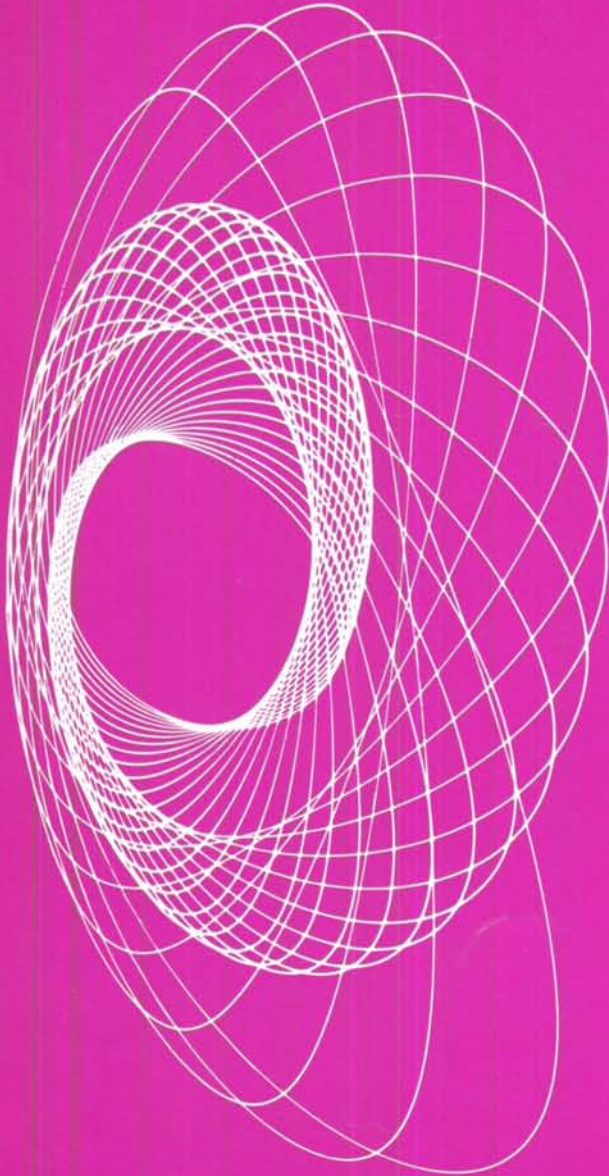


P21976F

# Audiologische Akustik

# Audiological Acoustics

ISSN 0172-8261



19. JAHR/VOL. 19

JANUAR/JANUARY 1980

HEFT/NO.

**1**



## **Die »euphonische Serie«**

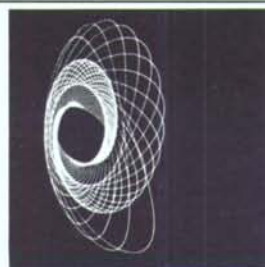
Philips AD 428 und 438 – die Konsequenz einer ständig fortschreitenden Entwicklung der Elektronik. Die Dickfilm-Technologie in Verbindung mit computergesteuerten Fabrikationsprozessen garantieren ein Optimum an technischer Perfektion. Fordern Sie unseren Sonderdruck „... die euphonische Serie“ an.

**...der  
Wohlklang  
der 80'er Jahre**

**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. Niemyer, 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

19. Jahr/Vol. 19

Januar/January 1980

Nr./No. 1

	<b>Inhalt</b>	<b>Contents</b>	
	<b>Editorial:</b> »Audiologische Akustik« Warum ein neuer Titel?	<b>Editorial:</b> "Audiological Acoustics" Why a New Title?	2
<b>Roland Helle</b>	<b>Wiedergabe-Eigenschaften von Hörgeräten in verschiedenen Prüfkammern und im freien Schallfeld</b>	<b>Response Characteristics of Hearing Aids in Different Test Chambers and in the Free Sound Field</b>	4
<b>Donald G. Williamson Cheryl Buntz</b>	<b>Die psychologischen und sozialen Aspekte der Hörbehinderung bei Kindern</b>	<b>The Psychological and Social Effects of Hearing Impairments on Young Children</b>	14
	<b>PTB-Bauartnummern</b>	<b>PTB Type Test Numbers</b>	21
<b>Hasso v. Wedel Nicolaus Rüdiger</b>	<b>Mikroprozessoren in der Audiometrie</b>	<b>Microprocessors in Audiometry</b>	22
	<b>Buchbesprechungen</b>	<b>Book Reviews</b>	34
	<b>Fachberichte:</b> Symposion zur »Früherfassung hör- und sprachentwicklungs-gestörter Kinder«	<b>Reports:</b> Symposium on "Early Screening out of Hearing- and Speech-Handicapped Children"	36

# Audiologische Akustik    Audiological Acoustics

## Warum ein neuer Titel?

»Bücher«, so verlautet ein lateinischer Aphorismus, »haben ihr eigenes Schicksal« (»Habent sua fata libelli«). Dies gilt in ganz besonderem Maße für wissenschaftliche Zeitschriften: Ihr Schicksal steht und fällt mit dem Auf und Ab derjenigen Wissenschaft, in die sie eingebunden sind. Und umgekehrt: In Fachperiodika spiegeln sich in nuce historischer Werdegang und momentaner Stand der behandelten Wissenschaften modellartig wider.

Auch die vorliegende Fachzeitschrift hat ihre Geschichte. Als vor genau 18 Jahren ihre erste Ausgabe erschien, da betreten die Pioniere dieses Periodikums Neuland: Damals galt es, gangbare Wege im wissenschaftlichen Brachland abzustecken.

Besonders zwei herausragende Entscheidungen prägten den Werdegang dieser Zeitschrift:

1. Die Berufs- und Verbandspolitik sowie zu einem Großteil auch die Berufspraxis erschien 1966 in einer separaten Zeitschrift. Damit konnte sich das vorliegende Periodikum ganz auf die Publizierung wissenschaftstheoretischer Beiträge konzentrieren.
2. Dem Wunsche nationaler und ausländischer Fachkreise entsprechend wurde die Fachzeitschrift zweisprachig, deutsch/englisch, herausgegeben. Dadurch wurde ein wissenschaftlicher Austausch auf internationaler Ebene ermöglicht.

Der neue Titel knüpft an die bereits unter dem alten Namen zur Tradition gewordene Ausweitung der Themen an und bringt die von Anfang an erklärte Konzeption klarer zum Ausdruck: Es soll ein kontinuierlicher wissenschaftlicher Dialog mit allen an den Begriffen »Hören« und »Hörbehinderung« (im weitesten Sinne zu verstehen) beteiligten Disziplinen geführt werden. Der Name »Audiologische Akustik« versteht sich dabei als Symbol einer verbreiterten wissenschaftlichen Plattform.

»Audiologische Akustik« ist Anspruch und Programm zugleich: Anspruch insofern, als die gestiegenen wissenschaftlichen Anforderungen im Bereiche der Audiologie, der Hörgeräte-Akustik und dem damit verknüpften Teil der HNO-Heilkunde sowie weiterer benachbarter Disziplinen ihren adäquaten publizistischen Niederschlag in dieser Fachzeitschrift finden sollen; Programm insoweit, als die beiden Begriffe »Audiologie« und »Akustik« den weiten thematischen Rahmen abstecken.

Sponsoren, Schriftleitung, Verlag und Redaktion sind sich der Verpflichtung bewußt, die diese Titeländerung angesichts eines internationalen Leserkreises mit sich bringt. An dieser Stelle sei all denjenigen gedankt, die – initiiierend, kritisch und kreativ – am Prozeß der Titeländerung mitgewirkt haben.

Helmut Schroth MA – Redaktion

## Why a New Title?

»Books«, so states a Latin aphorism, »have their own destiny« (»Habent sua fata libelli«). This applies especially to scientific journals: their fate stands and falls along with that of the particular branch of science with which they are associated. Conversely, specialist periodicals reflect, as a kind of model, the essential elements of the historical development and current position in the science of which they treat.

This particular specialist journal, too, has its story. As the first issue appeared, 18 years ago, the pioneers of this journal set foot on virgin soil: they had to blaze new trails in scientific fallow land.

The history of this journal was especially influenced by two important decisions:

1. The professional and association policy and, to a large extent, also the professional practice was covered, as from 1966, by a separate journal. Thus, the present journal could concentrate completely on the publication of scientific-theoretical contributions.
2. At the wish of the national and foreign circles of readers, the journal was issued in two languages, German/English. This facilitated the exchange of scientific ideas on an international level.

The new title encompasses the ever-widening range of topics which have become traditional under the old name and expresses more precisely the originally declared conception: continuous scientific dialogue to be conducted between all the disciplines concerned with the terms »Hearing« and »Hearing impairment« in the widest sense of the words. The name »Audiological Acoustics« thus stands as a symbol of a widened scientific platform.

»Audiological Acoustics« is, at the same time, a declared objective and a programme: a declared objective insofar as the increased scientific demands in the field of audiology, hearing-aid acoustics and the part associated with ENT medicine, as well as further affiliated disciplines should find adequate expression in this scientific journal; a programme in that the two terms »Audiology« and »Acoustics« mark out the wide range of topics.

Sponsors, editor-in-chief, publisher and editor are conscious of the obligations which this change of title entails, in respect of the international readership. At this point, thanks are extended to all those who by initiatives, criticism and creative ideas have contributed to this change of title.

Helmut Schroth MA – Editorial department

**NEU**



MT 80 SP

## Wenn Sie keine Auswahl mehr haben, ...

weil Verstärkung und Ausgangsleistung der bisherigen Hörgeräte nicht ausreichend sind, dann ist unser neues Taschengerät MT 80 SP die Lösung.

SP bedeutet „Super Power“. Das MT 80 SP bietet eine akustische Verstärkung von 91 dB und einen maximalen Ausgangsschalldruck von 152 dB. Damit

nimmt es unter allen Hörgeräten eine Ausnahmestellung ein.

Deshalb ist MT 80 SP bei extremen Versorgungsfällen die einzige Alternative. MT 80 SP von Bosch.



# Wiedergabe-Eigenschaften von Hörgeräten in verschiedenen Prüfkammern und im freien Schallfeld

Roland Helle

*Zusammenfassung* Akustische Relativmessungen in Hörgeräte-Prüfkammern werden für die Produktionskontrolle und im Rahmen der Anpassung von Hörgeräten vorgenommen. Für drei von verschiedenen Herstellern serienmäßig gefertigte Prüfkammern wurden vergleichende Messungen zu den Wiedergabe-Eigenschaften von vier HdO-Hörgeräten unterschiedlicher Bauart durchgeführt. Die Ergebnisse werden jeweils mit entsprechenden Messungen im freien Schallfeld gemäß IEC 118 verglichen. Bei allen Messungen wurde der Eingangsschalldruckpegel nach der Komparationsmethode geregelt und das Hörgerät mit dem 2 cm<sup>3</sup>-Kuppler nach IEC 126 abgeschlossen.

*Die Bestimmung des größten erreichbaren Ausgangsschalldruckpegels zeigt erwartungsgemäß die geringsten Unterschiede zwischen den verschiedenen Prüfkammern. Bei der normalen akustischen Wiedergabekurve treten an ein und demselben Geräte-Exemplar bei mit der Frequenz zunehmender Streubreite bereits Abweichungen auf, die bei mittleren Frequenzen im Durchschnitt zwischen  $\pm 2$  dB und  $\pm 3$  dB liegen und somit bereits etwa knapp die Hälfte derjenigen Toleranz betragen, die nach der PTB-Bauartprüfung für eine gesamte Hörgeräte-Serie zugelassen ist. Messungen der Wiedergabekurve eines HdO-Hörgerätes mit Richtmikrofon zeigten so große Schwankungen, daß eine zuverlässige Bestimmung der Richtwirkung in den Prüfkammern praktisch nicht möglich war. Klirrfaktor-Messungen sind wegen der dabei an das Eingangssignal zu stellenden Anforderungen in Prüfkammern insbesondere wegen Störgeräuschen problematisch und sollten überhaupt nur mit solchen Verfahren durchgeführt werden, bei denen die Verzerrungsprodukte bei den einzelnen Harmonischen selektiv gemessen werden. Bei Bestimmung der maximalen Verstärkung von Hörgeräten ist darauf zu achten, daß der lineare Dynamikbereich zwischen dem größten erreichbaren Ausgangspegel im Kuppler und dem kleinsten oberhalb des Umgebungsgeräusches einstellbaren Eingangspegel nicht überschritten wird.*

## 1. Einleitung

Unter dem Titel »Das Schallfeld in verschiedenen Hörgeräte-Prüfkammern« wurde in einer früheren Veröffentlichung [1] über das Schallfeld in den Prüfkammern und seine systematischen Abweichungen vom freien Schallfeld berichtet. In der vorliegenden Arbeit werden Messungen an mehreren HdO-Hörgeräten vorgestellt, welche in den untersuchten Prüfkammern und im schalltoten Raum unter praxisgerechten Bedingungen durchgeführt wurden.

### 1.1. Problemstellung und Begründung der Untersuchungen

Hörgeräte-Prüfkammern werden sowohl zur Produktionskontrolle in der Fertigung der Hersteller als auch im Rahmen der Hörgeräte-Versorgung und Nachbetreuung des Hörbehinderten beim Hörgeräte-Akustiker eingesetzt.

Da die technischen Daten der Wiedergabe-Eigenschaf-

## 1. Introduction

The sound field in test chambers and its systematic deviations from the free sound field has been reported on in an earlier publication [1] under the title "The sound field in different test chambers for hearing aids". The present article deals with measurements on several behind-the-ear aids carried out in the investigated test chambers and in the anechoic room under conditions encountered in practice.

### 1.1. Definition of the problem and justification of the investigations

Hearing-aid test chambers are used for both quality control by the manufacturer and in the dispensing of hearing aids and continued care of the hearing-impaired by the hearing-aid acoustician.

Since the technical data for the response characteristics of hearing aids are prepared by the manufacturers after measurements under free-field conditions [2], [3]

Auf dem Hörgeräte-Akustiker-Kongreß 1977 in Berlin hat der Autor in einem Vortrag ähnlichen Inhalts mit dem Titel »Akustische Messungen im freien Schallfeld und in der Hörgeräte-Prüfkammer« zum vorliegenden Thema berichtet.

The author held a similar lecture on the above topic entitled "Acoustic measurements in the free sound field and in the test chamber" in 1977 at the Hearing Aid Acoustician Congress in Berlin.

# Response Characteristics of Hearing Aids in Different Test Chambers and in the Free Sound Field

**Summary** *Relative acoustic measurements in hearing-aid test chambers are used in quality control and in the dispensing of hearing aids. Comparative measurements were carried out for three test chambers of standard design from different manufacturers to ascertain the response characteristics of four behind-the-ear hearing aids of different design. In each case, the results were compared with corresponding measurements in the free sound field in accordance with IEC 118. With all measurements the input sound pressure level was regulated by the comparison method and the hearing aid sealed with the 2 cm<sup>3</sup> coupler in accordance with IEC 126.*

*As expected, the determination of the maximum output sound pressure levels exhibits the least differences among the different test chambers. With the normal acoustic response curve, while the scattering range increases with frequency, deviations of an average between  $\pm 2$  dB and  $\pm 3$  dB at medium frequencies occur with one and the same hearing-aid specimen, and thus already amount to as good as half the tolerance permitted by the PTB type-approval test (Federal Physical-Technical Institute — Physikalisch-Technische Bundesanstalt) for a whole hearing-aid line. Measurements of the response curve of a behind-the-ear aid with directional microphone showed such great fluctuations that a reliable determination of the directional effect in the test chambers was practically impossible. Because of the requirements imposed on the input signal, distortion measurements in test chambers are particularly problematic with respect to interfering noise and should only be carried out at all by techniques which selectively measure the distortion products for the individual harmonics.*

*When determining the maximum gain of hearing aids, attention should be paid that the linear dynamic range between the maximum output pressure level in the coupler and the smallest adjustable input level above the ambient noise is not exceeded.*

ten von Hörgeräten von den Herstellern nach Messungen unter Freifeldbedingungen [2], [3] im schalltoten Raum erstellt werden, kann nicht erwartet werden, daß Messungen in Hörgeräte-Prüfkammern mit Innenmaßen in der Größenordnung von 10 cm bis 25 cm zu identischen Ergebnissen führen [4].

Wie in [1] gezeigt, bestehen neben Unterschieden zwischen den verschiedenen Prüfkammern auch systematische Abweichungen vom freien Schallfeld, die jedoch nur im Rahmen der Produktionskontrolle bekannt sein dürften. Viele Anwender von Hörgeräte-Prüfkammern stehen deshalb vor der Frage, bis zu welchem Grad sie zwischen ihren eigenen Messungen und den unter Freifeldbedingungen ermittelten Daten Übereinstimmung erwarten dürfen.

Um eine Vorstellung über die zu erwartenden Unterschiede zu erhalten, wurden die wichtigsten Wiedergabe-Eigenschaften für vier verschiedene HdO-Hörgeräte im schalltoten Raum und in drei verschiedenen, serienmäßig gefertigten Hörgeräte-Prüfkammern bestimmt und miteinander verglichen.

Schwierigkeiten traten dabei unter anderem bei der Bestimmung von Verzerrungen, insbesondere bei der direkten Messung des Gesamtklirrfaktors auf, wo die

in the anechoic room, it cannot be expected that measurements in hearing-aid test chambers with internal dimensions of the order of 10 cm to 25 cm will lead to identical results [4].

As shown in [1], besides differences between the different test chambers, there are also systematic deviations from the free sound field which, however, are only likely to be known to the manufacturer as one of the results of the quality control. Many users of hearing-aid test chambers are therefore faced with the question as to what extent they can expect agreement between their own measurements and the data determined under free-field conditions.

In order to obtain an idea of the differences to be expected, the most important response characteristics for four different behind-the-ear aids were determined in the anechoic chamber and in three different test chambers of standard design and compared with one another.

Difficulties were encountered, among other things, in the determination of distortion, particularly in the direct measurement of the total harmonic distortion factor, where the limit of measurement is set by the prevailing interfering noise. The determination of the re-

Meßgrenze durch das vorhandene Störgeräusch festgelegt wird. Auch die Bestimmung der Wiedergabekurve von Hörgeräten mit Richtmikrofon erwies sich in den Prüfkammern als problematisch.

## 1.2. Durchführung der Untersuchungen

Alle Messungen wurden sowohl im schalltoten Raum als auch in den drei Prüfkammern mit frequenzunabhängigem Eingangspiegel und automatischem Frequenzdurchlauf ausgeführt. Die erforderliche Regelung des Eingangspiegels erfolgte in allen Fällen nach der Komparationsmethode mit Hilfe des jeweils eingebauten (1''-) Mikrofones.

Bei allen diesen Messungen wurde der 2 cm<sup>3</sup>-Kuppler nach IEC 126 [5] und die Schallzuführung nach IEC 118-1 [6] verwendet (25 mm effektive Schlauchlänge mit 2 mm Innendurchmesser, Einsatz am Kuppler 18 cm lang mit 3 mm Innendurchmesser). Die in jüngster Zeit wiederholt angesprochene Problematik des Kupplers ist für die hier beschriebenen Untersuchungen nicht relevant. Bei den vorliegenden Messungen kam es darauf an, die zwischen schalltotem Raum und Prüfkammern herrschenden Unterschiede in den akustischen Bedingungen am *Eingang*, d.h. am Mikrofon, des Hörgerätes zu erfassen. Damit dieser Unterschied auch aus den Wiedergabekurven der Geräte abgeleitet werden kann, ist es lediglich erforderlich, für alle Messungen *denselben* Kupplertyp zu verwenden.

Zuerst wurde die Aussteuerungsgrenze der Geräte bei einem Eingangspiegel von 90 dB und maximaler Verstärkung ermittelt, um den nutzbaren Ausgangspiegelbereich für die folgenden Untersuchungen festzulegen. Unterschiede in den Schallfeldern kommen bei dieser Messung nicht zur Wirkung.

Anschließend wurden die normalen akustischen Wiedergabekurven der drei Geräte mit richtungsunabhängiger Mikrofonempfindlichkeit — jedoch unterschiedlicher Ausführung der Schallaufnahme — gemessen und die beobachteten Streuungen beurteilt.

Für das Hörgerät mit Richtmikrofon wurde die normale akustische Wiedergabekurve bei Schalleinfall von vorne sowie die Wiedergabekurve für Schalleinfall von der Seite und von hinten bestimmt. Es wurde auch untersucht, wie weit anhand von Messungen in Prüfkammern überhaupt eine Aussage zur Richtwirkung derartiger Geräte gemacht werden kann.

Im schalltoten Raum und in zwei Prüfkammern wurden an einem der Geräte im gesamten Frequenzbereich die Einzelklirrfaktoren selektiv gemessen und der Gesamtklirrfaktor entweder hieraus berechnet oder mit Hilfe des in einer der Prüfkammern wahlweise vorhan-

spense curves of hearing aids with directional microphone also turned out problematic in the test chambers.

## 1.2. Implementation of the investigations

All measurements were carried out with frequency-independent input level and automatic frequency sweeping both in the three test chambers and in the anechoic chamber. The necessary regulation of the input level was carried out in all cases by the comparison method with the aid of the (1''-) microphone fitted in each case.

For all these measurements the 2 ccm coupler to IEC 126 [5] and sound conduction to IEC 118-1 [6] were used (25 mm effective tube length with 2 mm internal diameter; the coupler insert is 18 mm long with 3 mm internal diameter). The recently repeatedly discussed problem of the coupler is not relevant to the investigations described here. With our measurements it was a matter of detecting differences in the acoustic conditions between the anechoic chamber and test chambers at the *input* of the hearing aid, i. e. at the microphone. For this difference to be derived from the response curves of the hearing aids, it is merely necessary to use the *same* type of coupler for all measurements.

The saturation limit of the aids was first of all determined for an input level of 90 dB and maximum gain, in order to establish the usable range of output level for the ensuing investigations. Differences in the sound fields have no effect on this measurement.

Then the normal acoustic response curves of the 3 aids with omnidirectional microphone sensitivity — but different versions of sound pick-up — were measured, and the observed distributions assessed.

For the hearing aid with directional microphone, the normal acoustic response curves were determined with sound incidence from the front, from the side and from behind. It was also investigated how far a verdict on the directional effect of such aids can be made at all using measurements in test chambers.

In the anechoic chamber and in two test chambers, the individual distortion factors were selectively measured for one of the aids over the whole frequency range and the total harmonic distortion factor either calculated from these or directly measured over a wide bandwidth with the aid of the measuring technique optionally available in one of the test chambers using a band-rejection filter. The problems occurring with this procedure are discussed.

The results of measurement are also commented upon with regard to the tolerances permitted in routine man-



# Activair - jetzt in leichtverkäuflichen 'Double-Life' - dreierpackungen wir haben es für sie und ihre kunden leichter gemacht



Drei Zink-Luft-Batterien von ACTVAIR kosten weniger als sechs herkömmliche Quecksilberzellen – und sie halten genau solange.

Das erleichtert Ihren Kunden den Preisvergleich und ermöglicht es Ihnen, stets das Beste an Batterien anzubieten.

Auf sie fällt zwangsläufig die Wahl – sie erfordern weniger Lagerraum, sind genau so gewinnbringend, haben eine längere Lagerbeständigkeit und bleiben frisch bis sie der Kunde ablöst.

Mehr Umsatz und Gewinn mit ACTVAIR.

Fordern Sie das eigens für die Dreierpackung herausgebrachte Verkaufsförderungsmaterial an, das Ihnen den Verkauf erleichtern wird.

Setzen Sie sich noch heute mit Gould in Verbindung.

#### Importeure für Deutschland

Robert Bosch GmbH,  
Geschäftsbereich Elektronik,  
Verkauf Medizintechnik,  
1000 Berlin 44, Sonnenallee 241-257  
Herr Backasch

Siemens A.G.  
Geschäftsgebiet Hörgeräte,  
8520 Erlangen, Gebbertstrasse 125,  
Herr Baumeister

Electron GmbH,  
7032 Sindelfingen 1,  
Nüsstrasse 3, Postfach 241.  
Herr Schröder

#### Importeur für die Schweiz

Micro Electric A.G.  
8023 Zürich 1,  
Schweizergasse 10.  
Herr Rieder

#### Generalvertretung und Vertrieb für Österreich

Viennatone Hörgeräte,  
Bundeländervertriebsges.m.b.H  
A1164 Wien, Fröbelgasse 28-30



**GOULD**  
**Activair®**

denen Meßverfahrens mit Hilfe einer Bandsperre direkt breitbandig gemessen. Die bei diesem Verfahren auftretenden Probleme werden diskutiert.

Die Meßergebnisse werden auch im Hinblick auf diejenigen Toleranzen kommentiert, die nach den »Bedingungen für die Bauartprüfung von Hörhilfen durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt« [7], [8] in der Serienfertigung zugelassen sind.

Einige Hinweise für den praktischen Umgang mit Prüfkammern sollen dem Anwender helfen, dieses Hilfsmittel optimal für den praktischen Einsatz, zum Beispiel bei der Anpassung von Hörgeräten, zu nutzen. Gleichzeitig wird darauf hingewiesen, welche Einschränkungen gemacht werden müssen, wenn Meßergebnisse aus Prüfkammern für individuelle Geräte mit Seriendaten verglichen werden sollen, welche nach dem Standardverfahren [2], [3] im freien Schallfeld ermittelt wurden.

## 2. Wiedergabe-Eigenschaften im freien Schallfeld und in Prüfkammern

### 2.1. Hörgeräte für die vergleichenden Messungen

Insgesamt wurden 4 unterschiedliche Typen von linear verstärkenden HdO-Geräten aus der laufenden Serienproduktion von zwei verschiedenen Herstellern untersucht. Drei der Geräte hatten ein Mikrofon mit richtungsunabhängiger Empfangscharakteristik: Das Gerät A besaß eine frontale Schallaufnahme und war mit einem Eintakt-Endverstärker ausgestattet; Gerät B hatte ebenfalls eine frontale Schallaufnahme und war mit einem Gegentakt-Endverstärker versehen; das Gerät C besaß ebenfalls einen Gegentakt-Endverstärker, jedoch befand sich dort die Schallaufnahme am hinteren unteren Ende des Gehäuses. Das vierte Gerät war mit einem Richtmikrofon ausgerüstet.

### 2.2. Meßmethode

Alle Messungen wurden mit dem vom Hersteller der Prüfkammer vorgesehenen automatischen Frequenzdurchlauf und mit Regelung auf frequenzunabhängigen Eingangsschalldruckpegel nach der Komparationsmethode sowie kontinuierlicher Registrierung des Ausgangspegels im Kuppler durchgeführt. Als Kuppler wurde stets der 2 cm<sup>3</sup>-Kuppler nach IEC 126 [5] und die Standardschallzuführung nach IEC 118-1 [6] verwendet. Bei den Untersuchungen in den Prüfkammern befanden sich Regelmikrofon und Hörgerät in der Mitte der Kammer. Die Geräte mit kugelförmiger Mikrofonempfindlichkeit lagen auf der Seite, ihre Mikrofon-

ufahrung by the "Conditions for type-approval testing of hearing aids by the Physikalisch-Technische Bundesanstalt" [7], [8].

Some practical advice on test chambers should help the user to use this tool optimally, e. g. for fitting hearing aids. Limitations are also pointed out which apply when results of measurements from test chambers for individual aids are to be compared with standard data obtained from standard procedures [2], [3] in free sound fields.

## 2. Response properties in the free sound field and in test chambers

### 2.1. Hearing aids for the comparative measurements

A total of 4 different types of behind-the-ear hearing aids with linear gain taken from the current series production of two different manufacturers were tested. Three of the instruments had a microphone with non-directional reception characteristics: instrument A had frontal sound pick-up and was provided with a single-stage output amplifier; instrument B also had frontal sound pick-up and was fitted with a push-pull output stage; instrument C also had a push-pull output stage, but the sound pick-up was located at the rear lower end of the case. The fourth instrument was furnished with a directional microphone.

### 2.2. Measuring method

All the measurements were carried out with automatic frequency sweep as prescribed by the manufacturer of the test chamber and with regulation to frequency-independent input sound pressure levels in accordance with the comparison method as well as continuous recording of the output level in the coupler. As coupler the 2 cm<sup>3</sup>-coupler in accordance with IEC 126 [5] and the standard sound infeed in accordance with IEC 118-1 [6] were used. For the examinations in the test chamber the control microphone and the hearing aid were in the centre of the chamber. The instruments with spherical microphone sensitivity were placed on their side with the microphone aperture about 1 cm from the control microphone. The instrument with a directional microphone was held by special clamps in such a way that the front microphone aperture pointed in the direction of the sound source. In the case of the measurements in the anechoic chamber, the distance from the loudspeaker was 1 metre, the control microphone was arranged at a distance of 20 cm from the hearing aid, symmetrically to the loudspeaker axis.



# REXTON Tonangebend.

Die **MINI COMPACT** Hörbrille ist das Resultat langjähriger Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Sie vereinigt Leistung mit höchstem Tragkomfort. Modernste Technik mit leichter, eleganter Form und ist kaum von einer normalen Brille zu unterscheiden.

Vielseitige, individuelle Einstellungsmöglichkeiten für die verschiedensten Schwerhörigkeitsgrade gewährleisten einen optimalen Anpassungserfolg. Kein Wunder, dass REXTON-Hörsysteme tonangebend sind. Überall.

#### Mini Compact

Electret Mikrofon, Comfort Compression, Telefon-Spule.

CE 13		CE H 13
50 dB	Verstärkung max.	50 dB
-10 dB	regelbar	-10 dB
123 dB	Ausgangsschalldruck max.	124 dB
-10 dB	(Compression) regelbar	-14 dB
200-600 Hz Tonblende regelbar		700-900 Hz
Frequenz:		
200-4800 Hz	Umfang (ANSI)	690-5500 Hz
13	Batterie-Typ	13

## BOMMER INTERNATIONAL

LANGGRÜTSTRASSE 112  
CH-8047 ZÜRICH  
PHONE 01 54 98 30

**A·M Hearing Aids Ltd**  
7 Kelvin Way  
Crawley  
GB-Sussex RH 10 2LS

**Rexton SA**  
Tour Maine Montparnasse  
18e étage, 33, av. du Maine  
F-75755 Paris-Cedex 15

**Hansaton**  
Dehnhaide 85  
D-2000 Hamburg 76  
Izlinger Hauptstr. 33  
A-5020 Salzburg

öffnung befand sich jeweils gegenüber dem Regelmikrofon in einem Abstand von etwa 1 cm. Das Gerät mit Richtmikrofon wurde mit Hilfe spezieller Halteklammern derart fixiert, daß seine vordere Mikrofonöffnung in Richtung der Schallquelle zeigte. Bei den Messungen im schalltoten Raum betrug die Entfernung zum Lautsprecher 1 m, das Regelmikrofon war in einem Abstand von 20 cm zum Hörgerät, symmetrisch zur Lautsprecherachse angeordnet.

Bei Messung der normalen Wiedergabekurven wurde im schalltoten Raum bei der Frequenz 1 kHz eine Verstärkung von 40 dB bei einem Eingangsschalldruckpegel von 60 dB eingestellt. Die Position des Verstärkungsstellers wurde danach fixiert und somit für die entsprechenden Messungen in den Prüfkammern unverändert übernommen.

### 2.3. Größter erreichbarer Ausgangsschalldruckpegel

Zur Bestimmung des größten erreichbaren Ausgangsschalldruckpegels  $L_{N, \max}$  wurde entsprechend [8] ein Eingangsschalldruckpegel von 90 dB und die höchste Verstärkung der Geräte eingestellt. Das Ergebnis der Messungen im schalltoten Raum und in den Prüfkammern I und II ist in Abb. 1 für die Hörgeräte A, B und C dargestellt.

Die Kurven eines jeden Gerätes zeigen untereinander relativ geringe Unterschiede, lediglich beim Gerät A wurde in der Prüfkammer II oberhalb von 5 kHz ein

For the measurement of the normal response curves, in the anechoic chamber a gain of 40 dB was set at a frequency of 1 kHz and an input sound-pressure level of 60 dB. The position of the gain control was then blocked and kept the same for the corresponding measurements in the test chambers.

### 2.3. Saturation sound pressure level

For determining the saturation sound pressure level  $L_{N, \max}$  an input sound pressure level of 90 dB and the maximum gain of the instrument were set in accordance with [8]. The results of the measurements in the anechoic chamber and in the test chambers I and II are shown in Fig. 1 for the hearing aids A, B and C.

The curves for each instrument do not differ very much from each other, only in the case of instrument A a markedly higher value was measured in test chamber II above 5 kHz. On the whole, the results for instrument A scatter the most and those for instrument B the least. On average the following tolerances obtain for the 3 instruments in the various frequency ranges: below 500 Hz:  $\pm 1.8$  dB, in the range covered by the PTB type-approval test [7], [8] with a tolerance of  $\pm 4$  dB between 500 Hz and 2000 Hz  $\pm 0.9$  dB, between 2000 Hz and 5000 Hz  $\pm 1.1$  dB and above 5000 Hz  $\pm 4.4$  dB, bearing in mind that on account of the steeply dropping transmission curve in this range a slight frequency deviation leads to large level differences.

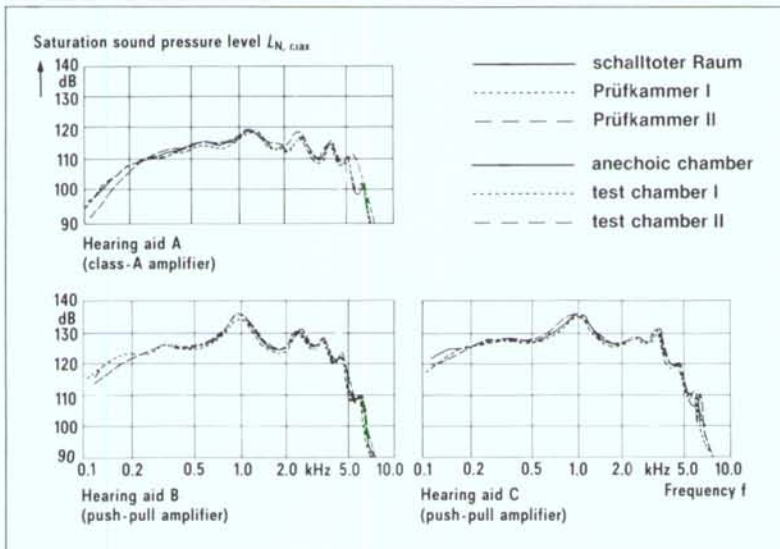


Abb. 1 Größter erreichbarer Ausgangsschalldruckpegel  $L_{N, \max}$ , gemessen bei maximaler Verstärkung und einem Eingangsschalldruckpegel von 90 dB, für 3 verschiedene HdO-Hörgeräte A, B und C

Fig. 1 Greatest attainable output sound pressure level  $L_{N, \max}$ , measured at maximum gain and an input sound-pressure level of 90 dB, for 3 different behind-the-ear hearing aids A, B, and C

deutlich höherer Wert gemessen. Insgesamt streuen die Ergebnisse beim Gerät B am wenigsten und beim Gerät A am meisten. Im Mittel treten bei den drei Geräten in den verschiedenen Frequenzbereichen folgende Toleranzen auf: Unterhalb von 500 Hz:  $\pm 1,8$  dB, in dem von der PTB-Bauartprüfung [7], [8] mit einer Toleranz von  $\pm 4$  dB erfaßten Bereich zwischen 500 Hz und 2000 Hz  $\pm 0,9$  dB, zwischen 2000 Hz und 5000 Hz  $\pm 1,1$  dB und oberhalb von 5000 Hz  $\pm 4,4$  dB, wobei zu beachten ist, daß wegen der in diesem Bereich bereits steil abfallenden Übertragungskurve schon eine geringe Frequenzabweichung zu großen Pegelunterschieden führt.

Die relativ gute Übereinstimmung der Ergebnisse aus den verschiedenen Prüfräumen war zu erwarten, da die in [1] beschriebenen Schallfeldunterschiede für diese, definitionsgemäß im übersteuerten Zustand der Geräte durchzuführende Messung keine Rolle spielen. (Die größten erreichbaren Ausgangspegel wären auch bei induktivem Empfang der Hörgeräte in einem entsprechend starken Magnetfeld zu ermitteln.)

#### 2.4. Normale akustische Wiedergabekurve bei Geräten mit richtungsunabhängiger Mikrofonempfindlichkeit

Für diese Untersuchungen wurde, wie im Abschnitt 2.2. beschrieben, der Verstärkungssteller in derjenigen Position fixiert, die im schalltoten Raum bei einem

The relatively good agreement of the results from the various test rooms was to be expected, since the sound field differences described in [1] for this measurement to be carried out (according to definition with the instrument overdriven) do not play any role. (The saturation sound pressure levels could also be determined by inductive coupling of the hearing aids in an appropriately strong magnetic field).

#### 2.4. Normal acoustic response curves in the case of instruments with nondirectional microphone sensitivity

As described in paragraph 2.2., for this examination the gain control was blocked at a position corresponding to a gain of 40 dB at 1 kHz with an input level of 60 dB in the anechoic chamber. The results obtained in the various test rooms can, therefore, be compared with each other in an absolute sense. Fig. 2 shows the normal acoustic response curves of instruments A, B and C which were measured at an input sound pressure level  $L_F$  of 60 dB in the anechoic chamber or  $L_P$  in the test chambers I, II and III.  $L_N$  is the value of the output sound pressure level in the coupler.

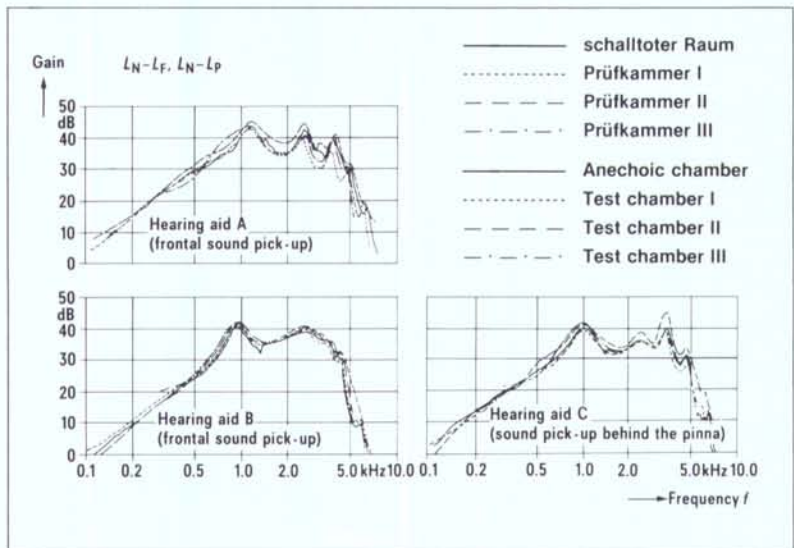
Compared with the curves for the saturation sound pressure level (Fig. 1) it can be seen that, on the one hand, the scattering of the normal acoustic response curves of each instrument in the various test rooms is considerably greater and, on the other hand, there are

Abb. 2 Normale akustische Wiedergabekurve für 3 verschiedene HdO-Hörgeräte A, B und C mit richtungsunabhängiger Mikrofonempfindlichkeit.

$L_N$ : Ausgangsschalldruckpegel im Kuppler,  
 $L_F$ : Eingangsschalldruckpegel im schalltoten Raum,  
 $L_P$ : Eingangsschalldruckpegel in der Prüfkammer

Fig. 2 Normal acoustic response curve for 3 different behind-the-ear hearing aids A, B, and C with omni-directional microphone sensitivity.

$L_N$ : Output sound pressure level in the coupler  
 $L_F$ : Input sound pressure level in the anechoic chamber  
 $L_P$ : Input sound pressure level in the test chamber



Eingangspegel von 60 dB einer Verstärkung von 40 dB bei 1 kHz entspricht. Die in den verschiedenen Prüfräumen ermittelten Ergebnisse sind also absolut miteinander vergleichbar. In Abb. 2 sind normale akustische Wiedergabekurven der Geräte A, B und C dargestellt, die bei einem auf 60 dB geregelten Eingangsschalldruckpegel  $L_F$  im schalltoten Raum, bzw.  $L_P$  in den Prüfkammern I, II und III, ermittelt wurden.  $L_N$  ist der Wert des Ausgangsschalldruckpegels im Kuppel.

Gegenüber den Kurven des größten erreichbaren Ausgangsschalldruckpegels (Abb. 1) fällt auf, daß einerseits die Streuungen der normalen akustischen Wiedergabekurven eines jeden Gerätes in den verschiedenen Prüfräumen wesentlich größer sind und daß andererseits größere Unterschiede zwischen den Streubreiten der verschiedenen Geräte bestehen.

Die größten Streuungen treten beim Gerät A, die geringsten beim Gerät B auf. Ein systematischer Einfluß der unterschiedlichen Schallaufnahme des Gerätes C gegenüber den Geräten A und B ist nicht zu erkennen. (Beim Vergleich der Ergebnisse aus den verschiedenen Prüfräumen ist auch zu beachten, daß in der Prüfkammer III aufgrund der Meßbereichsgrenze des eingebauten Meßverstärkers praktisch nur Verstärkungswerte  $> 10$  dB ausgewertet werden konnten.)

Die Abweichungen der normalen akustischen Wiedergabekurven aller drei Geräte haben im Durchschnitt in den einzelnen Frequenzbereichen folgende Werte: unterhalb von 500 Hz  $\pm 1,7$  dB, zwischen 500 Hz und 2000 Hz  $\pm 2,2$  dB, im Bereich von 2000 Hz bis 5000 Hz  $\pm 5,2$  dB im ungünstigsten Fall bzw.  $\pm 3,7$  dB, wenn die Bereiche an den Flanken nicht eingeschlossen werden. Oberhalb von 5000 Hz beträgt die Abweichung mindestens  $\pm 5,7$  dB, wobei hier wiederum der starke Abfall der Wiedergabekurven zu berücksichtigen ist.

Die PTB-Bauartprüfung [7], [8] erfaßt den Frequenzbereich von 500 Hz bis 2000 Hz und läßt für die normale akustische Wiedergabekurve in der Serienfertigung gegenüber den im freien Schallfeld ermittelten Solldaten des entsprechenden Hörgeräte-Typs eine Toleranz von  $\pm 6$  dB zu. In diesem Frequenzbereich wurden an ein und demselben Geräte-Exemplar im Mittel zwischen den Messungen in verschiedenen Prüfräumen Abweichungen von  $\pm 2,2$  dB festgestellt. Das ist etwas mehr als ein Drittel der für eine gesamte Serie zugelassenen Toleranzen.

Wäre die Position des Verstärkungsstellers für die Messungen in den Prüfkammern so nachjustiert worden, daß in jedem Prüfraum sich bei 1 kHz exakt 40 dB Verstärkung ergeben hätten, so wären gegenüber

greater differences between the degrees of scattering of the various instruments.

The greatest scattering obtains with instrument A, the slightest with instrument B. A systematic influence due to the different kind of sound pick-up of instrument C compared with instruments A and B cannot be detected. (When comparing the results from the various test rooms it should also be remembered that in test chamber III only gain values greater than 10 dB could be evaluated owing to the measuring range limit of the built-in measuring amplifier).

The deviations from one another of the normal acoustic response curves of all 3 instruments have, on average, the following values in the individual frequency ranges: below 500 Hz  $\pm 1.7$  dB, between 500 Hz and 2000 Hz  $\pm 2.2$  dB, in the range from 2000 Hz to 5000 Hz  $\pm 5.2$  dB in the most unfavourable case or  $\pm 3.7$  dB when the ranges at the flanks are not included. Above 5000 Hz the difference is at least  $\pm 5.7$  dB, here again we must bear in mind the steep drop of the response curves.

The PTB type-approval test [7], [8] covers the frequency range from 500 Hz to 2000 Hz and permits a tolerance of  $\pm 6$  dB for the normal acoustic response curve in series production compared with the nominal data of the pertinent hearing aid type determined in the free sound field. In this frequency range deviations of  $\pm 2.2$  dB, on average, were determined between the measurements in the various test rooms on one and the same hearing aid. This is somewhat more than one third of the tolerance allowed for a whole series.

If, for the measurements in the test chambers, the position of the gain control had been re-adjusted to that in each test room a gain of exactly 40 dB had been obtained at 1 kHz, then the following deviations would result compared with the reference measurement in the free sound field (in brackets the deviations for the blocked position of the gain control in accordance with Fig. 2 are given): instrument A: + 2.5 dB, - 5 dB ( $\pm 2.5$  dB); instrument B: + 2.0 dB, - 3 dB ( $\pm 1.5$  dB); instrument C: + 2.5 dB, - 3.5 dB ( $\pm 2.5$  dB). In other words, the measurements of the 3 instruments in the 3 test chambers deviate, on average, by + 2.3 dB and - 3.8 dB from the data determined in the free sound field.

Consequently, measurements of the normal acoustic response curve on one and the same instrument in the three test chambers examined differ from the correct value in the free sound field by an amount that already corresponds to one half of the tolerance allowed for a whole series in accordance with the type-approval test. This means that when inspecting finished instruments

der Bezugsmessung im freien Schallfeld jeweils folgende Abweichungen aufgetreten (in Klammer sind die laut Abb. 2 für festgehaltene Position des Verstärkungsstellers geltenden Abweichungen angegeben): Gerät A: + 2,5 dB, - 5 dB ( $\pm 2,5$  dB); Gerät B + 2,0 dB, - 3 dB ( $\pm 1,5$  dB); Gerät C: + 2,5 dB, - 3,5 dB ( $\pm 2,5$  dB). Demnach weichen die Messungen der drei Geräte in den drei Prüfkammern im Mittel um + 2,3 dB und - 3,8 dB von den im freien Schallfeld bestimmten Daten ab.

Messungen der normalen akustischen Wiedergabekurve an ein und demselben Gerät in den drei untersuchten Prüfkammern unterscheiden sich somit vom richtigen Wert im freien Schallfeld um einen Betrag, der bereits der Hälfte derjenigen Streubreite entspricht, die für die gesamte Serie nach der Bauartprüfung zugelassen ist. Das bedeutet, daß bei einer Nachprüfung von ausgelieferten Geräten auf Einhaltung der Bauartbedingungen die zugelassenen Toleranzen bei Messung in der Prüfkammer durchschnittlich um die Hälfte vergrößert werden müßten.

Die in Abb. 2 wiedergegebenen Messungen wurden bei unveränderter Position des Verstärkungsstellers aufgenommen. Deshalb entspricht der Unterschied der Kurven auch derjenigen Differenz, die sich für die maximale Verstärkung in den verschiedenen Prüfräumen ergibt. Nach der Bauartprüfung darf der Maximalwert der Verstärkung bei 1 kHz in der Serie den Sollwert nicht um mehr als 4 dB unterschreiten. Nachdem in den Prüfkammern die Verstärkung bei 1 kHz im Mittel bei 42 dB lag, obgleich im schalltoten Raum 40 dB eingestellt wurden, darf angenommen werden, daß auch die Maximalverstärkung bei 1 kHz um 2 dB höher liegt als im freien Schallfeld, sofern auch bei dieser Messung im linearen Verstärkungsbereich gemessen wird und keine zusätzlichen Kopplungen (s. Abschnitt 3.) auftreten.

(Fortsetzung folgt)

to determine whether the type-approval conditions have been met, the permissible tolerances for measurement in the test chamber must be increased, on average, by the half.

The measurements shown in Fig. 2 were obtained with the gain control position blocked. Therefore, the difference between the curves corresponds to the difference obtaining for the maximum gain in the various test rooms. According to the type-approval test the maximum value of the gain at 1 kHz in the series should not drop by more than 4 dB below the nominal value. Since in the test chambers the gain at 1 kHz was, on average, 42 dB, although in the anechoic chamber 40 dB had been set, it can be assumed that also the maximum gain at 1 kHz is 2 dB higher than in the free sound field, provided that also here the measurement has been made in the linear amplification range and no additional coupling (see paragraph 3.) occurs.

(To be continued)

## Literatur/References

- |  |  |  |
|--|--|--|
| <p>[1] Helle, R. (1979): Das Schallfeld in verschiedenen Hörgeräte-Prüfkammern. Z. f. Hörgeräte-Akustik / J. of Audiological Technique 18, 52-63, 106-116.</p> <p>[2] IEC-Publication 118: Recommended Methods for Measurements of the Electro Acoustical Characteristics of Hearing Aids. Bureau Centr. de la Comm. Electro-techn. Int., Genf 1959.</p> | <p>[3] DIN 45600: Elektrische Hörhilfen — Messen der akustischen Eigenschaften. Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA, 1962.</p> <p>[4] Helle, R. (1978): Probleme bei der Messung von Hörgeräten in Prüfkammern. »Fortschritte der Akustik — DAGA 78«, VDE-Verlag GmbH, Berlin, S. 617-620.</p> <p>[5] IEC-Publication 126: IEC Reference Coupler for the Measurement of</p> | <p>Hearing Aids Using Earphones Coupled to the Ear by Means of Ear Inserts. Bureau Centr. de la Comm. Electro-techn. Int., Genf 1973.</p> <p>[6] IEC-Publication 118, Amendment No. 1: Recommended Methods for Measurements of the Electro Acoustical Characteristics of Hearing Aids. Bureau Centr. de la Comm. Electro-techn. Int., Genf 1973.</p> <p>[7] Bedingungen für die Bauartprüfung von Hörhilfen durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt vom 1. Jan. 1969. PTB-Mitt. 78 (1968) 469.</p> <p>[8] Bedingungen für die Bauartprüfung von Hörgeräten durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt vom 1. Januar 1979. PTB-Mitteilungen 88 (1978) 425-427.</p> <p>[9] Helle, R.: a) Messung der Verzerrungen von Hörgeräten. b) Measurement of Distortion of Hearing Aids. Hearing Instruments Technology, Siemens AG, Bereich Medizinische Technik, Erlangen 1977.</p> <p>[10] Technische Unterlagen über Hörgeräteprüfkammern der Firmen Brüel &amp; Kjaer, Naerum; Linke-Hörgeräte, Kiel; Phonic Ear Int. Germany, Neu Isenburg.</p> <p>[11] DIN 45605: Elektrische Hörhilfen — Numerische und graphische Darstellung von akustischen Eigenschaften in Datenblättern. Fachnormenausschuß Elektrotechnik im DNA, Sept. 1965.</p> |
|--|--|--|

# Die psychologischen und sozialen Aspekte der Hörbehinderung bei Kindern

Donald G. Williamson

Cheryl Buntz

*Zusammenfassung* In vielen Fällen und nach Auffassung zahlreicher Laien und Fachleute ist das schwerhörige oder gehörlose Kind »anders«. Dies trifft jedoch auf die Bedürfnisse, Ansprüche und Wünsche eines solchen Kindes nicht zu. Ein hörgeschädigtes Kind verhält sich jedoch anders, sofern man seine Schwierigkeiten, mit der Umwelt einen wirkungsvollen Austausch herzustellen, berücksichtigt. Die Beziehungen zwischen dem Selbstverständnis des Kindes, seiner Persönlichkeit, seinen sozialen und psychologischen Auffassungen und seiner Fähigkeit im Umgang mit seiner Umwelt werden erläutert. Es werden ferner Anregungen für eine Beeinflussung dieser Auffassungen über die Eltern- und Lehrerberatung durch den Audiologen gegeben.

Ein taubes oder schwerhöriges Kind ist in Bezug auf seine grundsätzlichen Bedürfnisse und Wünsche nicht anders als jedes normale Kind. Genau wie andere Kinder heranwachsen und reifen und durch ihre Familie, Spielkameraden und Erfahrungen beeinflusst werden, entwickelt sich auch das hörgeschädigte Kind. Das Kind mit beeinträchtigtem Gehör unterscheidet sich jedoch von anderen Kindern dadurch, daß es von anderen Leuten als vom »Normalkind« verschieden angesehen wird. Sie sehen zuerst die Hörschädigung und erst in zweiter Linie das Kind. Demzufolge können sich die Erfahrungen eines schwerhörigen Kindes erheblich von denen seiner Spielkameraden unterscheiden. Als Folge dieser Wechselwirkung zwischen Behinderung und Umwelt können sich bei einem hörgeschädigten Kind die Persönlichkeit, die sozialen Beziehungen, die Selbsteinschätzung und das emotionale Temperament im Vergleich zum »normalen« Kind unterschiedlich entwickeln. Man sollte daran denken, daß solche Unterschiede bestehen können; viele Menschen nehmen an, daß ein Kind, das ein Hörgerät trägt, von sich aus anders ist. Hier liegt das wahre soziale Problem, dem das hörgeschädigte Kind gegenübersteht. Wie andere es betrachten und behandeln und wie es sich infolgedessen selbst empfindet, kann psychologisch und sozial unheilvollere Folgen nach sich ziehen, als die Behinderung selbst annehmen läßt.

Die Gesellschaft überträgt häufig die Beeinträchtigung des Gehörs auf die Persönlichkeit der betreffenden Person. Es ist eine allgemein anzutreffende Meinung, daß schwerhörige Menschen emotional unreif seien, eingeengte Interessen und intellektuelle Fähigkeiten hätten, sozial verarmten und ihr Verhalten rein routinemäßig ablaufe (Levine 1976). Zwar begrenzt der Hörverlust an sich weder die angeborene Intelligenz, noch schränkt er die emotionale Reaktionsfähigkeit ein. Da jedoch die Sprachentwicklung behindert ist und damit auch der Umfang der gesellschaftlichen Beziehungen begrenzt wird, stellt der Hörverlust eine starke Einschränkung für den normalerweise anpassungsfähigen Organismus des Kindes dar.

A deaf or hearing impaired child is no different from any normal child in regard to his basic needs and wants. Just as other children grow and mature and are affected by their family, peers, and experiences, so too is the hearing impaired child. However, the hearing impaired child is different from other children in the way it is viewed as different by other people. They may perceive him first as hearing impaired and secondly as a child. Consequently, the experiences that a hard of hearing child has may vary markedly from those of his peers. As a result of the interaction between handicap and environment, hard of hearing children may develop different personalities, social relationships, views of self, and emotional temperaments from their "normal" counterparts. It should be remembered that these differences may exist; many people assume that a child wearing a hearing aid is inherently different. Here lies the real social problem that the hard of hearing child faces. The way others view and treat him and the way that he views himself as a result may be more devastating psychologically and socially than his impairment would indicate.

Society often stereotypes hearing impaired people as to their personality. A common belief is that hard of hearing people are emotionally immature, have narrowed interests and intellectual functioning, are socially impoverished, and adhere strictly to routines (Levine 1976). Hearing loss, in and of itself, limits neither native intelligence or the capacity for emotional response. However, because it hinders language development and, therefore, limits the amount of social interaction, it does pose a big limitation to the child as an adaptive organism.

Language is sometimes called the link between our minds and others. Even nonverbal or gestural understanding has been shown to be dependent upon verbal language knowledge (Levine 1976). The hard of hearing child who is behind in language will, therefore, be lacking in the kinds of social and interpersonal experiences that lead to healthy personality development. One study concludes that the divergence of verbal



# The Psychological and Social Effects of Hearing Impairments on Young Children

*Summary* In many instances and in the view of many people, both laymen and professionals, the hard of hearing or deaf child is »different«. In so far as the child's wants, needs, and desires are concerned, this is not true. However, because of the hearing impaired child's problems in communicating effectively, he is »different«. The relationship between the child's self-image, personality, social, and psychological concepts and the child's communicative abilities is explained. Suggestions are also made for the alteration of these concepts through parent and teacher counseling by the audiologist.

Die Sprache wird gelegentlich als Bindeglied zwischen unserem Geist und dem anderer bezeichnet. Auch zeigte sich, daß selbst das nichtverbale oder gestikulierende gegenseitige Verstehen von der verbalen Sprachkenntnis abhängt (Levine 1976). Dem schwerhörigen Kind, das in seiner Sprachentwicklung zurückfällt, fehlen deshalb die gesellschaftlichen und zwischenmenschlichen Erfahrungen, die für die gesunde Persönlichkeitsentfaltung erforderlich sind. Eine Untersuchung kommt zu dem Schluß, daß die geringere verbale Ausdrucksfähigkeit hörgeschädigter Kinder mit ausgeprägten Unterschieden in der Persönlichkeit einhergeht (Levine 1976). Die besseren sprachlichen Fähigkeiten führen zu unterschiedlichen Gesprächserfahrungen, die wiederum zu einer größeren inneren Bereicherung führen und somit eine unterschiedliche Persönlichkeitsentwicklung zur Folge haben können. Aus diesem Grunde sind die Persönlichkeit und die emotionale Veranlagung eines hörgeschädigten Kindes als Ergebnis seiner Erfahrungen anzusehen, die zwar ebenso vielfältig, aber doch etwas anders sind als die des normalhörenden Kindes.

Unterschiede in der Persönlichkeit und in den sozialen Fähigkeiten fanden sich zwischen normalhörenden und hörgeschädigten Kindern. Eine Untersuchung (Darbyshire 1977), in der 45 hörbehinderte Kinder im Alter zwischen 3 und 8 Jahren mit normalhörenden Altersgenossen verglichen wurden, ergab, daß emotional unangemessene Verhaltensweisen häufiger bei den behinderten Kindern anzutreffen waren. Selbst innerhalb der Gruppe der Hörgeschädigten wichen die emotionalen und sozialen Verhaltensweisen weit voneinander ab. Einige Kinder ließen eine geringere Anteilnahme an Spielen und weniger gesellschaftliche Wechselbeziehungen als andere erkennen. Es zeigte sich ein deutlicher Bezug zwischen dem Grad der Schwerhörigkeit und dem Umfang an gesellschaftlicher Teilnahme. Je stärker die Hörbehinderung war, um so geringer war die aktive Beteiligung des Kindes am Spiel mit anderen. Als weiteres Ergebnis wurde ein Zusammenhang zwischen der höheren Geschicklichkeit im Spiel und der

capacity in hearing impaired children is associated with marked differences in personality (Levine 1976). Better verbal capacities produce varied language experiences which in turn can lead to more inner enrichment and result in different personalities. Therefore, the hearing impaired child's personality and emotional disposition should be viewed as a product of his experiences which are as varied, although somewhat different than the child who has normal hearing.

Personality differences and differences in social skills have been found between normal children and those who are hearing impaired. One study (Darbyshire 1977) which compared forty-five hearing impaired children between the ages of three and eight with normal hearing peers found emotionally inappropriate behaviors more common in the handicapped children. Even among the hearing impaired group, however, there was a wide range of emotional and social behaviours. Some children evidence less participation in games and fewer social interactions than others. There was a positive correlation between the degree of the hearing loss and the amount of social participation. The more severe the hearing impairment, the less the child actively engaged in play with other children. Another related finding was that better receptive and expressive language skills correlated positively with skill in games. The hearing impaired child's ability or inability to communicate manifests itself in his social and emotional behaviour.

One contributory factor to the development of personality and self-concept is whether a person views himself as being able to exert some control over his life. There are two basic types of personality in regard to type of control (Bodner and Johns 1977). One type can be described as having an internal locus of control. This person perceives his life as being a consequence of his own actions. Characteristically, people with this type of personality are academically successful, have confidence in their own judgement, and accept personal responsibility for their successes or failures. The other type is described as having an external locus of

besseren sprachlichen Ausdrucks- und Aufnahmefähigkeit festgestellt. Die Fähigkeit oder Unfähigkeit des hörgeschädigten Kindes zur Kommunikation offenbart sich in seinem sozialen und emotionalen Verhaltensmuster.

Ein beeinflussender Faktor für die Entwicklung der Persönlichkeit und des Selbstverständnisses ist die Meinung eines Menschen über die eigene Fähigkeit, sein Leben gestalten zu können. Bezüglich der Art der Steuerung und Beeinflussung gibt es zwei Persönlichkeits-Grundtypen (*Bodner und Johns 1977*). Ein Typus kann als ein Mensch mit einer autonomen inneren Steuerung beschrieben werden. Dieser betrachtet sein Leben als Ergebnis der eigenen Handlungen. Bezeichnenderweise sind Menschen dieses Persönlichkeitstyps akademisch erfolgreich, vertrauen dem eigenen Urteil und übernehmen die persönliche Verantwortung für ihren Erfolg oder Mißerfolg. Der andere Typus kann als Mensch beschrieben werden, bei dem die Beeinflussung und Steuerung seines Lebens von außen kommt. Diese Menschen sehen sich in einer Welt, über die sie keine Macht haben. Sie glauben, daß sie selbst und ihre Erfahrungen von anderen beeinflusst und gesteuert werden. Für Mängel und Mißerfolge machen sie andere verantwortlich und der Erfolg wird lediglich von Faktoren wie Glück oder Schicksal bestimmt. Dementsprechend hat dieser zweite Personentypus eine sehr geringe Meinung von sich selbst. Ein hörbehindertes Kind, dem der akustische Kontakt zur Umwelt fehlt und das Eltern oder Geschwister hat, die es übermäßig behüten und alles für es tun, kann dem Gefühl erliegen, keine Kontrolle über sein Leben zu haben. Die Auswirkung dieser Faktoren insgesamt kann dazu führen, daß sich Abhängigkeiten entwickeln. In Fällen von Taubheit vor Erlernung der Sprache zeigen sich im Vergleich zur allgemeinen Bevölkerung ein Mangel an innerer Steuerung wie auch Merkmale wie sie von Abhängigkeit und Impulsivität (*Bodner und Johns 1977*) geprägt werden.

Wie schon weiter oben gesagt, betrachten viele Menschen das taube oder schwerhörige Kind als einen Menschen mit eingeeengter Intelligenz. Dies scheint einzuschließen, daß aufgrund der Behinderung die Erkenntnisfähigkeit zurückgeblieben ist. *Piaget (McCandless und Trotter 1977)*, einer der wichtigsten Forscher auf dem Gebiet der Entwicklung der Erkenntnisfähigkeit bei Kindern, beschreibt vier Stadien des Erkennens. Das erste Stadium beginnt mit der Geburt und endet mit dem Alter von etwa zwei Jahren. Es wird als sensorisches Stadium bezeichnet. In dieser Periode erforscht das Kind seine Umwelt und entwickelt seine Vorstellung über diese Welt durch die physische Bewegung des eigenen Körpers. Zu diesem Zeitpunkt hat die

control. These people view their world as one in which they have no power. They see themselves and the experiences they have as being controlled by others. Shortcomings and failures are blamed on others, and successes are merely luck or fate. Consequently, this second type of person has a very poor self-concept. A hearing impaired child who lacks auditory contact with the environment and who has parents or siblings who overprotect and do everything for him may feel a lack of control over his life. The combined effects of these factors may lead to the development of dependency patterns. The prelingually deaf do show a lack of internalized controls as well as exhibit traits of dependency and impulsivity when compared to the general population (*Bodner und Johns 1977*).

As stated earlier, many people view deaf or hearing impaired children as having narrowed intellectual functioning. This seems to imply that because of their handicap their cognitive development has slowed. *Piaget (McCandless und Trotter 1977)*, one of the major contributors to the study of cognitive development in children, has described four stages of cognition. The first stage begins at birth and ends when the child is about two years old. It is called the sensorimotor stage and during this period, the child explores its environment and develops its ideas about the world through the physical movements of his own body. At this point, language has no part in the development of the child's cognitive abilities. Stage two is called the pre-operational stage and lasts until about age seven. During this period, the normal child is learning language; and by age seven, the majority have already mastered it. Stages three and four are the concrete and formal operational stages. Upon reaching these final levels, the child's cognitive development is approaching maturity. He can now think logically, engage in games that are governed by rules, and has acquired the concept of role playing (*Darbyshire 1977*). All of these developments are based upon the social interaction, play and language experiences of the child. Language has a lot of input into the development of cognition as defined by Piaget. However, stage one, the sensorimotor stage, is only concerned with the child's physical exploration of his environment. The hearing impaired child, though behind in language, has been shown to proceed normally through this first cognitive level (*Best und Roberts 1976*). The same study pointed out a slight lag in vocal imitation, but no real discrepancy in the capacity to develop cognitively. Upon reaching the age at which most hearing children are beginning to say words, the hearing impaired child may begin to lag behind. The evolution of play, a major contributor in Piaget's cognitive development

Sprache keinen Anteil an der Entwicklung der Erkenntnisfähigkeit des Kindes. Die zweite Stufe wird als präfunktionales Stadium bezeichnet und dauert etwa bis zum Alter von sieben Jahren. In diesem Zeitraum erlernt das normale Kind die Sprache; und im Alter von 7 Jahren wird sie von der Mehrzahl der Kinder beherrscht. Die Stadien drei und vier sind die Stufen der konkreten und formalen Funktion. Bei Erreichen dieser oberen Stufen nähert sich die Erkenntnisfähigkeit des Kindes dem der Reife, also des Erwachsenseins. Der Mensch kann nun logisch denken, sich an Spielen beteiligen, die genauen Regeln unterliegen, und er hat das Konzept des Rollenverhaltens übernommen (*Darbyshire 1977*).

Alle diese Entwicklungen beruhen auf den sozialen Wechselbeziehungen, dem Spiel und den Spracherfahrungen des Kindes. Die Sprache spielt bei der Entwicklung des Wahrnehmungsvermögens gemäß der Definition von *Piaget* eine große Rolle. Das erste Stadium jedoch, die sensomotorische Stufe, beruht lediglich auf der physischen Entdeckung der Umwelt des Kindes. Das hörbehinderte Kind durchläuft diese erste Erkenntnisstufe völlig normal, obwohl es in der Sprechentwicklung zurückgeblieben ist (*Best und Roberts 1976*). Die gleiche Untersuchung zeigt ein geringes Nachhinken in der vokalen Nachahmung, doch keine wirkliche Abweichung vom normalen Kind in der Entwicklung der Wahrnehmungsfähigkeit. Bei Erreichen des Alters, in dem die meisten normalhörenden Kinder anfangen, Worte zu sagen, beginnt das hörbehinderte Kind, in der Entwicklung zurückzubleiben. Die Entfaltung der Fähigkeit zum Spielen, welches nach der Theorie der Erkenntnisfähigkeitsentwicklung von *Piaget* einen wichtigen Beitrag leistet, wurden von einem Autor als gleich dargestellt, sowohl für das hörgeschädigte wie für das normalhörende Kind in den ersten Jahren (*Darbyshire 1977*). Die Entwicklung der Spielmuster des reifen Menschen verlangsamt sich jedoch bei den behinderten Kindern mit zunehmendem Alter.

Das hörbehinderte Kind ist nicht nur psychologisch, gesellschaftlich und von seiner Wahrnehmungs- und Erkenntnisfähigkeit her beeinträchtigt, auch das Verhalten seiner Eltern und Geschwister ändert sich. Die Erkenntnis, daß ihr Kind behindert ist, löst bei vielen Eltern Angst und Unsicherheit aus. In den meisten Fällen stellt sich zunächst eine Depression ein. Die Eltern schieben sich gegenseitig und gelegentlich sogar ihrem Kind die Schuld für ihr Gefühl der Verwirrung zu. Die Anwesenheit des Kindes kann zu einer ständigen Erinnerung an ihr persönliches Versagen und ihre enttäuschten Hoffnungen werden. Anfangs mag es sein, daß sie dem Kind gegenüber Ärger empfinden; anschließend stellt sich ein Gefühl der Schuld über diese

theory, was shown by one author to be similar in both hearing impaired and normal children in the early years (*Darbyshire 1977*). However, the development of mature play patterns slowed down with age in the handicapped children.

Not only is the hearing impaired child affected psychologically, socially, and cognitively, but its parents and family show changes too. The realization that they have produced a handicapped child causes many parents to feel anxiety and uncertainty. For most, early depression is inevitable. They alternately blame each other and sometimes even their child for their feelings of confusion. The presence of the child can be a constant reminder of their personal failure and disappointed aspirations. Initially, they may feel angry toward their child and then in turn feel guilty about these emotions and try to overcompensate by being too protective toward their hearing impaired child. These ambivalent feelings were shown in one study to lead to unpredictable discipline patterns on the part of the parents (*Bodner and Johns 1977*). The child's lack of language can also affect the development of a strong child-mother bond. The combination of the child's communication problems, and the parents' fluctuating feelings can intrude upon the hearing impaired child's timetable for growth. During the pre-school years especially, the child with a hearing impairment, more than the normal hearing child, needs a predictable home environment.

There are several approaches one might choose in trying to help a hearing impaired child overcome its problems and develop into a socially and emotionally mature person. Almost all experts on the subject stress the role of the parents as being instrumental in carrying out any type of early intervention program. During the first weeks and months of its life, the most important person in the infant's environment is its mother. The quantity and quality of the mother's language is important. As the child grows older, the mother should talk face-to-face to the child to make sure that it receives as many cues about the content of the message as possible (*Bodner and Johns 1977*). It is also important that the parents provide reasons as well as rules for the child to abide by. Enough information should be given about the nature of a task so that the child can consider the consequences of its actions. This sense of responsibility for one's behavior is important to the development of a mature, well adjusted personality in all children, hearing impaired or normal.

*McElroy and Bernstein (1976)* list four important factors in helping parents develop self-esteem in their hearing impaired child. First, the parents should be educated to tell the difference between "kid" problems

Empfindungen ein, und die Eltern versuchen, dies durch ein übertrieben beschützendes und behütendes Verhalten gegenüber ihrem hörbehinderten Kind auszugleichen. In einer Studie wurde gezeigt, daß diese ambivalenten Empfindungen zu unvorhersehbarem Erziehungsverhalten seitens der Eltern führen (Bodner und Johns 1977). Der Mangel an Ausdrucksfähigkeit des Kindes kann auch die Entstehung einer starken Kind/Mutter-Bindung gefährden. Die Kommunikationsprobleme des Kindes und die schwankenden Gefühle der Eltern können den zeitlichen Ablauf von Wachstum und Entwicklung des hörgeschädigten Kindes beeinflussen. Besonders während der Vorschuljahre braucht das hörbehinderte Kind mehr als das normalhörende Kind eine verlässliche und vertraute familiäre Umgebung.

Es gibt verschiedene Wege, die man bei dem Versuch, einem hörbehinderten Kind bei der Überwindung seiner Probleme und bei der Entwicklung zu einer gesellschaftlich und emotional gereiften Persönlichkeit zu helfen, wählen kann. Nahezu alle Experten auf diesem Gebiet betonen die wichtige Rolle der Eltern bei der Durchführung jeder Art von früh eingeleiteten Hilfsprogrammen. Während der ersten Lebenswochen und -monate ist die Mutter die wichtigste Person in der Umwelt des Säuglings. Die Quantität und Qualität der mütterlichen Ansprache ist wichtig. Mit zunehmendem Alter des Kindes sollte ihm die Mutter beim Sprechen ins Gesicht schauen, um sicherzustellen, daß es so viel wie möglich von dem Inhalt der Nachricht erfaßt (Bodner und Johns 1977). Darüber hinaus ist es wichtig, daß die Eltern dem Kind Begründungen und Richtlinien zur Befolgung an die Hand geben. Über die Natur einer gestellten Aufgabe sind dem Kind ausreichende Informationen zu geben, so daß es die Folgen seiner Maßnahmen abschätzen kann. Dieses Gefühl der Verantwortung für das eigene Verhalten ist bei allen Kindern für die Entwicklung zu einer reifen und ausgeglichenen Persönlichkeit wichtig, ob hörbehindert oder normalhörend.

McElroy und Bernstein (1976) haben vier wichtige Faktoren aufgestellt, die den Eltern helfen sollen, bei ihren hörbehinderten Kindern Selbstbewußtsein und Selbstachtung entstehen zu lassen. Als erstes sollten die Eltern ausgebildet werden, um den Unterschied zwischen allgemeinen Kinderproblemen und den speziell mit der Behinderung ihres Kindes zusammenhängenden Problemen zu erkennen. Zweitens sollten die Eltern über die potentielle Möglichkeit der Sprachbereicherung durch Mimik unterrichtet werden. Dieser nichtverbale Kommunikationsweg sollte von ihnen genutzt werden, um ihren Kindern das Verstehen einer Situation zu erleichtern; sie sollten jedoch sorgfältig darauf achten,

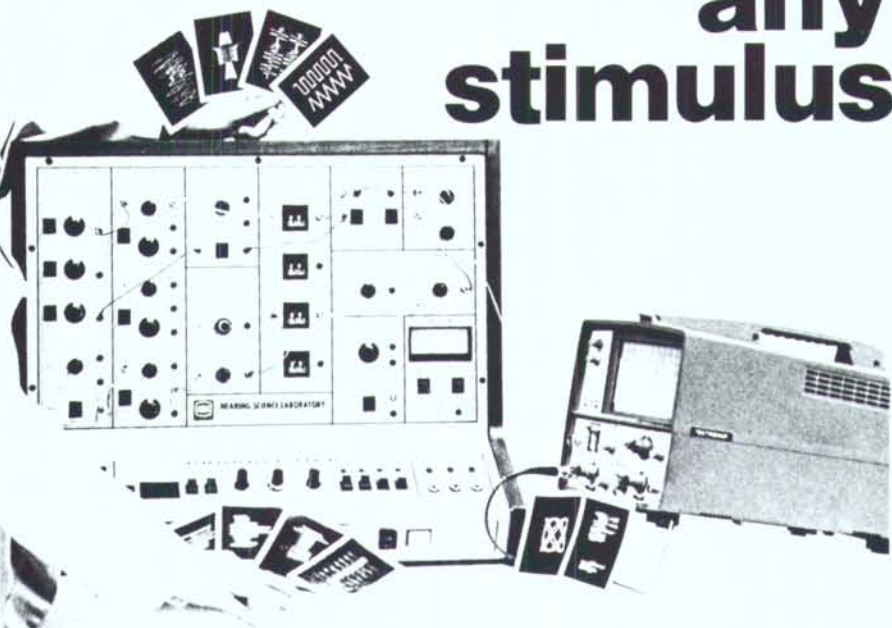
and those that are associated with their child's handicap. Secondly, parents should be informed of the potency of their facial expressions. They should use this nonverbal communication to aid their child's understanding of a situation, but they should also be careful of unconsciously conveying a wrong impression. The hearing impaired child who pays special attention to facial expressions may be unduly worried by the tired or strained look on his father's face when he comes from the office. The child may wrongly infer that his father is sick or that it has upset its father if no one takes the time to explain that dad is simply tired. Thirdly, the parents should establish a sense of order in their home. By letting the child know what is going to happen later in the day or tomorrow, the parents can help their child feel that it has some control over what happens to it. It is also valuable to teach the value of the word "no", for the hearing impaired child who has no verbal options may resort to temper tantrums in trying to control its environment. Lastly, there should be a sense of family togetherness. The child should be made to feel that it is part of the family by being included in the conversation as much as possible. At the dinner table, seat the hearing impaired child so that it can understand the flow of conversation; and let it contribute its ideas. Provide plenty of opportunities outside the home, as well, that will make the child a part of its community. It needs to learn its strengths and limitations. Only by testing itself can the hearing impaired child develop a sense of worth and dignity.

When the child reaches the ages of five or six, the school becomes an important influence on it. One approach used at the Montreal Oral School for the Deaf (Becker 1978) emphasizes the importance of a hearing impaired child's contact with others. The human development program is called the "Magic Circle" and its goals are to develop self-awareness and sensitivity, self-confidence and mastery, and interpersonal communication and tolerance. During a part of each school day, the teacher and pupils sit in a circle and discuss how they feel about a selected topic. Each student has a chance to express his opinion and to listen to other children's ideas. They must hold off their judgments of other children's opinions until the end of the discussion. Teachers who have worked with the program report that the hearing impaired children learn to appreciate individual differences. Hopefully, their perceptions of the world will no longer be egocentric; and they will learn to be more flexible in their thinking.

In dealing with the parents of hearing impaired child, an audiologist or speech pathologist should be able to supply information pertaining to the child's social and



# Pick a stimulus, any stimulus



## Generate it, Filter it, Phase-shift it, Limit it, Attenuate it, Mix it, Amplify it, Control it, Monitor it ...

**Generate it . . .** Three low distortion, continuous frequency, Wein bridge sinusoid oscillators (less than 1% total harmonic distortion throughout the 100-10,000 Hz range) Variable frequency "buzz" source, offering separate triangle and square wave outputs. White and pink noise generator. Variable gain microphone line preamplifier for speech and other complex inputs. Variable gain remote microphone amplifier for Intercom Operation.

**Filter it . . .** Three Active Filter Sets, each with independent high, low and band pass outputs. Each filter set provides adjustable frequency cutoff and selectivity controls spanning 100-10,000 Hz.

**Phase-shift it . . .** 0-180° Variable Phase Shifter featuring frequency independence throughout the audio range. Stimulus Phase Reversal Switch and Buffering Amplifier.

**Limit it . . .** Automatic Gain Control featuring adjustable attack and recovery time. Variable Peak Clipper with adjustable clipping level control.

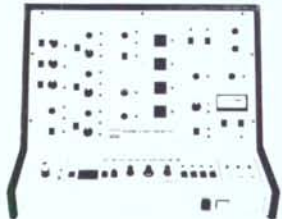
**Attenuate it . . .** Four calibrated step attenuators featuring rotary thumbwheel control and 0 to 69 dB attenuation in 1 and 10 dB steps.

**Mix it . . .** Two mixer-amplifiers, each providing unity or 20 dB gain summing for three input signals.

**Amplify it . . .** Variable gain output amplifiers for: (1) subject's headphones - stereo sound field demonstration speakers. (2) talkback / monitor headphones. (3) bone vibrator.

**Control it . . .** Two programmable electronic gates featuring adjustable rise / fall times. Computer logic Digital Event Programmer provides precise control over temporal sequencing within an experiment. No external logic circuitry required. Two programmer channels control the Electronic Gates. A third programmer channel provides adjustable delay between test trials and conditions, to permit subject responses. A Fourth channel allows programmer control over external devices such as warning lights and buzzers. Probability function generator permits control of stimulus delivery schedule for signal

detection studies.  
**Monitor it . . .** Input amplifier peak overload indicator for mic / line signals. Switchable peak / average reading VU meter. Phase test circuit monitors waveform relationship at transducers.



55-57 Wilmslow Road  
Handforth, Cheshire  
England, SK9 3JJ  
Tel: (0625) 529223 / Telex: 668449 G

# the HEARING SCIENCE LABORATORY™

daß sie nicht ungewollt einen falschen Eindruck übermitteln. Das hörbehinderte Kind, welches besondere Aufmerksamkeit auf den Gesichtsausdruck richtet, kann zum Beispiel durch den erschöpften oder angestrengten Ausdruck im Gesicht des Vaters, wenn er vom Büro nach Hause kommt, unnötig beunruhigt werden. Das Kind könnte fälschlicherweise daraus ableiten, daß der Vater krank ist oder daß es selbst den Vater ärgerlich gestimmt hat, wenn sich niemand die Zeit nimmt, ihm zu erklären, daß der Vater einfach müde ist. Drittens sollten die Eltern ein Gefühl der Ordnung und Regelmäßigkeit in ihrem Zuhause entstehen lassen. Indem sie das Kind wissen lassen, was später im Verlauf des Tages oder am nächsten Tag geschehen wird, können die Eltern in dem Kind das Gefühl stärken, daß es einen gewissen Einfluß darauf hat, was mit ihm geschieht. Auch ist es wertvoll, ihm den Wert des Wortes »nein« deutlich zu machen, da sich das hörbehinderte Kind, welches über keine verbalen Mittel verfügt, in launische Ausbrüche flüchten kann, um seine Umwelt unter Kontrolle zu bekommen. Als letztes sollte ein Gefühl der Familienzusammengehörigkeit vorhanden sein. Dem Kind sollte das Gefühl gegeben werden, daß es Teil der Familie ist, indem es soweit nur möglich in die Gespräche einbezogen wird. Am Eß-tisch sollte das hörbehinderte Kind so gesetzt werden, daß es den Gang der Unterhaltung verfolgen und verstehen kann, und es sollte ihm ermöglicht werden, seine eigenen Gedanken beizusteuern. Dem Kind sollten außerdem möglichst viele Gelegenheiten außerhalb seines Zuhauses geboten werden, in denen es das Gefühl der Zugehörigkeit zur Nachbarschaft empfindet. Es muß seine Stärken und Grenzen kennenlernen. Nur indem es sich selbst prüft, kann das behinderte Kind ein Gefühl für Wert und Würde seiner Person entwickeln.

Nach Erreichen des Alters von fünf oder sechs Jahren bekommt die Schule einen wichtigen Einfluß auf das Kind. Eine der in der Montreal School of the Deaf (Montreal Sprachschule für Schwerhörige) angewandte Methode (Becker 1978) unterstreicht die Bedeutung des Kontakts des hörbehinderten Kindes mit anderen. Das Entwicklungsprogramm wird als »magischer Kreis« bezeichnet und hat die Entfaltung und Förderung von Selbsterkenntnis und Empfindsamkeit, Selbstvertrauen und Selbstbeherrschung sowie zwischenmenschliche Kommunikation und Toleranz zum Ziel. Es gehört zum Ablauf eines jeden Schultages, daß Lehrer und Schüler in einem Kreis zusammensitzen und ihre Ansichten zu einem gewählten Thema erörtern. Jeder Schüler hat die Möglichkeit, seine Gedanken auszudrücken und die Meinung der anderen Kinder zu hören. Sie müssen ihre eigene Beurteilung der von den Mitschülern geäußerten Meinungen bis zum

emotional adjustment; or at least he can refer them to a family counselor or psychiatrist for help. Too often the focus of a deaf child's education is on speech, speechreading, writing, and reading to the neglect of the development of its personality development. From a psychological standpoint, communication and understanding are important, not their form. *Altshuler* (1974) lists four suggestions to be kept in mind when consulting with parents. First, several methods of communication should be tried to find out which one works best for the hearing impaired child. Then, whatever method is selected should be used early and consistently. Thirdly, parents should be counseled on the ramifications of the hearing impairment; and lastly, some realistic goals should be set. Parents need to recognize the limitations of their child, yet strive to help them develop as fully as possible.

Each hearing impaired child is as much an individual as each "normal" child. Just as there are many varied personalities among normal hearing children, so too are there diversities in the hearing impaired population. There is no valid basis for stereotyping the personality of the handicapped child. Hearing impaired children do have a problem which can hinder their psychological development if it is allowed to. However, with early intervention and the right kind of parent counseling, the hearing impaired child can grow cognitively, socially, and emotionally. Each child is different, but each one needs the right kind of informative input, in the right amount at the right time, in the best way.

## Literatur/References

- Altshuler, K. A.*: Social and Psychological Development of the Deaf Child: Problems, Their Treatment, and Prevention. *American Annals of the Deaf* 119 (1974) 365-76.
- Becker, Sheila*: Approach to Developing Personal and Social Maturity. *Volta Review* 80 (1978) 105-108.
- Best, Barbara, and Roberts, Gail*: Early Cognitive Development in Hearing Impaired Children. *American Annals of the Deaf* 121 (1976) 560-64.
- Bodner, B. A., and Johns, J.*: Personality and Hearing Impairment: A Study of Locus of Control. *Volta Review* 79 (1977) 362-72.
- Darbyshire, J. O.*: Play Patterns in Young Children with Impaired Hearing. *Volta Review* 79 (1977) 19-26.
- Levine, E. S.*: Psycho-cultural Determinants in Personality Development. *Volta Review* 78 (1976) 258-67.
- McCandless, Boyd R., and Trotter, Robert J.*: Children-Behaviour and Development. 3rd ed. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1977.
- McElroy, D., and Bernstein, H. W.*: Role of Parents in Developing Self-esteem in a Hearing Impaired Child. *Volta Review* 78 (1976) 219-23.

Ende der Diskussion zurückhalten. Lehrer, die mit diesem Programm gearbeitet haben, berichten, daß die hörbehinderten Kinder die individuellen Unterschiede schätzen lernen. Es ist zu hoffen, daß ihre Erkenntnis der Welt nicht länger egozentrisch bleibt und daß sie es lernen, in ihrem Denken flexibler zu sein.

Im Umgang mit den Eltern von hörbehinderten Kindern sollte ein Audiologe oder ein Phoniater\* in der Lage sein, ihnen Informationen über den sozialen und emotionalen Entwicklungsgrad zu geben oder sie zumindest an einen Familienberater oder Psychiater zu verweisen. Zu häufig liegt der Schwerpunkt bei der Ausbildung tauber Kinder auf Sprechen, Lippenablesen, Schreiben und Lesen, und die Entwicklung der Persönlichkeit wird vernachlässigt. Vom psychologischen Standpunkt gesehen sind die Kommunikation und das Verstehen das Wichtige und nicht deren Form.

*Altshuler* (1974) stellte vier Empfehlungen auf, die bei der Besprechung mit den Eltern zu berücksichtigen sind. Erstens sollten verschiedene Kommunikationsmethoden ausprobiert werden, um herauszufinden, welche Methode bei dem betreffenden hörgeschädigten Kind am günstigsten ist. Zweitens sollte die einmal gewählte Methode so früh wie möglich und kontinuierlich angewandt werden. Drittens sollten die Eltern über

die Folgen der Hörbehinderung beraten werden. Und letztlich sollten einige realistische Ziele gesetzt werden. Die Eltern müssen die Grenzen ihres Kindes erkennen, jedoch danach streben, ihm eine möglichst weitgehende Entwicklung anzubieten.

Das hörbehinderte Kind ist genau so ein Individuum wie das »normale« Kind. Ebenso wie es unter normalhörenden Kindern eine Vielzahl von Charakteren gibt, bestehen auch Unterschiede in der Persönlichkeit hörbehinderter Personen. Es gibt keine vernünftige Begründung für die Typisierung der Persönlichkeitsstruktur des behinderten Kindes. Hörbehinderte Kinder haben Probleme, welche ihre psychologische Entwicklung hemmen können, wenn man nichts dagegen unternimmt. Durch ein frühes Eingreifen und die richtige Beratung der Eltern kann jedoch auch das schwerhörige Kind seine Erkenntnisfähigkeit sowie seine sozialen und emotionalen Fähigkeiten entwickeln. Jedes Kind ist anders; dennoch braucht jedes Kind die richtige Art der Information in der richtigen Dosierung zum richtigen Zeitpunkt, die ihm auf die beste Weise anzubieten ist.

\* Zu den Begriffen »Phoniatrie« und »Pädaudiologie« siehe *P. Biesalski* in: *Sprache – Stimme – Gehör* 3 (1979), Heft 2, S. 43-45.

## PTB-Bauartnummern

## PTB Type Test Numbers

*Für die nachstehend aufgeführten Hörgeräte-Typen sind aufgrund der »Bedingungen für die Bauartprüfung von Hörgeräten durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) vom 1. Januar 1979« Bauartnummern erteilt worden.*

*Die zugehörigen Datenkataloge werden von den Antragstellern veröffentlicht.*

*PTB type test numbers were granted for the hearing aid types listed below in accordance with the "Conditions for the type test for hearing aids carried out by the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) of 1.1.1979".*

*The corresponding data catalogues are published by the applicants.*

Antragsteller: applicant:	Bauartnummer: / Datum PTB type test number: / date:	Typbezeichnung: type designation:
C. H. F. Müller, Unternehmensbereich der Philips GmbH, Hamburg	<b>315</b> 29. 11. 1979	HP 8402 W
micro-technic Hörgeräte GmbH, Stuttgart	<b>318</b> 29. 11. 1979	Super Audio A 8

# Mikroprozessoren in der Audiometrie\*

Hasso von Wedel  
Nicolaus Rüdiger

*Zusammenfassung* Ausgehend von einer kritischen Bestandsaufnahme der zur Zeit auf dem Markt angebotenen audiometrischen Untersuchungssysteme sollen Notwendigkeiten und Möglichkeiten mikroprozessorengesteuerter Systemerweiterungen eruiert und diskutiert werden. Hierzu werden in der Bonner Univ.-HNO-Klinik routinemäßig verwendete mikroprozessorengesteuerte Anlagen, zum Beispiel Hörgeräte-Meßboxen und ERA-Systeme, die zum Teil selbst entwickelt und gefertigt wurden, vorgestellt. Anhand unserer Meßergebnisse wird die Brauchbarkeit der verwendeten Systeme erläutert.

*Es werden notwendige und mögliche Verbesserungen der zur Zeit existierenden Geräte-Anordnungen und Untersuchungsphilosophien aufgeführt. Das Konzept eines sogenannten »intelligenten« Audiometers wird anhand entsprechender Flußdiagramme zur Diskussion gestellt und die Nutzung des verfügbaren audiologischen Datenmaterials angedeutet.*

## 1. Einleitung

Betrachtet man das breite Spektrum der an Kliniken und in Praxen verwendeten Audiometer und anderen audiologischen Untersuchungsapparaturen, ergibt sich eine Bestandsaufnahme, die nicht ohne Kritik bleiben kann. Diese bezieht sich vornehmlich auf ältere Geräte, die aufgrund veralteter Elektronik häufigere Wartung oder zumindest Nacheichungen erfordern. Auch läßt die Bedienungsfreundlichkeit älterer Geräte für verschiedene überschwellige Tests zu wünschen übrig. Ebenso zeigen die zur Zeit angebotenen Geräte einige Unvollkommenheiten. So gibt es nur wenige Geräte, die knackfreie dB-Teiler aufweisen.

Zum anderen sind einige Hörtests, wie zum Beispiel die *Langenbecksche* Geräuschaudiometrie, nicht mit allen Geräten durchführbar. Sicherlich gibt es weitere technische Punkte, die dem erfahrenen Audiologen noch nicht optimal gelöst erscheinen.

An dieser Stelle muß ebenfalls ein Vorwurf an die audiologisch tätigen Mediziner und Ingenieure erlaubt sein. Es fehlt eine Normierung der audiologischen Versuchsabläufe mit entsprechenden Auswertungskriterien. Nur dadurch kann eine weitere Verbesserung der einzelnen Hörtests erreicht werden.

Häufig stehen alte Zöpfe Pate für unnötige Geräte-modifikationen; häufig werden noch nicht eindeutig klinisch erprobte Verfahren als das Non-Plus-Ultra mit eingebaut. Ähnliche Überlegungen betreffen auch die Situation auf dem Gebiet der elektrophysiologischen Hörprüfmethoden, wo nach einer ersten Euphorie offensichtlich wird, daß auch hier noch umfangreiche Verbesserungen und Veränderungen notwendig sind. Zwar ist auf diesem Gebiet die Bedeutung der EDV unumstritten, doch um eine weitere Expansion zum Großrechner zu verhindern, muß der Entwicklung

## 1. Introduction

If we consider the wide spectrum of the audiometers and other audiological examination equipment employed both in hospitals and in private practices, we discover a situation which cannot be passed over without critical comment. The main thrust of our criticism is directed towards older equipment which, owing to their outdated electronics, require frequent servicing or, at least, repeated calibration. Furthermore, the operator-convenience of older equipments with respect to various above-threshold tests, leaves much to be desired. Likewise, the equipments presently being offered on the market, manifest a number of shortcomings. Thus, for example, there are only a few devices which have click-free dB divider.

In addition, a number of hearing tests, such as, for example, *Langenbeck's* noise audiometry, cannot be carried out with all the devices. Without doubt, there will be further technical points which, in the opinion of the experienced audiologist, have not yet been optimally solved.

At this point, we must be permitted to direct a reproach at doctors and engineers active in the sector of audiology. There is a lack of standardization of the course of the audiological investigation and also appropriate evaluation criteria. It is, however, only by realizing these two points that a further improvement in the individual hearing test can be achieved.

All too often, unnecessary equipment modifications have been sponsored by antiquated traditions; all too frequently, procedures that have not yet been unequivocally tested are incorporated into equipment as the non plus ultra. Similar considerations also apply to the situation in the sector of electrophysiological methods for testing hearing ability where, after the initial eu-

\*Universitätsklinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten Bonn-Venusberg (Direktor: Prof. Dr. W. Becker)

\*University Hospital and Polyclinic for Ear, Nose and Throat Diseases, Bonn-Venusberg (Medical Director: Prof. M.D. W. Becker)



# Microprocessors in Audiometry\*

**Summary** *On the basis of a critical stocktaking of the audiometrical examination systems at present being offered on the market, the necessity and possibilities of system expansions controlled by microprocessors are investigated and discussed. For this purpose, microprocessor-controlled systems which are employed in the ENT department in Bonn on a routine basis — for example, hearing-aid measuring boxes and ERA systems (evoked response audiometry), some of which were developed and realized by ourselves, are described. On the basis of the results of our measurements, the usefulness of the systems employed is analysed.*

*Necessary and possible improvements in the equipment set-ups, and examination philosophies in use at the present time, are indicated. With the aid of appropriate flow diagrams, the concept of a so-called "intelligent" audiometer is presented for discussion, and the utilization of the available audiological data material is indicated.*

kleinerer Anlagen weiterhin mehr Beachtung beigemessen werden.

Unter Berücksichtigung des hohen technologischen Entwicklungsstandes prozessorgestützter Systeme stellt sich die Frage, ob die Möglichkeiten für entsprechende Anwendungen in der subjektiven und objektiven Audiometrie voll genutzt werden.

## 2. Systematischer Teil

Vergegenwärtigt man sich die Untersuchungsabläufe bei verschiedenen audiologicalen Hörprüfungen, so wird offensichtlich, daß die verwendeten psycho-akustischen Experimente fast immer nach einem bestimmten Schema ablaufen. Nach Abb. 1 kann dieses typische Schema als Flußdiagramm dargestellt werden. Zur Durchführung derartiger Hörprüfungen sind digitale Computer vortrefflich geeignet. Nach Angaben von Wood u.a. [23] wurde bereits 1961 von Weiss [22] ein Computersystem entwickelt, welches zur Bestimmung der Schalleitungskomponente des Hörvermögens verwendet wurde. In der Folgezeit haben sich mehrere Gruppen mit der Erstellung computergestützter Audiometer beschäftigt.

Lyregaard u.a. [8] erläutern die grundsätzlichen Voraussetzungen, um subjektive Hörprüfungen mit einem Computer durchführen zu können. Neben den notwendigen Interaktionsmöglichkeiten zwischen Computer und Proband beschreiben sie die psycho-akustische Meßmethode zur Bestimmung der Hörschwelle über die Maximum Likelihood-Methode sowie verschiedene Interfaceprobleme. Während sich Sakabe u.a. [13] vornehmlich mit der Hörschwellenbestimmung ohne Vertäubung beschäftigen, geben Wood u.a. [23] Untersuchungsmethoden an, die sowohl für die Ton- als auch für die Sprach-Audiometrie die Vertäubung berücksichtigen. Ihre vergleichenden Untersuchungen zu

phoria, it became clear that, here too, comprehensive improvements and modifications are still necessary. Although the importance of electronic data-processing in this field is not called into question, before a further expansion in the direction of large computers can even be considered, the development of small systems must continue to receive more attention.

In view of the high technological state of the art of processor-aided systems, the question may be posed as to whether the possibilities for appropriate applications in both the subjective and the objective audiometric sectors are being fully utilized.

## 2. Systematic section

If we consider the course of the examination in various audiological hearing tests, it becomes clear that the psycho-acoustical experiments employed, almost always follow a given scheme. As shown in Fig. 1, this typical scheme can be represented as a flow diagram. For the realization of such hearing tests, digital computers are excellently suitable. In accordance with information provided by Wood and others [23], a computer system was developed by Weiss [22] as early as 1961 and employed in the determination of the sound-conducting components of the hearing ability. Subsequently, a number of groups have concerned themselves with the development of computer-aided audiometers.

Lyregaard and others [8] discussed the basic prerequisites necessary to be able to carry out subjective hearing tests with the aid of a computer. Apart from the necessary possibilities of interaction between the computer and the test subject, they also described the psycho-acoustic measuring method for the examination of the threshold of hearing via the maximum likelihood method and also various interface problems.

Hörschwellen-Bestimmungen mit und ohne computer-gestützten Audiometern weisen auf gute Übereinstimmung der Ergebnisse hin.

Trotzdem ist die Herstellung von Digital-Audiometern auf dem Deutschen Markt zur Zeit auf Geräte beschränkt, die zum Beispiel vorwiegend zur Durchführung von Reihenuntersuchungen nach den Richtlinien der UVV-Lärm ausgelegt sind. Diese Audiometer gestatten durch vollautomatische Meßabläufe und Auswertung der audiometrischen Kenndaten mit unmittelbarer Ausgabe eines Meßprotokolls hohe Untersuchungsfrequenzen. Andere Audiometer können nur durch angeschlossene EDV-Anlagen zur Erfassung audiometrischer Kenndaten Verwendung finden. Hierbei ist das ausgegebene Datenmaterial auf wenige audiologische Kenngrößen beschränkt, womit keine ausreichenden Informationen zu einer vollständigen Diagnose vorliegen.

Bemühungen, den Anwendungsbereich datenverarbeitender Systeme auf das gesamte audiologische Untersuchungsspektrum auszudehnen, werden aus Vorträgen von *Batmer* und *Lehnhardt* [1] sowie *Moser* [10] auf der Arbeitstagung 1978 der »Arbeitsgemeinschaft Deutscher Audiologen und Neurootologen« in Bonn offensichtlich. Ihre Untersuchungen beinhalten die Online-Übertragung und -Verarbeitung audiometrischer Meßdaten bzw. den Versuch zur formalen Ordnung der Begriffe und der Erstellung eines Strukturplans für ein elektisches Audiometer.

Die bisher verfügbaren Computersysteme sind häufig mit einem großen Aufwand an EDV verbunden. Computer, insbesondere mikroprozessorgesteuerte Audiometer, die den gesamten Bereich des audiologischen Untersuchungsspektrums bis hin zur Diagnoseunterstützung erfassen, existieren zur Zeit noch nicht.

Die Einsatzmöglichkeiten und die Bedeutung von EDV-Anlagen im Rahmen elektrophysiologischer Hörprüfmethoden sind dagegen unumstritten. Die Untersuchungsmethoden der ERA sind in den letzten Jahren so verfeinert und erweitert worden, daß mittels der akustisch evozierten Potentiale zusätzliche Informationen zur Feststellung von Art und Grad einer Schwerhörigkeit verfügbar sind. Zur praktischen Durchführung elektrophysiologischer Hörprüfungen sowie zur Aussage der akustisch evozierten frühen, mittleren, späten und sehr späten Potentiale möchte ich auf die angegebene Literatur verweisen.

Bisher im Rahmen der ERA durchgeführte Untersuchungen beschäftigen sich vorwiegend mit der Optimierung reizspezifischer Potentialmuster. Hierzu wurden verschiedene Korrelations- und statistische Analyseverfahren mit mehr oder weniger großem Rechnerauf-

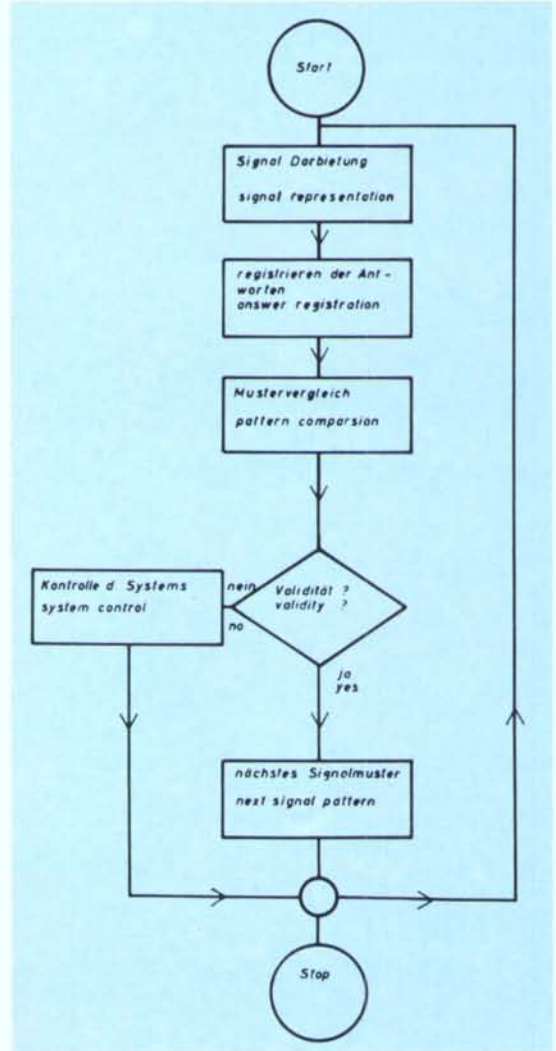


Abb. 1 Typisches Ablaufschema psychoakustischer Untersuchungen

Fig. 1 Typical scheme of the course of psycho-acoustic examinations

While *Sakabe* et al. [13] are concerned, in the first instance, with the determination of the hearing threshold without the use of masking noise, *Wood* [23] et al. described examination methods that make use of masking noise both in pure-tone and in speech audiometry. Their comparative investigations into the deter-

wand entwickelt. Die EDV-gestützte Aufbereitung und Verarbeitung der verfügbaren Daten führt zwar im Gegensatz zum reinen Average-Vorgang in vielen Fällen zu qualitativ besseren Ergebnissen. Häufig ist jedoch der Aufwand an EDV so groß, daß auf eine Offline-Verarbeitung ausgewichen werden muß. Für die klinische Routine bedeutet dies einen erheblichen Zeitaufwand sowie andere Nachteile. Die sich aus einer Untersuchung ergebenden neuen Fragestellungen können erst zu einem späteren Zeitpunkt analysiert werden. Damit ist eine »interaktive Untersuchung« wie beim Online-Betrieb nicht möglich. Erst in jüngster Zeit ist man bemüht, bisher verfügbare aufwendige ERA-Analysesysteme, die zusätzliche Module zur akustischen Reizerzeugung und zur Reizableitung erforderlich machen, durch kleinere Anlagen zu ersetzen. Fast durchweg haben die meisten Hersteller ihre transportablen und kompakten EDV-Anlagen auf Mikroprozessoren-Basis realisiert. Der klinische Einsatz dieser Geräte ist zur Zeit noch keineswegs ausreichend erprobt. Da Stimulusarten und Intensitätspegel nicht durchweg softwaremäßig erzeugt werden, sind Erweiterungen und Veränderungen der Signalstruktur Grenzen ge-

mination of the threshold of hearing with and without computer-aided audiometers, indicate a considerable level of agreement of the results.

Nevertheless, the manufacture of digital audiometers for the German market, is, at the present time, limited to devices which, for example, are designed in the main for the carrying out of screening examinations in accordance with the guidelines of the UVV (Accident Prevention Regulations) — with respect to noise. Thanks to the fully automatic measuring procedures and evaluation of the audiometric characteristics followed by the immediate output of a measurement record, these audiometers permit a high examination frequency. Other audiometers can be employed only in conjunction with connected EDP systems to handle the audiometric characteristic data. In such cases, the data material that is output, is limited to only a few audiological parameters, which do not provide adequate information to permit the establishment of an overall diagnosis.

Efforts to expand the field of application of data-processing systems to the entire spectrum of audio-

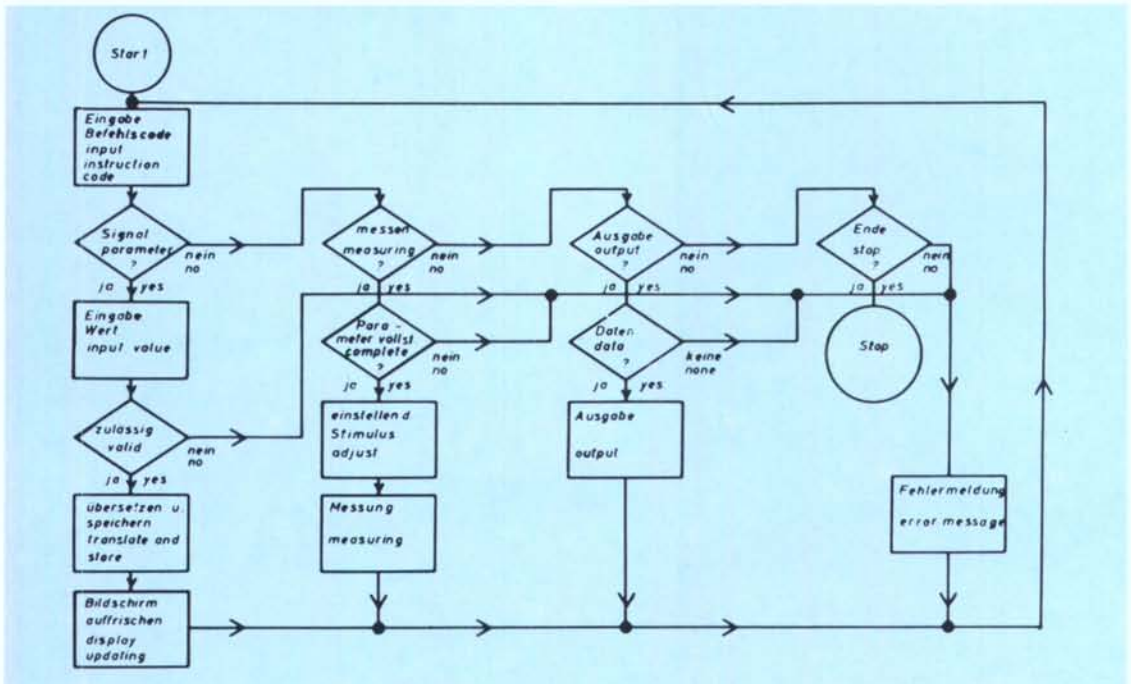


Abb. 2 Flußdiagramm zum ERA-System

Fig. 2 ERA system flow diagram

setzt. Dies kann bei der gegenwärtig noch nicht abgeschlossenen Optimierung der elektrophysiologischen Untersuchungsmethoden von Nachteil sein.

## 2.1. Eigene Erfahrungen mit mikroprozessorengesteuerten audiologischen Untersuchungssystemen

Seit etwa 5 Jahren beschäftigt sich die Bonner Univ.-HNO-Klinik in umfangreichen Untersuchungen mit den Einsatzmöglichkeiten von Mikroprozessoren. Hauptschwerpunkt der Anwendung ist der Einsatz als Routine-Untersuchungssystem in der ERA. In diesem Zusammenhang wurde über einen Mikroprozessor (Motorola 6800) eine kompakte transportable ERA-Anlage erstellt.

Um die Erprobung von verschiedenen Prozessoren zu ermöglichen, wurden Reizseite und Prozessor getrennt konzipiert. So entstand eine Reizseite, die nur über ein Byte angesteuert wird und damit mit jedem Prozessor, der über einen I/O Port verfügt, betrieben werden kann. Als Signale stehen die üblichen Audiometerfrequenzen sowie Weißes Rauschen und verschiedene Stimulusarten für die schnellen Potentiale zur Verfügung. Über ein Keyboard, einen Bildschirm sowie über einen digitalen Kassettenrecorder können Ablauf und Analyse der Untersuchungen überwacht und registriert werden. Das in Abb. 2 dargestellte Flußdiagramm zeigt die Möglichkeiten und den Ablauf für die evozierten Potentiale. Als Beispiel zeigt Abb. 3 die Hirnstamm-potentiale einer 32jährigen Versuchsperson im überschwelligeren Bereich.

logical examinations, are clearly apparent in papers presented by *Battmer* and *Lehnhardt* [1], and also by *Moser* [10], on the occasion of a meeting of the Working Group of German Audiologists and Neurotologists, held in 1978 in Bonn. Their investigations cover the on-line transmission and processing of audiometrical measured data, are an attempt to realize a formal classification of the terms and the establishment of a structural plan for an electrical audiometer.

The computer-aided systems available today, are frequently associated with a considerable complexity of the EDP facilities. Computers, and in particular microprocessor-controlled audiometers, which cover the entire range of the audiological examination spectrum and including the provision of diagnostic support, are, at the present time, not existent.

The possibilities for use, and the importance of EDP systems within the framework of electro-physiological methods of testing hearing are, on the other hand, non-controversial. In recent years, the examination methods of ERA have been so refined and expanded that, with the aid of acoustical evoked potentials, additional information for determining the nature and degree of a hearing impairment has become available. For information as to the practical implementation of electro-physiological tests of hearing and the information of acoustical evoked early, medium, late, and very late potentials, I should like to refer the reader to the literature quoted.

Studies carried out to date within the framework of the ERA examination are, in the main, concerned with an

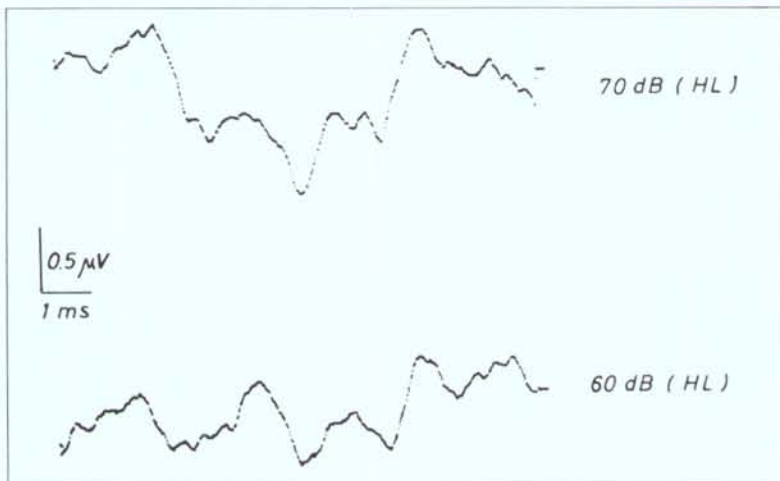


Abb. 3 Reizantworten der Hirnstamm-potentiale bei Beschallung mit Tonbursts (2,5 kHz)

Fig. 3 Stimulus responses of brain-stem potentials on exposure to tone bursts (2,5 kHz)

Bevor im einzelnen weitere Gesichtspunkte zur Zukunftsperspektive audiologischer Gerätetechnik aufgeführt werden, sollen kurz die Möglichkeiten einer prozessorgestützten Hörgeräte-Meßbox sowie einer Hörgeräte-Datenbank im klinischen Routine-Alltag erläutert werden.

Die zur Zeit verwendete Meßbox stützt sich auf einen Prozessor vom Typ Intel 4040. Das System weist eine hohe Bedienungs-Sicherheit auf. Messungen von Frequenzgang, Eingangs- und Ausgangsfunktion, Klirrfaktor oder Differenzton werden komplett durchgeführt. Die Ausgabe der Ergebnisse geschieht über einen Streifendrucker in numerischer oder graphischer Form. Durch Änderungen der Software können jederzeit Verbesserungen der entsprechenden Messungen vorgenommen werden. Dabei wäre es wünschenswert, wenn alle Hörgeräte-Meßdaten auch im Normbereich der Bundesrepublik Deutschland ähnlich den ANSI-Vorschriften zur Norm erhoben werden könnten. Damit wären Meßprotokolle realisierbar, die in übersichtlicher Form das zur Anpassung und Überprüfung von Hörgeräten notwendige Datenmaterial verfügbar machen.

In mehreren Vorträgen hat Moser sein auf Mikroprozessoren-Ebene entwickeltes Hörgeräte-Datenbanksystem vorgestellt. Mit den derzeit verfügbaren Mikroprozessoren kann durch Ergänzung mit entsprechenden Speichermedien ein umfassendes und ausreichendes Datenbanksystem erstellt werden. Ebenfalls über den Motorola 6800 haben wir die in der Bonner Univ.-HNO-Klinik verfügbaren Hörgeräte mit den zur Anpassung notwendigen Kenndaten gespeichert. Zur Zeit erfolgt die Vorauswahl von Hörgeräten entsprechend zusätzlichen Kenndaten des Gehörs in Kombination mit den verfügbaren Daten der Hörgeräte über dieses Datenbanksystem.

## 2.2. Überlegungen zur Entwicklung und Verwendung eines »intelligenten« Audiometers

Auf der Basis der bisher in unserer Klinik entwickelten und erprobten Mikroprozessoren-Systeme sollten weitere Fortschritte zur Erweiterung und Verbesserung des audiologischen Untersuchungs-Spektrums möglich sein. Nach unseren bisherigen Erfahrungen sollten alle Untersuchungsvorgänge softwareunterstützt ablaufen, um die Tests sicherer zu gestalten, flexibler für neue Untersuchungsmethoden zu sein und erweiterte Diagnosehilfen zu geben. Dies bedingt, daß die heute existierenden Geräte-Anordnungen ersetzt bzw. ergänzt werden müssen. Die notwendigen elektronischen Bauelemente, wie Generatoren, dB-Teiler etc. sollten ent-

optimization of stimulus-specific potential patterns. For this purpose, various correlation and statistical analytical procedures requiring more or less considerable computer "expenditure" have been developed. Although, in contrast to the purely averaging procedure, the EDP-aided preparation and processing of the available data in many cases leads to qualitatively better results, the EDP expenditure is so great, that recourse has to be made to an off-line processing technique. For clinical routine work, this means a considerable time requirement and also other disadvantages. New questions arising out of an examination, cannot be analysed until a later date. This means that an "interactive examination", such as it is possible with on-line procedures, is not possible. Only in recent times efforts have been made to replace by smaller set-ups, the formerly available complicated ERA analysis systems which require additional modules for the generation of acoustic stimuli and stimulus pick-up. Although many manufacturers have realized portable and compact ERA systems on a microprocessor basis at the present time, the technical application of these devices has by no means been adequately tested. Since the nature of the stimulus and the level of the intensity are not generated by the software in every case, expansion and modification of the signal structure are subject to limits. In view of the fact that, at the present time, optimization of the electro-physiological examination methods has not yet been completed, this can be of disadvantage.

## 2.1. Our own experience with audiological examination systems involving microprocessor control

For about 5 years, now, the ENT department at the Bonn University has been carrying out extensive investigations into the possibilities with respect to the utilization of microprocessors. The main emphasis is on its use in a routine ERA examination system. In this sector, a compact, portable ERA system employing a Motorola 6800 microprocessor, has been developed.

In order to be able to investigate different processors, the stimulus generating section and the microprocessor were designed separately. In this way, a stimulus generator section driven by only one byte which can thus be used with any processor provided with an input/output port was produced. The signals available are the usually employed audiometer frequencies, white noise and various types of stimulus for the fast potentials. With the aid of a keyboard, a video monitor and a digital cassette recorder, the course of the examination and its analysis can be monitored and recorded. The

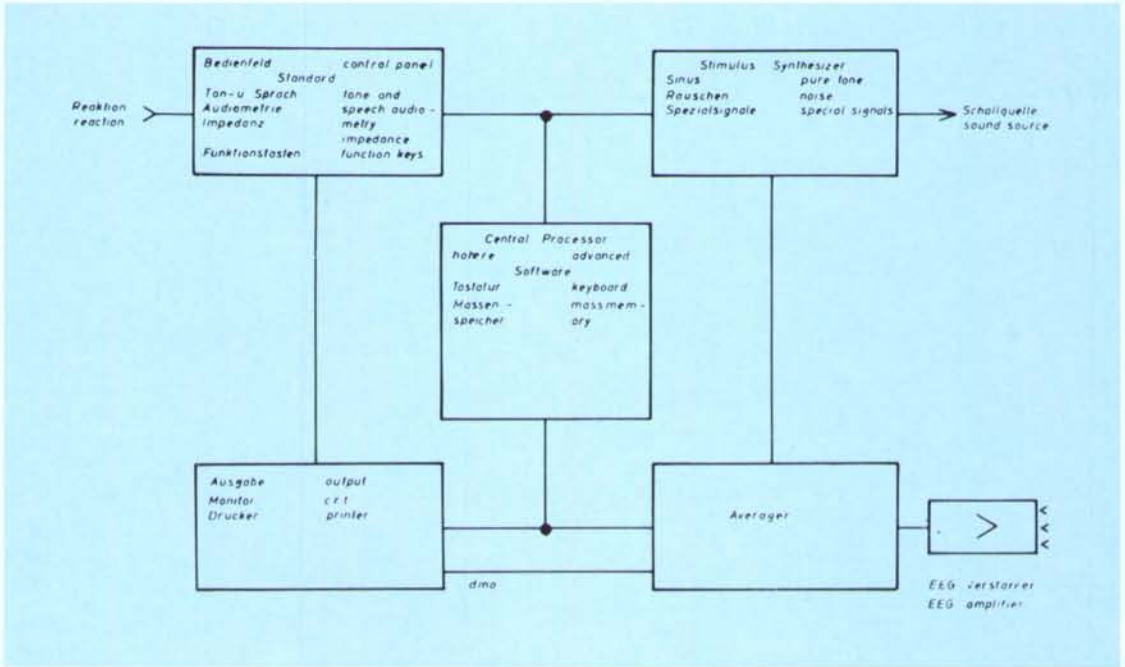


Abb. 4 Blockschaltbild eines kombinierten audiologicalen Untersuchungssystems mit entsprechenden Ein- und Ausgabemedien

Fig. 4 Block diagram of a combined audiological examination system with appropriate input and output media

sprechend den Modulen der kompakten ERA-Anlage softwaremäßig konzipiert werden. Neben einer automatischen Hörschwellenbestimmung mit gleitender Vertäubung sollten auch überschwellige audiometrische Tests, wie der SISI-, der Fowler-Test die Geräuschaudiometrie oder die Bestimmung der Unbehaglichkeitsschwelle softwaremäßig durchgeführt werden können. Dasselbe gilt für die Békésy-Audiometrie. Durch eine softwaremäßige Gestaltung aller Parameter können zum Beispiel neuere Reizformen zur Durchführung sprachfreier Diskriminationstests oder auch mögliche Versuchsanordnungen zum Intensitäts-, Frequenz- und Zeitaufhebungsvermögen realisiert werden. Geplant ist eine zusätzliche Software zur Analyse audiometrischer Daten zwecks Diagnose-Unterstützung.

In diesem Zusammenhang soll ein Ausgabemedium entwickelt werden, welches in übersichtlicher Form die Untersuchungsergebnisse zusammenfaßt und die Darstellung von Hinweisen zur Diagnose einer Hörstörung ermöglicht. Hierfür wird ein spezielles Software-Analyse-Programm entwickelt, welches die entsprechenden

flow diagram shown in Fig. 2 reveals the possibilities and the course of the examination for the evoked potentials.

By way of an example, Fig. 3 shows the brain-stem potentials of a 32-year-old test subject in the above-threshold range.

Before going into details of further aspects of future perspectives of audiological equipment, we shall deal briefly with the possibilities of a processor-aided hearing aid measuring box, and a hearing aid data bank in clinical routine application.

The measuring box presently in use is based on a processor of the Intel 4040 type. This system is characterized by a high degree of operating reliability. Measurements of the frequency response, input and output function, the distortion factor and differential tone are carried out in their entirety. The results obtained are output with the aid of a tape printer, either in numerical or graphical form. By modifying the software, improvements to the relevant measurements can be effected at any time. In this connection, it would be desirable if all measured data of hearing aids could be

Daten über einen Display oder ein graphisches Medium ausgibt. Letztlich kann das »intelligente« Audiometer zusätzlich die Dokumentation der audiologischen Untersuchungsergebnisse durch ein ergänzendes Datenspeichersystem mit entsprechendem Ein- und Ausgabemedium realisieren.

Abschließend sollen einige unserer Überlegungen anhand eines Flußdiagramms das vereinfachte Konzept eines sogenannten intelligenten prozessorgesteuerten Audiometers vorstellen.

Die Elemente dieses Audiometers sollten so konstruiert sein, daß sich aus ihnen funktionstüchtige Untergruppierungen zusammenstellen lassen. Es wird also sicher jedes dieser Elemente mindestens einen Prozessor enthalten. In Abb. 4 bilden zum Beispiel die Elemente »Bedienfeld, Reizerzeugung und -ausgabe« ein kombiniertes Ton- und Sprachaudiometer. Dieses kann durch Ergänzung durch einen Averager zu einem kompletten ERA-Meßplatz ausgebaut werden. Der zusätzlich aufgeführte Zentralprozessor mit seiner umfangreichen Software macht das Hirn des Systems aus und koordiniert alle Komponenten zu einem »intelligenten« Audiometer. Anhand zweier Flußdiagramme (Abb. 5 u. 6) soll angedeutet werden, in welcher Form durch eine Vorab-Analyse des Datenmaterials Diagnose-Hinweise möglich sind. Bei der Aufnahme eines Ton-Audiogramms wird durch das »intelligente« Audiometer festgestellt, daß eine Schalleitungskomponente vorliegt. Durch Überprüfung entsprechender Meßergebnisse wird am Ausstieg II der Kommentar »Schalleitungsstörung« ausgegeben. In Zusammenhang mit dieser Bewertung ergibt sich die Notwendigkeit eines Tympanogramms, dessen Ergebnisse ebenfalls durch entsprechende Diagnose-Hinweise ergänzt werden.

Aus den einzelnen Diagnose-Hinweisen lassen sich am Ende einer Untersuchung Aussagen für eine Gesamtdiagnose bilden.

Die Ergebnisse können im einzelnen über geeignete Ausgabemedien so dargestellt und dokumentiert werden, daß der verwaltungstechnische Restaufwand minimal wird. Für die Forschung und auch insbesondere für den klinischen Alltag ist die Speicherung nicht nur aktueller Daten ein Vorteil, auf den besonders hingewiesen werden soll.

Durch geschickte Strukturierungen von Patientendaten, Untersuchungs-Fragestellungen und Ergebnissen einerseits und dem Preisverfall bei mittleren Speichermedien, wie zum Beispiel Floppy Disk andererseits ist der Aufbau von audiologischen Datenbanken unproblematisch.

Ein »intelligentes« Audiometer wird solche Daten-

recognized as a standard, within the ranges as laid down in the standards of the Federal Republic of Germany, in a way similar to the ANSI regulations. It would then be possible to produce measuring records which would make available the data material needed for the fitting and checking of hearing aids in a clearly arranged form.

In a number of presented papers, Moser has described a hearing aid data bank system based on microprocessors, which he developed himself. Using the microprocessors that are available today, and by the addition of appropriate storage media, a comprehensive and adequate data bank system can be established. Again using the Motorola 6800 processor, we have stored all the characteristic data necessary for the fitting of all the hearing aid types available at the ENT Department of the University. At the present time, the preliminary selection of hearing aids, is carried out with the help of this data bank system in accordance with additional characteristic data of the hearing in combination with the available hearing aid data.

## 2.2. Considerations on the development and application of an "intelligent" audiometer

On the basis of the microprocessor systems so far developed and tested at our department, further progress towards an expansion and improvement of the audiological examination spectrum should be possible. Our gained experience suggests that all examination processes should be run software-supported, in order to make the tests more reliable, to be more flexible with respect to new examination methods, and to provide more extensive diagnostic support. This means that the equipment set-ups existing today will have to be replaced or supplemented. The necessary electronic components, such as generators, dB dividers, etc., should be conceived on a software basic in accordance with the modules of the compact ERA system. In addition to an automatic determination of the threshold of hearing employing "sliding masking noise", above-threshold audiometric tests as the SISI, the Fowler, noise audiometry or the determination of the threshold of discomfort, should also be capable of being carried out on a software basis. This remark also applies to Békésy audiometry. A software-based configuration of all parameters would make it possible to realize, for example, new stimulus forms for the implementation of switch-free discrimination tests and, possibly, also experimental set-ups for intensity, frequency and time-resolution capabilities. Additional software for the analysis of audiometric data aimed at providing support is planned.

bänke ebenso verwalten wie es Suchprogramme für bestimmte Fragestellungen anbieten wird. Eine Standardisierung von solchen Datenbanken und Sätzen ließe auch den Austausch von Datenträgern zu.

### 3. Diskussion und Zusammenfassung

Unsere Untersuchungen und Hinweise erfassen sicherlich nicht das gesamte Spektrum mikroprozessoren-gesteuerter Systeme in der Audiometrie. Im Hinblick

In this connection, an output medium should be developed which presents the results of the examination in a clear synoptic form, and which makes possible a representation of remarks intended to support the correct diagnosis of a hearing impairment. For this purpose, a special software analytical programme, is being developed, which will output the appropriate data either via a display, or with the aid of a graphic medium. Finally, the "intelligent" audiometer can, in addition, realize the documentation of the results of the audiological examination with the aid of a supplementary data-storage system provided with appropriate input and output media.

Finally, on the basis of a flow diagram, some of our considerations on the simplified concept of a so-called "intelligent" processor-controlled audiometer, are represented.

The constituent elements of this audiometer should be designed in such a way that they can be employed to build up functional sub-groupings. Each of these elements will, then contain at least one processor. As shown in Fig. 4, for example, the elements "operating field, stimulus generation and stimulus output" form a combined pure-tone and speech audiometer. This can be expanded by the addition of an averager to form a complete ERA measuring system. The additionally indicated central processor with its comprehensive software programme, represents the "brain" of the system, and coordinates all the components to form a single "intelligent" audiometer. Two flow diagrams (Figs. 5 and 6) are intended to indicate in what form diagnostic pointers obtained by a preliminary analysis of the data material, are possible. During the preparation of a pure-tone audiogram, the "intelligent" audiometer establishes that a sound-conducting component is present. By checking through the corresponding measured results, the comment "sound-conduction disturbance" is outputted at output II. In conjunction with this evaluation, a tympanogram is shown to be necessary, the results provided with which are also supplemented by appropriate diagnostic pointers.

At the end of an examination, information for an overall diagnosis can be obtained from the individual diagnostic pointers.

With the aid of suitable output media, the individual results can be represented and documented in such a way that the remaining administrative requirement is minimal. Both for research and also for clinical routine in particular, the storage, not only of topical data, represents an advantage which should be specially emphasized.

Through a skillful structuring of the patients data, exa-

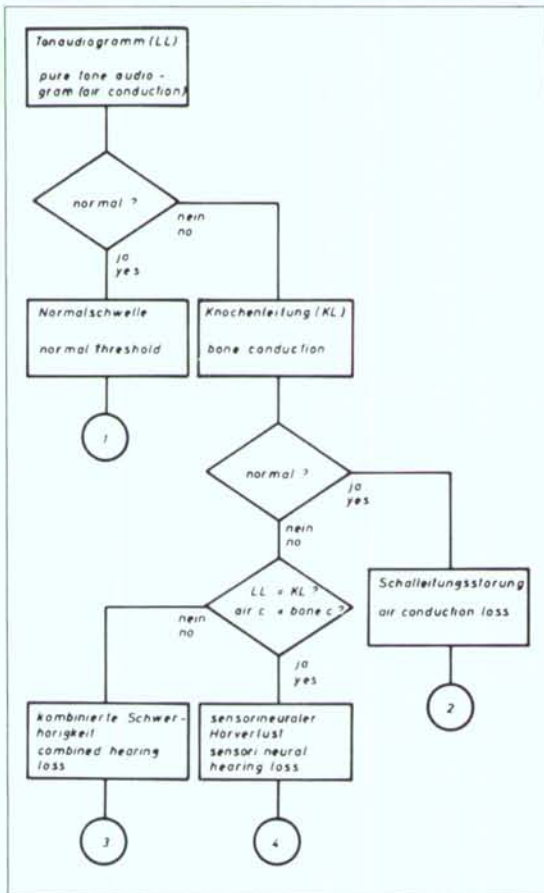


Abb. 5 Flußdiagramm einer vereinfachten Hörschwellenbestimmung. Die Ziffern 1–4 werden zum weiteren audiologischen Untersuchungsablauf und für die Diagnose-Hinweise vom Zentralprozessor ausgewertet

Fig. 5 Flow diagram of a simplified determination of the threshold of hearing. The numbers 1–4 are evaluated by the central processor with respect to the further course of the audiological examination and for the establishment of diagnostic pointers

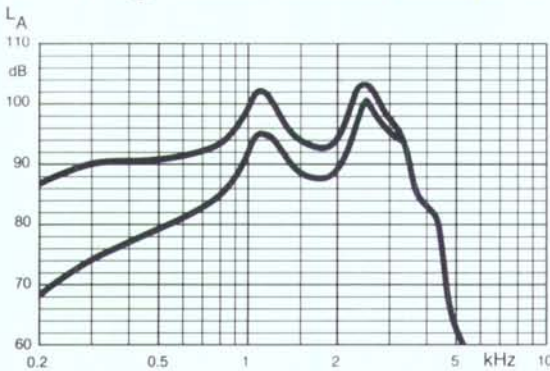




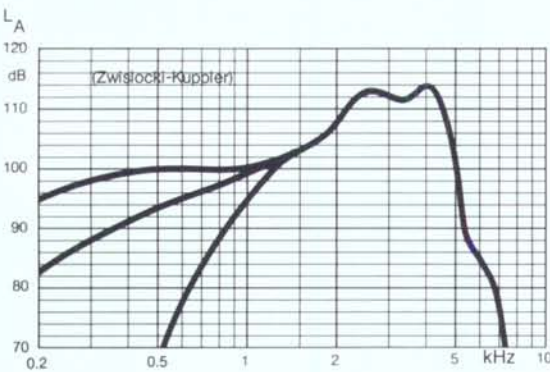
informiert

Wird ein Hörgerät vom Probanden abgelehnt, so liegt das oft daran, weil ihn die Nebengeräusche zu stark stören.

Der Hörgeräteakustiker versucht diese Nebengeräusche durch



Herkömmliches HdO-Gerät



Tiefenabsenkung beim A 8

Abschneiden der tiefen Frequenzen mittels der Klangblende zu unterdrücken. Bei einem herkömmlichen HdO-Gerät werden jedoch zusammen mit den tiefen auch gleichzeitig die hohen Frequenzen von Sprache und Musik beschnitten, was zu einer erheblichen Einbuße im Hörkomfort führt.

Beim Super-Audio A 8 und A 9 jedoch setzt die Tiefenabsenkung durch einen neuen, aktiven Klangregler unabhängig von dessen Stellung stets bei derselben Frequenz ein.

Die hohen Frequenzen bleiben erhalten.

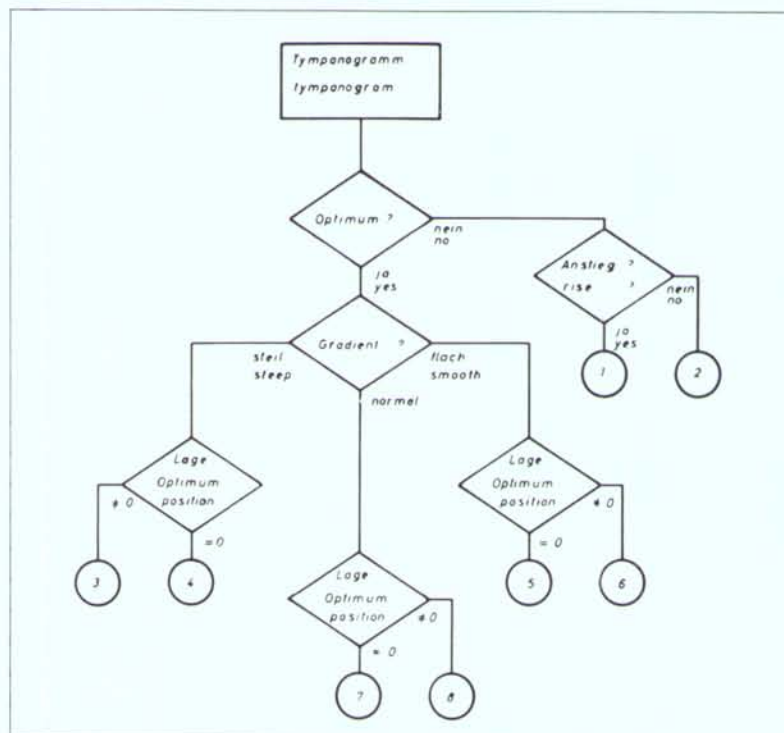
Wenn Sie mehr über die Super-Audio-Geräte A 8 und A 9 erfahren wollen, dann schreiben Sie uns.



Postfach 126 - 7000 Stuttgart 70

Abb. 6 Der in Abb. 5 dargestellte output 2 führt zur Durchführung eines Tympanogramms. Die Ziffern 1 – 8 kennzeichnen wiederum die Untersuchungsergebnisse

Fig. 6 The output 2 represented in Fig. 5 leads to the recording of a tympanogram. The numbers 1 – 8 characterize the results of the examination



auf die verfügbaren Technologien sollten jedoch auch die uns interessierenden Untersuchungsverfahren mit Geräten durchgeführt werden, die die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit der medizinischen Versorgung nicht nur weiter gewährleisten, sondern noch erhöhen. Wir glauben, daß in diesem Zusammenhang der Einsatz von Mikroprozessoren unumgänglich ist und sind sicher, daß auch auf dem Gebiet der Hörgeräte-Technologie Änderungen auf der Basis von Mikroprozessoren möglich sind.

Zieht man die ständige Zunahme auch umweltbedingter Schwerhörigkeit in Betracht, zeigt sich die Notwendigkeit zur Weiterentwicklung von Verfahren und Methoden zur Feststellung, Bewertung und Ersetzung von Schwerhörigkeiten. Da das vorgestellte Konzept der Geräte-Konfigurationen auf den Anwender zugeschnitten ist, kann sowohl der niedergelassene HNO-Arzt als auch der vornehmlich wissenschaftlich tätige Kliniker ein für seine Fragestellungen entsprechend modifiziertes System erhalten. Durch die vornehmlich Software unterstützten Systeme läßt sich für die einzelnen Basistypen ein breites Spektrum erstellen. Damit lassen sich preisgünstige Kalkulationen erstellen,

minimation questions and results on the one hand, and the falling prices of such storage media as, for example, the floppy disk, on the other hand, the construction of audiological data banks presents no problems.

An "intelligent" audiometer will just as readily "administer" such data banks, as it will offer search programmes for certain questions. A standardization of such data banks and records would also make it possible to interchange data carriers.

### 3. Discussion and summary

Our investigations and remarks certainly do not cover the entire spectrum of microprocessor-controlled systems in audiology. In view of the technologies available, however, examination procedures of interest to us, should be carried out with equipment which not merely continues to ensure the efficacy and economy of medical care, but even increases it. We are of the opinion that, in this connection, the use of microprocessors is indispensable, and we are sure that in the field of hearing aid technology, too, modifications on the basis of microprocessors will be possible.

die sowohl für den Käufer als auch für den Hersteller von Vorteil sind. Voraussetzungen zu den Erfolgsaussichten der aufgeführten Untersuchungs-Systeme sind vor allem eine notwendige Normierung entsprechender Signal- und Untersuchungsparameter. Neben Auswertungskriterien für die evozierten Potentiale müssen Testkriterien für die überschwelligen audiologischen Untersuchungsverfahren verfügbar sein, um mit entsprechender Software Testablauf und Auswertung der Daten vornehmen zu können. Unter diesen Voraussetzungen ergeben sich Möglichkeiten zum Austausch und Vergleich audiometrischer Untersuchungsdaten. Aufgrund der softwaremäßigbedingten modularen Bauform können jederzeit erweiterte wissenschaftliche Fragestellungen ohne größeren Aufwand in die vorhandene Anlage integriert werden.

Letztlich werden durch die technologischen und klinischen Entwicklungsarbeiten Gerätekonzeptionen geschaffen, die neben einer einfachen und sicheren Handhabung über standardisierte Untersuchungs- und Analyseverfahren eine größere Transparenz und bessere Korrelation von Meßwert und klinischer bzw. physiologischer Meßgröße gewährleisten. Dieses gesetzte Ziel ist sicher eher auf der Basis mikroprozessoren-gesteuerter Systeme erreichbar als über die bisher unflexiblen vornehmlich hardwarekonzipierten Audiometer und ERA-Systeme.

If we take into consideration the constant increase of cases of hearing impairment, also those due to environmental conditions, we can recognize a necessity for the further development of procedures and methods for the determination, evaluation and elimination of impaired hearing. Since the concept of equipment configurations represented here is tailored to the user, both the ENT specialist in private practice, and the clinician who is concerned predominantly with scientific aspects, can be provided with a system modified in a manner appropriate to his particular problem area. The fact that the systems are supported predominantly by software, means that a wide spectrum can be provided with the individual basic types. This, in turn, means that, with respect to the calculation of costs and prices, advantages can be seen, both for the purchaser and for the manufacturer. An important prerequisite for the success prospects of the examination systems described here, is, in particular, a necessary standardization of the relevant signal and examination parameters. In addition to evaluation criteria for the evoked potentials, test criteria must also be available for the above-threshold audiological examination procedures, in order to be able to control the course of the test and to evaluate the data with the aid of appropriate software programmes. On the basis of this prerequisite, possibilities for the exchange and comparison of audiometric examination data are opened up. Owing to the software-oriented modular design, expanded scientific problems and questions can be integrated into existing systems, without too great an expenditure.

Finally, through the technological and clinical developmental endeavours, equipment conceptions will be generated which, in addition to a simple and reliable handling of the equipment on the basis of standardized examination and analytical procedures, will also assure greater "transparency" and improved correlation of measured values and clinical-physiological measurement parameters. This desired objective is, with certainty, more likely to be attained on the basis of microprocessor-controlled systems than with the previously available, inflexible and largely hardware-designed audiometers and ERA systems.

## Literatur

- [1] Battmer, R.-D., Lehnardt, E.: Online-Übertragung und -Verarbeitung audiometrischer Meßdaten. *Z. f. Hörgeräte-Akustik* 17, Sonderheft 1978, S. 31-38.
- [2] Burian, K.: Der heutige Stand der objektiven Audiometrie (ERA). *Laryng., Rhinol., Otol.* 55 (1976) 333-342.
- [3] Campbell, R. A.: Computer Audiometry. *J. of Speech and Hearing research* 17, (1974) 134-140.
- [4] Davis, H.: Brain stem and other responses in electric response audiometry. *Ann. Otol.* 85 (1976).
- [5] Karnahl, Th., Scheerer, S., Zöllner, Ch.: Aufbereitung und Verarbeitung klinischer ERA-Daten mit einem kleinen Labortrechner: vorläufige Erfahrungen und Ergebnisse für die späten, akustisch evozierten Potentialkomponenten N<sub>1</sub>. *Laryng., Rhinol.* 56 (1977) 937-943.
- [6] Klockhoff, I., Drettner, B., Hagelein, K. W., Lindholm, L.: A new method for computerized classification of pure tone screening audio-

- metry results in noise exposed groups. *Acta Otolaryng. (Stockh.)* 75 (1973) 339-340.
- [7] *Leitner, H.*: Eine neue Methode zur statistischen Auswertung evozierter Hirnpotentiale (EP). Dissertation. Universität Mainz, 1975.
- [8] *Lyregaard, P. E., Pedersen, O. J.*: Application of a digital computer for subjective measurements. *Proceedings of the ICA. (1971)* 669-672.
- [9] *Mathis, A.*: Zu den Gütekriterien der Elektrischen Reaktionsaudiometrie. *Audio-Technik* 25 (1975) 3-8.
- [10] *Moser, L. M.*: Ton-, Sprach-, Differentialdiagnose-Audiometer und/oder Otometer – Ein Versuch zur formalen Ordnung der Begriffe und Erstellen eines Strukturplans für ein elektrisches Audiometer. *Z. f. Hörgeräte-Akustik* 17, Sonderheft 1978, S. 71-74.
- [11] *Picton, T. W., Hillyard, S. A., Krausz, H. J., Galambos, R.*: Human auditory evoked potentials; I. Evaluation of components. *EEG clin. Neurophysiol.* 36 (1974).
- [12] *Sakabe, N., Hirai, Y., Itami, E.*: Modification and an application of the computerized automatic audiometer. *Scand. Audiol.* 7 (1978) 105-109.
- [13] *Sakabe, N., Ooki, T., Terai, E., Shinozaki, K., Itami, E.*: A computerized automatic audiometer. *Scand. Audiol.* 4 (1975) 75-81.
- [14] *Salomon, G.*: ERA based on rank correlation. *Audiology* 13 (1974).
- [15] *Salomon, G., Barfod, J.*: A new concept of vertex ERA and EEG analysis applying invers filtering. *Acta Otolaryng.* 83 (1977) 200-210.
- [16] *Sommer, J.*: Wiener-Optimalfilter für evozierte Potentiale. *Dipl.-Arbeit, Universität Erlangen, 1974.*
- [17] *Schimmel, H., Rapin, I., Cohen, M. M.*: Improving evoked response audiometry with special reference to the use of machine scoring. *Audiology* 13 (1974) 33-65.
- [18] *Spreng, M.*: Small computers in evoked response audiometry (ERA). *Arch. klin. exp. Ohr-, Nas-, Kehlk.-Heilkd.* 198 (1971).
- [19] *Spreng, M.*: Zusatzmethoden zur Verbesserung der Aussagekraft gemittelter evozierter Potentiale. *Z. EEG-EMG* 3 (1972) 49-56.
- [20] *Spreng, M.*: Influence of FFT-background activity classification, Wiener filtering and matched filter based correction of latency variability upon averaged responses. *Fifth Biennial. Intern. Symposium, Israel, Aug. 1977.*
- [21] *Tietze, G., Pantew, C., Galle, E., Sasama, R., Pantew, M., Gobsch, H.*: Der aktuelle Stand der ERA. *HNO-Praxis*, 1976.
- [22] *Weiss, E.*: Digest of 1961 International conference of Medical Electronics. New York: Institute of Electrical and Electronic Engineers (1961); zit. nach [23].
- [23] *Wood, T. J., Wittich, W. W., Mahaffey, R. B.*: Computerized pure-tone audiometric procedures. *J. of speech and hearing research* 16 (1973) 676-684.

## Buchbesprechungen

»Sonderheft 1979« der »Zeitschrift für Hörgeräte-Akustik/Journal of Audiological Technique«. *Referate zum Themenkreis »Retrocochleäre Hörstörungen« sowie freie Vorträge der Tagung 1979 der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Audiologen und Neurootologen. 100 Seiten, über 100 z.T. mehrfarbige Abbildungen; Median-Verlag Heidelberg 1979, DM 18,50.*

Das »Sonderheft 1979« der »Zeitschrift für Hörgeräte-Akustik/Journal of Audiological Technique« enthält wieder die wesentlichen Vorträge der Tagung der »Arbeitsgemeinschaft Deutscher Audiologen und Neurootologen« (ADANO), die vom 8. bis 10. März 1979 in München stattfand und sich im audiologischen Hauptthema mit »Retrocochleäre Hörstörungen« befaßte.

Hierzu bringt H.-M. *Theopold* in seiner Arbeit über »Morphologische Grundlagen retrocochleärer Hörstörungen« bestechend schöne Bilder aus seinen elektronen-mikroskopischen Untersuchungen und zeigt, daß akustische Überlastungen des Hörorgans wahrscheinlich auch zu Veränderungen im Nucleus cochlearis führen können. Mit diagnostischen Möglichkeiten durch ERA und Frequenzunterschieds-Empfindlichkeits-Prüfungen beschäftigen sich R. *Schunicht* (Düsseldorf), D. *Mrowinski* (Berlin), K. *Maurer* et al. (Mainz) und R. *Brix* (Wien). M. *Handrock* und R. L. *Fischer* (Berlin) berichten über »Die Bedeutung des Sympa-

## Book Reviews

»Special Issue 1979« of the »Zeitschrift für Hörgeräte-Akustik/Journal of Audiological Technique»: *Papers on topics relating to "Retrocochlear Hearing Impairments", as well as free lectures at the 1979 meeting of the "Working Group of German Audiologists and Neurootologists" (ADANO) 100 pages, more than 100 partly polychromatic illustrations; Median-Verlag, Heidelberg 1979, DM 18,50.*

The "Special Issue 1979" of the "Zeitschrift für Hörgeräte-Akustik/Journal of Audiological Technique" publishes again the important papers presented at the meeting of the "Working Group of the German Audiologists and Neurootologists" (ADANO), which was held in Munich from the 8th to the 10th March 1979 and was concerned with "Retrocochlear Hearing Impairments" as its principal topic.

H.-M. *Theopold* contributes brilliant pictures from his electron-microscope examinations in his paper on "The morphological foundations of retrocochlear hearing impairments" and shows that the acoustic overstraining of the organ of hearing is also likely to affect the cochlear nucleus. R. *Schunicht* (Düsseldorf), D. *Mrowinski* (Berlin), K. *Maurer* et al. (Mainz) and R. *Brix* (Vienna) examine the diagnostic possibilities of ERA and frequency-variation sensitivity tests. M. *Handrock* and R. L. *Fischer* (Berlin) report on "The

ticotonus auf den temporären und bleibenden Hörverlust nach Beschallung«.

Die von Nachrichtentechnikern in den letzten Jahren zur Erforschung der Innenohrfunktion häufig angewandten psycho-akustischen Tuningkurven lassen sich bei Patienten durch die Pulsationsschwellenmethode nicht in der erwarteten Form darstellen (U. Eysholdt, Göttingen), so daß sie für diagnostische Zwecke noch nicht genügende Aussagekraft besitzen. Aktuelle Probleme der Hörgeräte-Akustik trugen F. Keller (Freiburg; »Sprachverständlichkeit und Hörgerät«) und L. M. Moser (Würzburg; »Die Kenndaten eines Hörgerätes in einheitlicher, räumlicher Darstellungsform als Voraussetzung für vergleichende Gruppierungen«) vor.

Zu Fragen der Verwendung der Impedanzmessung bei der Hörgeräte-Anpassung nahmen J. Kießling aus Gießen (»Frequenzspezifische Stapediusreflex-Auslösung zur objektiven Hörgeräte-Anpassung«) sowie G. Esser und H. Rodina aus Düsseldorf (»Hörgeräte-Anpassung bei Kindern mit Hilfe der Stapediusreflex-Audiometrie«) Stellung. T. Spillmann und N. Dillier (Zürich) berichten über ihre Ergebnisse »Zur quantitativen Darstellung von Parametern des akustischen Reflexes mit verschiedenen Impedanzmeßbrücken«. Seine Ansichten »Zur audiometrischen Ermittlung der MdE« stellt A. v. Lüpke (Lahnstein) vor. Der interessante Bericht über »TTS und Rückwanderungszeit im Audiogramm als Maßstäbe für die Beurteilung hörfährender akustischer Einwirkung« von F. Pfander (Bremen) liegt nur in Kurzform vor, da er ausführlich in englischer Sprache im Journal of the Acoustical Society of America (JASA) veröffentlicht wird.

Die in diesem Sonderheft gesammelten Vorträge geben einen sehr guten Überblick über die derzeitigen Kenntnisse von den modernen differential-diagnostischen Möglichkeiten zur Erkennung retrocochleärer Hörstörungen sowie der Möglichkeiten, die Impedanzmessung bei der Hörgeräte-Anpassung gezielt einzusetzen, wenn mit den üblichen audiometrischen Methoden die erforderlichen Kenndaten nicht zu erhalten und das Ergebnis der Anpassung nicht hinreichend sicher zu bewerten ist.

Es wäre zu wünschen, daß die Sonderhefte der »Zeitschrift für Hörgeräte-Akustik/Journal of Audiological Technique«\* zukünftig auch die meistens sehr informativen und die Referate oft wesentlich ergänzenden Diskussionen von den Tagungen der ADANO zusätzlich zu den Referaten veröffentlichten könnten, so daß ein echter Tagungsbericht vorliegen würde.

Peter Plath, Recklinghausen

significance of the sympathicotonia on temporary and permanent hearing loss following exposure to noise”.

The psycho-acoustic tuning curves frequently applied in recent years by telecommunication engineers in investigating the inner-ear function cannot be represented in the expected form by the pulsation threshold method (U. Eysholdt, Göttingen) so that they are not conclusive enough diagnostically. F. Keller (Freiburg) dealt with current problems in hearing-aid acoustics “Intelligibility of speech and hearing aids” and L. M. Moser (Würzburg) treated “The Characteristic data of a hearing aid in uniform, spatial representation as a prerequisite for comparative grouping”

J. Kießling (Gießen; “Frequency-specific stapedius reflex triggering in objective hearing-aid fitting”), as well as G. Esser and H. Rodina (Düsseldorf; “Hearing-aid fitting in children with the aid of stapedius reflex audiometry”) commented on questions concerning the use of impedance measurements in hearing-aid fitting. T. Spillmann and N. Dillier (Zürich) reported on their results “On the quantitative demonstration of parameters of the acoustic reflex with various impedance measuring bridges”. A. v. Lüpke (Lahnstein) presented his views “On the audiometrical determination of the disablement of the capacity to work”. The interesting report by F. Pfander (Bremen) on “TTS and recuperation time in the audiogram as yardsticks for the assessment of hearing-endangering acoustic effect is given only in summarized form, since it is published unabridged in English in the Journal of the Acoustical Society of America (JASA)”.

The papers published in this Special Issue provide a very good survey of the present state of knowledge concerning modern differential diagnostic possibilities in detecting retrocochlear hearing impairments, as well as the possibilities of selectively applying impedance measurements in the fitting of hearing aids, if the necessary characteristic data cannot be obtained by the usual audiometric methods and if the results of the hearing-aid fitting cannot be reliably evaluated.

It would be desirable, if in future, the Special Issue of the “Zeitschrift für Hörgeräte-Akustik/Journal of Audiological Technique”\* could publish the generally very informative discussions of the ADANO meeting, which often make important contributions to the papers, so that a true meeting report would be available.

Peter Plath, Recklinghausen

\* Der Titel der Zeitschrift hat sich ab der Ausgabe 1/80 geändert in »Audiologische Akustik/Audiological Acoustics«

\*As from issue 1/80, the title of the journal has changed to “Audiologische Akustik/Audiological Acoustics”.

## Fachberichte

### Erfolgreiches Symposium zur »Früherfassung hör- und sprach- entwicklungsgestörter Kinder«

Unter dem Insignium der Sektion »Gutes Hören« des Deutschen Grünen Kreuzes und unter der Leitung seines Präsidenten, Professor Dr. Günter *Stange*, fand am 9. November 1979 in Karlsruhe ein wissenschaftliches Symposium über »Früherfassung hör- und sprachentwicklungsgestörter Kinder« statt.

Die Thematik ist aktuell, das Problem akut: Immerhin gibt es in der Bundesrepublik Deutschland mindestens 150000 hörgeschädigte Kinder. Um ihre rechtzeitige Erfassung, um ihre medizinische und pädagogische Betreuung, um ihre Rehabilitation und Integration ist es in unserer hochentwickelten Gesellschaft, milde formuliert, nicht gerade gut bestellt.

So war es nur folgerichtig, wenn sich neben den qualifizierten Fachreferaten im engeren Sinne ein weiter greifendes Anliegen wie ein roter Faden durch die gesamte Veranstaltung zog: Die Angeln und Scharniere der rhetorisch allzeit offenen, de facto aber leider zu oft verschlossenen Türen der politischen Verwaltungsmaschinerie sollten im Interesse der berechtigten Be-



## Reports

### Successful Symposium on "Early Screening out of Hearing- and Speech-Handicapped Children"

Under the auspices of the Section "Good Hearing" of the German Green Cross under the direction of its President, Prof. MD Günter *Stange*, a scientific symposium on "Early Screening out of Hearing- and Speech-Handicapped Children" was held on 9th November 1979 in Karlsruhe.

The subject is topical, the problem urgent: After all, there are at least 150,000 hearing-impaired children in the Federal Republic of Germany. To put it mildly, early screening, medical and pedagogical care, rehabilitation and integration of these children in our highly developed society are comparatively poor.

So it was only to be expected that, in addition to the specialized papers in the stricter sense, the entire meeting was permeated by a further pressing and far-reaching concern: how to bring movement to the officially open, but in fact closed doors of the political administration which all too often pretends willingness but in reality maintains a rigid attitude towards the justified interests of the hearing-handicapped and speech-impaired children.

After a short address of welcome extended by v. *Stackelberg* to about 80 experts from various sectors on behalf of the German Green Cross, Prof. MD *Stange*, Director of the ENT Clinic of the Municipal Hospital Karlsruhe, emphasized the singularity of this meeting in his introductory paper: He pointed out that for the first time, specialists, politicians, pedagogues, journalists, hearing-aid acousticians and physicians of the Board of Health had met in the Federal Republic of Germany for a critical stock-taking of the present situation regarding the early screening out of hearing- and speech-handicapped children, with a view to presenting, discussing and eventually realizing improved conceptions in this field.

When Prof. MD *Müller*, Head of the Municipal Clinic in Karlsruhe, in his inaugural speech expressed the desire that

Prof. Dr. Stange bei der Eröffnung des Symposiums

Prof. MD Stange, inaugurating the symposium

lange der hör- und sprachbehinderten Kinder (wieder) beweglich gemacht werden.

Nach einer kurzen Begrüßung der ungefähr 80 Fachleute aus den verschiedensten Bereichen durch v. *Stackelberg* vom Deutschen Grünen Kreuz unterstrich Professor Dr. *Stange*, Direktor der HNO-Klinik des Städtischen Klinikums Karlsruhe, in seinem einleitenden Referat die Singularität dieser Veranstaltung: Es sei das erste Mal, daß sich in der Bundesrepublik Fachärzte, Politiker, Pädagogen, Fachjournalisten, Hörgeräte-Akustiker und Ärzte vom Staatlichen Gesundheitsamt zur kritischen Bestandsaufnahme des gegenwärtigen Ist-Zustandes der Früherkennung hör- und sprachentwicklungsgestörter Kinder mit dem Ziel trafen, verbesserte Konzeptionen in diesem Bereich vorzulegen, zu diskutieren und langfristig auch zu realisieren.

Wenn Professor Dr. *Müller*, Direktor des Städtischen Klinikums Karlsruhe, in seiner Begrüßungsrede dem Wunsche Ausdruck verlieh, daß die Vertreter der öffentlichen Hand bei der Bewilligung der finanziellen Mittel weder mit Harthörigkeit noch mit irgendeiner Form von Schwerhörigkeit geschlagen sein möchten, so ist dem vorbehaltlos zuzustimmen; abzuwarten bleibt aber, mit welchem Dringlichkeitsgrad Ministerialrat Dr. *Pabbert* vom baden-württembergischen Ministerium für Arbeit-, Gesundheit- und Sozialordnung oder auf kommunaler Ebene Bürgermeister Dr. *Rehberger* aus Karlsruhe die Angelegenheit ihren zuständigen Behörden weitergeben werden. Und keinesfalls darf dabei versäumt werden, auch den Bund in dieser Sache voll in die Pflicht zu nehmen.

### Kritische Bestandsaufnahme

Das mit viel Engagement vorgetragene Referat von Professor Dr. *Biesalski*, Direktor der Univ.-Klinik für Kommunikationsstörungen, Mainz, »Überlegungen zur Früherfassung hör- und sprachentwicklungsgestörter Kinder« befaßte sich mit den Schwierigkeiten einer möglichst vollständigen Früherfassung, sodann mit den Hindernissen einer exakten Diagnostik, um schließlich aus beiden Problemkreisen die notwendigen Konsequenzen zu ziehen.

Die Folgen einer Hörstörung beim Kind faßte der Referent in 5 signifikanten Punkten zusammen:

1. Fehlende oder verzögerte Sprachentwicklung
2. Verzögerte geistige Entwicklung
3. Anomale seelische Entwicklung
4. Eingeschränkte Schul- und Berufsausbildung
5. Eingeschränkte soziale Entwicklung

Um die kognitiven und kommunikativen Einschränkungen, denen ein hörbehindertes oder gar sehr stark schwerhöriges Kind ausgesetzt ist, ermaßen zu können, vergleiche man die Anzahl der Begriffe, die ein normalhörender 8- bis 10jähriger Schüler während einer Unterrichtsstunde umsetzt: Es sind ungefähr 400 an der Zahl, während sein hörbehinderter Mitschüler lediglich 80 bis 100 Begriffe, d.h. ein Fünftel bis ein

the representatives of the government should be neither resistant nor hard-of-hearing when it came to approving the financial means, he could certainly count on the unreserved approbation of the audience; however, it remains to be seen with what degree of urgency Ministerialrat Dr. *Pabbert*, Ministerium für Arbeit-, Gesundheit und Sozialordnung von Baden-Württemberg, or also on the municipal plane, Mayor Dr. *Rehberger*, Karlsruhe, will pass the matter onto the competent authorities. Further, it must not be omitted by any means to point out to the Federal Government that they also have to shoulder a responsibility in this matter.

### Critical stock-taking

The paper entitled "Considerations on the Early Screening out of Hearing- and Speech-Handicapped Children" presented with great dedication by Prof. MD *Biesalski*, Head of the University Clinic for Communicative Disturbances, Mainz, dealt with the difficulties encountered in detecting hearing deficiencies as early and fully as possible, the obstacles to be overcome in establishing an exact diagnosis and finally with the necessary consequences to be drawn from the two problem areas.

The consequences of a hearing impairment in children were summarized by the lecturer in 5 significant points:

1. Incomplete or delayed speech development
2. Delayed mental development
3. Abnormal psychic development
4. Restricted schooling and professional training
5. Limited social life

In order to assess the cognitive and communicative limitations to which a hearing-handicapped or seriously hearing-impaired child is subjected, a comparison was made between the number of notions assimilated by an eight-to-ten-year old pupil with normal hearing and the number absorbed by a pupil with impaired hearing during a single lesson: a normally hearing child assimilates 400 notions whereas its hearing-handicapped counterpart assimilates as few as only 80 to 100 notions i.e. a 5th or a quarter less. Deaf children react to as little as only 2 to 5% of the notions assimilated and digested by pupils with normal hearing.

Early screening and detection of hearing disturbances in children is not only a humane but also a social problem. Although the desolate state of things in this field has been brought to the knowledge of the politically competent authorities, as yet no systematic early screening of children has been realised in the Federal Republic. What is worse, not even coordinated ideas as to the "how" and "when" of such early surveys have been developed. But not only is a very early diagnosis of hearing deficiencies important but also regular checks over a protracted period of time, since mild-to-medium hearing defects in children may remain undetected for years. Hearing impairments which are not detected early enough or delay in fitting a hearing aid entail irreparable damage for the children affected.

Viertel davon erfaßt bzw. verwendet. Bei gehörlosen Kindern werden sogar nur 2 bis 5 Prozent der Begriffs-Anzahl normalhörender Schüler während einer Schulstunde aktiviert.

Die Früherfassung des hörgestörten Kindes ist nicht nur ein humanes, sondern auch ein gesellschaftliches Problem. Obwohl der desolote Zustand den politischen Stellen seit Jahren bekannt ist, existiert in der Bundesrepublik keine systematische Früherfassung. Es wurden noch nicht einmal einheitliche Vorstellungen des »Wie« und »Wann« einer solchen Früherfassung entwickelt. Wichtig ist aber nicht nur eine frühest mögliche Diagnostizierung von Hörschäden, sondern auch eine systematische Überprüfung während eines längeren Zeitraumes, da sich leichtere und mittelgradige Hörstörungen bei Kindern oft jahrelang verbergen können. Nicht rechtzeitig entdeckte Hörstörungen oder eine verzögerte Versorgung mit einem Hörgerät implizieren für die betroffenen Kinder aber irreparable Schäden.

Als besonders alarmierend wurde die Tatsache bezeichnet, daß immer noch hörbehinderte Kinder in Sonderschulen für Geistigbehinderte eingeschult würden, obwohl ihre verzögerte geistige Entwicklung ausschließlich auf eine Hörstörung (»Pseudodebilität«) zurückzuführen sei.

Erschwerend komme hinzu, daß in der Bundesrepublik keine gezielte Erfassung von sogenannten Risikokindern erfolge. Die Gründe liegen nach Ansicht des Referenten in einem in diesem Punkte falsch verstandenen Datenschutz und in dem Meldeverbot für Mißbildungen und Störungen, die auf einer einseitigen Interpretation der ärztlichen Schweigepflicht beruhe. Mit der Erstellung und dem Einsatz eines eingeschränkten Risikokataloges ließe sich eine Quote von 80 Prozent früh erfaßter hörgestörter Kinder verifizieren. Ein solcher Risikokatalog müßte folgende Punkte umfassen: Genetische Belastungen, Röteln und schwere Virusinfektionen in den ersten drei Schwangerschaftsmonaten, Blutungen, Fehl- und Totgeburten der Mutter, langandauernder Sauerstoffmangel bei der Geburt sowie Zeichen von Mißbildungen und frühkindlichen Hirnschäden.

Skeptisch äußerte sich *Biesalski* zu der vor allem in Frankreich praktizierten Neugeborenen-Audiometrie, die er als eine »Ja-/Nein-Diagnose« bezeichnete: Durch diese Methode werde statistisch zwar der größte Teil aller Kleinkinder erfaßt, der Nachteil liege aber darin, daß die nachfolgende Therapie auf keiner eindeutig gesicherten Diagnose basiere. Der beste Zeitpunkt für eine Hörprüfung beim Kleinkind sei der 5. oder 6. Lebensmonat, da dann ein Reifezustand des Gehörs samt seiner zentralen Region erreicht sei, der verlässliche Befunde in Form einer ableitbaren Hör-



Prof. Dr. Biesalski bei seinem engagierten Vortrag

Prof. MD Biesalski, giving his critical lecture

A particularly alarming fact is that hearing-handicapped children continue to be referred to special schools for the mentally retarded even when it has been demonstrated that the mental retardation is exclusively attributable to a hearing defect (pseudo-debility).

The absence of selective screening of so-called risk children in the Federal Republic aggravates the situation. In the lecturer's opinion, the reasons for this are to be found in the misunderstanding of data protection and in the prohibited notification of malformations and disturbances, resulting from a one-sided interpretation of professional secrecy. With the setup and application of a limited risk catalogue, it would be possible to identify 80% of hearing impairments in children at an early date. Such a risk catalogue should contain the following points: genetic taints, German measles and severe viral infections during the first months of pregnancy, haemorrhages, miscarriages and stillbirths, long-standing oxygen deficiency at delivery as well as signs of malformations and brain damages in infants.

*Biesalski* took a sceptical view of audiometry for the newborn which is mainly practised in France and which he labelled as a "yes/no" diagnosis. Statistically, this method does cover the largest proportion of all infants but has the drawback that the ensuing therapy is not based on unequivocal diagnostic findings.



schwelle zulasse. Ab dem 6. Lebensmonat werde eine Impedanzmessung bzw. sogar eine Computer-Audiometrie möglich. Allerdings stelle sich dabei das Problem, wie die Kinder sediert werden sollen.

Mängel in der Früherfassung führte der Referent nicht zuletzt auf eine unzureichende Übermittlung entsprechenden Wissens an Medizinstudenten und auf ungenügende spezielle Erfahrungen bei vielen Ärzten zurück. Es gelte außerdem eine Wissenslücke bei Eltern und Pädagogen auszufüllen. Darüber hinaus fehlten in der Bundesrepublik ungefähr 40 Spezialeinrichtungen zur kompletten Diagnostik der Früherfassung hörgestörter Kinder.

### Erfahrungen im Nachbarland Frankreich

Dr. med. P. *Trenque*, ehemaliger technischer Direktor des »Zentrum für Audiologie und Akustik« des Nationalen Instituts für Junge Hörbehinderte (Institut National des Jeunes Sourds, INJS) in Chambéry/Savoyen (Frankreich), referierte über eine Pilotstudie des französischen Gesundheitsministeriums zum Problem der Früherkennung von Hörstörungen.

Das 1964 gegründete »Centre d'Audiologie et d'Acoustique«, in dem die drei wissenschaftlichen Bereiche Medizin, Audiologie und Hörgeräte-Akustik sowie Sonderpädagogik personell und materiell vertreten sind, führte in den Jahren 1974 bis 1977 in Savoyen eine systematische Untersuchung zur Früherfassung hörbehinderter Neugeborenen durch: 10860 Säuglinge wurden in den verschiedenen Entbindungsanstalten des Departements vom wissenschaftlich geschulten Personal des Zentrums untersucht, wobei die Methode von Marion Downs angewandt wurde (Warble-Tone von 4000 Hz), die allerdings durch den Einsatz eines Video-Bandes ergänzt wurde, um die Reaktion der Säuglinge besser beobachten zu können.

Aufgrund langjähriger Erfahrung wurde die Früherkennungsmethode zeitlich dreifach gegliedert:

Die Untersuchungen erfolgten:

1. Unmittelbar nach der Geburt, jedoch nur in Fällen mit hohem Risikograd (Periode A).
2. Neun Monate nach der Geburt (Periode B).
3. Im Alter von zwei Jahren anhand einer Begutachtung der Stimmentwicklung und des gesamten Verhaltens des Kindes (Periode C).

Um diese gestaffelten Untersuchungen erfolgreich durchzuführen, operierte man auf drei verschiedenen Ebenen:

1. Mit Hilfe ausführlicher Merkblätter wurden die Eltern über die Risiken einer Schwerhörigkeit ihrer Kinder unterrichtet (Informationen über genetische

The most favourable age for infants to undergo a hearing test is the 5th of 6th month of life because in this period, the hearing and its central region has reached a state of maturity which allows reliable findings to be established in the form of a deductible hearing threshold. From the 6th month of life, even impedance measurement or computerized audiometry are possible. The only problem here is, how the infants being tested can be tranquillized.

Shortcomings in the early screening and detection of hearing defects in children cannot be solely attributed to an insufficient transmission of the specific knowledge to medical students and to the lack of special experience in this field of many physicians. Besides this, the task is to fill the gap in information for both parents and pedagogues. In addition, about 40 specialized centers for comprehensive and early diagnosis of hearing impairments in children are wanting in the Federal Republic of Germany.

### Experiences gained by our French neighbours

MD P. *Trenque*, former technical director of the "Centre for Audiology and Acoustics" of the National Institute for Young Hearing-Handicapped (Institut National des Jeunes Sourds, INJS) in Chambéry/Savoy (France), reported on a pilot study by the French Ministry of Health on the problems associated with the early detection of auditory disorders.

The "Centre d'Audiologie et d'Acoustique", founded in 1964 in which the scientific fields, medicine, audiology and hearing-aid acoustics, as well as specialized pedagogy are personally and materially represented, systematically investigated the problems of detecting hearing disorders in the newborn in Savoy during the period from 1974 to 1977: in the various obstetric clinics of this province, 10,860 infants were examined by the scientifically trained staff of the center; they applied the Marion Downs method (warble tone of 4,000 Hz) supplemented by the use of a video tape, in order to be better able to observe the reaction of the infants.

On the grounds of many years experience, the procedure was divided chronologically by into three stages: The tests were carried out:

1. Immediately after birth but only in high-risk cases (Period A).
2. Nine months after birth (Period B).
3. Evaluation of the vocal development and the overall behaviour of the two-years-old child (Period C).

In order to successfully perform these staged examinations, the staff operated on three different planes:

1. With the aid of detailed leaflets (pamphlets), the

Beratung, Aufstellung eines Risiko-Katalogs u.a.m.; bezieht sich auf die Perioden A, B und C.)

2. Anwendung des vorher erwähnten Tests nach Marion Downs durch das Krankenschwestern-Personal und diejenigen Ärzte, die die Entbindung vornehmen. (Betrifft Periode A.)

3. Vermittlung spezieller Kenntnisse an den Arzt für Allgemeinmedizin, den HNO-Arzt und den Pädiater. Zu diesem Zweck wurde von dem Referenten spezielles Test- und Informationsmaterial ausgearbeitet, in dem u.a. der Reifungsprozeß des Gehörs und der Stimme, wie er sich im Normalfall beim heranwachsenden Kleinkind vollzieht, dargestellt wird. (Bezieht sich auf die Perioden B und C.)

Um in besonders schwierig gelagerten Fällen — ihre Größenordnung gab der Referent mit 6 bis 7 Prozent an — eine rasche diagnostische Verifizierung zu erreichen und um ein mögliches psychologisches Trauma bei den Eltern zu vermeiden, wird im »Zentrum für Audiologie und Akustik« zur Abklärung des Sachverhaltes Computer-Audiometrie betrieben. Das dabei angewandte ERA-Verfahren wird, von speziellen Ausnahmen abgesehen, ohne Anästhesierung vorgenommen.

### Früherfassung aus sonderpädagogischer Sicht

Die Bedeutung einer möglichst frühzeitigen Erfassung hör- und sprachbehinderter Kinder ergibt sich aus sonderpädagogischer Sicht durch den genotypischen Charakter des Sprechenslernens: Die Spracherwerbsmöglichkeit und -fähigkeit ist mit zweieinhalb Jahren am größten und nimmt dann bis zum 6. Lebensjahr gänzlich ab.

D. Brunke, Leiter der pädaudiologischen Beratungsstelle der Stadt Karlsruhe, beschrieb die Sprachentwicklung als ein Zusammenspiel von kognitiven, sensorischen, motorischen und sozialen Faktoren. Je eingeschränkter die Hörfähigkeit ist, desto gravierender werden Spracherwerb und -entwicklung gestört und behindert, im Extremfall verunmöglicht. Bereits aus dieser elementaren Erkenntnis ergibt sich, daß eine Sprech-/Spracherziehung und — im indizierten Fall — eine Hörgeräte-Versorgung so früh wie möglich erfolgen muß.

Brunke beklagte, daß infolge einer mangelhaften Aufklärtheit der Eltern, einer zu geringen Effektivität der Vorsorgeuntersuchungen und wegen einer ungenügenden Sensibilisierung von Erzieherinnen und Lehrern die betroffenen Kinder zum größten Prozentsatz erst nach Vollendung ihres dritten Lebensjahres der

parents were briefed on the risks to which a hearing-impaired child is exposed (information on genetic counselling, preparation of a risk catalogue etc; related to the three Periods A, B and C).

2. Application of the above-mentioned Marion Downs test by the nurses and the physicians who attended the delivery (Period A).

3. Providing the general practitioner, the ENT specialist and the paediatrician with the required specialized knowledge. For this purpose, the physician in charge prepared separate leaflets dealing, among other things, with the development of the hearing and voice in the growing infant under normal conditions (Periods B and C).

In order to obtain a prompt diagnosis in particularly difficult cases, which account for 6 to 7% and in order to avoid a psychological trauma to the parents, the "Centre for Audiology and Acoustics" uses computerized audiometry for diagnostic purposes. The ERA method is applied generally without anaesthesia, but there are exceptions.

### Early screening and detection of hearing disorders in children from a special pedagogical point of view

Early detection of hearing- and speech disorders in children is important because of the genotypical character of the speech development: speech acquisition and speech abilities are at their greatest at the age of 2½ years and are lost completely by the age of 6.

D. Brunke, Head of the Paedaudiological Consultation Centre of Karlsruhe, described speech development as an interaction of cognitive, sensory, motor and social factors. The more limited the hearing ability, the more seriously disturbed and handicapped is the ability to acquire and develop speech. In extreme cases, speech may not develop at all. It emerges immediately from this fundamental fact that the logopaedic training and, if indicated, the fitting of a hearing aid, must take place as early as possible.

Brunke expressed regret that because parents are not sufficiently instructed, that because the prophylactic examinations are inadequate and that because educators and teachers are not properly made aware, most of the children affected are not taken to the consultation center until they have completed their third year of life, i.e. at a time when the optimum period for speech acquisition has already passed.

In order to achieve a basic improvement in early screening and detection of infantile hearing disorders, Brunke suggested the following measures:

Beratungsstelle vorgestellt werden, zu einem Zeitpunkt also, an dem die optimale Spracherwerbs-Möglichkeit bereits verstrichen ist.

Um eine prinzipielle Verbesserung der Früherfassung zu erreichen, schlug *Brunke* folgende Punkte vor:

1. Aufklärung über Hör- und Sprachprobleme durch die Massenmedien.
2. Bessere Bewußtmachung der Problematik bei Ärzten und Pädagogen. Einrichtung eines Erfassungsvondsystems unter Einschluß aller Beteiligten.
3. Sensibilisierung von Lehrern und Erziehern für diese Problematik bereits in der Ausbildungszeit.
4. Einführung der Neugeborenen-Audiometrie als Reihenuntersuchung.
5. Zugangsmöglichkeit der Beratungsstellen zu den Kinderkliniken, was die Risikofälle anbelangt.
6. Differenzierte und häufige Reihenuntersuchungen durch das Staatliche Gesundheitsamt in Kindergärten zwecks Erfassung der Hörbehinderten.

### Die schulärztliche Untersuchung des Gehörs

Bei den Ausführungen von Frau Dr. med. B. *Tebbert* und ihrer Co-Referentin, Frau Dr. med. H. *Paul-Toebelmann*, beide Staatliches Gesundheitsamt Karlsruhe, über ihre Erfahrungen bei der schulärztlichen Untersuchung des Gehörs im Vorschulalter wurde deutlich, daß die hohe Anzahl von Fehldiagnosen auf unzumutbare Prüfungsbedingungen zurückzuführen sind: Die Schulen liegen oft an lärmigen Verkehrsstraßen, so daß der Störlärm die Ergebnisse verfälscht; Übermüdung und Unkonzentriertheit sowie Ängstlichkeit der kleinen Probanden gegenüber einer fremden Prüfperson kommen erschwerend hinzu.

Was bei den jährlich etwa 5000 vor der Einschulung in Karlsruhe überprüften Kindern eruiert wurde, dürfte cum grano salis auch in etwa auf Bundesebene zutreffen: 9 Prozent der untersuchten Kinder wurden vom Gesundheitsamt an den HNO-Arzt überwiesen, da sie zwei der angebotenen 5 Prüffrequenzen bei 20 bis 30 dB nicht hörten. Verbessert werden muß die Rückmeldung durch den HNO-Arzt an das Staatliche Gesundheitsamt: Die Rückmeldequote liegt gegenwärtig bei nur 35 Prozent.

Wird bei einem bereits eingeschulten Kind eine starke Schwerhörigkeit festgestellt, so muß die »Normal-schule«, die der schwerhörige Schüler bislang besuchte, einen Antrag auf Übernahme in die Sonderschule für Schwerhörige stellen. Eine erfreuliche Nachricht konnte Frau Dr. *Tebbert* mitteilen: Um zu verhindern, daß schwerhörige Schüler irrtümlich in Sonderschulen für lern- und geistigbehinderte Kinder eingeschult werden, soll in solchen Fällen künftig eine eingehende Un-

1. Elucidation of hearing and speech problems through the mass media.
2. Render physicians and pedagogues more conscious of the problems associated with such disorders. Introduction of a nation-wide comprehensive screening system involving all persons concerned.
3. Make teachers and educators aware of these problems already during the training period.
4. Audiometry of the newborn as a mass screening method.
5. Consultation centres should have access to the paediatric clinics where risk cases are concerned.
6. Differentiated and frequent mass screening for the detection of auditory disorders by the Board of Health in the kindergarten.

### Hearing tests by the school doctor

From the statements made by MD B. *Tebbert* and her co-lecturer MD H. *Paul-Toebelmann*, both employed by the Board of Health Karlsruhe, regarding the experience gained by school doctors in pre-school hearing tests, it became clear that the high number of wrong diagnoses were attributable to unacceptable test conditions: Schools are often situated near noisy traffic routes so that the results are liable to be falsified by background noise; overfatigue, distraction and anxiety of the children in meeting a strange examiner, tend to aggravate the situation.

The findings obtained annually in testing about 5,000 pre-school age children are likely to be valid for the whole nation: 9% of the children screened were referred by the Board of Health to ENT specialists because they failed to hear two of the five test frequencies presented at 20 to 30 dB. The reporting back to the Board of Health by ENT specialists needs improving: At present, the reporting back rate is only 35%.

If a serious hearing impairment is found in a school-aged child, the "normal school" he attends must apply for his transfer to a special school for the hard-of-hearing. MD *Tebbert* was satisfied to inform us that in such cases a thorough examination of hard-of-hearing pupils will become compulsory in the future to prevent them from being erroneously referred to special schools for slow-learning and mentally backward children.

### The "Karlsruhe model"

In view of the deplorable fact that in all too many instances delayed therapy of infants leads to irreparable damage of a psychic, medical and social nature, Prof. MD *Stange* and MD F. E. *Koepfel*, ENT specialist in Karlsruhe, have developed a "model for optimum

An der abschließenden Diskussion beteiligte sich auch Prof. Dr. Ch. Beck, Direktor der Univ.-HNO-Klinik Freiburg und Präsident der Deutschen Gesellschaft für HNO-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie

Prof. MD Ch. Beck, head of the ENT University Clinic of Freiburg and president of the German Society for ENT Medicine, Head and Neck Surgery, was participant in the discussion of the symposium (Photos Schroth)



tersuchung der betreffenden Kinder obligatorisch werden.

### Das »Karlsruher Modell«

Ausgehend von dem beklagenswerten Faktum, daß in allzu vielen Fällen durch die Verzögerung einer Therapie bei Kleinkindern irreversible Schäden psychischer, medizinischer und sozialer Art verursacht werden, haben Professor Dr. Stange und Dr. med. F. E. Koepfel, HNO-Arzt in Karlsruhe, ein »Modell zur optimalen Früherfassung hör- und sprachentwicklungsgestörter Kinder« entwickelt.

Das von W. Sponheimer, Landespfarrer für Hörbehinderte i.V. in Baden, vorgestellte Modell verfolgt das Ziel, die Früherfassung, die Früherkennung und die nach Maßgabe der Indikation bestimmte Therapie so rechtzeitig einsetzen zu lassen, daß ein bestmöglicher Erfolg garantiert wird.

Bereits bei den Eltern hör- und sprachentwicklungsgestörter Kinder klafft eine große Informationslücke, und auch die breite Öffentlichkeit muß zunächst einmal über die schon bestehenden Möglichkeiten der Früherfassung und -erkennung aufgeklärt werden. Der Sozialbericht der Deutschen Angestelltenversicherung (DAK) für das Jahr 1977 weist zum Beispiel aus, daß die Vorsorgeuntersuchung von nur 50,25 Prozent der Berechtigten in Anspruch genommen wird.

Vorversuche zur Erprobung des »Karlsruher Modells« haben bereits stattgefunden. Es stützt sich bei Kindern ab der Geburt bis zum Alter von drei Jahren auf die Vorsorgeuntersuchungen, die nach Meinung der Referenten wesentlich intensiviert werden müssen, auf die Risikokinderkartei und auf die dadurch veranlaßten fachärztlichen Untersuchungen, die durch interdisziplinäre Kooperation komplettiert werden.

Bei Kindern im Alter von drei bis sechs Jahren greift man vor allem auf eine Erfassung in den Kindergärten zurück. Die Karlsruher Vorversuche ergaben, daß in einem durchschnittlich belegten Kindergarten in der Regel mit zwei erheblich sprachentwicklungsverzögerten Kindern zu rechnen ist. Nach dem bisher ausgewerteten Zahlenmaterial sind 75 Prozent dieser sprachgestörten Kinder hörgeschädigt. Ungefähr die Hälfte davon kann durch eine operative Therapie geheilt werden. Die übrigen bedürfen einer Hörgeräte-Versorgung und/oder heilpädagogischer Maßnahmen.\*

early screening of children and early detection of speech-hearing deficiencies”.

The aim of the model presented by W. Sponheimer, regionally competent priest for the hearing-handicapped in Baden, is to have the early screening, early diagnosis and suitable therapy instituted early enough to ensure optimum results.

A wide gap exists in the elucidation of the problem for the parents of hearing- and speech-impaired children and the general public must also be informed about the existing possibilities of early screening and detection of such disorders. The report of the Deutsche Angestelltenversicherung (DAK; i.e. German Employees' Insurance Scheme) for the year 1977 states, for example, that only 50,25% of those entitled, took advantage of the prophylactic examination.

Preliminary tests to demonstrate the value of the "Karlsruhe model" have already been carried out. It is based on the prophylactic examinations of children from the date of birth up to the age of three years which, in the opinion of the lecturer, should be drastically intensified, on "risk children" files and on examinations by specialists resulting from the filed entries, which are supplemented by interdisciplinary cooperation.

With children aged from three to six years, the early surveying is carried out mainly in the kindergarten. The preliminary tests made in Karlsruhe showed that among children attending a kindergarten, two can be expected to suffer from severe disorders in their speech development. The figures so far evaluated indicate that 75% of these speech-handicapped children are affected by a hearing impairment. About half of them can be cured by surgery. The rest are fitted with

\* Zur Vorbedingung einer operativen Therapie für eine Hörgeräte-Versorgung wird Professor Stange in der nächsten Ausgabe dieser Zeitschrift ausführlich Stellung nehmen.

Das »Karlsruher Modell« arbeitet nach einem reibungslosen Schema, das für den jeweils spezifischen Fall (Risikokind, Alter u. a. Faktoren) eine genau vorgezeichnete Bahn in dem engen Verbundnetz von HNO-Ärzten, betroffenen Eltern, Kinderärzten und Kinderkliniken, Hörgeräte-Akustikern, Sonderschulen und Pädaudiologischer Beratungsstelle des Staatlichen Gesundheitsamtes einschlägt. Ergänzend wird die Schaffung eines neuen Ausbildungsganges für qualifizierte Personen angestrebt, die die Erzieherinnen in den Kindergärten in puncto Früherkennung unterrichten und sensibilisieren sollen. Wir wollen nach Abschluß der ersten Erprobungsphase ausführlicher über die gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse berichten.

## Resümee

Dieses in seiner Art erste Symposium der Sektion »Gutes Hören« im Deutschen Grünen Kreuz, dem weitere folgen sollen, zeigte, daß bei gelegentlich auftretenden kontrastiven Auffassungen in Einzelfragen ein tragfähiger Grundkonsens aller am Problem beteiligten wissenschaftlichen Disziplinen besteht, der auf einen schnellen und systematischen Ausbau der Früherfassung und -erkennung hör- und sprachentwicklungsge störter Kinder hindrängt.

Deutlich wurde aber auch, daß einem solchen Anliegen durch allzu enge politisch-gesellschaftliche Rahmenbedingungen Grenzen gesetzt werden. Es war darum konsequent, daß diese Rahmenbedingungen kritisch hinterfragt wurden und der Appell, neue Tore aufzu stoßen, unüberhörbar war.

Die Sektion »Gutes Hören« im Deutschen Grünen Kreuz und ihr Präsident, Professor Dr. Günter *Stange*, haben mit dieser Veranstaltung einen echten Beitrag zu dem auf weite Strecken leider zu einer inhaltslosen Worthülse depravierten »Jahr des Kindes« geliefert.

*Schroth*

hearing aids and/or undergo therapeutic pedagogical measures\*.

The "Karlsruhe Model" works to a smoothly planned scheme which, depending on the case in hand (risk child, age and other factors), follows a clearly demarcated path within the tight-knit cooperation between ENT specialists, parents, paediatricians and paediatric clinics, hearing-aid acousticians, special schools and paedaudiological consultation centers of the Board of Health. The creation of a new supplementary training course for more qualified persons is envisaged. Whose task will be to inform kindergarten teachers about the importance of the early detection of hearing and speech disorders in children and to make them more susceptible to the related problems. On completion of the first trial phase we will report in detail on the experience and knowledge gained.

## Summary

This symposium was the first of its kind which was organized by the Section "Good Hearing" of the German Green Cross and which will certainly be followed by others. The meeting has shown that despite occasionally diverging views on some aspects of the problem, a sound agreement can be reached by all concerned and that the scientific disciplines involved are pressing for a rapid and systematic extension of the diagnostic services in the form of early surveys for the detection of hearing and speech disorders in children.

However, a discouraging fact that emerged from the talks was that such endeavours are not given much room for development by political and social barriers. So it was obvious that harsh criticism was levelled against these barriers and that a strong-voiced appeal was made to public institutions for a change in attitude.

With this meeting, the Section "Good Hearing" of the German Green Cross and its president, Professor MD Günter *Stange*, made a valuable contribution to the "Year of the Child" to which, regrettably "only lip-service" was rendered on so many occasions.

*Schroth*

\* The interaction of surgical therapy and the fitting of hearing aids will be taken up in detail by Prof. *Stange* and published in the next issue of this periodical.

## Die Mitarbeiter dieses Heftes / Our Contributors



*Roland Helle*, Dr.-Ing., geb. 1941 in Tübingen, Studium der Elektrotechnik (Nachrichtentechnik) an der Universität Stuttgart und der Technischen Universität Berlin. 1967 Diplomarbeit am Institut für Nachrichtentechnik der Universität Stuttgart (Direktor Prof. Dr. rer. nat., Dr.-Ing. E.h. *R. Feldtkeller*). Anschließend als wiss. Mitarbeiter und wiss. Assistent am Institut für Elektroakustik der Technischen Universität München (Direktor Prof. Dr.-Ing. *E. Zwicker*) tätig; 1974 Promotion. Leiter der Labors im Geschäftsgebiet Hörgeräte der Siemens AG, UB Med, Erlangen, seit 1974.

*Roland Helle*, Dr.-Ing., born 1941 in Tübingen, studied electrical engineering (communications engineering) at Stuttgart University and the Technical University, Berlin. 1967 Diploma Thesis at the Institut für Nachrichtentechnik, Stuttgart University (Director Prof. Dr. rer. nat., Dr.-Ing. E.h. *R. Feldtkeller*). Subsequently active as scientific co-worker and scientific assistant at the Institut für Elektroakustik at the Technical University, Munich (Director Prof. Dr.-Ing. *E. Zwicker*); 1974 doctorate. Manager of the Laboratories in the Hearing Aid Sectors of Siemens AG, Medical Engineering Group, Erlangen since 1974.



*Donald G. Williamson*, Prof. Dr. phil., geb. 1923, erwarb den Grad eines BA (Bachelor of Arts) und MA (Master of Arts) an der Wayne State University; Promotion zum Dr. phil. an der Michigan State University. Seit 1960 ist Williamson Professor im Fachbereich Audiologie an der Universität of Missouri-Columbia.

*Donald G. Williamson*, Prof. Ph. D., born in 1923, took the BA and MA degrees at the Wayne State University; he received his Ph. D. from the Michigan State University. Since 1960 Assoc. Professor (Audiologist) at the University of Missouri-Columbia.



*Cheryl Buntz*, Bachelor of Science, geb. 1957; erlangte 1979 an der University of Missouri-Columbia den Grad des B.Sc. (Bachelor of Science = Baccalaureus der Naturwissenschaften) mit Auszeichnung. Gegenwärtig studiert sie an derselben Universität mit dem Ziel, ihr Studium mit dem M.A. (Master of Arts) abzuschließen.

*Cheryl Buntz*, Bachelor of Science, born in 1957; took the undergraduate degree at the University of Missouri-Columbia in 1979 with high honors. She is currently working on the Master of Arts (M.A.) degree at the same University.



*Hasso von Wedel*, Dr. phil., geb. 1943 in Kolberg, studierte an der Technischen Hochschule Aachen Elektrotechnik (Fachrichtung Nachrichtentechnik; Abschluß als Dipl.-Ing.). Seit 1973 wissenschaftlicher Angestellter an der HNO-Klinik der Universität Bonn. Bis 1976 Studium der Kommunikationsforschung und Phonetik an der Universität Bonn. Abschluß als Dr. phil. mit einer Dissertation über »Zeitauflösungsphänomene beim dichotischen Hören«.

*Hasso v. Wedel*, Ph. D., born in 1943 in Kolberg. He studied electrical engineering (telecommunications) at the Technical University of Aachen where he graduated as Diplom-Ingenieur. Since 1973 scientific employee at the ENT Clinic of the Bonn University. In 1976, he completed his studies of communications research and phonetics at Bonn University with a doctor's degree in philosophy. His thesis with the subject: „Phenomena of time-resolution in dichotic hearing“.



*Nicolaus Rüdiger*, Ing. grad., geb. 1948 in Berlin; Studium der Nachrichtentechnik an der Fachhochschule Köln von 1967-1971. Danach Studium der Informatik an der Universität Bonn mit anschließender Tätigkeit in der Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung (Birlinghoven bei Bonn). Ab November 1975 Mitarbeiter in der Audiologischen Abteilung der HNO-Universitätsklinik Bonn mit speziellen Arbeitsgebieten in der Mikroprozessoren-Technologie und dem Einsatz von EDV-Anlagen in der Audiometrie.

*Nicolaus Rüdiger*, grad. engineer, born 1948 in Berlin, studied telecommunications engineering at the Technical Institute of Cologne from 1967 to 1971. Subsequently he studied data-processing at Bonn University and after that he worked in the Society for Mathematics and Data-processing at Birlinghoven near Bonn. From November 1975 he joined the Audiological Department of the ENT University Clinic of Bonn to work in the field of microprocessor technology and the application of data processors in audiometry.

## Audiologische Akustik

Verlag und Redaktion  
median-verlag  
Hans-Jürgen von Killisch-Horn  
Hauptstr. 64, Postfach 103964  
6900 Heidelberg 1,  
Fernruf (06221) 24665  
Schriftleiter:  
Dr. phil. Werner Güttner  
Bachstraße 11, 8170 Bad Tölz  
Redaktion: Helmut Schroth MA  
Anzeigen: Karin Ball  
Layout: Friedrich Vogt  
Satz und Druck: Dietz-Druck,  
6900 Heidelberg

Erscheinungsweise: sechsmal  
jährlich alle zwei Monate  
Bezugspreis  
jährlich DM 39.— netto  
Einzelpreis  
je Heft DM 8.50 netto  
Zur Zeit hat  
Anzeigenliste Nr. 8  
vom 1. Januar 1978 Gültigkeit  
Nachdruck, Übersetzungen,  
Rundfunksendungen  
nur mit Genehmigung des Verlages  
© median-verlag 1961

## Audiological Acoustics

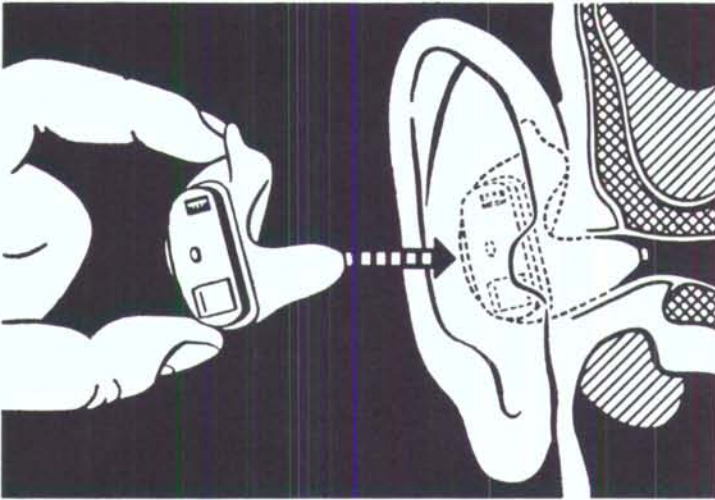
Owned and published by  
median-verlag  
Hans-Jürgen von Killisch-Horn,  
Hauptstrasse 64, 6900 Heidelberg  
Editor-in-chief:  
Dr. phil. Werner Güttner  
Bachstraße 11, 8170 Bad Tölz  
Editorial department:  
Helmut Schroth MA  
Advertising: Karin Ball  
Layout: Friedrich Vogt

Published bi-monthly 6 issues  
per annum  
Annual Subscription DM 39.— no  
Single Copies DM 8.50 no  
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

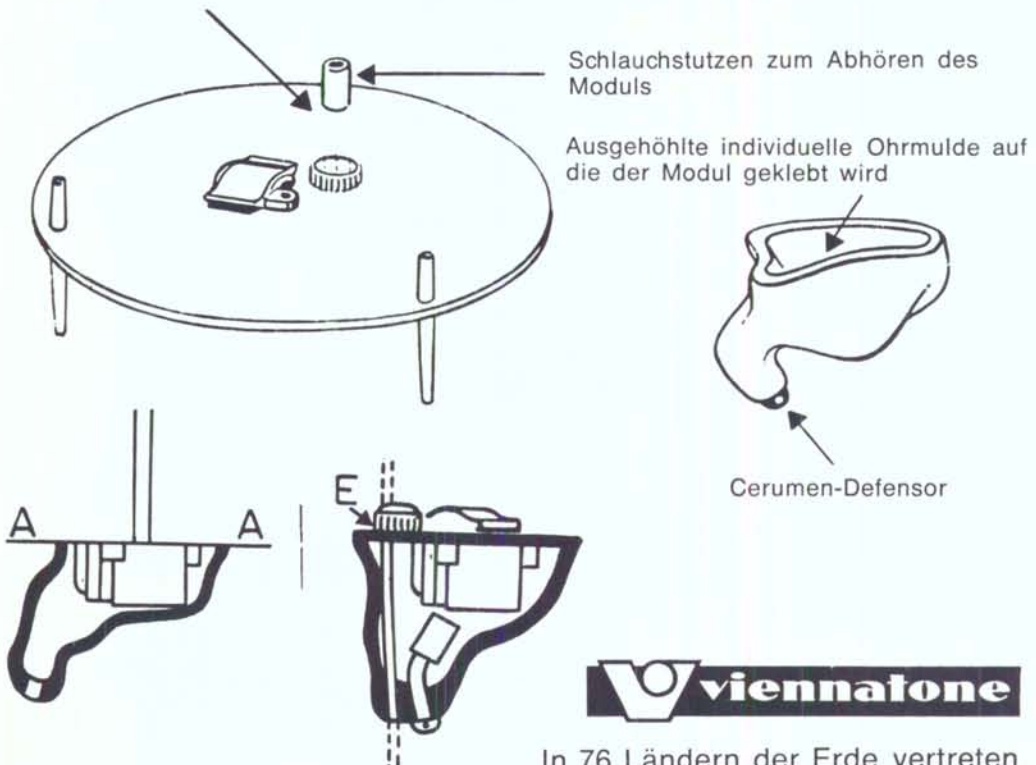
Select AP/Blau

Select AP/Gelb

# individuell gefertigte Im-Ohr-Hörgeräte



Bis auf den Hörer sind sämtliche Bauteile auf der Montageplatte montiert und miteinander verdrahtet. Der Gerätemodul ist daher im Anlieferungszustand voll funktionsfähig.



# SIEMENS

## Jetzt drei HdO-Geräte in „Butterfly-Circuit-Technik“



Zu den AURICULINA-Modellen 234 D-PP-PC und 274 PP-PC kommt jetzt die AURICULINA 272 AGC-I: ein weiteres HdO-Gerät mit der „Butterfly-Circuit-Technik“ von Siemens – mit großen Möglichkeiten auf kleinstem Raum.

Die AURICULINA 272 AGC-I ist ein Eintakt-HdO-Gerät mit eingangspegelabhängiger AGC sowie einer Klangblende N-H mit dem besonders großen Wirkungsbereich von 12 dB/Okt. – beides kontinuierlich einstellbar. Mit niedriger Stromaufnahme und geringem Batterieverbrauch; mit einem kleinen, anatomisch und funktionell optimalen Gehäuse und einem sehr hohen Kompressionsfaktor.

Und wie alle Geräte in „Butterfly-Circuit-Technik“: leistungsstark, und klein.

**AURICULINA 234 D-PP-PC,  
274 PP-PC und 272 AGC-I von Siemens**