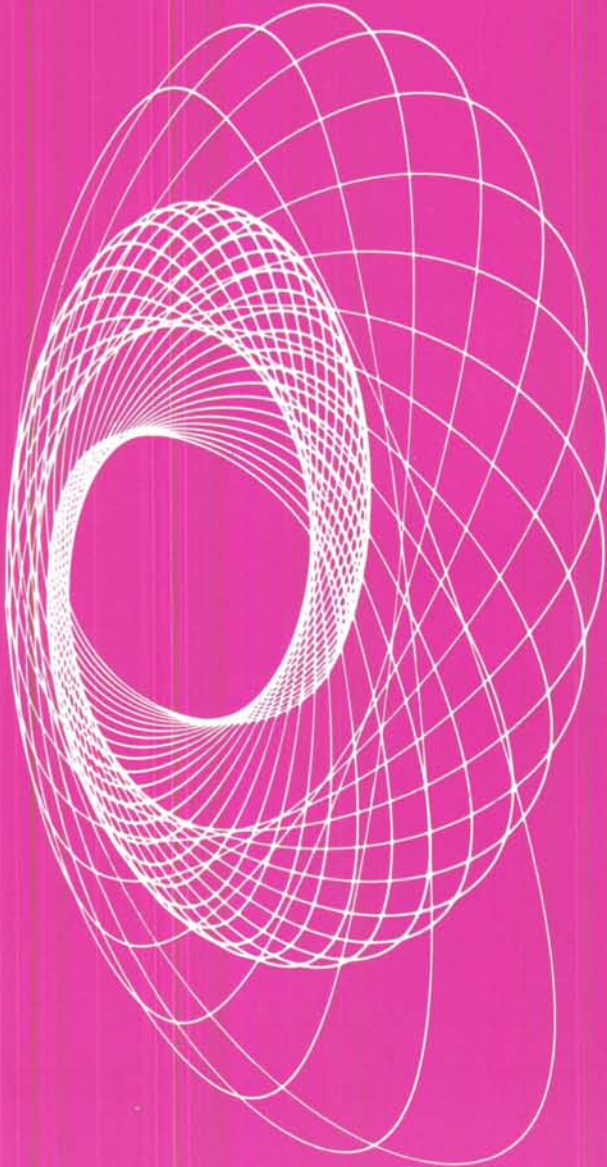


P 21976 F

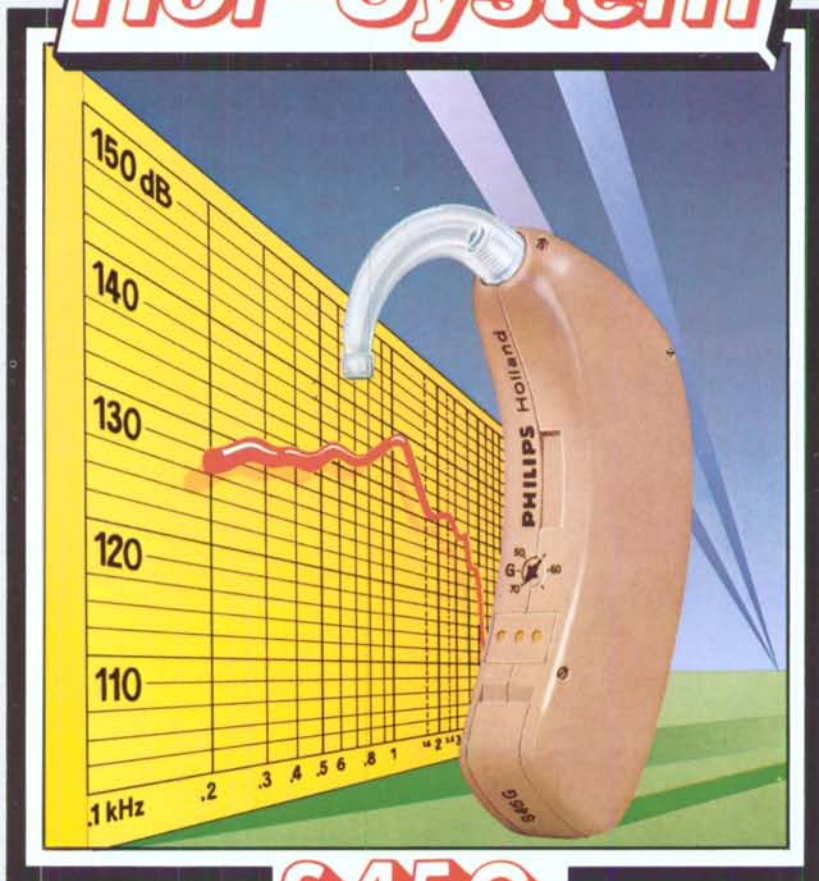
# Audiologische Akustik

# Audiological Acoustics

ISSN 0172-8261



# multi-starkes Hör-System



## S45G

Höchstleistungs-Super-Power-Gerät mit Gegentaktendstufe ● stufenloser Verstärkungsvorwahl (G) ● stufenloser Begrenzung (P) ● stufenlosem Tiefonfilter (H) ● stufenlosem Hochtonfilter (L) ● max. Lautstärkepegel 140 dB ● max. Verstärkung 70 dB

Fordern Sie unseren Sonderprospekt an.

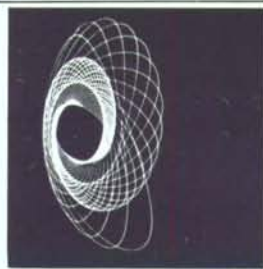
Philips Hörgeräte · Postfach 63 05 60 · 2000 Hamburg 63



# PHILIPS

# Audiologische Akustik

## Audiological Acoustics



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

median-verlag  
Hans-Jürgen von Killisch-Horn

24. Jahr/Vol. 24      November/Dezember · November/December 1985      Nr./No. 6

	Inhalt	Contents	
E. W. Johnson	Im Gehörgang eingesetzte Hörhilfen	Intracanal Hearing Aids	158
Hugo Fastl	Adaptation, Nachverdeckung und Zeitauflösungsvermögen Teil 2	Auditory Adaptation, Post-Mas- king and Temporal Resolution Part 2	168
	12. Kolloquium audiologisch tätiger Physiker und Ingenieure	12th Colloquium of Audiological Physicists and Engineers	178
	Buchbesprechung	Book Review	187



# Im Gehörgang eingesetzte Hörhilfen

E. W. Johnson

*Zusammenfassung Diese Untersuchung von 500 Patienten, die sich für die Anpassung eines Gehörgangsgeräts gemeldet hatten, zeigt, daß damit den meisten Benützern wirksam geholfen werden kann. Die wesentlichen Vorbehalte hinsichtlich Benützung dieses Hörgerätes ergeben sich aus dem Umfang des Hörverlustes, der Verlaufsform der audiometrischen Kurve, der Größe und Gestaltung des Gehörgangs sowie aus der Handfertigkeit des Patienten. Sofern diese Faktoren bei der Anpassung berücksichtigt werden, läßt sich mit diesem Hörgerät eine hohe Erfolgsquote erzielen. Zweifellos trifft auch zu, daß viele Hörbehinderte, die vorher die Benützung einer Hörhilfe abgelehnt hatten, sich jetzt bereit erklärten, dieses Gerät an sich zu erproben. Der rasche Erfolg dieses Hörgerätes wird damit begründet, daß es den gewünschten kosmetischen Bedürfnissen entgegenkommt.*

Im August 1983 löste ein Ereignis in unserem Büro weitreichende Folgen in der ganzen Welt aus. Der Präsident erschien bei uns zu seiner jährlichen Gehöruntersuchung und erklärte sich damit einverstanden, daß ihm ein Gehörgangsgesetzgerät am beeinträchtigten Ohr eingesetzt würde. Als diese Nachricht über Draht aufgegriffen und im Lande selbst und außerhalb verbreitet wurde, sah sich unsere Praxis einer Lawine von Anmeldungen für eine Gehöruntersuchung gegenüber. Viele, die bisher gezögert hatten, ein Hörgerät zu benutzen, sagten sich, daß sie dem Entschluß des Präsidenten, ein Hörgerät zu tragen, ebenfalls folgen könnten. Innerhalb kürzester Zeit waren wir mit Anmeldungen für Monate ausgebucht. Viele kamen, um sich beraten und um sich gegebenenfalls das gleiche Hörgerät wie das des Präsidenten verschreiben zu lassen. Plötzlich waren Ohrenärzte und Audiologen überall im Lande mit Anmeldungen zu Gehöruntersuchungen überhäuft.

Es erschien angebracht, etwa ein Jahr später der Frage nachzugehen, was aus den damaligen Anpassungen mit Gehörgangsgesetzgeräten geworden war. Handelte es sich lediglich um eine Laune des Augenblicks, oder führte diese Entwicklung zu einer Umwälzung in der Hörgeräte-Industrie? Sind diejenigen, die diese Geräte tragen, mit den Ergebnissen zufrieden? Welche Indikationen lagen vor und welchen Beschränkungen unterlag die Benützung dieser Art von Hörhilfen? Welche Probleme treten bei diesen Hörgeräten auf? Wie müssen diese Hörgerätebenutzer beraten werden?

Die vorliegende Abhandlung beschreibt die Ergebnisse einer Untersuchung von 500 aufeinanderfolgenden Anpassungen mit Gehörgangsgesetzgeräten. Es fällt auf, daß im vorliegenden Fall die männlichen Patienten wesentlich stärker vertreten waren als die weiblichen. Die untersuchte Gruppe bestand aus 298 Männern und 202 Frauen. Wir können vernünftigerweise annehmen, daß Männer auf die kosmetischen Gesichtspunkte der Hörgeräte-Anpassung mehr Wert legten als Frauen. Einer

In August, 1983, an event occurred in our office that had far-reaching consequences throughout the world. The President came in for his annual ear examination and agreed at that time to put on an intracanal hearing aid in his impaired ear. When this news was picked up by the wire services and flashed around the country and the world, our office was besieged with appointment requests. Many people who have hesitated about putting on a hearing aid decided that if the President could wear an aid so could they. Within a short span of time we were booked to capacity several months ahead. Many people that came in wanted to investigate and perhaps wear the President's hearing aid. Suddenly, ear doctors and audiologists across the country were flooded with calls for hearing evaluation appointments.

It seemed appropriate a year or so later to take a look at what had happened on referrals for intracanal hearing aids. Was this a momentary fad or a significant step forward in the hearing aid industry? Are people who are wearing these instruments pleased with results? What were the indications and limitations in the use of this type of instrumentation? What are the problems with this type of aid? What type of counseling should be used for these patients?

This paper is the result of a study of 500 consecutive fittings for intracanal hearing aids. It is interesting that there is a significantly larger number of males than females in this series of cases. The population consisted of 298 men and 202 women. We might reasonably assume that men were more conscious of the cosmetic aspects of a hearing aid than women. Obviously, it is easier for a woman to wear a postauricular hearing aid and with careful hair styling to conceal the use of the instrument.

Age of the patients in this study ranged from 15 to 94 years old. The single largest group of patients was in the 61 to 70 year age bracket. An analysis of patient age is presented in Table 1.

# Intracanal Hearing Aids

**Summary** *This study of 500 patients referred for intracanal hearing aids indicates that most of the individuals can be successfully fitted with this type of instrumentation. The major restrictions on the use of this aid relates to the extent of the hearing loss, the shape of the audiometric curve, the size and shape of the ear canal, and the manual dexterity of the patient. If these factors are taken into account in the fitting of the instrument, the success rate may be very high. There is no question that many individuals who had previously rejected the use of amplification have been willing to try this type of fitting. The underlying cause for the rapid success of this aid is the desirable cosmetic aspect of the hearing aid.*

Frau fällt es offensichtlich leichter, ein Hinter-Ohr-Gerät zu tragen und es durch eine entsprechende Frisur nach außen zu verbergen.

Das Alter der Patienten, die sich dieser Untersuchung unterzogen, lag zwischen 15 und 94 Jahren. Die Patienten zwischen 61 bis 70 Jahren stellten die stärkste Altersgruppe. Eine Aufschlüsselung des Patientenalters ist in Tabelle 1 enthalten.

**Tabelle 1 Altersgruppen der Patienten**

15 bis 19	1
20 bis 45	33
46 bis 60	147
61 bis 70	178
71 bis 80	113
81 bis 90	26
91 und älter	2
	500

Eine ebenso breite Streuung wie beim Alter lag annähernd auch bei der beruflichen Ausrichtung der Patienten vor. Hier stellten die Geschäftsleute (26%) die stärkste Gruppe. Überraschenderweise waren fast ein Fünftel der Untersuchten Pensionäre. Die Patienten kamen aus allen Schichten der Gesellschaft, wie z. B. Drucker, Presseleute, Angehörige der Armee, Zahnärzte, Richter, Sozialarbeiter, Unternehmer, Diplomaten, Postangestellte, Makler, Busfahrer und Friseure.

Die Einbeziehung in die Untersuchung setzte voraus, daß die Patienten mindestens 6 Monate nach der ersten Hörgeräte-Anpassung einer Nachuntersuchung unterzogen wurden. Ungefähr 350 dieser Patienten stellten sich in der Praxis einer Neubefundung des Gehörs. Viele der anderen Patienten kamen von weit her oder

**Table 1 Age Range of Patients**

15 to 19	1
20 to 45	33
46 to 60	147
61 to 70	178
71 to 80	113
81 to 90	26
91 and over	2
	500

Just as age covered a very wide range, similarly the occupational background of these individuals covered a large variety of activity. The single largest category (26%) were business individuals. Surprisingly nearly one-fifth of the total consisted of retired people. Patients from all walks of life were included in this sample, however. Fields such as printers, pressmen, armed forces individuals, dentists, judges, social workers, contractors, diplomats, mailmen, stock brokers, bus drivers, barbers, and diplomats.

The follow-up on the patients at least six months after the initial fitting of the aid was made the basis for inclusion in the study. Approximately 350 of these patients were seen in the office for re-evaluation. Many of the other patients were seen in the office for re-evaluation. Many of the other patients were from great distances or had moved without a change of address. All of the individuals that we could reach were sent questionnaires that they were asked to complete and return to the office. Sixty seven of the 500 patients we were unable to get adequate follow-up on. These individuals were not included in the data. Of the remaining 433 patients, 265 were judged to be successful fittings. Seventy eight of the patients were using the instruments but on a part



waren verzogen, ohne die geänderte Anschrift bekanntzugeben. Alle Personen, die wir erreichen konnten, erhielten Fragebögen zugesandt mit der Bitte, diese ausgefüllt an die Praxis zurückzusenden. 67 von 500 Patienten konnten wir nicht ordnungsgemäß nachuntersuchen, weshalb sie auch in den verschiedenen Angaben nicht vertreten sind. Unter den restlichen 433 Patienten gab es 265, bei denen die Hörgeräte-Anpassung als erfolgreich angesehen wurde. 78 dieser Patienten benutzten die Hörgeräte nicht ganztags oder berichteten, daß sie nur einen beschränkten Nutzen brächten. Insgesamt gab es in dieser Gruppe 90 Ausfälle, bei denen die Hörgeräte-Anpassung als unzureichend beurteilt wurde. Diese Ausfälle werden noch untersucht werden, ebenso die Fälle, in denen die Hörhilfe nur beschränkt half.

Überraschenderweise stellten wir fest, daß ein überwiegender Teil dieser 433 Personen zum ersten Mal Hörgeräte benutzte. 362 Patienten hatten nie eine Hörhilfe vorher verwendet und nur 71 aus der Versuchsreihe waren erfahrene Hörgerätebenutzer. Dies scheint die Tatsache zu bestätigen, daß das Gehörgangsgerät viele dazu veranlaßte, es einmal mit einem kosmetisch ansprechenden Hörgerät zu versuchen. Es zeigte sich, daß diese Hörhilfe einen vollkommen neuen Markt für Hörgerätebenutzer erschlossen hat.

Ein Vergleich der Daten hinsichtlich beidohriger bzw. einohriger Trageweise zeigt, daß die Zahl der beidohrigen Anpassungen überwiegt.

Damit war zu rechnen, da unser Vorgehen allgemein darin besteht, Hörgeräte beidohrig anzupassen, soweit dem keine Kontraindikation entgegensteht. Innerhalb der Gesamtgruppe entfielen 311 Fälle auf beidohrige Anpassung und lediglich 70 auf einohrige Trageweise. Außerdem gab es 52 Anpassungen für Patienten mit einseitigem Hörverlust mit entweder normalem Gehör an einem Ohr oder einem uneinbringlichen Hörverlust am Ohr auf der entgegengesetzten Seite.

### Schwierigkeiten mit Gehörgangsgeräten

Insgesamt 168 Patienten hatten mit dieser Hörgeräteart Schwierigkeiten. Davon gaben 90 auf und müssen als »Ausfälle« bezeichnet werden. Die übrigen 78 verwenden das Hörgerät in einem gewissen Umfange, stoßen jedoch bei der Einstellung und beim Betrieb der Geräte auf zahlreiche Schwierigkeiten. Tabelle 2 zählt die wichtigsten bei Gehörgangsgeräten auftretenden Probleme auf. Die Zahl der Schwierigkeiten liegt insgesamt höher als die kombinierte Gesamtzahl der Ausfälle und der Fälle mit Vorbehalten, weil einige Patienten über mehr als eine Schwierigkeit berichteten.

Neben den typisch gerätebezogenen Problemen traten noch zahlreiche Schwierigkeiten auf, die als »patienten-

time basis or reported, the aids were of only limited help to them. A total of 90 individuals in this group were failures and the fitting was deemed to be unsatisfactory. Analysis will be made of the failures and the individuals with only limited help.

A surprising finding was that the preponderant number in this group of 433 were first time users of hearing aids. Three hundred and sixty-two had never used an aid before and only 71 of the series were experienced users. This tends to substantiate the fact that the intracanal hearing aid attracted many individuals to try a hearing aid that was more cosmetically appealing. It is apparent that this instrument has opened up a whole new market for hearing aid use.

An analysis of the data as to binaural versus monaural usage shows a preponderant number of binaural fittings. This was to be expected, since our general policy is to fit hearing aids for two ears, unless there is a contraindication to the use of two aids. Of the total group 311 were binaural fittings and only 70 monaural. In addition, there were 52 fittings for patients with unilateral loss with either normal hearing on one ear or an unaidable ear on the contralateral side.

### Intracanal Problems

A total of 168 patients had some degree of difficulty with this type of hearing aid. Ninety of these individuals abandoned the use of the intracanal aid and must be termed "failures". The remaining 78 utilize the hearing aids to some extent, but do experience a number of difficulties in adjustment and use of the aids. Table 2 lists the major problems with the intracanal. The total number of problems is greater than the combined total of failures and limited categories, because some patients experienced more than one difficulty.

In addition to the problems inherent in this type of aid, there were a number of difficulties that must be classified as "patient problems". Nineteen of the patients experienced major difficulty in insertion and/or remo-

Table 2 Intracanal Problems

Occlusion	93
Poor Fit	32
Multiple Repairs	30
Internal Feedback	24
Volume Control	17
Inadequate Gain	15
Dead-Intermittent	13

**Tabelle 2 Bei Gehörgangsgeräten auftretende Schwierigkeiten**

Okklusionseffekt	93
Schlechter Sitz	32
Mehrfache Reparaturen	30
Interne Rückkopplung	24
Verstärkungsregelung	17
Unzureichende Verstärkung	15
Funktionsausfall – Intermittierendes Funktionieren	13

tenbezogen« eingestuft werden müssen. 19 Patienten stießen beim Einsetzen und/oder Herausnehmen der Hörhilfe aus dem Gehörgang auf größere Schwierigkeiten. In einigen Fällen war dies auf die Größe und die Form des Gehörgangs zurückzuführen. In anderen Fällen, wiederum, reichte die Handfertigkeit der Benutzer nicht aus, um mit dem Gerät zurechtzukommen. Bei 16 Patienten konnte der Ausfall der Hörhilfe darauf zurückgeführt werden, daß sie auf der Anpassung dieser Hörhilfe bestanden und keine andere in Betracht ziehen wollten, selbst wenn im Hinblick auf Hörverlust oder Gehörgang davon abgeraten wurde. Schließlich gab es noch Patienten, die ihre Hörhilfen einfach verloren hatten. Diese pflegten die Hörgeräte aus dem Ohr zu nehmen und in die Hemdentasche zu stecken oder sie irgendwo abzulegen, ohne sich später an den Ort erinnern zu können, so daß dafür Ersatz beschafft werden mußte. Aus diesem Grunde haben wir allen Benutzern dieser Hörgeräte empfohlen, auch eine entsprechende Versicherung dafür vorzusehen.

Es wurde versucht, die audiometrischen Ergebnisse zu untersuchen und sie im Zusammenhang mit der erfolglosen Anpassung des Gehörganggeräts zu betrachten. Abb. 1 zeigt ein Audiogramm mit vier verschiedenen audiometrischen Kurven. Alle 90 Ausfälle konnten annähernd einer dieser vier audiometrischen Kurven zugewiesen werden. Die mit A gekennzeichnete Kurve stellt einen leichten Schallempfindungsverlust mit verhältnismäßig flachem Verlauf dar. Kurve B bezieht sich auf einen Hörverlust von ungefähr 70 dB zwischen 250 Hz und 4 kHz mit steilem Abfall. Kurve C stellt ebenfalls einen scharf abfallenden Verlust im hohen Tonbereich dar, jedoch mit ausgezeichnetem Hören im mittleren Sprachbereich. Der Verlauf der Kurve D ist verhältnismäßig flach, der Hörverlust beträgt jedoch im Durchschnitt mehr als 70 dB.

Die Ergebnisse dieser Analyse sind in Tabelle 3 dargestellt. 12 der Patienten benutzten dieses Hörgerät erfolg-

val of the instrument from the ear canal. In some instances, this was due to the size and shape of the ear canal. In other cases, individual manual dexterity was so poor that they were unable to cope. In 16 of the patients, the failure of the instrument was due to the fact that the client insisted on this type of aid and would not consider any other type of fitting, even though they were counseled that it was not an appropriate instrument for their loss or ear canal. A number of other patients simply lost their hearing aids. They would remove the aids from the ear and then leave them in a shirt pocket or place them somewhere and forget, where they had left them and had to have the instruments replaced. For this reason, we have counseled all patients that purchased this type of aid to also purchase insurance for the instrument.

An attempt was made to analyze the audiometric configuration and relate this to the unsuccessful fitting of the intracanal aid. Figure 1 is an audiogram that illustrates 4 different audiometric configurations. All of the 90 failure cases could be fitted roughly into one of these 4 audiometric patterns. The line marked A is a relatively flat, mild sensorineural loss. Line B represents a steeply falling pattern with approximately 70 dB loss between 250 Hz and 4 kHz. Configuration C is also a sharply falling high frequency pattern but with excellent hearing through the middle of the speech range.

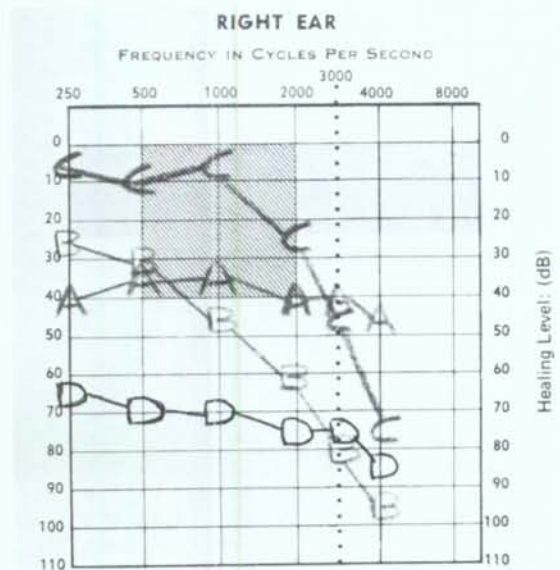


Abb. 1

Fig. 1



**Tabelle 3** Ausfälle in ihrer Beziehung zu den audiometrischen Kurven

Kurve A	12
Kurve B	31
Kurve C	40
Kurve D	7

los, obgleich sich der vorliegende Hörverlust geradezu ideal für diese Hörhilfe zu eignen schien. Einige von diesen 12 Patienten mit Wiedergabekurve A konnten die Geräte nicht bedienen, weil ihnen entweder die Handfertigkeit fehlte oder sie unter Arthritis an den Händen litten. Etwas mehr als 1/3 der Ausfälle zeigten einen Frequenzverlauf laut Kurve B. In dieser Gruppe hatten wegen der bei 3000 und 4000 Hz erforderlichen Verstärkung Schwierigkeiten mit der Rückkopplung. Die Patienten mit Verlaufskurve C bildeten mit einem Anteil von fast 50% aller Untersuchten die stärkste Gruppe. Viele von ihnen meldeten starke Vorbehalte gegen den »Okklusionseffekt« (Druckgefühl, Feuchtigkeitstau) an. Obgleich Entlüftungsbohrungen vorgesehen werden konnten, sofern der Gehörgang ein Hörgerät dieser Größe aufnahm, war dieser »Verschlußeffekt« vorwiegend für das Versagen verantwortlich. Sieben Patienten hatten einen Frequenzgang gemäß Kurve D. Obwohl allen diesen Patienten gesagt wurde, daß ihr Hörverlust für diese Hörhilfe zu hoch lag, bestanden sie dennoch darauf, es mit ihr zu versuchen. Es zeigte sich, daß in dieser Gruppe die Verstärkung und die Schwellenverschiebung für eine erfolgreiche Benützung des Gehörgangsgerätes nicht ausreichten.

In Verlauf der Betreuung dieser Patienten stellte sich vielfach die Frage, ob das Alter für den Erfolg oder Mißerfolg dieses Hörgerätes eine entscheidende Rolle spielt. Tabelle 4 zeigt eine Analyse der Versagensgründe im Zusammenhang mit den audiometrischen Kur-

**Tabelle 4** Ausfälle im Zusammenhang mit den audiometrischen Kurven und dem Alter der Patienten

Altersgruppe	A	B	C	D
46 bis 60	2	4	12	2
61 bis 70	4	10	14	3
71 bis 80	3	13	14	3
81 bis 90	2	3	0	0

**Table 3** Failures in Relation to Audiometric Configuration

Curve A	12
Curve B	31
Curve C	40
Curve D	7

Curve D is relatively flat, but averages more than 70 dB hearing loss.

The results of this analysis are presented in Table 3. Twelve of the patients were unsuccessful in using this aid, even though they had what would appear to be an ideal loss pattern for this instrument. Of this series of 12 with a curve A response, several individuals could not cope with the instruments because of arthritic hands or lack of manual dexterity. A little more than 1/3 in the failure group had a type B response. A number in this category had feedback problems because of the amount of gain required at 3000 and 4000 Hz. The largest category consisted of individuals with curve C and this accounted for slightly less than half of the entire group. Many of these patients objected strenuously to the occlusion effect. Even though vents could be provided if the ear canal would permit that size instrument, nevertheless, occlusion was the dominant reason for failure. There were 7 patients that had a curve D response. All of those patients had been counseled that they had too much hearing loss for that type of instrument but they insisted on trying the aids. This group of individuals simply could not get adequate gain and threshold shift to make the intracanal aids successful.

A number of questions were raised in working with patients as to whether or not age was a determining factor in success or failure of this instrument. Table 4 presents an analysis of failure categories related to the audiometric curves and the age of the patient. Our conclusions

**Table 4** Failures in Relation to Audiometric Curves and Patient Age

Age Range	A	B	C	D
46 to 60	2	4	12	2
61 to 70	4	10	14	3
71 to 80	3	13	14	3
81 to 90	2	3	0	0



# SIEMENS



A19100-M5000-Z36

## MINI-FONATOR

Potentielle Benutzer des Mini-Fonators sind gehörlose Spätertaube und gegebenenfalls stark schwerhörige Menschen aller Altersstufen, für die der Mini-Fonator als technische Kommunikationshilfe angeboten wird.

Der Mini-Fonator setzt Schallereignisse aller Art, wie Sprechen und Geräusche, in fühlbare Vibrationen um, die mittels eines Vibrators, der wie eine Armbanduhr aussieht, am Handgelenk gefühlt werden können. Dabei werden höherfrequente

Schallereignisse, die außerhalb des Fühlbereiches liegen, elektronisch so bearbeitet, daß sie als vibrative Ereignisse wahrnehmbar sind. Dadurch werden höherfrequente Sprachanteile so umgewandelt, daß sie am Vibrator fühlbar sind.

Gerne übersenden wir Ihnen ausführliches Informationsmaterial.

Siemens Aktiengesellschaft  
Bereich Medizinische Technik  
Geschäftsgebiet Audiologische Technik  
Gebbertstraße 125, 8520 Erlangen

**Tabelle 5 Die wichtigsten Ausfallsursachen bei 90 Patienten**

Okklusionseffekt	48
Kleiner Gehörgang	14
Schlechte Anpassung	8
Unzureichende Verstärkung	7
Unfähigkeit, das Gerät zu bedienen	6
Nicht funktionierende Geräte	5
Kiefergelenk-Schwierigkeiten	2

ven und dem Patientenalter. Wir kamen zum Schluß, daß das Alter den Erfolg oder Mißerfolg dieser Hörhilfe nicht entscheidend beeinflusste. Die 2 Patienten über 90 benützen ihre Gehörgangsgesäte sehr erfolgreich. Obgleich 19% der Patienten in der Altersgruppe von 81 bis 90 als »Versager« eingestuft wurden, lag in der Altersgruppe von 71 bis 80 die Ausfallsquote bei 28%.

Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die Hauptursachen für das Versagen in den 90 Fällen. Offensichtlich überschneiden sich die Probleme bei dieser Gruppe in einem gewissen Umfang. So kann z. B. eine Person unter dem Okklusionseffekt leiden, aber auch einen sehr kleinen Gehörgang besitzen und nicht über die entsprechende Handfertigkeit zur Bedienung des Gerätes verfügen. Wir führten eine Gewichtung der Hauptgründe für die Ablehnung des Gerätes laut dieser Tabelle durch. Die Ablehnung der Geräte war größtenteils auf den Okklusionseffekt zurückzuführen. Die kleine Patientengruppe mit nicht funktionierenden Geräten hatte vorher drei bis vier Hörhilfen ausprobiert, bevor sie ein Gehörgangsgesät endgültig aufgaben und die Benutzung eines Gerätes ablehnten oder sich eine andere Hörhilfe anpassen ließen. Die zwei Patienten mit Kie-

**Table 5 Major Cause of Failure in 90 Patients**

Occlusion Effect	48
Small Canals	14
Poor Fit	8
Insufficient Gain	7
Inability to Handle	6
Non Functioning Aids	5
TMJ Problems	2

were that age was not a factor in success or failure with this aid. The two patients that were over 90 are functioning very well with their intracanal instruments. Although 19% of the patients in the age range 81 to 90 were classified as failures, there were 28% unsuccessful with this instrument in the age range of 71 to 80.

Table 5 is an analysis of the principle reason for failure in each of the 90 cases. There is obviously some overlapping of problems for this group. For example, the individual may suffer an occlusion effect, but also have very small ear canals and also have lack of manual dexterity in handling the aids. However, we made a judgement as to the primary cause of rejection of the instrument as listed in this table. By far, the greatest number were failures because of the occlusion effect. The small group of patients with non-functioning aids had tried 3 or 4 instruments before finally giving up on an intra aid and either declined to use an instrument or went to another type fitting. The 2 patients with temporal mandibular joint problems simply could not use the aid because whenever they laughed, swallowed, smiled or chewed the instrument would be pushed up from the ear and result in feedback.

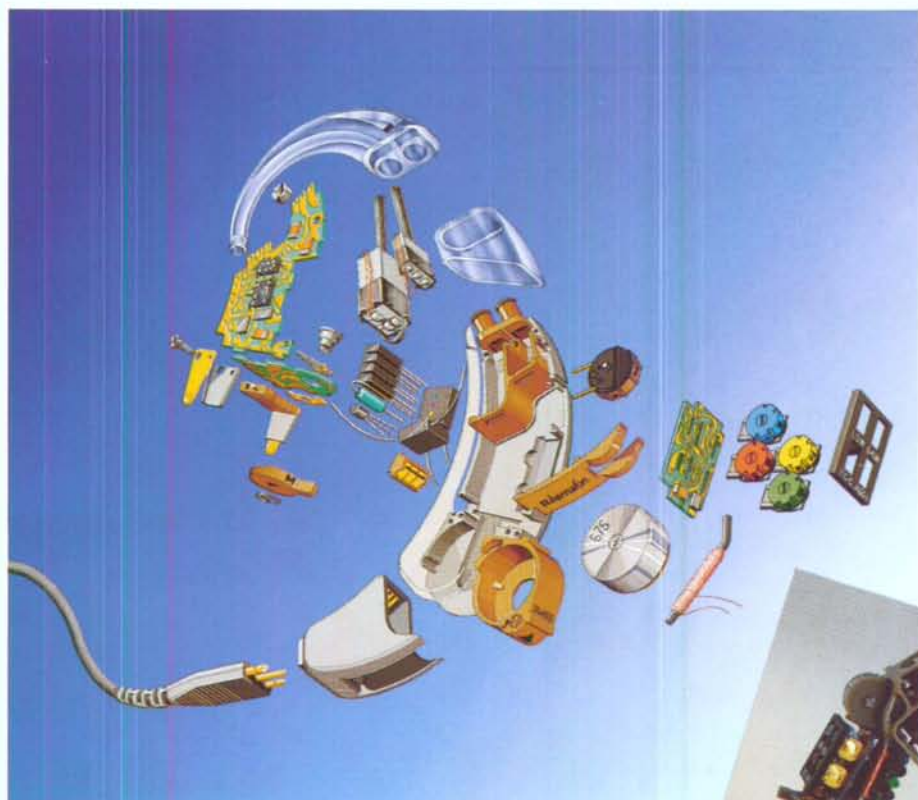
**Tabelle 6 Die wichtigsten Schwierigkeiten in der Gruppe mit begrenztem Gerätenutzen**

Verschlußprobleme	45
Anpassungsschwierigkeiten	13
Unzulängliche Verstärkung	8
Probleme beim Telefonieren	5
Probleme durch Kiefergelenk-Anomalien	3
Einsetzen und Einstellen des Gerätes	2
Nur geeignet für Fernsehen	2

**Table 6 Major Problems for Users in Limited Help Category**

Occlusion Problems	45
Fitting Problems	13
Insufficient Gain	8
Telephone Problems	5
TMJ Problems	3
Insertion and Adjustment	2
TV Use Only	2





**Hier wird zukunftsorientierte  
Technik kompakt verpackt.**

**Der Monobloc.  
Einer der vier einzigartigen  
bernafon-Vorteile.**

Das bekannteste Beispiel ist die Raumfahrt. Viel Technik muss dort auf kleinstem Raum verpackt optimal funktionieren. Auch die bernafon-Hörgeräte sind nach diesem Grundsatz konstruiert. Integrierte Schaltkreise, direkt auf die Leiterplatte gebondet, erlauben eine kompakte, zuverlässige und langlebige Elektroneinheit. Den Monobloc. Er ermöglicht zudem einen problemlosen Gehäusewechsel in Minutenschnelle und gewährleistet damit eine optimale Servicefreundlichkeit.

Der bernafon-Monobloc. Das Tarn-Design. Die Walzensteller. Das PC-C-Begrenzungssystem. Das sind die vier einzigartigen bernafon-Vorteile.

 **bernafon**  
SWISS-MADE

Vertretung Deutschland  
micro-technic GmbH  
Albstadtweg 6  
7000 Stuttgart 80  
Telefon 0711/7 80 06 43

Gfeller AG  
Abteilung Hörgeräte  
CH-3175 Flumatt (Schweiz)  
Telefon 031 94 03 63  
Telex 911 717 gagf ch

fergelenkproblemen konnten dieses Hörgerät einfach deshalb nicht verwenden, weil es sich beim Lachen, Schlucken, Lächeln oder Kauen im Ohr verlagerte, was Rückkopplung zur Folge hatte.

Eine Untersuchung der Gruppe, denen mit dem Gehörgangsgesetz nur bedingt geholfen war und die es dennoch behalten wollten, litt im wesentlichen unter denselben Problemen wie die Gruppe der Ausfälle. Tabelle 6 gibt eine Analyse der Gruppe mit beschränktem Gerätenutzen wieder. Auch hier zählen Verschluß des Gehörgangs und Anpassungsprobleme zu den häufigsten Ursachen.

**Tabelle 7 Alternativen nach erfolgloser Gehörgangsgesetz-Anpassung**

Hinter-Ohr-Geräte	65
Keine Hörhilfe	14
Herkömmliches Im-Ohr-Gerät	9
Hörbrillen	2

Nun können wir natürlich auch die Frage nach den 90 Patienten stellen, denen mit dem Gehörgangsgesetz kein Erfolg beschieden war. Tabelle 7 zeigt die Daten dieser Gruppe auf. Ein überwiegender Teil davon beschloß, eine andere Hörhilfe zu beanspruchen. Zwei Drittel der Gruppe waren bereit, ein Hinter-Ohr-Gerät zu benutzen. Der Rest entschied sich für ein Im-Ohr-Gerät oder für eine Hörbrille. Die 14 Personen, die eine Hörhilfe ablehnten, waren nicht bereit, irgendein Hörgerät zu tragen, das ihren kosmetischen Anforderungen nicht entsprach. Den meisten von ihnen hätte eine Hörhilfe zum Vorteil gereicht, aber sie lehnten es grundweg ab, ein Hinter-Ohr-Gerät, ein übliches Hörgerät oder Hörbrillen zu verwenden.

A study of the group that had only limited help with the intracanal instruments, but decided to stay with that type of fitting had essentially the same types of problems as the failure category. Table 6 is an analysis of the limited help category. Again, occlusion and fitting problems accounted for the majority of cases in this classification.

We may well have raised the question, what happened to the 90 patients that were unsuccessful in using the intracanal aids? Table 7 presents the data for this group. The overwhelming number elected to go with another type of amplification. Two-thirds of the group

**Table 7 Resolution of Failures**

Post Auricular Aids	65
No Amplification	14
Conventional IE Aids	9
Eyeglass Aids	2

were now willing to proceed with post-auricular instruments. The remainder of the group settled on the conventional in-the-ear aids or eyeglass instruments. The 14 individuals who said no to amplification were simply unwilling to have any type of hearing aid that did not meet their cosmetic criteria. Most of these individuals could be benefitted by amplification but simply refused to put on post-auricular, conventional or eyeglass aids.





# Schon gehört von **EXTRA-LIFE** Batterien..?

Natürlich, Sie meinen Activair Batterien! Activair Hörgeräte-Batterien wurden geschaffen, um **länger** zu halten. Im Unterschied zu vielen anderen Batterien bleiben sie frisch, bis sie gebraucht werden. Strom können sie nämlich erst dann abgeben, wenn die Frischhaltungedichtung vom Pluspol abgezogen wird. Dann geben Activair Batterien aber einen sehr gleichmässig dosierten Energiestrom ab — damit Sie auf angenehme Weise gut hören.

Activair Batterien gibt es in allen Standardgrössen (ausser für Taschenhörgeräte). Und dazu sind sie **umweltfreundlich**. Tun Sie sich und der Natur einen Gefallen:



*Verlangen Sie*

# ACTIVAIR



SIEMENS AG/BEREICH  
Medizinische Technik  
Vertrieb Hörgeräte  
Gebbertstraße 125  
D-8520 Erlangen  
West Germany

ELECTRON GMBH  
Stettiner Straße 22  
D-7030 Boeblingen  
West Germany

ROBERT BOSCH GMBH  
Zitadellenweg 34  
1000 Berlin 20 (Spandau)  
West Germany

# Adaptation, Nachverdeckung und Zeitauflösungsvermögen

## Teil 2

Hugo Fastl

**Zusammenfassung** *Adaptationseffekte können in mindestens zwei Gruppen unterteilt werden: zum einen Adaptationseffekte, die während der Darbietung von Schallen auftreten und zum anderen Adaptationseffekte, die nach dem Abschalten von Schallen auftreten. Zur letztgenannten Gruppe gehört ein Effekt, der als Nachverdeckung bezeichnet wird: Nach der Stimulation mit Schallen von einigen hundert Millisekunden Dauer benötigt das Gehör etwa 200 ms, um seine volle Empfindlichkeit wieder zu erlangen. Die Nachverdeckung spielt eine wichtige Rolle bei der Sprachwahrnehmung, da die Dauern der Reize der Dauer von Vokalen, Konsonanten oder Pausen entsprechen. Bei hörbehinderten Personen zeigt sich ein verändertes Verhalten der Nachverdeckung, so daß das zeitliche Auflösungsvermögen reduziert wird. Als Beispiele werden in dieser Arbeit amplitudenmodulierte Rauschen und Sprachschalle behandelt.*

### Zeitauflösungsvermögen

Die oben beschriebenen Nachverdeckungseffekte beziehen sich auf einzelne Maskiererimpulse, die durch Pausen von etwa 500 ms Dauer getrennt sind. Falls Mithörschwellen-Zeitmuster von Maskierern mit kürzeren Pausen von Interesse sind, müssen die Effekte der Vorverdeckung berücksichtigt werden. Der Ausdruck Vorverdeckung beschreibt den Effekt, daß die Hörbarkeit von Testtonimpulsen, die vor dem Anfang von maskierenden Impulsen dargeboten werden, durch die nachfolgenden Maskierer beeinflusst werden kann. Die Abhängigkeit der Vorverdeckung von den relevanten Reizparametern wurde in umfangreichen Studien untersucht (Vgl. Pickett 1959, Elliott 1971, Fastl 1976, 1977, 1979). Hier soll nur erwähnt werden, daß die Vorverdeckung bei Testtonimpulsen auftritt, die etwa 20 . . . 0 ms vor dem Beginn des Maskierers dargeboten werden, während die Nachverdeckung für Testtonimpulse auftritt, die bis zu etwa 200 ms nach dem Ende des Maskierers dargeboten werden.

Abb. 6 zeigt das zeitliche Auflösungsvermögen des Gehörs für Lücken, die in Maskiererimpulsen auftreten. Der Pegel  $L_T^*$  der Testtonimpulse ist als Funktion der Zeit  $t$  angegeben. Kreise und durchgezogene Kurven deuten gemessene Daten an. Die gestrichelten Kurven repräsentieren Werte, die aus Nach- und Vorverdeckungsmustern berechnet wurden (siehe Fastl 1979). Die in Abb. 6 dargestellten Ergebnisse deuten an, daß die Zeitauflösung des Gehörs mit abnehmender Lückendauer abnimmt. Für eine konstante Modulationstiefe des Schallreizes von 60 dB beträgt die Modulationstiefe des Mithörschwellen-Zeitmusters, d. h. die Pegeldifferenz zwischen dem Maximum und dem Minimum, nur 40 dB, 27 dB und 15 dB für Lückendauern von 100 ms, 30 ms und 10 ms. Diese Reduktion der effektiven Modulation von Schallen mit kurzen zeitlichen Lücken rührt vor allem von der Nachver-

### Temporal Resolution

The post-masking effects described above refer to masker impulses separated by silent intervals of some 500 ms. If the temporal masking patterns of maskers with shorter temporal gaps are of interest, effects of pre-masking (backward masking) come into play. The term pre-masking denotes the effect that the audibility of test tone impulses presented before the start of masker impulses can be influenced by subsequent maskers. The dependence of pre-masking on important stimulus parameters was investigated in extensive studies (e. g. Pickett 1959, Elliott 1971, Fastl 1976, 1977, 1979). We only mention that pre-masking is observed for test tone impulses presented about 20 . . . 0 ms before the start of the masker while post-masking occurs for test impulses up to about 200 ms after the termination of the masker.

Fig. 6 shows the ear's resolution of temporal gaps within masker bursts. The level  $L_T^*$  of test tone impulses is given as a function of the time  $t$ . Circles and solid curves indicate measured data, dotted curves represent values calculated from post- and pre-masking patterns as described elsewhere (Fastl 1979). The results plotted in Fig. 6 indicate that the temporal resolution of the ear decreases with decreasing gap duration. For a constant modulation depth of 60 dB of the stimulus, the modulation depth of the temporal masking pattern, i. e. the level difference between maximum and minimum reaches 40 dB, 27 dB and 15 dB for gap durations of 100 ms, 30 ms and 10 ms, respectively. This reduction in the effective modulation of sounds with short temporal gaps is primarily due to the effects of post-masking.

In hearing impaired patients frequently flatter post-masking curves are found than those shown in Fig. 1. Therefore, for these patients it is nearly impossible to resolve completely short temporal gaps as occurring in



# Auditory Adaptation, Post-Masking and Temporal Resolution

## Part 2

**Summary** Phenomena of auditory adaptation can be divided into at least two groups: adaptation effects during the presentation of sounds and adaptation effects after the termination of sounds. To the latter group belongs an effect called post-masking or forward masking: after stimulation with sounds of some hundred milliseconds duration the ear needs about 200 ms to regain its full sensitivity. Post-masking plays an important part for speech perception since the durations involved compare well with the durations of vowels, consonants and silent periods. In hearing impaired patients, post-masking frequently is degraded in such a way that temporal resolution is reduced. Examples are given for amplitude-modulated noise and speech sounds.

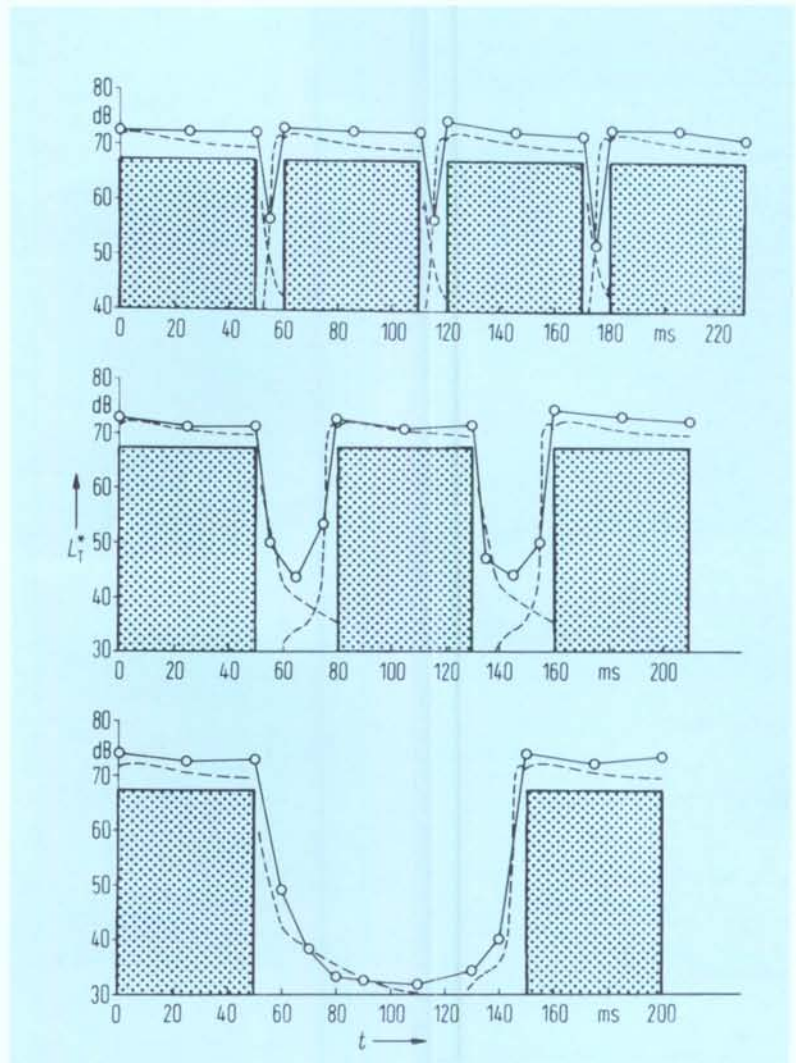


Abb. 6 Zeitauflösung von Lücken im maskierenden Sinustönen. Durchgezogen: Gemessene Mithörschwellen-Zeitmuster; gestrichelt: Berechnete Mithörschwellen-Zeitmuster; getönt: Zeitliche Struktur der maskierenden Schalle (nach Fast/1979)

Fig. 6 Resolution of temporal gaps in pure tone maskers. solid: measured temporal masking functions, dashed: calculated temporal masking functions, hatched: temporal structure of maskers

deckung her. Bei hörbehinderten Patienten werden häufig flachere Nachverdeckungskurven als jene, die in Abb. 1 dargestellt sind, gemessen. Deshalb ist es für diese Patienten fast unmöglich, kurze zeitliche Lücken, wie sie in Sprachschallen auftreten, vollständig aufzulösen. Zwicker (1980) hat ein Verfahren vorgeschlagen, mit dessen Hilfe dieses Defizit erfasst werden kann. Dieses Verfahren soll anhand von Abb. 7 erläutert werden. Wie in Abb. 7a angedeutet, werden als Schalle 100% amplitudenmodulierte Schmalbandrauschen bei 4000 Hz verwendet, die 32 ms eingeschaltet (gestrichelt) und 32 ms abgeschaltet werden.

Abb. 7b zeigt zugehörige Mithörschwellen-Zeitmuster für eine normalhörende Person, während Abb. 7c für einen Patienten mit einer Lärmschwerhörigkeit von 50 dB bei 4000 Hz gilt (Zwicker und Schorn 1982). Ein Vergleich der Abbn. 7b und 7c zeigt, daß das zeitliche Auflösungsvermögen des Schwerhörigen wesentlich

speech sounds. A procedure proposed by Zwicker (1980) by which this deficiency can be assessed is illustrated by means of Fig. 7. As indicated in Fig. 7a, the sounds applied are 100% amplitude-modulated narrow-band noises at 4000 Hz with 32 ms on time (hatched) and 32 ms off time. Fig. 7b shows corresponding temporal masking patterns for a normal hearing person, while Fig. 7c applies to a subject with a noise induced hearing loss of 50 dB at 4000 Hz (Zwicker and Schorn 1982). A comparison of Fig. 7b and 7c reveals that the hearing impaired subject's temporal resolution is considerably worse than temporal resolution in normal ears. This observation is most prominent when comparing the same sound pressure levels: At 90 dB SPL we get some 42 dB modulation depth of the temporal masking pattern in normal ears while the corresponding number in the impaired ear amounts to only 12 dB. However, even if we take the same sensation level in normal and impaired ears into account we get

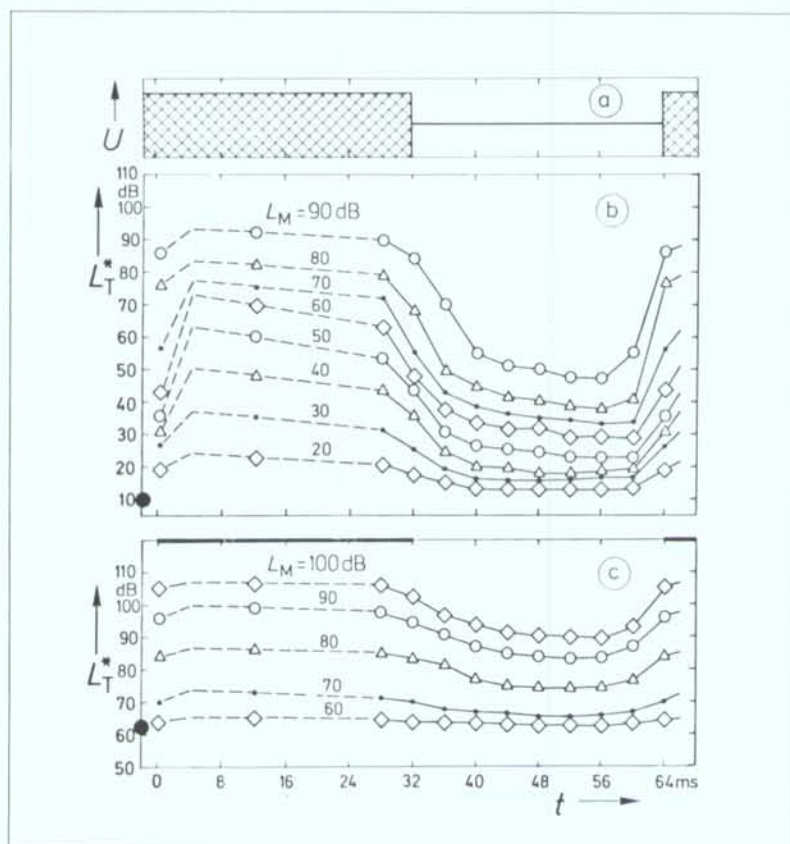


Abb. 7 Zeitaufklärungsvermögen bei Normalhörenden und Hörbehinderten

(a) Zeitliche Struktur des Maskiers, (b) Mithörschwellen-Zeitmuster eines normalhörenden Beobachters, (c) Mithörschwellen-Zeitmuster für einen Patienten mit Lärmschwerhörigkeit (nach Zwicker und Schorn 1982)

Fig. 7 Temporal resolution in normal and impaired ears. (a) Temporal structure of masker, (b) Temporal masking patterns in a normal hearing subject, (c) Temporal masking patterns in a subject with a noise induced hearing loss (after Zwicker and Schorn 1982)



**Elektronisch hören – heute ganz natürlich**

**Hear the electronic way –  
it's as natural as can be**

**HdO-Geräte · IO-Geräte  
Hörbrillen · Taschengeräte  
Audiometer**

**Behind-the-ear aids · In-the-ear aids  
Eyeglass hearing aids · Body hearing aids  
Audiometers**



**BOSCH**

*Die zuverlässigen Hörgeräte*

**Robert Bosch GmbH · Geschäftsbereich Elektronik  
Forckenbeckstraße 9-13 · 1000 Berlin (West) 33**

schlechter ist als das Zeitaufklärungsvermögen bei Normalhörenden. Dies wird besonders deutlich, wenn die Daten für gleiche Schallpegel verglichen werden: für 90 dB Schallpegel ergibt sich eine Modulationstiefe des Mithörschwellen-Zeitmusters von 42 dB für die normalhörende Person, während für den Hörbehinderten die Modulationstiefe nur 12 dB beträgt. Sogar dann, wenn wir den gleichen Pegel über Schwelle (sensation level) für den Normalhörenden und den Hörbehinderten in Betracht ziehen, zeigen sich wesentliche Unterschiede: ein Pegel über Schwelle von 40 dB SL wird bei der normalhörenden Person für  $L_M = 50$  dB SPL erreicht (Abb. 7b). Die hörbehinderte Person erreicht 40 dB SL für einen Maskierpegel  $L_M = 100$  dB SPL (Abb. 7c). Die zugehörige Zeitaufklärung, d. h. die Pegeldifferenz zwischen dem Maximum und dem Minimum innerhalb des Mithörschwellen-Zeitmusters erreicht 28 dB für den Normalhörer und nur 14 dB für den Hörbehinderten.

Um das zeitliche Auflösungsvermögen bei Normalhörenden und Hörbehinderten zu illustrieren, wurde das Abklingen der psychoakustischen Erregung in einem elektrischen Netzwerk simuliert, das ähnlich dem von Zwicker (1984) beschriebenen aufgebaut ist. Das Netz-

considerable differences: A sensation level of 40 dB SL is reached at  $L_M = 50$  dB SPL in the normal ear (Fig. 7b) and at  $L_M = 100$  dB SPL in the impaired ear (Fig. 7c). The correlated temporal resolution, i. e. the level difference between maximum and minimum within the temporal masking pattern, amounts to 28 dB in the normal ear but to 14 dB in the impaired ear.

In order to illustrate the temporal resolution in normal and impaired ears, the decay of psychoacoustic excitation was simulated by an electrical circuit comparable to that described by Zwicker (1984). The modified circuit accounts for the dependence of post-masking on both masker level (Fig. 4) and masker duration (Fig. 5). In Fig. 8a the input voltage to the circuit is displayed. Fig. 8b gives the response (level as a function of time) of the circuit simulating normal hearing; the dots indicate measured data for  $L_M = 50$  dB replotted from Fig. 7b. The solid curve in Fig. 8c shows the simulation of impaired temporal resolution; the dots represent data for  $L_M = 100$  dB from Fig. 7c. For the simulation of reduced temporal resolution the same circuit as for the simulation of normal temporal resolution was applied. However, the input voltage to the circuit was higher in the case of simulating normal hearing.

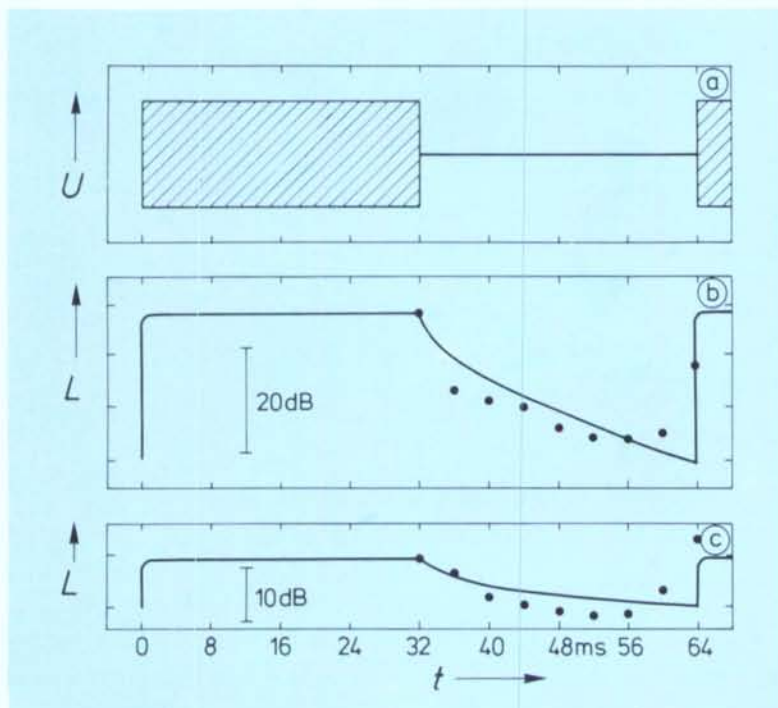


Abb. 8 Simulation des Zeitaufklärungsvermögens bei Normalhörenden und Hörbehinderten.  
(a) Zeitliche Struktur des Maskierers  
(b) Normales Zeitaufklärungsvermögen  
(c) Reduziertes Zeitaufklärungsvermögen  
Punkte: Messwerte von Zwicker und Schorn 1982,  
Kurven: Simulation der Nachverdeckung in einem elektrischen Netzwerk

Fig. 8 Simulation of normal and impaired temporal resolution.  
(a) Temporal structure of masker  
(b) Normal temporal resolution  
(c) Reduced temporal resolution  
Dots: measured data from Zwicker and Schorn 1982,  
Curves: simulation of post-masking in an electrical circuit



# KNOWLES



## Dieser Name steht für Klangqualität

Seit nahezu 40 Jahren arbeitet Knowles in der Forschung und Entwicklung von Miniatur-Schallwandlern, um dem Hörgeräte-Markt die bestmögliche Klangqualität zu gewährleisten.

Dieses laufende Programm verbesserte Qualität und Wirkungsgrad und reduzierte außerdem die Größe auf den sechzigsten Teil eines Hörgeräte-Wandlers, wie er 1950 erhältlich war. Das war eine Hilfe bei der Einführung jeder neuen Generation von Hörgeräten. Um auch weiterhin die Industrie bei der

Das Knowles - KEMAR®-Modell ist allgemein als Standard-Nachbildung eines Hörgeräträgers anerkannt.



Produktentwicklung zu unterstützen, liefert Knowles nicht nur die Wandler sondern läßt seine Kunden auch teilhaben an der Fortentwicklung neuer Hörgeräte-Testmethoden.



Knowles' Wandler-Miniaturisierung machte die Entwicklung von Mini-Im-Ohr-Geräten möglich.

Knowles-Wandler bieten heute eine Palette von Übertragungscharakteristiken, die größer ist denn je; damit können Hörgeräte für mehr Menschen auf der ganzen Welt eine Hilfe sein.



Zwei der winzigen Wandler (natürliche Größe)

Für Qualität und Verlässlichkeit: KNOWLES - Der Name für Klangqualität.

**Knowles**®

Knowles Electronics Co., Victoria Road, Burgess Hill, Sussex RH15 9LP, England.

Fernschreiber: 87460. Tel: (044 46) 5432. Telegramme: Eleknol, Burhill. Telefax: (044 46) 48724



werk trägt der Abhängigkeit der Nachverdeckung sowohl vom Schallpegel (Abb. 4) als auch von der Maskiererdauer (Abb. 5) Rechnung. In Abb. 8a ist die Eingangsspannung, die am Netzwerk anliegt, dargestellt. Abb. 8b zeigt die Antwort (Pegel als Funktion der Zeit) des Netzwerks, wenn ein normales Gehör simuliert wird; die Punkte deuten psychoakustische Meßwerte für  $L_M = 50$  dB an, die von Abb. 7b übertragen wurden. Die durchgezogene Kurve in Abb. 8c repräsentiert die Simulation des zeitlichen Auflösungsvermögens eines Hörbehinderten; die Punkte deuten Daten für  $L_M = 100$  dB an, die von Abb. 7c übertragen wurden. Für die Simulation eines reduzierten Zeitaufklärungsvermögens wurde das gleiche Netzwerk verwendet wie für die Simulation des normalen Zeitaufklärungsvermögens. Allerdings war die Eingangsspannung für die Simulation des Verhaltens einer normalhörenden Versuchsperson höher. Da mit abnehmendem Maskierpegel das Abklingen der psychoakustischen Erregung flacher wird, produziert das Netzwerk flachere Abklingkurven für niedrigere Eingangsspannungen. Aus diesem Grunde kann ein und dasselbe Netzwerk sowohl normales als auch reduziertes Zeitaufklärungsvermögen simulieren, je nachdem, ob es mit einer hohen oder mit einer niedrigen Eingangsspannung betrieben wird.

Abb. 8 zeigt deutlich, daß das Netzwerk nur das Abklingen der Maskierung, also die Nachverdeckung simuliert, jedoch nicht die Vorverdeckung. Nichtsdestoweniger wird der wesentliche Effekt, nämlich die reduzierte zeitliche Auflösung beim Hörbehinderten in seinem grundsätzlichen Verhalten simuliert. Um zumindest einen Anhaltspunkt dafür zu bekommen, wie die Verarbeitung von Sprache durch ein reduziertes Zeitaufklärungsvermögen beeinflußt werden könnte, wurde das Netzwerk, welches das Verhalten von Normalhörenden oder Hörbehinderten simuliert (Abb. 8) mit Sprachschallen beaufschlagt.

Fig. 9a zeigt ein Oszillogramm des Wortes »Brust« aus dem Freiburger Sprachtest gem. DIN 45621. Die zeitliche Lücke bei  $t = 630 \dots 750$  ms zwischen den Konsonanten »S« und »T« ist klar erkennbar. In der Simulation eines Normalhörenden (Abb. 9b) zeigt sich ein schneller Pegelabfall nach dem Ende des Konsonanten »S« und eine Lücke mit etwa 15 dB Tiefe zwischen »S« und »T«. Im Gegensatz dazu ergibt die Simulation für einen Hörbehinderten (Abb. 9c) lange Abklingzeiten und eine Tiefe der Lücke von lediglich 8 dB.

Abb. 10 zeigt ein weiteres Beispiel für fließende Sprache. In Abb. 10a ist das Oszillogramm des Satzes »Gut Ding will Weile haben« aus dem Marburger Satzverständnistest (Niemeyer und Beckmann 1962) dargestellt. Ein Vergleich von Abb. 10b und Abb. 10c zeigt

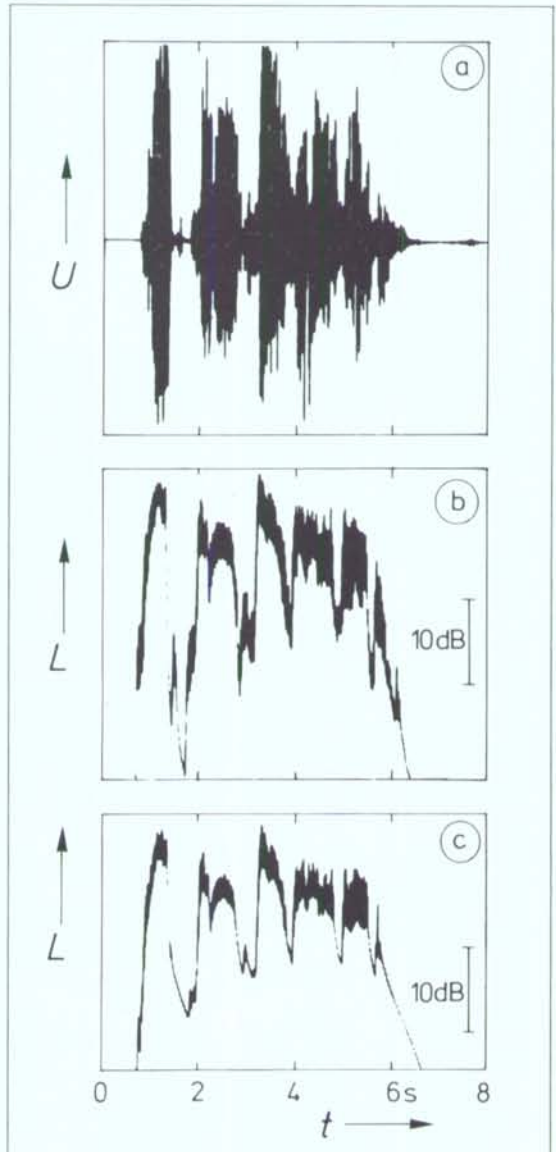


Abb. 9 Zeitliche Auflösung des Wortes »Brust«. (a) Oszillogramm, (b) Normales Zeitaufklärungsvermögen, (c) Reduziertes Zeitaufklärungsvermögen. Simulation wie in Fig. 8

Fig. 9 Temporal resolution of the German word "Brust". (a) Oscillogram (b) Normal temporal resolution (c) Reduced temporal resolution Simulations as shown in Fig. 8



für die Simulation des Hörbehinderten (Abb. 10c) längere Abklingzeiten und eine reduzierte Pegelvariation. Bei näherer Betrachtung fällt ein interessantes Detail auf: Das Oszillogramm in Abb. 10a zeigt einen kleinen Impuls bei  $t = 1,6$  s, der von dem Konsonanten »T« am Ende des Wortes »gut« stammt. In Abb. 10b, der Simulation eines Normalhörenden, ist dieses »T« deutlich als ein kleines Maximum erkennbar, welches den Abfall nach dem ersten Maximum der Schallpegel-Zeitfunktion unterbricht. Im Gegensatz dazu zeigt sich in Abb. 10c nach dem ersten Maximum der Schallpegel-Zeitfunktion ein monotonies Abklingen ohne ein zweites Maximum bei  $t = 1,6$  s, welches den Konsonanten »T« repräsentiert. Dies bedeutet, daß wegen des reduzierten Zeitaufklärungsvermögens bei Hörbehinderten Konsonanten, die auf laute Vokale folgen, vollständig maskiert werden können. Die Simulation für die normalhörenden Personen zeigt, daß das Ab-

Since the decay of psychoacoustic excitation becomes flatter with decreasing masker level, the circuit produces flatter decay curves for lower input voltages. Thus, one and the same circuit can simulate normal and impaired temporal resolution, if it is driven with high or low input voltage, respectively.

As can be seen from Fig. 8, the circuit only simulates the decay of masking, i. e. post-masking and does not account for pre-masking. Nevertheless, the important effect, i. e. the decreased temporal resolution in the impaired ear is simulated in its general behaviour.

In order to get at least some indication how the processing of speech might be affected by reduced temporal resolution, the electric circuit simulating normal or impaired hearing (Fig. 8) was fed by speech sounds.

Fig. 9a shows an oscillogram of the German word "Brust" taken from the word rest described in DIN 45621. The temporal gap at  $t = 630 \dots 750$  ms between the consonants "s" and "t" is clearly visible. The simulation of normal ears (Fig. 9b) shows a quick decay of the level after the termination of the consonant "s" and a gap of about 15 dB depth between "s" and "t". In contrast, the simulation of an impaired ear (Fig. 9c) shows long decay times and a depth of the gap of only 8 dB.

Another example for connected speech is given in Fig. 10. The oscillogram of the German sentence "Gut Ding will Weile haben" taken from a wellknown German speech test (Niemeyer and Beckmann 1962) is shown in Fig. 10a. A comparison of Fig. 10b and Fig. 10c again illustrates the longer decay times and the reduced variation in level for the simulation of the impaired ear (Fig. 10c). Closer inspection reveals an interesting detail: In the oscillogram (Fig. 10a) a small burst at  $t = 1.6$  s can be seen stemming from the consonant "t" at the end of the word "gut". In Fig. 10b, the simulation of normal hearing, this "t" is clearly visible as a small peak interrupting the decay after the first maximum of the level-time function. However, in Fig. 10c after the first maximum of the level-time function a monotonic decay shows up with no peak at  $t = 1.6$  s corresponding to the consonant "t". This means that because of the reduced temporal resolution in hearing

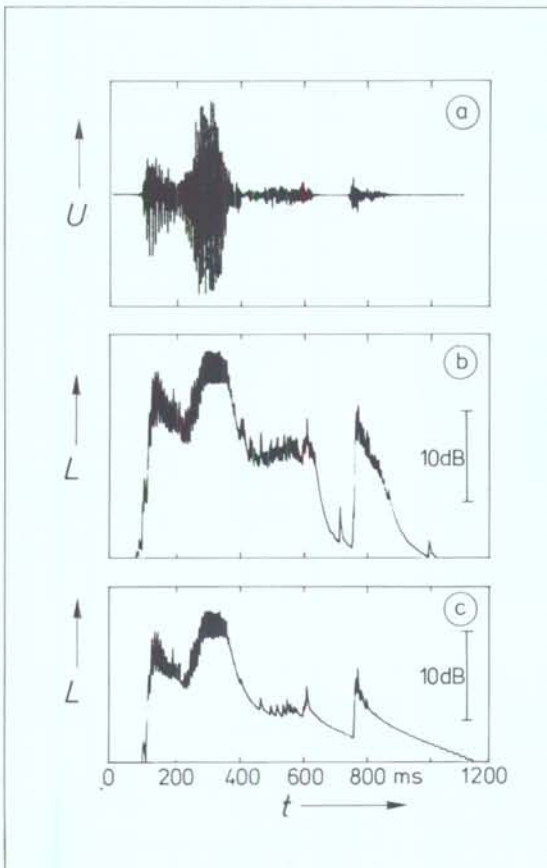


Abb. 10 Zeitliche Auflösung des Satzes "Gut Ding will Weile haben". Simulationen wie bei Abb. 8 und Abb. 9

Fig. 10 Temporal resolution of the German sentence "Gut Ding will Weile haben". Simulations same as Figs. 8 and 9

klingen der Schallpegel-Zeitfunktion nach dem Ende des Vokals »U« schnell genug erfolgt, so daß der Konsonant »T« als ein separates Ereignis wahrgenommen werden kann.

## Diskussion

Adaptationseffekte werden sowohl bei Normalhören als auch bei Hörbehinderten beobachtet. Nach der Stimulation mit Schallen von einigen hundert Millisekunden Dauer mit Schallpegeln unterhalb etwa 100 dB benötigt das Gehör etwa 200 ms, um seine volle Empfindlichkeit wiederzuerlangen. Dieser Adaptationseffekt, der als Nachverdeckung bezeichnet wird, ist besonders bedeutsam für die zeitliche Auflösung von Sprachschallen, da die Dauern von Vokalen, Konsonanten und Pausen in der gleichen Größenordnung liegen. Die Nachverdeckung hängt von den Reizparametern in komplexer Art und Weise ab. Hier soll insbesondere die nichtlineare Abhängigkeit der Nachverdeckung vom Maskierpegel und von der Maskierdauer erwähnt werden. Deshalb kann das Abklingen der psychoakustischen Erregung im Gehör nur bis zu einem gewissen Grade simuliert werden. Noch schwieriger ist es, das eingeschränkte zeitliche Auflösungsvermögen zu simulieren, das bei Patienten mit unterschiedlichen Typen von Hörstörungen auftritt. Wie *Zwicker* und *Schorn* (1982) zeigen konnten, ergibt sich bei Lärrmschwerhörigen ein normales Zeitauflösungsvermögen bei tiefen und mittleren Frequenzen, jedoch ein deutlich reduziertes Zeitauflösungsvermögen bei hohen Frequenzen. Im Gegensatz dazu findet man bei Patienten mit ototoxischen Hörstörungen die größte Beeinträchtigung des Zeitauflösungsvermögens bei mittleren Frequenzen (*Zwicker* und *Schorn* 1982). Demnach können die flacheren Nachhörschwellen-Zeitmuster und die flacheren Mithörschwellen-Periodenmuster, die bei Hörbehinderten auftreten, die Probleme dieser Personen beim Sprachverständnis nur teilweise erklären. Das reduzierte Frequenzselektionsvermögen, welches in den psychoakustischen Tuningkurven aufscheint (*Zwicker* und *Schorn* 1978, *Florentine* et al. 1980), als auch das reduzierte Pegelunterscheidungsvermögen (*Fastl* und *Schorn* 1981) spielen bei einigen Hörstörungen zusätzlich eine wesentliche Rolle.

## Danksagung

Der Autor dankt Herrn Prof. Dr.-Ing. E. *Zwicker* für hilfreiche Diskussionen und wertvolle Anregungen zur Abfassung des Manuskripts. Diese Arbeit wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, SFB 204 »Gehör«, München, gefördert.

## Literatur/References

- Davis, H.; Silverman, S. R.*: Hearing and deafness. 4. Ed. Holt, Rinehart and Winston, New York (1978). DIN 45621  
Wörter für Gehörprüfung mit Sprache.  
*Elliott, L. L.*: Backward and forward masking. *Audiol.* 10: 65- (1971).

impaired patients, consonants following loud vowels may be masked completely. The simulation for normally hearing persons shows that the decay of the level-time function after the end of the vowel "u" is fast enough that the consonant "t" can be perceived as a separate event.

## Discussion

Adaptation effects are observed both in normal and impaired ears. After stimulation with sounds of several hundred milliseconds duration with sound pressure levels below say 100 dB, the ear needs about 200 ms to regain its full sensitivity. This adaptation effect, called post-masking or forward masking is most important for the temporal resolution of speech sounds since the durations of vowels, consonants and silent periods lie in that order of magnitude. Post-masking depends on stimulus parameters in a complex manner. In particular the nonlinear dependence of post-masking on masker level and masker duration have to be mentioned. Therefore, the decay of psychoacoustic excitation within the ear can be simulated only to a certain degree. Even more complicated to simulate are deficiencies in temporal resolution as found in patients with some types of auditory pathology. As shown by *Zwicker* and *Schorn* (1982), in patients with noise induced hearing loss temporal resolution is normal at low and middle frequencies, but considerably affected at high frequencies. In contrast, patients with ototoxic hearing loss show the largest impairment of temporal resolution at middle frequencies (*Zwicker* and *Schorn* 1982). Thus, the flatter post-masking functions and shallower masking period patterns found in hearing impaired patients account only partly for the problems of these people in understanding speech. The reduced frequency selectivity as revealed in psychoacoustic tuning curves (*Zwicker* and *Schorn* 1978, *Florentine* et al. 1980) as well as reduced level discrimination (*Fastl* and *Schorn* 1981) in addition play an important part in some auditory pathologies.

## Acknowledgements

The author is indebted to Prof. Dr.-Ing. E. *Zwicker* for stimulating discussions and valuable comments on the draft material. This work was supported by Deutsche Forschungsgemeinschaft, SFB 204 "Gehör", München.

- Fastl, H.*: Temporal masking effects: I. Broad band noise masker. *Acustica* 35: 287-302 (1976).  
*Fastl, H.*: Temporal masking effects: II. Critical band noise masker. *Acustica* 36: 317-331 (1977).



- Fastl, H.*: Reverberation and post-masking. In: Proc. FASE 78, Vol. III: 37-40 (1978).
- Fastl, H.*: Temporal masking effects: III. Pure tone masker. *Acustica* 43: 282-294 (1979).
- Fastl, H.*: Comment on detection cues in forward masking. In: Psychophysical, physiological and behavioural studies in hearing. (G. v. d. Brink and F. A. Bilsen, Eds.) Delft University Press (1980).
- Fastl, H.; Schorn, K.*: Discrimination of level differences by hearing-impaired patients. *Audiology* 20: 488-502 (1981).
- Florentine, M.; Butus, S.; Scharf, B.; Zwicker, E.*: Frequency selectivity in normally hearing and hearing-impaired observers. *J. Speech Hear. Res.* 23: 646-669 (1980).
- Hirsh, I. J.*: The measurement of hearing. Mc Graw Hill, New York (1952).
- Lehnhardt, E.*: Praktische Audiometrie, 5. Ed. Thieme (1978).
- Moore, B. C. J.*: Detection cues in forward masking. In: Psychophysical, physiological and behavioural studies in hearing. (G. v. d. Brink and F. A. Bilsen, Eds.) Delft University Press (1980).
- Niemeyer, W.; Beckmann, G.*: Ein sprachaudiometrischer Satztest. *Arch. Ohr.-Nas.- u. Kehlk.-Heilk.* 180: 742 (1962).
- Pickett, J. M.*: Backward masking. *J. Acoust. Soc. Am.* 31: 1613-1619 (1959).
- Plomp, R.*: Rate of decay of auditory sensation. *J. Acoust. Soc. Am.* 36: 277- (1964).
- Stein, H. J.*: Das Absinken der Mithörschwelle nach dem Abschalten von Weißem Rauschen. *Acustica* 10: 116-119 (1960).
- Verschuure, J.; Kroon, J. N.; Brocaar, M. P.*: Decay of pulsation threshold patterns. In: Hearing - Physiological Bases and Psychophysics (R. Klinke and R. Hartmann, Eds.), Springer Berlin (1983).
- Ward, W. D.*: Adaptation and Fatigue in: Modern Developments in Audiology (J. Jerger, Ed.) Academic Press New York (1973).
- Zwicker, E.*: Masking period patterns of harmonic complex tones. *J. Acoust. Soc. Am.* 60: 429-439 (1976).
- Zwicker, E.*: A device for measuring the temporal resolution in the ear. *Audiological Acoustics* 19: 94-108 (1980).
- Zwicker, E.*: Dependence of post-masking on masker duration and its relation to temporal effects in loudness. *J. Acoust. Soc. Am.* 75: 219-223 (1984).
- Zwicker, E.; Fastl, H.*: Zur Abhängigkeit der Nachverdeckung von der Störimpulsdauer. *Acustica* 26: 78-82 (1972).
- Zwicker, E.; Feldtkeller, R.*: Das Ohr als Nachrichtenempfänger. 2. erweiterte Auflage, Hirzel-Verlag Stuttgart (1967).
- Zwicker, E.; Schorn, K.*: Psychoacoustical tuning curves in audiology. *Audiology* 17: 120-140 (1978).
- Zwicker, E.; Schorn, K.*: Temporal resolution in hard-of-hearing patients. *Audiology* 21: 474-492 (1982).

## Stellen-Angebot



# KRANKENHAUS ZWECKVERBAND AUGSBURG

(Körperschaft des öffentlichen Rechts)

sucht zum nächstmöglichen Zeitpunkt für die Hals-Nasen-Ohren-Klinik (Chefarzt Prof. Dr. Bumm) am Zentralklinikum Augsburg (1 625 Betten)

## 1 geprüfte/n Audiologieassistent/in

Der Bewerber/Die Bewerberin sollte versiert in der Päd- und der Erwachsenenaudiologie sowie in der Hörgeräteanpassung sein. Erfahrungen in Otoneurologie sind erwünscht, aber nicht Bedingung. Teilzeitbeschäftigung wäre möglich.

### Wir bieten:

Bezahlung nach BAT, Mitarbeit im Team, alle im öffentlichen Dienst üblichen Sozialleistungen, kostenlose Schutzkleidung, gute und preiswerte Verpflegung (Komponentenwahl), Betriebskindergarten, Wohnmöglichkeit in den Appartements unserer Personalwohnheime bzw. Mithilfe bei der Wohnungssuche.

Telefonische Rückfragen bitten wir an **Herrn Prof. Dr. Bumm** (Tel.-Nr. 08 21/4 00-25 71) zu richten.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen werden umgehend erbeten an den

**kzva**

**KRANKENHAUS  
ZWECKVERBAND  
AUGSBURG**

Personalabteilung,  
Stenglinstraße,  
8900 Augsburg,  
Telefon 08 21/400-3184

## 12. Kolloquium audiologisch tätiger Physiker und Ingenieure

Das diesjährige Kolloquium audiologisch tätiger Physiker und Ingenieure fand am 28. Februar und 1. März wie auch in den vergangenen Jahren in Erlangen statt. Es hat zum Ziel, einen regen Meinungsaustausch in Form von Vorträgen, Diskussionen und Gesprächen unter denjenigen Wissenschaftlern und Technikern aus der Audiologie, Elektroakustik, Psychoakustik und den verschiedenen Industriefirmen herbeizuführen, die mit der Konzeption, Entwicklung und Anwendung audiometrischer Geräte und Hörhilfen sowie neuer Meß- und Testverfahren befaßt sind.

Den organisatorischen Rahmen für diese recht effektive Veranstaltung in einem überschaubaren Kreis von Fachleuten (ca. 40 Teilnehmer) stellte traditionsgemäß die Abteilung »Audiometrische Technik« der Firma Siemens, der hierfür und vor allem für die offene und neutrale Art der Durchführung dieser Tagung Dank gebührt.

Nach der Begrüßung der Teilnehmer durch Gastgeber *Peter Daetz*, der in einem kurzen Einführungsreferat aktuelle Probleme und Forschungsinitiativen in der audiologischen Akustik aufzeigte, lag die weitere Leitung und Organisation in den Händen von *Dr.-Ing. Roland Helle*, der es ausgezeichnet verstand, die angeregten und anregenden Diskussionen nicht vom Thema abgleiten zu lassen, und der dafür auch ausreichend Zeit eingeplant hatte.

Internationale und nationale Normung auf dem Gebiet der Audiometrie war das Thema des ersten Vortrags, in dem *Dr. Klaus Brinkmann* (PTB Braunschweig) versuchte, die dem Unerfahrenen nur schwer erkennbare Systematik der verschiedenen Bau-, Meß- und Prüfvorschriften näherzubringen. Normen sollen der Information, der Rationalisierung und der Qualitätsverbesserung in Wirtschaft, Technik, Wissenschaft und Verwaltung dienen. Sie bilden einen Maßstab für einwandfreies technisches Verhalten. Auf dem Gebiet der Audiometrie wird internationale Normung vor allem von der »International Electrotechnical Commission (IEC)« und der »International Organization for Standardization (ISO)« betrieben. In Deutschland ist der Arbeitskreis »Hörgeräte, Audiometer und Kuppler« der »Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE)« für Audiometrie-Normung zuständig.

Die Messung von Hörschwellen bildet eine wichtige methodische Grundlage sowohl der klinischen Diagnostik als auch der psychoakustischen Forschung. In dem Vortrag von *Dr. A. Kohlrausch* (3. Physikalisches Institut Göttingen) über Hörschwellenmessungen, Strategie und Durchführung wurden zunächst einige theoretische Überlegungen zum Begriff der »Hörschwelle« entwickelt, wobei auf die Vorstellungen der »Signal Detection Theory« zurückgegriffen wurde. Hieraus lie-

As in the past, this year again the Colloquium of audiological physicists and engineers was held in Erlangen from 28th February to 1st March. The meeting was intended to offer a vivid exchange of ideas by way of lectures, discussions and talks among the scientists and engineers working in audiology, electroacoustics, psychoacoustics and industry, involved with the design, development and application of audiometric apparatus and hearing aids as well as new measuring and testing procedures.

In keeping with a long-standing tradition, the Audiometric Technology Department of Siemens organized this important seminar for a reasonable number of experts (roughly 40). The Siemens staff did an admirable job, inspired by an open-hearted spirit for which we extend our sincere thanks to them.

After *Peter Daetz*, head of the Audiometric Technology Department, had addressed a cordial welcome to the participants, he opened the meeting with an introductory paper on topical problems and research projects in audiological acoustics. The further program was organized and handled by *Dr.-Ing. Roland Helle* who excelled in preventing the thought-provoking discussions from straying away from the subject. He was prudent enough to set aside ample time for the exchange of views.

International and national standardization in audiometry was the subject of the first paper presented by *Dr. Klaus Brinkmann* (PTB Braunschweig). He successfully tried to explain to the uninitiated the complex system of the various manufacturing, measuring and testing norms. Standards, he said, are designed to promote information, rationalization, improvement of quality in commerce, technology, science and administration. Standards constitute a yardstick for a proper technical approach. In audiometry, international standardization is mainly pursued by the "International Electrotechnical Commission (IEC)" and the "International Organization for Standardization (ISO)". In Germany, audiometric standardization is coordinated by the working group "Hearing Aids, Audiometers and Couplers" of the "German Electrotechnical Committee (DKE)".

The measurement of hearing thresholds represents an important methodical basis in both clinical diagnosis and psychoacoustic research. *Dr. A. Kohlrausch* (3rd Institute of Physics, Göttingen) expounded in his lecture on "Hearing threshold measurement, strategy and implementation" some theoretical considerations regarding the term "hearing threshold" by making recourse to the "signal detection theory". From this, he derived the requirements to be met by a measuring method capable of determining the threshold with



# 12th Colloquium of Audiological Physicists and Engineers

ßen sich Anforderungen an eine Meßmethode ableiten, die eine möglichst genaue Bestimmung dieser Schwelle zuläßt. Als Beispiel wurde die vor allem in der Psychoakustik verbreitete AFC-Methode (Alternative Forced Choice) besprochen; mögliche Ursachen für die Variabilität der Meßergebnisse aufgrund äußerer Einflüsse wurden diskutiert. Schnelligkeit und Genauigkeit der Schwellenbestimmung sind auch hier konträre Forderungen, so daß je nach Fragestellung ein geeigneter Kompromiß gefunden werden muß.

Die »Kalibrierung von Knochenleitungshörern bei hohen Frequenzen« erläuterte *Dr.-Ing. U. Richter* (PTB Braunschweig), der auch die Übertragungseigenschaften des mechanischen Kupplers Typ B & K 4930 im Frequenzbereich von 8 kHz bis 20 kHz untersucht hatte. Die Messungen ergaben, daß die Kalibrierung von Audiometern mit diesem Kuppler bis zu einer Meßfrequenz von 16 kHz möglich ist. Mit Hilfe eines geeigneten handelsüblichen Knochenleitungshörers wurden Hörschwellenmessungen an normalhörenden Versuchspersonen im Frequenzbereich von 8 kHz bis 16 kHz durchgeführt. Die Reproduzierbarkeit der Hörschwellenmessung bei ein und derselben Person entsprach etwa der Reproduzierbarkeit, die bei den tieferen Audiometerfrequenzen üblich ist. Die aus den Messungen abgeleiteten äquivalenten Schwellenkraftpegel steigen von 8 kHz bis 16 kHz um etwa 20 dB an (veröffentlicht in »Audiologische Akustik«, Jahrgang 24, Heft 2, S. 52 bis 62).

*Dr. S. Hoth* (Universitäts-HNO-Klinik Heidelberg) beschäftigte sich mit der Auswertung der akustisch evozierten Hirnstammopotenziale, insbesondere der Abhängigkeit der Amplitude  $A_s$  von der Intensität des Click-Reizes. Er zeigte, daß die beobachtete Input-Output-Funktion gut verstanden werden kann im Rahmen eines Modells, das zwei Mechanismen für die Entstehung der neuronalen Aktivität verantwortlich macht. Physiologisch beinhaltet das Modell die laterale Exzitation von Neuronen bei Pegeln oberhalb 50 dB HL und, bei denselben Intensitäten, die Entstehung eines weiteren aktiven Bereiches auf der Basilmembran. Unter Zugrundelegung einfacher Ratengleichungen für Anzahl und Entladungsrate der aktiven Fasern erhält man einen Ausdruck für die Reizpegelabhängigkeit der Potentialamplitude, der das Verhalten des Normalmittelwertes der Amplitude  $A_s$  korrekt beschreibt, zur Auswertung von Patientennmessungen geeignet ist und eine gute Übereinstimmung mit der Intensitätsabhängigkeit der Summenaktionspotenziale aufweist.

Als Diskussionsgrundlage für eine in drei Arbeitsgruppen durchzuführende Diskussion zum Themenkreis »Tests und Störgeräusche in der Sprachaudiometrie« waren die beiden folgenden Vorträge vorgesehen.



Peter Daetz begrüßte die Teilnehmer

Peter Daetz welcomed the participants

optimum accuracy. In this context, he dealt with the AFC (Alternative Forced Choice) method predominantly applied in psychoacoustics. The factors likely to cause the variability of the measured results originating from external influences were discussed. Rapidity and accuracy in threshold determination are incompatible, so a reasonable compromise must be sought in keeping with the clinical objectives.

The "calibration of bone-conduction receivers at high frequencies" was the subject of the paper presented by *Dr.-Ing. U. Richter* (PTB Braunschweig) who had also investigated the transmission properties of the mechanical coupler type B & K 4930 in the frequency range from 8 kHz to 20 kHz. The measurements demonstrated that audiometers can be calibrated with this coupler for a test frequency of up to 16 kHz. With the aid of a suitable commercially available bone-conduction receiver, hearing thresholds were measured in subjects with normal hearing within the frequency range from 8 kHz to 16 kHz. The reproducibility of the hearing-threshold measurement in one and the same person was found to correspond to that usually obtained at lower audiometer frequencies. The equivalent force-sensitivity levels increase by roughly 20 dB in the frequency range from 8 kHz to 16 kHz (see publication in "Audiological Acoustics", volume 24, issue no. 2, page 52 to 62).



*Dr.-Ing. N. Dillier* (ORL-Klinik Universitätsspital Zürich) lieferte einen Beitrag zur »Automatisation der Sprachaudiometrie durch eine computerisierte Messung der Phonem-Diskrimination«. Das Testmaterial wurde nach phonologischen Kriterien zusammengestellt und besteht aus einer Batterie von Subtests zur Erfassung »minimaler auditorischer Kapazitäten (MAC)«. Alle Testwörter sind digital gespeichert und werden für jede Darbietung neu randomisiert. Für ein Testwort werden auf einem Bildschirm vier Antwortmöglichkeiten (Minimalpaare) dargestellt. Der Patient bezeichnet das gewählte Bildschirmfeld, worauf die Antwort gespeichert wird. Die Antwortgeschwindigkeit ist dabei für jeden Patienten individuell, Antwort- und Reaktionszeiten werden gemessen und gespeichert. Mit Hilfe einer Informations-Transmissions-Analyse werden die Wortverwechslungen anschließend automatisch ausgewertet. Submatrizen ermöglichen eine Fehleraufschlüsselung nach phonetischen und artikulatorischen Merkmalen (wie Stimmhaftigkeit, Nasalität, Sibilanz, Artikulationsort etc.). Die computerisierte Analyse erlaubt eine gezielte Auswahl von Rehabilitationsmaterial und Signalverarbeitungsmöglichkeiten. Verschiedene Hörgeräte- und Parametervariationen können gezielt und wiederholt mit dem gleichen Testmaterial (jeweils neu randomisiert) evaluiert werden. Ein kurzer Videofilm zeigte den Untersuchungsablauf sowie die anschließende automatische Auswertung. Als Beispiel dienten Untersuchungen mit Cochlea-Implantat-Patienten.

### Bestandsaufnahme von Störgeräuschen

Eine »Bestandsaufnahme von Störgeräuschspektren« brachte *Dr.-Ing. J. Sotscheck* (Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost, Berlin), indem er Spektrumsverläufe unterschiedlichster Störgeräusche auf der Grundlage von Literaturveröffentlichungen vorstellte. *Hoth* (J. Acoust. Soc. Amer. 12 | 1941 | S. 449) hatte Störpektren aus 28 Geschäftsräumen unterschiedlichster Nutzung und aus 30 Büroräumen untersucht. *Fasold* (Hochfrequenz Technik und Elektroakustik, 73 | 1964 | S. 157) hatte aus vielen Störgeräuschen aus dem häuslichen Kreis ein »mittleres störendes Wohngeräusch« definiert. Die einzelnen zitierten Störgeräuschspektren sind außerordentlich unterschiedlich. Je nach beabsichtigtem Anwendungsbereich ist daher der Spektrumsverlauf eines umweltsimulierenden Störgeräusches in weiten Grenzen angebar. Eindeutig ist jedoch, daß breitbandige Störschalle aus »rosa Rauschen« oder gar »weißem Rauschen« keine geeigneten Störgeräusche darstellen können. Innerhalb der möglichen Freizügigkeit bildet das Störgeräusch nach *Niemeyer* (Audiology 15 | 1976 | S. 421) ein mögliches umweltsimulierendes Störsignal.

*Dr. S. Hoth* (University ENT Hospital Heidelberg) dealt with the evaluation of acoustically evoked brainstem potentials, especially with regard to the dependence of the amplitude  $A_s$  on the intensity of the click stimulus. He demonstrated that the input-output function observed can be readily understood by way of a model indicating two mechanisms to be responsible for the neuronal activity. Physiologically, the model is based on lateral neuronal excitation at hearing levels above 50 dB and on the development of a further active area on the basilar membrane at the same intensities. Starting from simple rate equations for the number and discharge rate of the active fibers, an expression is obtained for the dependence of the potential amplitude on the stimulation level; this correctly describes the behaviour of the standard mean value of the amplitude  $A_s$ , it lends itself to the evaluation of patient measurements and shows good agreement with the dependence of the summing-action potentials on intensity.

The two following papers were concerned with the theme "Tests and noise in speech audiometry" and were to serve as a basis for discussion within the three working groups.

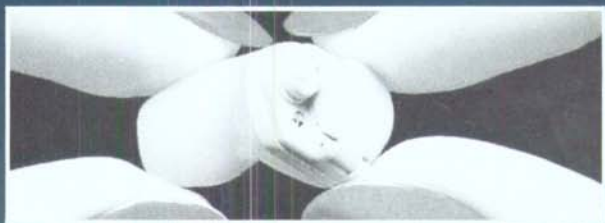
*Dr.-Ing. N. Dillier* (ORL Clinic, University Hospital Zurich) contributed a paper on "Automatization of speech audiometry by computerized measurement of the phoneme discrimination". The test material was selected by phonological criteria and was made up of a battery of subtests for the recording of "minimum auditory capacities (MAC)". All test words are stored digitally and are re-randomized for each presentation. To each test word correspond four possible answers (minimum pairs) displayed on a viewing screen. The patient indicates the screen field selected and the answer is stored. The rapidity in answering varies from patient to patient, the answering and reaction times are measured and stored. With the aid of an information-transmission analysis, the frequency with which words are mixed up are automatically evaluated. Submatrices allow errors to be broken down by phonetic and articulatory characteristics (such as vocalicity, nasality, sibilance, articulation site etc). Computerized analysis permits selective sorting out of rehabilitation material and signal processing possibilities. Hearing-aid and parameter variations can be evaluated both selectively and repeatedly with the same test material (re-randomized). A short video film showed the test sequence and the subsequent automatic evaluation. The studies were carried out on patients with cochlea implants.

### Review of noise spectra

A "Review of noise spectra" was presented by *Dr.-Ing. J. Sotschek* (Research Institute of the German Federal



# A miracle in miniaturisation



## the new Philips modular ITC system.



Philips' unique modular ITC system means big benefits for hearing aid dealers and dispensing specialists. For the first time, it makes a standard ITC hearing aid module easily and quickly interchangeable between the special, custom-made shells. This, in turn, gives the supplier full control of fitting and service procedures. Trial fittings and selection of the right hearing aid module are made very convenient, and the system provides an instant service solution in case of any fault in the module. The combination of modular convenience with all the acoustic and aesthetic benefits of the miniature ITC concept represents yet another advance by Philips in hearing aid technology. For full information about the unique Philips ITC system, please contact your local Philips agent or representative.



# PHILIPS



Nach diesen Vorträgen war für die Diskussionen in den drei Arbeitsgruppen unter der Leitung von *Dr. Berg* (Erlangen), *Dr. Döring* (Aachen) und *Dr. Kießling* (Gießen) eine derartige Fülle von Anregungen vorhanden, daß eine Beschränkung auf Teilaspekte unumgänglich war. Allgemein herrschte der Eindruck, daß unter solchen Eingrenzungen notgedrungen das freie Gedankenspiel leidet und daß – nur um eines (zweifelhaften) Ergebnisses willen – die Vielschichtigkeit der Probleme unzureichend gewürdigt wird. Da ferner den Teilnehmern einer Gruppe die Diskussionen der anderen Gruppen vorenthalten bleiben, wurde in der anschließenden Plenumsdiskussion beschlossen, bei künftigen Kolloquien diese Art der Behandlung von Teilproblemen in Arbeitsgruppen nicht mehr vorzusehen.

### Für brauchbare Sprachtests noch viel Detailarbeit nötig

In der zusammenfassenden Darstellung der Ergebnisse durch *Prof. Dr. Fischer* (HNO-Klinik, Klinikum Steglitz, Berlin) kam dann auch zum Ausdruck, daß einerseits noch viel Detailarbeit nötig ist, um brauchbare Sprachtests zu erhalten, die alternativ zum Freiburger Test auf spezielle Anwendungen zugeschnitten und klinisch anwendbar sind; andererseits herrschte Übereinstimmung darüber, daß solche Spezialtests dringend benötigt werden und daß der Reimtest nach Sotschek und der MAC-Test nach Dillier bereits gute Ansätze für eine differenzierte Sprachaudiometrie liefern. Völlig offen ist noch die Frage nach normbaren Störgeräuschen zur Simulation unterschiedlicher Hörsituationen. Hier ist man übereingekommen, an verschiedenen Kliniken gezielte Untersuchungen vorzunehmen und auf dem nächsten Kolloquium über die Erfahrungen zu berichten.

*Dr. J. Kießling* (Universitäts-HNO-Klinik Gießen) hatte die »frequenzspezifische Ermittlung des Verstärkungsbedarfs« von Hörgeräten untersucht und dazu an 210 schallempfindungsschwerhörigen sowie an 68 normalhörenden Ohren die Hörschwelle und die Stapediusreflexschwelle für Sinustöne sowie den Pegelbereich angenehmen Hörens mit Hilfe der Rauschimpulsaudiometrie bestimmt. Wie vermutet, verläuft die Stapediusreflexschwelle weitgehend unabhängig von der Hörschwelle zwischen 80 und 100 dB. Der Pegelbereich angenehmen Hörens, und damit auch der Verstärkungsbedarf, korreliert offenbar mit der Hörschwelle, nicht aber mit der Stapediusreflexschwelle. Gruppirt man die Befunde nach dem Verlauf der Hörschwelle und trägt die Gruppenmittelwerte des angenehmen Hörens in Abhängigkeit vom gemittelten Hörverlust auf, so ergibt sich ein linearer Zusammenhang mit hohem Korrelationskoeffizient zwischen bei-

Post Administration, Berlin); he demonstrated the spectra of the most varied noises based on publications in literature. *Hoth* (J. Acoust. Soc. Amer. 12 [1941], p. 449) investigated the noise spectra from 28 business premises of highly different utilization and from 30 offices. *Fasold* (Hochfrequenz-Technik und Elektroakustik, 73 [1964], p. 157) had defined a "mean living-room noise", which he derived from numerous noises in the domestic ambient. The various noise spectra quoted vary quite considerably. Therefore, depending on the range of application intended, the course of the spectrum of ambient-simulating noise can be indicated within wide boundaries. An unequivocal fact, however, is that wide-band noise from "pink noise" or even from "white noise" fails to represent suitable noise. Within permissible tolerances, noise according to *Niemeyer* (Audiology 15 [1976], p. 421) represents a potential ambient-simulating noise signal.

These papers provided such a host of suggestions for discussion in the three working groups headed by *Dr. Berg* (Erlangen), *Dr. Döring* (Aachen) and *Dr. Kießling* (Gießen) that a restriction to partial aspects of the problems proved unavoidable. Undoubtedly, the participants were under the impression that such limitations tended to cripple the free exchange of views and that the complexity of a problem would not receive the attention it deserves for the sake of reaching (dubious) results. As the participants in one group could not follow the discussions in another, the plenary meeting decided to abandon the policy of treating partial aspects in separate working groups.

### A lot of painstaking work to obtain suitable speech tests

In summarizing the results, *Prof. Dr. Fischer* (ENT Clinic, Klinikum Steglitz, Berlin) stated that still a lot of painstaking work need be done to obtain suitable speech tests being geared to special requirements, as an alternative to the Freiburg test, and clinically applicable; on the other hand, all are agreed that such special tests are urgently required and that the rhyme test after Sotschek and the MAC test after Dillier already provide a good basis for differentiated speech audiometry. However, the problem of establishing standardizable noise for the simulation of different hearing situations remains unresolved. The participants agreed to carry out selective investigations at the various clinics and to report on the experience gained at the next Colloquium.

*Dr. J. Kießling* (ENT University Hospital Gießen) had investigated the "frequency-specific determination of the gain required" by hearing aids and as a result, he ascertained the hearing threshold and the stapedius-



neu · neu · neu · neu · neu · neu · neu · neu · neu · neu · neu · neu

im Buchvertrieb – median-verlag

G. Böhme und K. Welzl-Müller

# Audiometrie

Hörprüfung im  
Erwachsenen- und Kindesalter

Verlag Hans Huber  
1. Auflage 1984  
kart., 288 Seiten, DM 58,—

Dieses Lehrbuch vermittelt ein Gesamtbild der Audiometrie unter Berücksichtigung physiologischer, pathologischer, psycho-akustischer und akustischer Gesichtspunkte. Aufgabe des Lehrbuches ist nicht nur, Verfahren anzubieten, die das Hören im Erwachsenen- und Kindesalter messen. Breiten Raum nimmt auch die Hörgeräteversorgung einschließlich der Indikationsstellung und technischer Realisation ein. Dem unterschiedlichen Wissensstand auf dem Gebiet der Audiometrie wird Rechnung getragen.

Interessenten: Hörgeräte-Akustiker, HNO-Ärzte, Audiologen, Pädoaudiologen, Phoniater, Audiometrieassistenten, Hörgeschädigtenpädagogen, Logopäden, Sprachheilpädagogen, interessierte Techniker und Psychologen.

Sie können diesen neuen Titel sofort beziehen!

**Bestellen Sie beim**

**median-verlag · Buchvertrieb · Postfach 10 39 64 · 6900 Heidelberg 1**

den Größen. Dementsprechend könnte man erwarten, daß der frequenzspezifische Verstärkungsbedarf aus dem Hörverlust bestimmt werden kann. Ein derartiges Vorgehen, das der Berger-Regel ähnelt, verbietet sich jedoch angesichts der Resultate bei Korrelation der Einzelbefunde: Die interindividuellen Varianzen der Angaben bezüglich der angenehmen Lautheit lassen eine zuverlässige Ermittlung des Verstärkungsbedarfs weder aus dem Hörverlust noch aus der Stapedius-reflexschwelle zu.

Nach diesen bezüglich der geübten Anpassungspraxis sehr kritischen Ausführungen, aus denen schließlich die Forderung nach der Entwicklung besserer audiologischer Anpaßparameter resultiert, setzte sich G. Sesterhenn (Universitäts-HNO-Klinik Tübingen) mit den Möglichkeiten einer »rechnergestützten Hörgeräte-Anpassung« auseinander. Ziel einer rechnergestützten Verwaltung von Hörgeräte-Daten sei es, eine Systematisierung und Erhöhung der Treffsicherheit der Hörgeräte-Anpassung zu erreichen. Es wurde ein Verfahren vorgestellt, welches es erlaubt, die für die Anpassung wichtigen Eigenschaften von Hörgeräten zu speichern und gezielt abzurufen. Das Programm ist in der Lage, sowohl eine Vorschlagsliste im Sinne einer Vorauswahl von Geräten für die Anpassung, als auch nach Eingabe von Patientendaten (Hörschwelle, maximale Ausgangsleistung) die Einstellung der Regler anzugeben. Diese sei als Ausgangspunkt bei der Anpassung anzusehen und müsse durch subjektive Angaben des Patienten kontrolliert werden. Die Anprobe selbst wird keinesfalls ersetzt. Vorteile und Grenzen eines solchen Verfahrens wurden diskutiert und die Hersteller von Hörgeräten angeregt, durch ihre Konstruktionen zur Vereinheitlichung der Hörgeräte-Anpassung beizutragen.

»Ist das Hörgerät umweltfreundlich?«. Diese Frage, die nur am Beispiel der akustischen Umwelt untersucht werden sollte, stellte L. M. Moser (Universitäts-HNO-Klinik Würzburg) und beantwortete sie mit dem ihm eigenen teils provokanten, teils feinsinnigen Humor. Die Begriffe »umweltfreundlich« und »Katalysator« sind im Jahre 1985 Modewerte.

Gilt ähnliches auch für Hörgeräte? Sicher haben wir auch bei diesen Produkten Modetrends – das Mode-Hörgerät ist das IdO – aber wie steht es mit der akustischen Umweltfreundlichkeit eines Hörgerätes? Die Umwelt belastet den Hörgeräteträger mit einigen »toxischen« Schallen. Kann ein Hörgerät diese reinigen wie ein Katalysator? Über die akustische Umwelt eines Hörgeräteträgers wissen wir leider nur sehr wenig. Sie reicht vom »Beichtstuhl bis zum Straßenlärm«. Am meisten wissen wir darüber, wo er nichts hört. Das ist für den Betroffenen aber nebensächlich. Die Unter-



Ludwig M. Moser sprach über »umweltfreundliche« Hörgeräte, Prof. Manfred Spreng (links) moderierte

Ludwig M. Moser talked about "environmental" hearing aids, Prof. Manfred Spreng (left) as moderator

reflex threshold for sinusoidal tones as well as the level range for comfortable hearing by means of noise-impulse audiometry in 210 subjects afflicted by sensory-neural hearing loss and in 68 persons with normal hearing. It was correctly surmised that the stapedius-reflex threshold runs a course which is largely independent of the hearing threshold between 80 and 100 dB. The level range for comfortable hearing and thus the gain required, can be correlated obviously with the hearing threshold, but not with the stapedius-reflex threshold. When findings are grouped according to the course of the hearing threshold and if the group mean values for comfortable hearing are plotted as a function of the averaged hearing loss, a linear relationship with high correlation coefficient between the two magnitudes is obtained. Thus, one could justly expect that frequency-specific amplification required can be ascertained from the hearing loss. A procedure like that (similar to the Berger rule) can be ruled out in view of the results obtained through correlation of the individual findings. The interindividual variances of the data indicated for comfortable loudness do not permit a reliable determination of the amplification required neither on the basis of the hearing loss nor from the stapedius-reflex threshold.

Following these rather critical comments on fitting practice, which ultimately result in a request for the



suchungen für die Hörgeräte-Versorgung, so Moser, müssen sich daher darauf konzentrieren, welche Hörempfindungen der Patient im hörbaren Bereich hat, d. h. wir müssen sein individuelles, altersabhängiges Lautheitsfeld erfassen. Leider verzerren die heute üblichen Hörgeräte dieses Lautheitsfeld ganz erheblich. Will man diese funktionalen Zusammenhänge in Abhängigkeit vom aktuellen Umgebungsschall berücksichtigen, so läßt sich ein »umweltfreundliches Hörgerät« nur mit Hilfe einer Mikroprozessorsteuerung realisieren. Erst wenn dieser Schritt vollzogen sei, dürfe man die Eitelkeit des Hörgeräträgers weiter ausnutzen und die Geräte noch kleiner und unsichtbarer machen.

### Feinstrukturanalyse von Sprachsignalen

*Dr. H. v. Wedel* (Universitäts-HNO-Klinik Bonn) sprach über das Thema »Feinstrukturanalyse von Sprachsignalen – Vergleichende Untersuchungen mit und ohne Hörgerät am KEMAR und in situ mit Sondenmikrofon«. Nach einer Einführung zu allgemeinen Aspekten von Sprachstrukturen wurden Untersuchungen zu Sprachveränderungen durch Hörgeräte vorgestellt. Neben KEMAR-Messungen wurden Sondenmikrofonmessungen in situ durchgeführt. Für verschiedene Hörgeräte (HdO-Hörgerät, IdO-Hörgerät etc.) konnten spezielle Hinweise zum Transientenverhalten synthetisierter Konsonant-Vokal-Übergänge sowie zur Gap Detection erfaßt werden. Ergänzt wurden Intensitätsdichteverteilungen für Vokal-Konsonant-Übergänge. Die Ergebnisse zeigen, daß Hörgeräte mit überlegt eingestellter Verstärkung bzw. Kompression das Transienten- und Gap-Verhalten so gut wie kaum beeinträchtigen. Dagegen ist das Formantverhältnis des 1. und 2. Formanten in den ersten 3 bis 4 Perioden des Transienten sehr vom Frequenzgang abhängig. Zum Beispiel ist  $F_1$  bei Hochtongeräten deutlich reduziert. Dies ist natürlich im Hinblick auf die mögliche Hörstörung beabsichtigt. Trotzdem muß abgeklärt werden, inwieweit diese Kompensation des Hörverlustes nicht zu einer extremen Veränderung des Formant-Verhältnisses im Transientenbereich führt. Bei Berücksichtigung der Intensitätsdichteverteilung (relative Intensitäten) wurde bei Vokal-Konsonant-Übergängen in Abhängigkeit von der Breitbandigkeit häufig eine deutliche Reduzierung der Intensität für den Konsonant festgestellt. Auch bei Kompressionssystemen wirkte sich die Kompression negativer auf den Konsonanten aus, der auf den Vokal folgt. Möglicherweise können hierdurch stärkere Maskierungseffekte erhalten werden. Im Hinblick auf die Verwendung von KEMAR sowie Sondenmikrofon mit und ohne Schlauch waren Begrenzungen in der maximalen Frequenz erst bei Sondenmikrofonsystemen mit Schlauch ab Frequenzen oberhalb 3 kHz

development of improved audiological fitting parameters, *G. Sesterhenn* (University ENT Hospital Tübingen) dealt with the possibilities of "computer-assisted hearing-aid fitting". The introduction of computer-assisted hearing-aid data handling is aimed at systematization and increasing the success rate for hearing-aid fittings. He presented a procedure which allows the hearing-aid characteristics relevant to fitting to be stored and called up as need arises. The program is capable of furnishing both proposals for the preselection of a hearing instrument for fitting and for the setting of the instrument controls in response to the patient data input (hearing threshold, maximum output). The setting of controls is to be regarded as a starting point during fitting and needs cross-checking based on subjective patient statements. The procedure does by no means replace the fitting. Advantages and limitations of this approach were discussed and the manufacturers of hearing aids were stimulated to contribute to the standardization of the fitting procedures by developing adequate hearing-aid designs.

"Is the hearing aid environmental?" This question, which can only be answered by investigating the acoustic environment, was raised by *L. M. Moser* (University ENT Hospital Würzburg). His answer was partly provocative and partly accompanied by an undertone of subtle humour. According to him, the terms "environmental" and "catalyst" have become words of fashion in 1985. Are hearing aids also subject to the swing of fashion? Of course, some of them reflect the trend of fashion, for instance, the in-the-ear aid. But how about the acoustic environmental acceptability of a hearing aid? The environment places a "toxic" acoustic burden on the hearing-aid user. Is a hearing aid capable of filtering out toxic sound as a catalyst does with the toxic ingredients of gasoline? Unfortunately, our knowledge of the acoustic environment surrounding the hearing-aid wearer is rather restricted. His acoustic environment covers a wide range of sound intensity stretching from "confessional whisper to street noise". Our knowledge is at best where the acoustically dead environment is concerned, but this is of little use here. Therefore, investigations in the field of hearing-aid fitting must concentrate on the hearing sensations in the audible range, i.e. the patient's individual age-dependent field of loudness must be determined. Unfortunately, the conventional hearing aids on the market distort this field of loudness quite noticeably. If we want to consider these functional interrelationships depending on the ambient sound, an environmental hearing aid can only be realized through microprocessor control. Only then can the vanity of the hearing-aid user be further exploited and miniaturization pushed ahead.



festzustellen. Damit ließen sich alle drei Meßsysteme im Hinblick auf die hier vorgestellten Sprachparameter einsetzen. Wesentliche Unterschiede zwischen den untersuchten Hörgeräten (HdO-Gerät, IdO-Gerät etc.) waren nicht festzustellen.

Zum Abschluß des Kolloquiums berichtete *G. Hortmann* (Neckartenzlingen) über die »Funktion und Wirkungsweise« der von der Köln-Dürener Arbeitsgruppe zusammen mit der Firma Hortmann entwickelten Innenohrprothese. Dabei wurde versucht, die Funktion des Innenohres mit elektronischen Mitteln weitgehend zu imitieren, d. h. die Funktionen wie Frequenz-Orts-Transformation, Frequenz-Zeit-Dispersion, Generierung von Aktionspotentialen, Lautstärkecodierung und weitere nachzubilden. Obwohl dieses Codierungsschema aufgrund der erforderlichen Kleinheit der Geräte verhältnismäßig einfach ausgeführt werden mußte, sei doch schon bei manchen Patienten mit entsprechender Übung ein gewisses Sprachverständnis zu beobachten. Dem Problem der Kanaltrennung bei der elektrischen Reizung und der damit verbundenen Ausbreitung des elektrischen Feldes wurde mit Hilfe einer Antikoinzidenzschaltung besondere Rechnung getragen. Nachdem zur Übertragung der künstlich generierten Reizimpulse früher eine durch die Haut geführte Steckerverbindung verwendet wurde, wird nun eine Hochfrequenzparallelübertragung mit vorwiegend passiven Bauelementen eingesetzt, welche inzwischen etwa 20mal implantiert wurde. Der hierfür zusätzlich erforderliche elektronische Aufwand konnte auf Grund von Miniaturisierungen im gleichen Gehäuse untergebracht werden, wobei auf die Problematik der Verkapselung des zu implantierenden elektronischen Teiles hingewiesen wurde.

Das Kolloquium in Erlangen ist inzwischen schon zu einer geschätzten Gewohnheit geworden, da sich hier ein Forum entwickelt hat, das es erlaubt, frei von Prestige- und Konkurrenzdenken audiological und technische Probleme zu diskutieren, Arbeitshypothesen zur Diskussion zu stellen und aus der konstruktiven Kritik Anregungen für die eigene Arbeit mit nach Hause zu nehmen. Man darf sich auf das nächste Kolloquium freuen.

*W. H. Döring*

E

### Fine-structure analysis of speech signals

*Dr. H. v. Wedel* (ENT University Hospital Bonn) had selected the theme "Fine-structure analysis of speech signals – comparative KEMAR investigations with and without hearing aid and in-situ studies with the probe microphone". Following some introductory comments on general aspects of speech structures, he presented to the audience the result of his investigations concerning hearing-aid-induced speech alterations. In addition to KEMAR measurements, others were carried out in situ with the probe microphone. For various hearing aids (behind-the-ear, in-the-ear instruments etc) special hints on the transient behaviour of synthesized consonant-vowel transitions as well as to the gap detection were obtained. Intensity-density

distributions for vowel-consonant transitions were supplemented. The results showed that in hearing aids with an intelligently set level of amplification or compression the transient and gap behaviour remain practically unaffected. By contrast, the formant ratio of the 1st and the 2nd formant in the first 3 to 4 periods of the transients strongly depends on the frequency response. For instance,  $F_1$  appears clearly reduced in the case of high-tone instruments. Of course, this is an intended effect with a view to the possible hearing disturbance. Nevertheless, the extent to which this compensation for the hearing loss extremely modifies the formant ratio in the transient range still needs to be investigated. Considering the density distribution of intensity (relative intensities), a clear intensity reduction for the consonant was frequently found to exist with vowel-consonant transitions, as a function of the broad-band feature. Compression systems, too, were found to bear more negatively on the consonants following a vowel. This phenomenon possibly allows more pronounced masking effects to be attained. As to the use of KEMAR and probe microphone with and without tube, limitations of the maximum frequency were only discovered with probe microphone systems with tube at frequencies above 3 kHz. Thus, all three measuring systems can be employed with the speech parameters presented. Among the hearing aids investigated (behind-the-ear, in-the-ear aids, etc), no essential differences were found to exist.

At the close of the Colloquium, *G. Hortmann* (Neckartenzlingen) reported on the "Function and efficiency" of the internal-ear prosthesis developed by the Köln-Dürener Working Group in cooperation with Messrs. Hortmann. It was attempted to largely imitate the function of the internal ear with electronic means, i.e. such functions as frequency-place transformation, frequency-time dispersion, generation of action potentials, volume coding and others. Although this coding scheme was of necessity rather simple because of the limited instrument dimensions, a certain degree of speech intelligibility is observed in selected patients after adequate training. Particular allowance was made for the problem of channel separation with electric stimulation and for the resulting spread of the electric field by the use of an anti-coincidence circuit. Whereas earlier a plug connection through the skin was employed for the transmission of artificially generated stimuli, now high-frequency parallel transmission is used with prevalently passive components which, to date, has been implanted roughly 20 times. Miniaturization allowed the additionally required electronic circuits to be housed in the same casing; the problems associated with the encapsulation of the electronic section to be implanted were duly stressed.

The Erlangen Colloquium has become a treasured tradition because it provides a platform for the discussion of audiological and technical problems free from prestige thinking and competition. It affords audiological physicists and engineers a valuable opportunity to present hypothetical concepts to the audience and to draw benefit from constructive criticism. With the progress in audiology foremost in mind, we can look hopefully forward to the next meeting of this kind.

*W. H. Döring*



## Buchbesprechung

*E. Zwicker und M. Zollner, Elektroakustik, Hochschultext, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo 1984; 234 Abbildungen, 313 Seiten, DM 45,—.*

Das Buch behandelt das Gebiet der Elektroakustik umfassend. Sein Inhalt basiert auf Vorlesungen an der Technischen Universität München. Dem Studenten, der sich eine solche Vorlesung erarbeitet, dürfte ein wirklich grundlegendes Wissen dieses Sonderkapitels der Informationstechnik haben. Wenn auch der Leser keine leicht zu nehmende Lektüre vorfindet, so kann er doch neben gut erläuterten Grundlagen eine Fülle von aktuellen Informationen finden. Für das Verständnis komplizierterer oder weniger vertrauter Zusammenhänge sind in einem Anhang verschiedene Nachhilfen zu finden. Im übrigen zeichnet sich das Buch durch eine pädagogisch wohlgedachte Darstellung aus; sie ist auch noch mit einer Fülle von Rechenbeispielen unterstützt, die das Arbeiten mit akustischen Problemen recht zur Geltung kommen läßt.

Das Kapitel »Grundlagen« ist bereits eine allgemein empfehlenswerte Lektüre, klärt es doch u. a. auch über Meßfehler und Näherungen auf, über die gelegentlich spektakuläre Vorstellungen zu hören sind.

Die Kapitel »Schallwellen und Schallfelder«, »Elektromechanische Entsprechungen«, »Ideale und reale Wandler« erfordern bereits ein intensives Einlesen und setzen mathematische Kenntnisse der ersten Hochschulsemester voraus. Der Elektroakustiker wird indessen an dieser didaktisch aufgebauten Wiedergabe seine Freude haben, die als Ganzes in der Fachliteratur kaum zu finden ist.

Die Abschnitte »Betriebsverhalten von realen Wandlern«, »Raumakustik« und »Beschallungs- und Aufnahmetechnik« sprechen auch die Hörgeräte-Akustiker an. Besonders im Hinblick auf die Sprachaudiometrie sind wichtige Hinweise z. B. im Unterabschnitt »Optimierung der Raumakustik« zu finden.

Das Kapitel »Hörbarkeit von Übertragungsfehlern«, wenn auch auf das normale Gehör abgestimmt, gehört zum empfehlenswerten Lesestoff und sollte auch jedem Hörgeräte-Akustiker-Meister geläufig sein. Der Abschnitt »Schallspeicher« enthält den aktuellen Beitrag über digitale Signalverarbeitung, der vielleicht bei unserem Leserkreis manche Unklarheit über dieses Thema beseitigen hilft.

## Book Review

*E. Zwicker and M. Zollner, Elektroakustik, based on university lectures, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokyo 1984; 234 figures, 313 pages, DM 45,—.*

The book deals with the field of electro-acoustics in an all-encompassing manner. Its contents are based on lectures held at the Technical University of Munich. The student who studies this text will certainly acquire a fundamental knowledge of this special field of information technology. Although the reader will not find the text easy to grasp, it will nevertheless provide him with a host of topical information, apart from the well explained fundamentals. For the understanding of more complex or less familiar aspects of the subject, the reader can refer to various supplementary comments in the appendix. Apart from this, the book impresses the user by its well thought-out presentation from a pedagogical point of view which is supported by a number of mathematical examples. This all contributes to easing the handling of acoustical problems.

The chapter on "Grundlagen" (Fundamentals) alone represents commendable reading as it enlightens the student on measuring errors and approximations about which quite spectacular ideas have been occasionally spread.

The chapters on "Schallwellen und Schallfelder" (Sound waves and sound field), "Elektromechanische Entsprechungen" (Electro-mechanical analogies), "Ideale und reale Wandler" (Ideal and real transducers) require concentrated reading and presuppose the mathematical level of the first university terms. The electro-acoustician will no doubt enjoy this didactically well-laid-out presentation which is rarely to be found in the appertaining technical literature.

The sections on "Betriebsverhalten von realen Wandlern" (Operating behaviour of real transducers), "Raumakustik" (Room acoustics) and "Beschallungs- und Aufnahmetechnik" (Acoustic irradiation and recording technique) will also appeal to the hearing-aid acoustician. Especially with regard to speech audiometry valuable hints are contained, e. g. in the subsection "Optimierung der Raumakustik" (Optimization of room acoustics).

The chapter on "Hörbarkeit von Übertragungsfehlern" (Audibility of transmission errors), although related of the normal hearing, is indeed commendable reading

Als wertvolle Ergänzung sind das Sachverzeichnis mit den englischen Vokabeln und »Größen und Einheiten« zu nennen.

Wer schon keine Muße hat, ein solches Buch ganz und gründlich zu lesen, sollte es zumindest als ein empfehlenswertes Nachschlagewerk zur Hand haben.

*Werner Güttner*

and will also be appreciated by any master acoustician concerned with hearing aids. The section on "Schallspeicher" (Sound stores) contains a topical contribution to digital signal processing which will help eliminate the one or other mistaken conception on the theme.

The subject index with entries in English as well as the section on "Größen und Einheiten" (Dimensions and hints) constitute a valuable additional source of information.

Even those who will hardly manage to read the book leisurely should at least have it at hand as a valuable source of reference.

*Werner Güttner*

## Die Mitarbeiter dieses Heftes / Our Contributors

*E. W. Johnson*, Dr. phil.; Direktor der Abteilung für Klinische Audiologie der Otologic Medical Group in Los Angeles/USA. Zur Vita autoris siehe *Audiologische Akustik* Nr. 6/82. Anschrift: Otologic Medical Group, Inc., 2122 West Third Street, Los Angeles, California 90057, USA.

*E. W. Johnson*, Ph. D.; Director of Clinical Audiology for the Otologic Medical Group in Los Angeles/USA. As to the biographical dates, we refer to "Audiological Acoustics" No. 6/82. Address: Otologic Medical Group, Inc., 2122 West Third Street, Los Angeles, California 90057, USA.

*Hugo Fastl*, Dr.-Ing. habil.; zur Vita autoris siehe »Audiologische Akustik« Nr. 1/84. Adresse: Institut für Elektroakustik der Technischen Universität München, Arcisstraße 21, 8000 München 2.

*Hugo Fastl*, Dr.-Ing. habil.; as to the biographical dates we refer to "Audiological Acoustics" No. 1/84. Address: Institut für Elektroakustik der Technischen Universität München, Arcisstraße 21, 8000 München 2.

## Audiologische Akustik

Verlag und Redaktion  
median-verlag  
Hans-Jürgen von Killisch-Horn  
Hauptstr. 64, Postfach 103964  
6900 Heidelberg 1,  
Fernruf (06221) 25731  
Schriftleiter:  
Dr. phil. Werner Güttner  
Bachstraße 11, 8170 Bad Tölz  
Redaktion: Stephen C. Mohrbacher  
Anzeigen: Karin Ball  
Layout: Friedrich Vogt  
Satz und Druck: Dietz Druck,  
6900 Heidelberg

Erscheinungsweise: sechsmal  
jährlich alle zwei Monate  
Bezugspreis  
jährlich DM 48,— netto  
Einzelpreis  
je Heft DM 9,— netto  
Ausland: jährl. DM 48,— netto  
zuzügl. DM 7,— Bankgebühren  
Einzelpreis je Heft DM 9,— netto  
zuzügl. DM 7,— Bankgebühren  
Zur Zeit hat  
Anzeigenliste Nr. 8  
vom 1. Januar 1978 Gültigkeit  
Nachdruck, Übersetzungen,  
Rundfunksendungen  
nur mit Genehmigung des Verlages  
© median-verlag 1961

## Audiological Acoustics

Owned and published by  
median-verlag  
Hans-Jürgen von Killisch-Horn  
Hauptstraße 64, 6900 Heidelberg  
Editor-in-chief:  
Dr. phil. Werner Güttner  
Bachstraße 11, 8170 Bad Tölz  
Editorial department:  
Stephen C. Mohrbacher  
Advertising: Karin Ball  
Layout: Friedrich Vogt

Published bi-monthly 6 issues  
per annum  
Annual Subscription DM 48,— no  
Single Copies DM 9,— no  
Foreign country: annual  
DM 48,— no plus DM 7,—  
banking rates  
Single copies DM 9,— no  
plus DM 7,— banking rates  
Supplied directly by  
median-verlag, 6900 Heidelberg 1,  
P.O.Box 103964  
Current advertisement  
rates No. 8, January 1st, 1978  
All rights reserved by  
median-verlag  
© median-verlag 1961  
Printed in Western Germany

Dieser Ausgabe liegt eine Bestellkarte für das Buch »Elektroakustik« von E. Zwicker/M. Zollner bei. Bitte beachten Sie auch die Buchbesprechung auf Seite 187.

This edition contains an order-form for the book "Elektroakustik" by E. Zwicker/M. Zollner. Please see also the book review on page 187.



Die Erfahrung und Auswahl  
vom Hörgeräte-Akustiker:  
der technologische Fortschritt  
von Viennatone



... in diese Marketing-Formel setzen wir unser Vertrauen für die Weiterentwicklung des IDO-Gerätemarktes und präsentieren hier das Ergebnis: Gehörgang-gerät „**Tympanor 416 ICC**“ ein industriell gefertigtes Serienprodukt in Modul-Technik;

kleiner, leichter, eleganter, bequemer und servicefreundlicher. Hier verbinden sich die Vorteile modernster Mikro-Chip-Technik mit der handwerklichen Qualität und der individuellen

Dienstleistung des Hörgeräte-Akustikers.

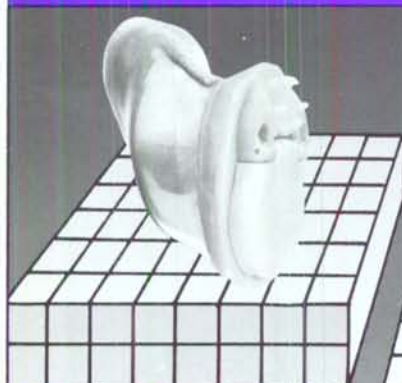
Die hohe Wertigkeit und die angenehmen Trageigenschaften des vergoldeten Edelmetallgehäuses, einfachste Handhabung und der angenehme verzerrungsfreie Klang sind die Vorteile bei diesem „fast unsichtbaren“ Gerät.

Schneller als bisher können Sie Ihren Kunden eine Problemlösung nach Maß bieten: dafür stehen 3 Ausführungen mit unterschiedlichem Frequenzgang und diverse

Silicon-Anpaß-Stöpsel zur Verfügung, die eine Anpassung in einem Großteil aller zu versorgenden Fälle schon beim Erstbesuch ermöglichen.

Sollten die Voraussetzungen für die Versorgung mit einem Gehörganggerät „**Tympanor 416 ICC**“ einmal nicht vorhanden sein, bietet das übrige Viennatone IDO-Programm mit Sicherheit das Gerät, das eine optimale Versorgung Ihres Kunden ermöglicht.

## das komplette IDO-Programm

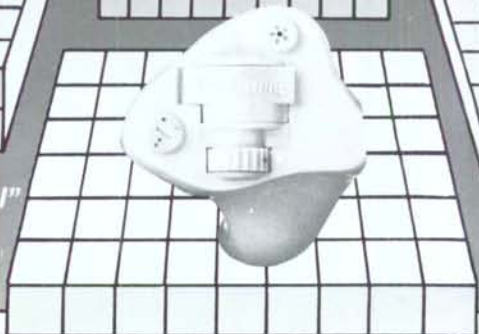


Gehörgang-Gerät  
„**Tympanor 415 Individual**“

Ohrmulden-Gerät  
„**Individual AZ**“



Ohrmulden-Gerät  
„**Individual 414**“



Gehörgang-Gerät  
„**Tympanor 416 ICC**“

**viennatone** HÖRGERÄTE

Qualität trägt weltweit diesen Namen

SIEMENS

# Feeling is learning...

When students have difficulty learning particular speech sounds, teach them those sounds tactilely with the Siemens Fonator. Let them **feel and imitate** the differences in duration, intensity, rhythmic patterns, pitch, voice control, look-alike consonants (/p-b-m/, /t-d-n-l/, /sh-ch/, /s-z/), words and sentences.

The Fonator has proven to be a highly effective speech and auditory training tool for severely-to-profoundly hearing impaired infants through adults. To increase motivation, lessen frustrations, save time in establishing speech skills, and develop accuracy...use the Fonator.

For more information, to request a demonstration or discuss a trial arrangement, simply call or write:  
Siemens Hearing Instruments, Inc.  
685 Liberty Avenue,  
Union, NJ 07083  
Telephone (201) 688-5152,  
Toll Free (800) 631-7965



**The FONATOR...  
another quality speech aid from Siemens.**