptibilité dans le même local, conformément à la *figure 5*. Avec ce dispositif, on a effectué deux séries de mesures. La personne ayant effectué le test pouvait régler, d'une part, la limite de perceptibilité (ou seuil d'audibilité) et, d'autre part, le volume maximal du signal d'appel encore acceptable, la puissance acoustique de la source perturbatrice étant la même dans les deux cas.
- b) Mesure de la perceptibilité dans le local adjacent, selon la *figure 6*. Le signal d'appel émis dans le local A était perçu dans le local B. La puissance d'appel en A était réglée à la limite de perceptibilité (ou seuil d'audibilité), à partir de B. Ce dispositif d'essai a permis de procéder à deux séries de mesures
  - source d'appel dans le local A, source perturbatrice dans le local A
  - source d'appel dans le local A, source perturbatrice dans le local B

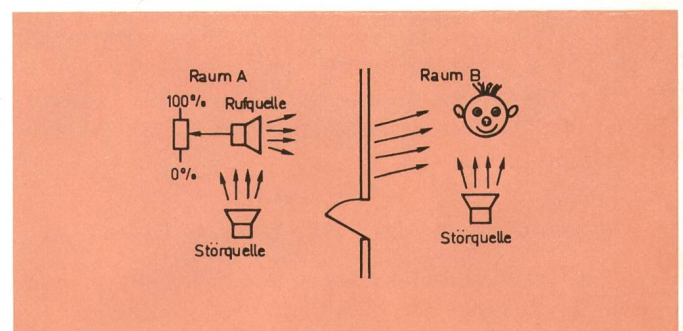


Fig. 6  
Wahrnehmung im Nebenraum — Perception dans un local adjacent  
Raum — Local  
Störquelle — Source perturbatrice  
Rufquelle — Signal d'appel

### 33 Nachhallzeit der Messräume

Die akustischen Eigenschaften eines Raumes werden im wesentlichen durch das Schallabsorptionsvermögen, die Geometrie und die Möblierung bestimmt. Die daraus resultierende Raumakustik wird durch die Messung der Nachhallzeit erfasst.

Für die Wahrnehmbarkeitsmessungen wurden zwei nebeneinanderliegende Büroräume mit folgenden mittleren Nachhallzeiten gewählt:

- Raum A: 0,70 s
- Raum B: 0,67 s

Die in den Räumen A und B gemessenen Nachhallzeiten entsprechen den für ein mittleres Wohnzimmer üblichen Werten [1].

### 34 Störgeräusche, Lärm

Unter Lärm versteht man alle Geräusche, die vom Menschen als lästig empfunden werden. Die ständige Einwirkung von Lärm löst je nach Schallintensität, Frequenzzusammensetzung und Dauer beziehungsweise Regelmässigkeit der Einwirkung sehr unterschiedliche Reaktionen aus. Daher ist es wichtig, dass für die Wahrnehmbarkeitsmessungen eine reproduzierbare und dadurch für alle Testpersonen gleiche Störquelle verwendet wird.

Bei der Auswahl der Störquelle wurde nur der in Gebäuden erzeugte Innenlärm analysiert. Der Einfluss von Aussenlärm darf im allgemeinen vernachlässigt werden, da dieser durch das Gebäude selbst stark gedämpft wird.

Beim Raumgeräusch stellen Musik und Sprache infolge der grossen Verbreitung von Radio und Fernsehen die häufigsten Schallereignisse dar. Kindergeschrei, Geräusche von Haushaltmaschinen, Geräusche, die bei der Hausarbeit entstehen, und akustische Signale (beispielsweise Hausglocke) sind meist nicht von längerer Dauer und wurden daher für die Wahrnehmbarkeitsmessung nicht berücksichtigt. Bei der Auswahl der bei den Wahrnehmbarkeitsmessungen als Störgeräusch dienenden Musik wurde darauf geachtet, dass die Terzanalyse der Musik mit der von *W. Fasold* [1] publizierten Analyse über das mittlere Radiogeräusch möglichst übereinstimmte. Dabei zeigte sich, dass Unterhaltungsmusik von *James Last* für unsere Anwendung gut geeignet ist. Diese Art leichter Unterhaltungsmusik hat nur kleine Lautstärkeschwankungen.

Als weiteres Störgeräusch wurde das Raumgeräusch nach *D. F. Hoth* [2] verwendet. Hoth hat in den Jahren 1937 bis 1940 umfassende Raumgeräuschmessungen durchgeführt und dabei einen charakteristischen Verlauf für das mittlere Raumgeräusch gefunden. Der beschriebene Verlauf wird auch heute noch von vielen Fachleuten anerkannt.

### 35 Schalldämmung von Wänden und Türen

Oft befindet sich der Telefonapparat nicht in dem Raum, wo man sich gerade aufhält. Daher muss der Telefonanruf auch in Nebenräumen hörbar sein. Dabei beeinflusst die Schalldämmung von Wänden und Türen die Wahrnehmbarkeit. Die Bauakustik unterscheidet zwischen Luft-, Körper- und Trittschalldämmung.

### 33 Durée de réverbération des locaux

Les caractéristiques acoustiques d'un local dépendent essentiellement du degré d'absorption des sons, de la géométrie et de l'ameublement de la pièce. Elles sont déterminées par la mesure de la durée de réverbération.

Les deux bureaux adjacents qui ont servi à ces mesures se caractérisaient par les durées moyennes de réverbération suivantes:

- local A: 0,70 s
- local B: 0,67 s

Ces valeurs correspondent à celles d'une chambre de séjour de grandeur moyenne [1].

### 34 Bruits perturbateurs, bruit

Par bruits perturbateurs, on désigne tous les sons qui sont perçus comme nuisance par l'être humain. Selon son intensité sonore, sa composition spectrale, sa durée et sa fréquence de répétition, l'effet constant du bruit entraîne des réactions très diverses. Aussi était-il important de faire appel, pour ces mesures de perceptibilité, à la même source perturbatrice pour toutes les personnes participant au test.

Dans le choix de la source perturbatrice, on s'est contenté de tenir compte du bruit produit à l'intérieur du bâtiment. Le bruit extérieur, étant en général fortement amorti par le bâtiment, peut être négligé.

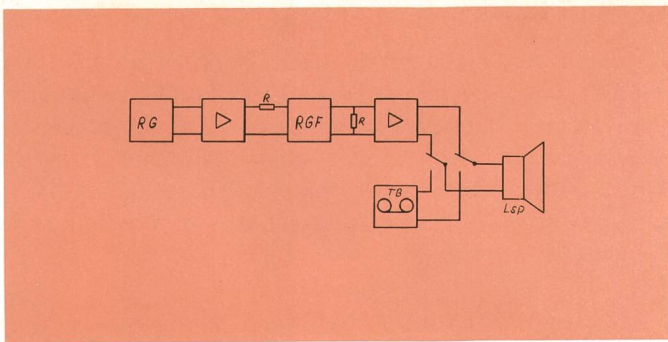
Pour ce qui est des bruits intérieurs, la musique et la parole représentent les sources sonores les plus courantes, en raison de la popularité dont jouissent la radio et la télévision. Les cris d'enfants, les bruits provenant d'appareils ou de travaux ménagers et les signaux acoustiques (par exemple la sonnerie de la porte) ne sont généralement pas de longue durée et n'ont pas été pris en considération. Dans le choix de la musique ayant servi de bruit perturbateur lors des mesures de perceptibilité, on a veillé à ce que l'analyse par bande de tierce coïncide autant que possible avec l'étude de *W. Fasold* [1] concernant le niveau moyen des sons émis par la radio. Il s'est alors révélé que la musique légère de *James Last* était appropriée pour les essais vu que les fluctuations de puissance sonore de ce genre de musique sont faibles.

Comme bruit perturbateur, on a fait appel au bruit de salle selon *D. F. Hoth* [2]. Entre 1937 et 1940, Hoth a procédé à des mesures très détaillées qui lui ont permis d'établir une répartition caractéristique du bruit de salle moyen. Aujourd'hui encore, de nombreux spécialistes se fondent sur cette répartition.

### 35 Insonorisation des parois et des portes

Souvent l'appareil téléphonique n'est pas dans le local où l'on se trouve. De ce fait, l'appel acoustique doit être également audible dans la pièce adjacente. Cependant, l'insonorisation des parois et des portes influe sur la perceptibilité. L'acoustique des constructions fait une distinction entre l'insonorisation des bruits de pas et l'isolation acoustique par l'air ou par les corps solides.

Dans les essais, l'insonorisation par l'air était importante. Pour la paroi de séparation entre les locaux A et B (fig. 6), on a mesuré une insonorisation moyenne de 25 dB et pour les portes, une valeur de 20 dB.



**Fig. 7**  
Schaltung zur Erzeugung der Störgeräusche — Dispositif générateur des bruits perturbateurs

- TB Störsignal: Musik ab Tonband — Signal perturbateur: musique fournie par le magnétophone  
 RG Rauschgenerator für weisses Rauschen — Générateur de bruit blanc  
 RGF Raumgeräuschfilter nach Hoth — Filtre de bruit de salle selon Hoth  
 Lsp Lautsprecher — Haut-parleur  
 ▷ Verstärker — Amplificateur

Für unsere Untersuchungen ist aber lediglich die Luftschalldämmung von Bedeutung. Für die Trennwand zwischen den Messräumen A und B (Fig. 6) wurde eine mittlere Schalldämmung von 25 dB gemessen. Für Zimmertüren wurde eine Schalldämmung von 20 dB ermittelt.

### 36 Messaufbau

Für die Wahrnehmbarkeitsmessungen werden zwei voneinander unabhängige Geräteanordnungen benötigt. Das Störgeräusch wird gemäss *Figur 7* aufbereitet. Dabei strahlt der Lautsprecher wahlweise das Raumgeräusch nach Hoth oder Unterhaltungsmusik ab.

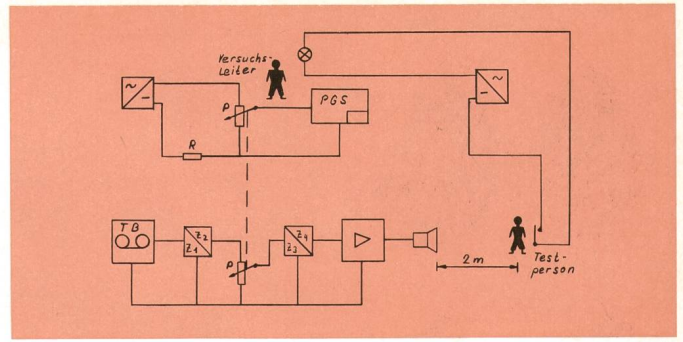
Die Schaltung gemäss *Figur 8* besteht aus einem Sende- und einem Registrierteil. Der Versuchsleiter stellt mit dem Doppelpotentiometer die Lautstärke der vom Tonbandgerät (TB) abgespielten Rufsignale ein, wobei die Potentiometerstellung laufend mit dem Pegelschreiber (PGS) registriert wird. Durch Tastendruck meldet die Versuchsperson die Wahrnehmung des Rufsignals. Der Versuchsleiter erkennt dies am Aufleuchten der Lampe und senkt daraufhin den Pegel, bis die Wahrnehmungsmeldung ausbleibt. Dann wird der Pegel während der vier Sekunden dauernden Rufpause ein wenig angehoben, bis erneut die Wahrnehmung gemeldet wird. Durch mehrmaliges Auf und Ab des Pegels wird die Wahrnehmbarkeitsschwelle recht genau bestimmt.

### 37 Testperson

Alle Messungen wurden mit den *gleichen* 25 Testpersonen durchgeführt. Die Versuchspersonen waren hauptsächlich in Büro- und Laborräumen tätig und somit niedrigen Lärmbelastungen ausgesetzt. Es wurden die Versuchsergebnisse aller Testpersonen gewertet. In *Figur 9* sind die Testpersonen nach Alter und Geschlecht gruppiert.

### 38 Für die Wahrnehmbarkeitsmessung verwendete Rufsignale

Für die Wahrnehmbarkeitsmessung wurden neun verschiedene elektronisch erzeugte Signale und ein Glockenweckersignal verwendet.

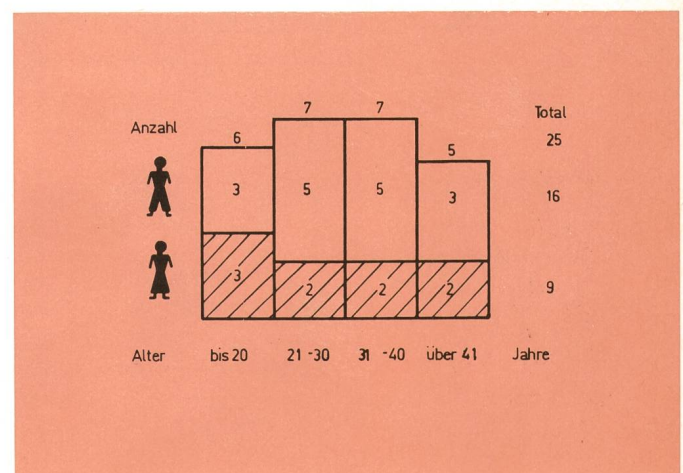


**Fig. 8**  
Messanordnung zur Bestimmung der Wahrnehmbarkeit — Dispositif de mesure permettant de déterminer la perceptibilité  
 Versuchsleiter — Contrôleur de l'essai  
 Testperson — Personne participant au test  
 P Lautstärkeregl. — Potentiomètre  
 PGS Pegelschreiber — Traceur de niveau  
 TB Rufsignal ab Tonband — Signal d'appel émis par le magnétophone  
 Z<sub>1</sub>...Z<sub>4</sub> Impedanzwandler — Transducteur d'impédance

### 36 Dispositifs de mesure

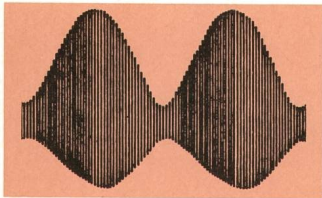
Pour les mesures de perceptibilité, on a mis en place deux dispositifs séparés. Le bruit perturbateur était engendré conformément à la *figure 7*. Le haut-parleur émettait au choix un bruit de salle selon Hoth ou de la musique légère.

Le montage de la *figure 8* se compose d'une partie «émission» et d'une partie «enregistrement». Le préposé à l'essai règle le volume sonore des signaux d'appel émis par le magnétophone (TB) au moyen du potentiomètre double, la position de ce dernier étant enregistrée constamment par le traceur de niveau (PGS). En pressant sur une touche, le participant au test annonce qu'il perçoit le signal d'appel. Le préposé à l'essai en est averti grâce à une lampe qui s'allume. Il abaisse alors le niveau jusqu'à ce que l'annonce de la perception ne lui parvienne plus. Ensuite, il l'augmente légèrement pendant les quatre secondes que dure la pause d'appel, jusqu'à ce que le signal de perception s'allume à nouveau. En augmentant et en diminuant plusieurs fois le niveau, on peut déterminer de manière très précise le seuil de perceptibilité.

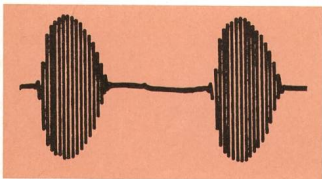


**Fig. 9**  
Zusammensetzung der untersuchten Personengruppe — Composition du groupe de personnes ayant participé aux tests  
 Anzahl — Nombre  
 Alter — Age  
 Jahre — Années:  
 Bis 20 — Jusqu'à 20  
 Über 41 — Au-delà de 41

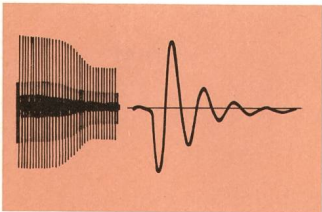
Fig. 10  
Für die Wahrnehmbarkeitsmessung verwendete Rufsignale —



Nr. 1  
Die Grundfrequenz von 2500 Hz wird mit 50 Hz moduliert

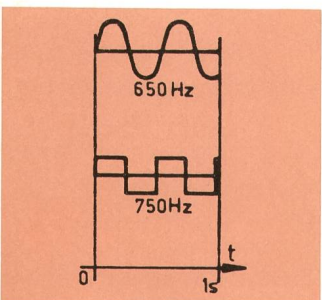


Nr. 2  
Die Grundfrequenz von 1000 Hz wird mit 25 Hz moduliert

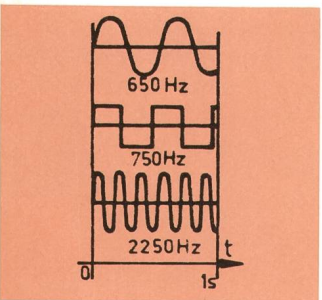


Nr. 3  
Die Grundfrequenz von etwa 4500 Hz wird im Takt von 1000 Hz angeregt (gedämpfte Schwingung). Dieses Signal ist noch mit 25 Hz moduliert

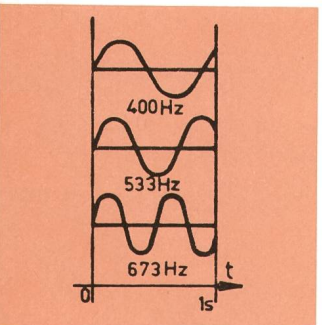
Nr. 4 Glockenweckersignal der Tischstation TS 70



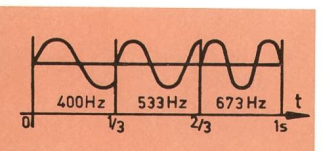
Nr. 5  
Überlagerung einer Sinus- mit einer Rechteckschwingung [3]



Nr. 6  
Signal Nr. 5 um die 3. Harmonische der Rechteckschwingung erweitert [3]



Nr. 7  
Die drei Frequenzen stehen in einem bestimmten Verhältnis zueinander und bilden einen schmalbandigen Quart/Sexte-Akkord [4]



Nr. 8  
Signal Nr. 7 wird in seine Komponenten zerlegt, das heißt jede Frequenz ertönt kurzzeitig allein [4]

### 37 Personen participant au test

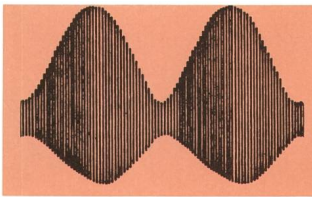
Toutes les mesures ont été effectuées avec les mêmes personnes, au nombre de 25. La plupart d'entre elles étaient employées dans les bureaux et les laboratoires; par conséquent, elles étaient soumises à de faibles nuisances de bruit. On a examiné les résultats obtenus avec tous les participants qui, dans la figure 9, sont classés par âges et par sexe.

### 38 Signaux d'appel utilisés lors des mesures de perceptibilité

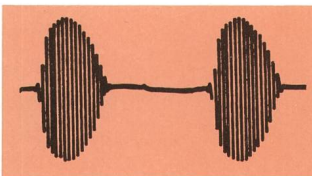
Pour les mesures de perceptibilité, on a émis neuf signaux électroniques et un signal de sonnerie.

Les formes de signaux N° 1...4 (fig. 10) proviennent d'appareils existants, les autres ont été tirées de la documentation spécialisée.

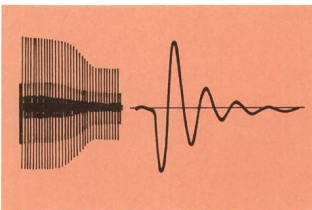
Fig. 10  
Signaux d'appel utilisés lors des mesures de perceptibilité



N° 1  
La fréquence fondamentale de 2500 Hz est modulée à 50 Hz

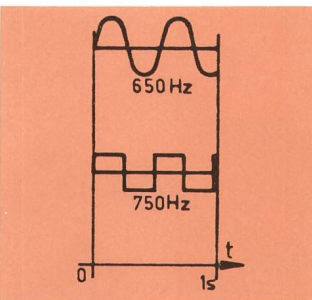


N° 2  
La fréquence fondamentale de 1000 Hz est modulée à 25 Hz

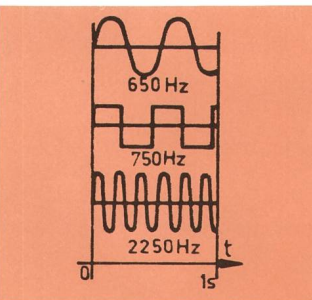


N° 3  
La fréquence fondamentale d'environ 4500 Hz oscille à une cadence de 1000 Hz (oscillation amortie). De plus, ce signal est modulé à 25 Hz

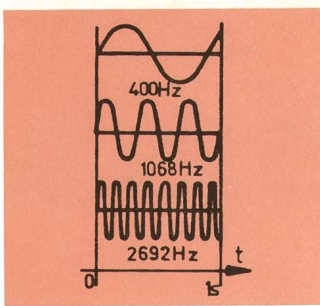
N° 4 Signal de sonnerie de l'appareil de table modèle TS 70



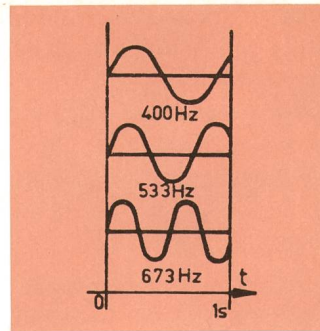
N° 5  
Superposition d'une oscillation sinusoïdale et d'une fréquence rectangulaire [3]



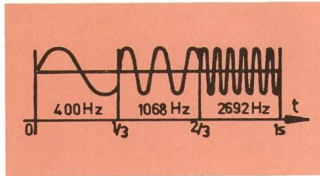
N° 6  
Signal N° 5 complété par le 3<sup>e</sup> harmonique de la fréquence rectangulaire [3]



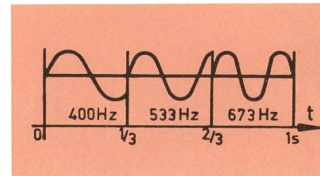
Nr. 9  
Die drei Frequenzen stehen in einem bestimmten Verhältnis zueinander und bilden einen breitbandigen Quart/Sexte-Akkord [4]



N° 7  
Les trois fréquences sont superposées avec un certain rapport et forment un accord de quarte/sixte à bande étroite [4]



Nr. 10  
Signal Nr. 9 wird in seine Komponenten zerlegt, das heisst, jede Frequenz ertönt kurzzeitig allein [4]



N° 8  
Le signal N° 7 est décomposé, c'est-à-dire que chaque fréquence est émise isolément pendant une brève durée [4]

Die Signalformen Nr. 1...4 (Fig. 10) sind aus bestehenden Stationen, die übrigen der Literatur entnommen.

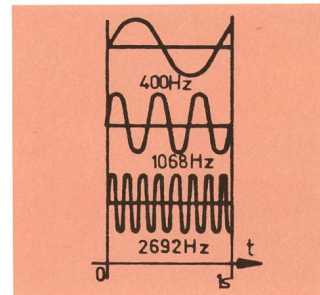
## 4 Messung der Wahrnehmung

### 41 Messung Nr. 1

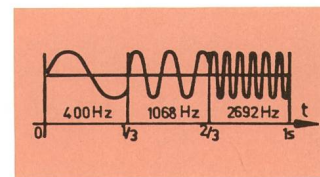
Die Messung Nr. 1 erfasst die Wahrnehmung im gleichen Raum (Fig. 5) und erfolgte im Raum A. Die Lautstärke der Störquelle, gemessen in 2 m Abstand, wurde für Musik und Hoth-Geräusche auf 70 dB A eingestellt.

In Fig. 11 wurden die Rufsignale nach der Höhe der durchschnittlichen Wahrnehmbarkeitsschwelle geordnet, wobei für jedes Rufsignal der Streubereich der Messwerte aufgezeichnet ist. Im linken Teil sind die Resultate für die Messung mit der Störquelle Hoth, rechts jene mit der Störquelle Musik angegeben.

Das Signal Nr. 4, der Weckerruf der TS 70, erreichte bei beiden Messungen die niedrigste durchschnittliche Wahrnehmbarkeitsschwelle. Es weist aber den *grössten Messwertestreibereich* auf, was ungünstig zu bewerten ist. Ein ideales Rufsignal muss eine möglichst niedrige Wahrnehmbarkeitsschwelle mit einem kleinen Streube-



N° 9  
Les trois fréquences sont superposées avec un certain rapport et forment un accord de quarte/sixte à bande large [4]



N° 10  
Le signal N° 9 est décomposé, c'est-à-dire que chaque fréquence est émise isolément pendant une brève durée [4]

## 4 Mesure de la perceptibilité

### 41 Série de mesures N° 1

Cette série de mesures portait sur la perceptibilité dans le même local, c'est-à-dire la pièce A, conformément à la figure 5. Le volume sonore de la source perturbatrice, mesuré à 2 m de distance, était réglé à 70 dB A pour la musique et le bruit de Hoth.

A la figure 11, les signaux d'appel ont été classés dans l'ordre croissant du seuil moyen de perceptibilité et on a indiqué les plages de dispersion des valeurs de mesure. Les résultats des mesures effectuées avec des bruits de Hoth sont représentés à gauche, alors qu'à droite la source perturbatrice était constituée par de la musique.

C'est avec le signal N° 4, soit avec la sonnerie d'appel de l'appareil de table modèle TS 70, que l'on a obtenu le seuil de perceptibilité moyen le plus bas dans les deux cas. En revanche, ce signal donne lieu à *la plus grande plage de dispersion des mesures*, ce qui peut être qualifié de peu favorable. Un signal d'appel idéal devrait avoir, si possible, un seuil de perceptibilité bas, avec une plage de dispersion étroite, c'est-à-dire que toutes les personnes, quels que soient leur âge et leur sexe, devraient percevoir l'appel dans une gamme de tolérance restreinte. Dans ces conditions, les signaux électroniques d'appel N° 1 et 2 (avec bruit de Hoth comme source perturbatrice), et les signaux 1, 2 et 3 (avec musi-

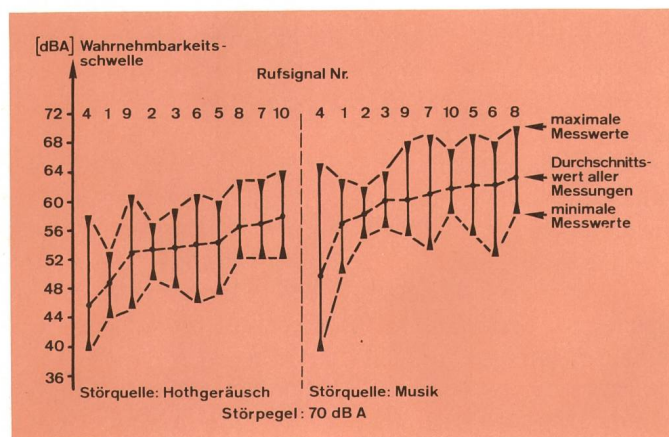


Fig. 11  
Messresultate der Wahrnehmbarkeitmessung im gleichen Raum — Résultats des mesures de perceptibilité dans le même local  
Wahrnehmbarkeitsschwelle — Seuil de perceptibilité  
Rufsignal Nr. — Signal d'appel N°  
Maximale Messwerte — Valeurs maximales mesurées  
Durchschnittswerte aller Messungen — Valeurs moyennes de toutes les mesures  
Minimale Messwerte — Valeurs minimales mesurées  
Störquelle: Hothgeräusch — Source perturbatrice: bruit de Hoth  
Störquelle: Musik — Source perturbatrice: musique  
Störpegel — Niveau perturbateur

reich haben, das heisst, alle Leute, unabhängig von Alter und Geschlecht, sollen das Rufsignal innerhalb eines kleinen Toleranzbereiches wahrnehmen können. Unter diesen Voraussetzungen sind bei der Messung mit dem Hoth-Geräusch als Störquelle die elektronischen Rufsignale Nr. 1 und 2 und bei der Messung mit Musik als Störquelle die Signale Nr. 1, 2 und 3 besser bezüglich der Wahrnehmbarkeit als der Weckerruf der TS 70.

Die durchschnittliche Wahrnehmbarkeitsschwelle aller elektronischen Rufsignale (Nr. 1...3, 5...10) liegt bei der Messung mit der Störquelle Musik 6 dB höher als bei den mit der Störquelle Hoth ermittelten Werten.

## 42 Messung Nr. 2

Bei der Messung Nr. 2 befindet sich die Rufquelle im Nebenraum. Die Störquelle ist im gleichen Raum wie die Testperson (Fig. 6). Die Messungen erfolgten bei einer Störquellenlautstärke von 60 dB A. Die nachfolgend aufgeführten Messresultate (Fig. 12) sind *normierte* Werte, das heisst auf die für die Messung Nr. 1 gültigen Verhältnisse bezogen. Normiert, indem zu den Messresultaten der Messung Nr. 2 10 dB addiert wurden, was der Differenz der Störquellenlautstärke zwischen der Messung Nr. 1 und Nr. 2 entspricht. Dies ist zulässig, da der Frequenzgang der Ohrempfindlichkeit im Bereich 50 bis 70 dB sehr ähnlich verläuft und somit durch die Umrechnung nur kleine, vernachlässigbare Fehler eingeschleust werden.

Die durchschnittlichen Wahrnehmbarkeitsschwellen für die elektronischen Rufsignale (Nr. 1...3, 5...10) haben sich gegenüber der Messung Nr. 1 (Fig. 11) nicht wesentlich verschoben. Verschlechtert hat sich die Wahrnehmbarkeit des Rufsignals Nr. 4 — der Weckerruf der TS 70 —, der nicht mehr besser gehört wird als die elektronischen Rufsignale. Diese Veränderung wird durch die Zimmertrennwand verursacht. Die Wand wirkt wie ein akustisches Filter (Tiefpass) auf die Rufsignale und dämpft besonders die Frequenzanteile oberhalb 1 kHz,

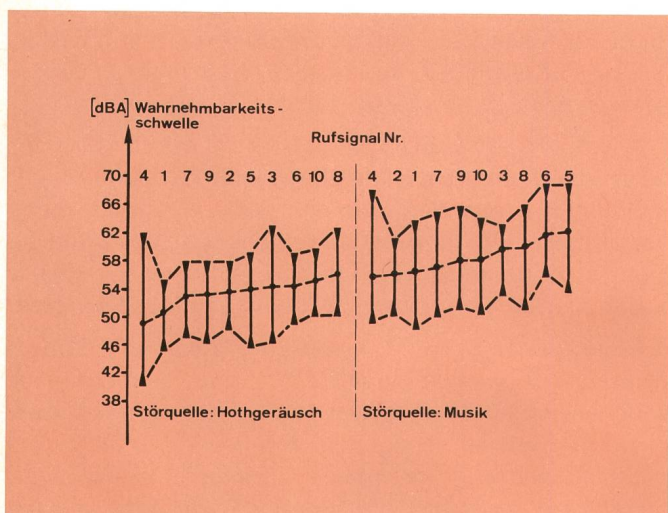


Fig. 12  
Messresultate der Wahrnehmbarkeitsmessung im Nebenraum (Rufquelle Raum B, Störquelle und Testperson Raum A) — Résultats des mesures de perceptibilité dans le local adjacent (source d'appel local B, source perturbatrice et personne participant au test local A)  
Wahrnehmbarkeitsschwelle — Seuil de perceptibilité  
Rufsignal Nr. — Signal d'appel N°  
Störquelle: Hothgeräusch — Source perturbatrice: bruit de Hoth  
Störquelle: Musik — Source perturbatrice: musique

que comme source perturbatrice) sont préférables quant à leur perceptibilité, comparativement à la sonnerie d'appel de l'appareil de table modèle 70.

Le seuil moyen de perceptibilité de tous les signaux d'appel électroniques (N° 1...3, 5...10) est de 6 dB plus élevé avec la source perturbatrice constituée par de la musique qu'avec le bruit de Hoth.

## 42 Série de mesures N° 2

Lors de la série de mesures N° 2, la source d'appel se trouvait dans le local adjacent et la source perturbatrice dans la même pièce que la personne ayant participé au test (fig. 6). Le volume de la source perturbatrice était réglé à 60 dB A. Les résultats indiqués ci-après (fig. 12) sont des valeurs «normalisées», c'est-à-dire qu'elles ont été adaptées aux conditions appliquées dans la première série de mesures. Pour les obtenir normalisées, on a ajouté 10 dB aux résultats de la seconde série de mesures, ce qui correspond à la différence de volume de la source perturbatrice entre les deux séries d'essais. Cette méthode est admissible, étant donné que la réponse en fréquences de l'oreille humaine suit une courbe très semblable dans la gamme de 50 ...70 dB et qu'ainsi la conversion n'entraîne que de faibles erreurs qui sont négligeables.

Les valeurs moyennes de perceptibilité des signaux d'appel électroniques (N° 1...3, 5...10) sont peu différentes de celles de la première série de mesures (fig. 11). En revanche, la perceptibilité du signal d'appel N° 4 de la sonnerie de l'appareil TS 70 s'est dégradée, puisqu'elle n'est pas mieux perçue qu'un signal d'appel électronique. Cette modification est due à la paroi de séparation qui intervient comme un filtre acoustique (filtre passe-bas), lequel influence les signaux d'appel et amortit en particulier les fréquences supérieures à 1 kHz: l'effet est donc défavorable sur la perceptibilité de la sonnerie d'appel.

Le signal d'appel N° 7 s'est modifié de manière positive puisque son seuil de perceptibilité a baissé de 4 dB comparativement à la première série de mesures; cela revient à dire que l'appel peut être mieux perçu. Cette amélioration s'explique par le fait que les composants du signal d'appel de 533 Hz coïncident avec la *résonance du local de mesure* qui est d'environ 525 Hz. Toutefois, on ne saurait tirer profit de cet effet dans la recherche d'un nouveau signal d'appel, car les fréquences de résonance du local de mesure sont fonction de la géométrie de la pièce. Si les signaux d'appel sont analysés selon le seuil de perceptibilité, auquel tous les participants aux tests perçoivent les appels de manière certaine, on remarque que les signaux électroniques sont meilleurs que le signal de la sonnerie TS 70, à l'exception des N° 3 et 8 pour les mesures faites avec les bruits de Hoth, ou des N° 5 et 6 pour les mesures effectuées avec la source perturbatrice constituée par de la musique.

## 43 Série de mesures N° 3

Pour cette série de mesures, la source perturbatrice et la source d'appel étaient situées dans le local adjacent (fig. 6). Les mesures ont eu lieu avec un volume de

was sich vor allem beim Weckerruf nachteilig auf die Wahrnehmbarkeit auswirkt.

Positiv verändert hat sich das Rufsignal Nr. 7, dessen Wahrnehmbarkeitsschwelle gegenüber der Messung Nr. 1 um 4 dB gesunken ist, das heisst, der Ruf wurde besser hörbar. Diese Erscheinung ist darin begründet, dass die Rufsignalkomponente von 533 Hz mit der *Messraumresonanz* von etwa 525 Hz zusammenfällt. Dieser Effekt darf bei der Suche nach einem neuen Rufsignal nicht ausgenutzt werden, weil Raumresonanzfrequenzen je nach der Raumgeometrie verschieden sind. Werden die Rufsignale nach der Wahrnehmbarkeitsschwelle beurteilt, bei der alle Testpersonen das Rufsignal sicher wahrnehmen, so sind die elektronischen Rufsignale besser als das Glockenweckersignal der TS 70, mit Ausnahme von Nr. 3 und Nr. 8 bei der Messung mit der Störquelle Hoth oder von Nr. 5 und Nr. 6 bei der Messung mit der Störquelle Musik.

### 43 Messung Nr. 3

Bei dieser Wahrnehmbarkeitsmessung sind Stör- und Rufquelle im Nebenraum (Fig. 6). Die Messungen erfolgten bei einer Störquellenlautstärke von 75 dB A. Die Messresultate (Fig. 13) wurden wie jene der Messung Nr. 2 normiert. Für die Schalldämmung der Wand und die Dämpfung, verursacht durch den Abstand Testperson—Rufquelle, beträgt die Messwertdifferenz  $-27$  dB.

Wiederum zeigt das Rufsignal Nr. 4 den grössten Messwertestreibereich. Werden die Signale nach den extremen Messwerten beurteilt, so ergeben alle elektronischen Rufsignale eine bessere Wahrnehmbarkeit als das Glockenweckersignal der TS 70. Die Differenz der durchschnittlichen Wahrnehmbarkeitsschwellen zwischen der Messung mit der Störquelle Hoth und der Messung mit der Störquelle Musik beträgt etwa 3 dB. Der Unterschied der Wahrnehmbarkeitsschwelle vom besten zum schlechtesten Rufsignal beläuft sich für beide Störquellen auf etwa 12 dB. Dies entspricht der Veränderung bei der Messung Nr. 1, was zu erwarten war, denn bei beiden Messungen hatten das Rufsignal und die Störquelle die gleichen Ausbreitungsbedingungen, im Gegensatz zur Messung Nr. 2. Dort wurde lediglich eine Veränderung um etwa 7 dB gemessen (Fig. 12).

Die nachfolgend aufgeführten Erkenntnisse gelten für die drei ersten Wahrnehmbarkeitsmessungen.

Das Glockenweckersignal hat bei allen Messungen die grösste Messwertestreuung, bedingt durch die starke Abhängigkeit von Alter und Geschlecht. So haben besonders ältere Männer grosse Mühe, das Weckersignal wahrzunehmen. Dagegen hören vor allem jüngere Frauen den Weckerruf hervorragend. Bei den elektronischen Rufsignalen konnte weder eine Abhängigkeit vom Alter noch vom Geschlecht festgestellt werden.

Ermittelt man die durchschnittliche Wahrnehmbarkeitsschwelle der schmalbandigen Rufsignale Nr. 5...10 und jene der breitbandigen Rufsignale Nr. 1...3, so ergibt sich für die drei Messungen eine Differenz von rund 3 dB. Dieses Resultat zeigt, dass breitbandige Signale besser wahrgenommen werden. Die durchschnittliche Mithörschwelle aller Messungen beträgt bei

- Hoth-Geräusch-Lautstärke – 17 dB
- Musiklautstärke – 13 dB

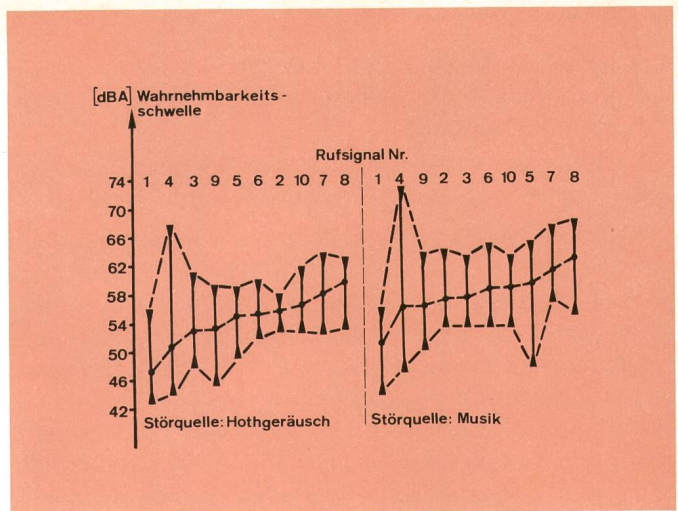


Fig. 13  
Messresultate der Wahrnehmbarkeitsmessung im Nebenraum (Ruf- und Störquelle im Raum B, Testperson im Raum A) — Résultats des mesures de perceptibilité dans le local adjacent (source d'appel et source perturbatrice local B, personne participant au test local A)  
Wahrnehmbarkeitsschwelle — Seuil de perceptibilité  
Rufsignal Nr. — Signal d'appel N°  
Störquelle: Hothgeräusch — Source perturbatrice: bruit de Hoth  
Störquelle: Musik — Source perturbatrice: musique

source perturbatrice réglée à 75 dB A. Les résultats obtenus (fig. 13) ont été «normalisés» comme ceux de la série de mesures N° 2. En ce qui concerne l'absorption due à la paroi et l'affaiblissement dû à la distance entre la personne effectuant le test et la source d'appel, la différence de valeur mesurée est de  $-27$  dB.

A nouveau, le signal d'appel N° 4 a donné la plus grande plage de dispersion des valeurs. Si l'on examine les signaux en fonction des valeurs de mesure extrêmes, tous les signaux d'appel électroniques se caractérisent par une meilleure perceptibilité que le signal de l'appareil TS 70. La différence des seuils moyens de perceptibilité entre les mesures faites avec le bruit de Hoth et les mesures réalisées avec la musique est d'environ 3 dB. Le seuil de perceptibilité entre le meilleur signal et le moins bon varie d'environ 12 dB pour chacune des sources perturbatrices. Cela correspond aux modifications constatées lors de la première série de mesures, ce qui était prévisible, car, pour ces deux séries de mesures, le signal d'appel et la source perturbatrice avaient les mêmes conditions de propagation, contrairement à la deuxième série de mesures où on a mesuré une variation d'environ 7 dB (fig. 12).

Les conclusions suivantes s'appliquent donc aux trois premières séries de mesures de perceptibilité. Pour toutes les mesures, le signal de la sonnerie d'appel est affecté de la plus grande dispersion des valeurs; il convient cependant de signaler que cela dépend de l'âge et du sexe des participants aux tests. Ainsi, les hommes âgés ont beaucoup de peine à percevoir le signal de la sonnerie, alors que les jeunes femmes l'entendent très bien. Dans la perception des signaux d'appel électroniques, on n'a constaté aucune différence due à l'âge ou au sexe.

Si l'on enregistre les seuils moyens de perceptibilité des signaux d'appel à bande étroite N° 5...10 et ceux des signaux à large bande N° 1...3, on obtient, pour les trois séries de mesures, une différence de quelque 3 dB. Ce résultat montre bien que les signaux à large bande sont

#### 44 Messung Nr. 4

In dieser Mess-Serie mussten die Testpersonen für jede Rufsignalart die maximal gerade noch zulässige Ruflautstärke bestimmen.

Es wurde der für die Messung 1 benützte Messaufbau verwendet. Die Messung erfolgte ohne Störgeräusche.

In *Figur 14* ist für jede Rufsignalart angegeben, wie viele Testpersonen die maximale Ruflautstärke innerhalb eines 5-dB-Abschnittes eingestellt haben. Der Anteil weiblicher Versuchspersonen ist schraffiert gezeichnet. Bei den elektronischen Rufsignalen liegt das Schwerkgewicht für die maximal zulässige Ruflautstärke im Bereich 76 bis 80 dB A. Beim Rufsignal Nr. 4, dem Glockenwekkerruf, ergibt sich ein Maximum im Bereich von 66 bis 70 dB A. Für elektronische Rufsignale werden demnach 5 bis 10 dB A mehr Ruflautstärke zugelassen (10 dB A mehr Rufsignal werden als Verdoppelung der Ruflautstärke empfunden).

Ein wesentliches Merkmal zeigt sich für alle Rufsignale: Frauen lassen eine kleinere maximale Ruflautstärke zu als Männer.

Bei den breitbandigen elektronischen Rufsignalen Nr. 1...3 haben mehr als 80 % der Testpersonen maximale Ruflautstärken im Bereich von 71 bis 85 dB A eingestellt. Bei den übrigen Rufsignalen ist keine solche Konzentration zu beobachten.

#### 5 Schlussbetrachtungen

Wie die durchgeführten Untersuchungen zeigen, sind die Anforderungen an ein elektronisches Rufsignal sehr vielschichtig. So muss beispielsweise das Rufsignal einer Telefonstation in einem Büro andere Kriterien erfüllen als das Rufsignal einer Telefonstation in einer Wohnung. In beiden Anwendungen wird jedoch die gleiche Station eingesetzt. Die Rufsignaleigenschaften, besonders die Ruflautstärke, sollten deswegen veränderbar sein. Wie aus *Figur 14* hervorgeht, wird für elektronische Rufsignale eine maximale Ruflautstärke von 75 bis 80 dB A zugelassen. Da diese Lautstärke in vielen Fällen als zu laut empfunden wird, muss der Pegel bis zu einem vorgegebenen Minimum eingestellt werden können. Es wäre möglich, mit der Ruflautstärke auch den Klang zusätzlich zu verändern, so dass bei grosser Lautstärke der Ruf als aggressiv und bei reduzierter Lautstärke als angenehm empfunden wird. Den Rufrythmus gemäss *Figur 15* unabhängig von dem aus der Zentrale empfangenen Rufsignal zu verstellen, wäre eine weitere Möglich-

mieux perçus. Le seuil moyen d'audibilité pour toutes les séries de mesure correspond à un volume sonore de

- 17 dB avec le bruit de Hoth
- 13 dB avec la musique

#### 44 Série de mesures N° 4

Dans cette série de mesures, les personnes participant aux tests devaient indiquer, pour chaque type de signal, le volume sonore maximal encore supportable.

On a utilisé le dispositif de mesure de la première série, et les essais ont été faits sans bruits perturbateurs. La *figure 14* montre, pour chaque signal d'appel, combien de personnes ont réglé le volume sonore maximal, par tranche de 5 dB, la participation féminine étant indiquée en hachuré. Pour les signaux d'appel électroniques, le point fort du volume sonore maximal se situe dans la plage des 76...80 dB A. Quant au signal N° 4, soit celui délivré par la sonnerie d'appel, le maximum a été obtenu dans la gamme de 66...70 dB A. On peut donc admettre un volume sonore supplémentaire de 5...10 dB A pour les signaux d'appel électroniques. (Une augmentation de 10 dB A de signal d'appel est perçue comme un accroissement du volume sonore du simple au double).

Une caractéristique importante applicable à tous les signaux d'appel s'est révélée: les femmes admettent un volume sonore maximal plus faible que les hommes.

Avec les signaux d'appel électroniques à large bande N° 1... 3, plus de 80 % des personnes ont réglé le volume sonore maximal entre 71 et 85 dB A. Pour les autres signaux d'appel, on n'a pas observé de concentration semblable.

#### 5 Conclusions

Comme les essais l'ont montré, un signal d'appel électronique doit répondre à des exigences multiples. Ainsi, le signal d'appel d'un appareil installé dans un bureau doit satisfaire à d'autres critères que celui d'une station téléphonique montée dans un appartement. Dans les deux cas, on utilise cependant le même appareil. Les caractéristiques du signal d'appel, en particulier le volume sonore, devront de ce fait être modifiables. Comme l'indique la *figure 14*, on admet un volume sonore maximal de 75...80 dB A pour les signaux d'appel électroniques. Vu que ce volume est trop élevé dans de nombreux cas, le niveau devra être réglé jusqu'à un mi-

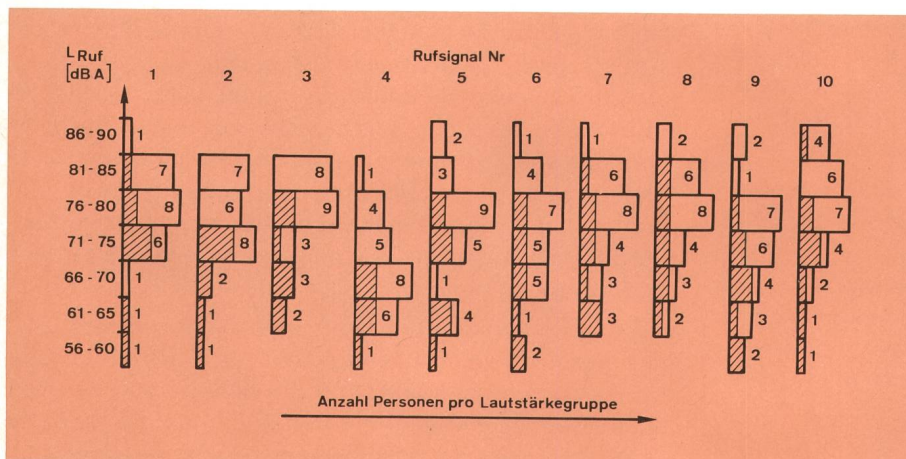


Fig. 14  
Maximal zulässige Ruflautstärke — Volume sonore maximal admissible  
Ruf — Appel  
Rufsignal Nr. — Signal d'appel N°  
Anzahl Personen pro Lautstärkegruppe — Nombre de personnes par catégorie de volume

keit, die Rufeigenschaften den Kundenwünschen anzupassen.

Bei jeder Variationsmöglichkeit ist darauf zu achten, dass die Bandbreite des Rufsignals möglichst gross bleibt. Die Bandbreite eines künftigen Rufsignals soll heute noch nicht festgelegt werden, da diese unter anderem auch vom Schallwandler abhängig ist. Bei der Festlegung der unteren Frequenzgrenze des Rufspektrums ist jedoch darauf zu achten, dass auch tiefe Frequenzkomponenten (rund 400 Hz) enthalten sind, obwohl diese leicht durch Umgebungslärm verdeckt werden. Sie verbessern jedoch die Klangeigenschaften des Rufsignals und haben zudem den Vorteil, durch Wände und Türen nur wenig gedämpft zu werden.

Als Schallwandler könnten ein kleiner Lautsprecher, eine Hörer- oder Mikrofonkapsel verwendet werden. Die Anwendung einer im Mikrotel vorhandenen Kapsel wäre eine kostengünstige Lösung, mit dem Nachteil der Beschränkung der Bandbreite des Rufsignals auf etwa 200...3500 Hz. Die Vorteile eines separaten Lautsprechers sind die grössere Bandbreite und die zusätzliche Verwendungsmöglichkeit für die Rufverfolgung und die Sprachübertragung bei einem Lautsprechertelefon.

Nebst all diesen technischen Forderungen darf der Kostenaufwand nicht vergessen werden. Für die künftige Tonrufeinheit muss daher eine Kompromisslösung zwischen den Eigenschaften des Rufes, deren Einstellmöglichkeiten und den Kosten gefunden werden.

Zusammenfassend zeigten die Untersuchungen, dass elektronisch erzeugte Rufsignale gleichwertige und in einigen Punkten bessere Resultate als die Weckersignale ergaben.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen konnten nun einige Forderungen an ein neues Rufsignal aufgestellt werden. Aufgrund dieser Bedingungen wurde ein entsprechendes Rufsignal entwickelt und mit Hilfe der Wahrnehmbarkeitsmessungen beurteilt. Über die erreichten Messresultate und die praktischen Auswirkungen wird in einem späteren Artikel berichtet.

*Adresse der Autoren:* P. Appoloni und L. Guldbrandsen, c/o Zellweger Uster AG, CH-8634 Hombrechtikon, und E. Seemann, Generaldirektion PTT, Abt. Forschung und Entwicklung, CH-3030 Bern.

#### Bibliographie

- [1] *Fasold W.* Untersuchungen über störende Wohngeräusche. Leipzig, Hochfrequenztechnik und Elektroakustik 73 (1964), S. 157.
- [2] *Hoth D. F.* Room Noise Spectra at Subscribers Telephone Locations. New York, Journal of the Acoustical Society of America 12 (1941), p. 499.  
*Seacord D. F.* Room Noise at Telephone Locations. New York, Electrical Engineering 58 (1939), p. 255.
- [3] *Sotscheck J.* und *Wehrmann R.* Eine neue elektroakustische Rufeinrichtung für Fernsprechteilnehmerapparate. Berlin, Heinrich-Hertz-Institut, TB 55.
- [4] *Reinicke W.* Untersuchungen zum akustischen Rufsignal für Fernsprechteilnehmer. Fernmeldetechnisches Zentralamt der Deutschen Bundespost, Teil 1, Technischer Bericht 5854, Juli 1963; Teil 2, Technischer Bericht 5855, April 1964.

obtenus et les effets pratiques feront l'objet d'un article publié ultérieurement.

*Adresse des auteurs:* P. Appoloni et L. Guldbrandsen, c/o Zellweger Uster SA, CH-8634 Hombrechtikon, et E. Seemann, Direction générale des PTT, Division des Recherches et du Développement, CH-3030 Berne.

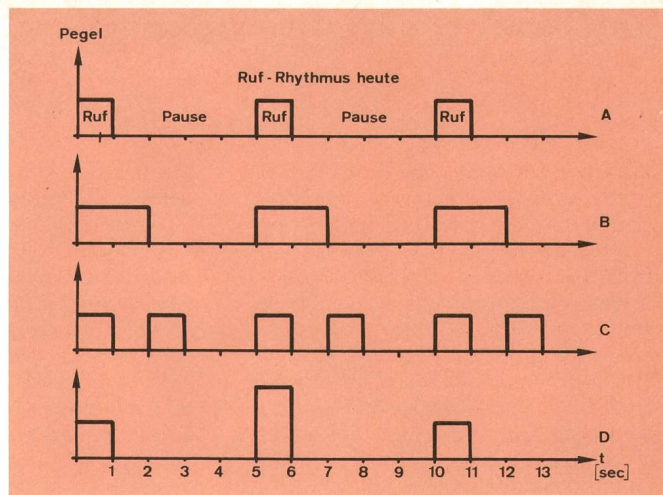


Fig. 15  
Verschiedene Rhythmusmöglichkeiten A...D für das Rufsignal – Possibilités de rythme du signal d'appel A...D

Pegel – Niveau

Ruf – Appel

Rufrythmus heute – Rythme actuel des appels

nimum donné. Il serait possible d'influencer également l'impression subjective grâce au volume sonore, de manière qu'une puissance sonore élevée soit ressentie comme agressive alors qu'un volume sonore limité serait agréable. Régler le rythme d'appel indépendamment des signaux d'appel reçus du central selon la figure 15, constituerait une autre possibilité d'adapter les signaux d'appel aux désirs des usagers.

Pour chaque variante, il importe de veiller à ce que la bande du signal d'appel soit aussi large que possible. La largeur de bande d'un futur signal ne saurait être fixée actuellement, étant donné qu'elle dépend également, entre autres points, du transducteur acoustique. Lorsqu'on fixe la limite inférieure du spectre d'appel, il convient d'inclure des composantes de fréquences basses (environ 400 Hz), même si elles risquent d'être étouffées par le bruit ambiant. Cependant, elles améliorent les caractéristiques sonores du signal d'appel et, autre avantage, elles sont peu amorties par les parois et les portes des locaux.

Comme transducteur de sons, on peut avoir recours à un petit haut-parleur, une capsule d'écoute ou une capsule de microphone. L'utilisation d'une capsule incorporée dans le combiné est une solution peu coûteuse, mais qui limite la largeur de bande du signal d'appel à environ 200...3500 Hz. Les avantages d'un haut-parleur séparé résident dans une plus grande largeur de bande et une possibilité supplémentaire de surveillance et d'identification des appels et de transmission de la parole par l'intermédiaire d'un téléphone à haut-parleur.

Outre les exigences techniques, il ne faut pas oublier l'aspect financier. Pour une future unité d'appel, il faudra en effet trouver un compromis entre les caractéristiques de l'appel, les possibilités de réglage et les frais.

En résumé, ces essais ont montré que les signaux d'appel électroniques ont donné des résultats équivalents aux signaux des sonneries, voire meilleurs en certains points.

De ces expériences il est possible de dégager quelques conditions auxquelles un nouveau signal d'appel devra répondre. Ainsi, on a mis au point un nouveau signal qui tient compte de ces exigences et qui a été analysé à l'aide de mesures de perceptibilité. Les résultats