



DEUTSCHE GESELLSCHAFT  
FÜR AUDIOLOGIE  
SECHSTE JAHRESTAGUNG

in Zusammenarbeit mit der

ARBEITSGEMEINSCHAFT  
DEUTSCHSPRACHIGER AUDIOLOGEN  
UND NEUROOTOLOGEN



Würzburg, 26. – 29. März 2003

ABSTRACTS

Layout:  
organice  
Corporate Management GmbH  
Münster

## **Die äußeren Haarsinneszellen als Motor der otoakustischen Emissionen**

Dieler, R.

Bayerische Julius-Maximilians-Universität, Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen und Ohrenkrankheiten,  
Josef-Schneider-Str. 11, D-97080 Würzburg

Otoakustische Emissionen (OAE) sind Schallereignisse, die spontan oder nach akustischer oder elektrischer Stimulation innerhalb der Cochlea erzeugt werden und retrograd über die Ossikelkette und das Trommelfell in den äußeren Gehörgang abgegeben werden. Das Ohr ist also nicht nur in der Lage, akustische Reize aufzunehmen, sondern auch Schall zu erzeugen. Bereits 1948 hatte Gold anhand theoretischer Modelle einen aktiven cochleären Mechanismus postuliert, um die hohe Sensitivität und Frequenzselektivität des Innenohres zu erklären. Er sagte voraus, dass dieser Transduktionsprozess zu messbaren Geräuschen im äußeren Gehörgang führen müsse. Diese Hypothese konnte jedoch mit den damals zur Verfügung stehenden Messmethoden nicht überprüft werden. Als erste Beschreibung spontaner OAE kann die klinische Mitteilung von Kumpf und Hoke (1970) über „Ein konstantes Ohrgeräusch bei 4000 Hz“ angesehen werden. Die erste Arbeit über akustisch evozierte Emissionen wurde 1978 durch Kemp veröffentlicht, der damit den Grundstein für deren Einsatz bei klinischen und wissenschaftlichen Fragestellungen legte. Es ist inzwischen allgemein anerkannt, dass OAE als Nebenprodukt eines intakten, aktiven, nicht-linearen cochleären Verstärkermechanismus, der erst die hohe Sensitivität und Frequenzselektivität der Cochlea zu erklären vermag, generiert werden. Die cochleären äußeren Haarzellen (ÄHZ) bei Säugetieren wie auch beim Menschen besitzen eine einzigartige Fähigkeit zur somatischen Eigenbewegung (Elektromotilität). Sie fungieren als biomechanische Verstärker und stellen das morphologische Korrelat des cochleären Verstärkers dar. Regulär nachweisbare OAE sind unabhängig von den inneren Haarzellen und gehen mit einer regelrechten Funktion der ÄHZ einher, wie durch reversible experimentelle Schädigungen dieser Zellen (z.B. Lärmexposition mit vorübergehendem Schwellenabfall; pharmakologische Beeinflussungen mit Salicylaten oder Chinin) nachgewiesen werden kann. Als aktiver Mechanismus für den cochleären Verstärker und damit für die Generierung von OAE ist neben der somatischen Motilität der ÄHZ auch die aktive Motilität der Stereozilien zu diskutieren, die die Grundlage der OAE-Entstehung bei Vögeln und Reptilien bildet.

## **25 Jahre Otoakustische Emissionen**

Probst, R.

HNO-Universitätsklinik, Kantonsspital, Basel, Schweiz

David Kemp veröffentlichte seine Entdeckung von akustischen Aussendungen der Cochlea 1978 (Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. J Acoust Soc Am 1978;64:1386-1391). Diese Publikation war nicht nur die erste Beschreibung einer objektivierten Schallproduktion, die eindeutig der Cochlea zugeschrieben wurde, sie kann heute auch als eigentlicher Wendepunkt unseres Verständnisses der cochleären Physiologie bezeichnet werden. Mit Kemps Entdeckung wandelte sich das Model der Cochlea von einem lediglich passiven Empfänger zu einem nichtlinearen Verstärker, der selbst Schwingungen erzeugt. Die otoakustischen Emissionen (OAE) können als Epiphänomen und Unreinheiten der nichtlinearen Verstärkung angesehen werden. Obwohl bereits zuvor Hinweise und Befunde einer cochleären Schallerzeugung existierten, wurde die fundamentale Bedeutung dieser Befunde erst mit den OAE klar. Nach dieser epochalen Entdeckung wurden bald anatomische und physiologische Grundlagen für die cochleäre Verstärkerfunktion gefunden.

Neben der Bedeutung als Wendepunkt im Verständnis der cochleären Funktion markierte Kemps Entdeckung vor 25 Jahren auch den Beginn einer grundsätzlich neuen, heute etablierten audiometrischen Methode, die klinisch hauptsächlich im Hörscreening allgemein Verwendung findet und methodisch eine spezifische Einsicht in physiologische Vorgänge der Cochlea erlaubt. Es können beispielsweise hydromechanische, efferent-neurale oder pathologische Veränderungen der cochleären Mechanik nachgewiesen werden.

## Technische Aspekte der OAE-Messung

Lodwig, A.

Fischer-Zoth Diagnosesysteme GmbH, Germering

Der sichere Nachweis von OAEs auch unter suboptimalen Umgebungsbedingungen ist eine notwendige Fähigkeit nicht nur von OAE-Hörscreeninggeräten. Das beeinflusst das Systemdesign von der physikalischen Aufnahme in zeitlichem Kontext mit dem Stimulus über signalvorverarbeitende Stufen und die AD-Wandlung bis zur statistischen Analyse und automatischen Interpretation.

Aufbauend auf dem 'Urprinzip' der stimulussynchronen Mittelung gibt es inzwischen eine ganze Reihe von statistischen Verfahren, die dieser Aufgabe gerecht werden. Für TEOAE sind 'double buffer correlation' und Binomialstatistik die verbreitetsten, für DPOAE konkurrieren FFT-basierte SNR-Schätzer z.B. mit der Phasenstatistik.

Je mehr Wissen jeweils über die gesuchten Signale im Vorhinein bekannt ist, desto effektiver lässt sich das Signal im Störgeräusch nachweisen: Für DPOAE "weiß" man beispielsweise exakt die Frequenz des gesuchten Signals, für TEOAE "weiß" man, dass ein Sättigungseffekt des OAE-Pegels als Funktion des Stimuluspegels existiert. Eine abstraktere Nutzung von Vorwissen kann durch die Anwendung von neuronalen Netzen oder verwandten Strukturen erfolgen.

Von entscheidender Bedeutung bei der Auswahl und Dimensionierung von statistischen Verfahren ist das Verhalten unter realen Mess- bzw. Störbedingungen. Statistische Verfahren wie Binomialstatistik und Phasenstatistik sind hier einer linearen Mittelung deutlich überlegen, wie sich anhand von Simulationen gut zeigen lässt. Das betrifft nicht nur die Erkennungsrate, also die Spezifität, sondern auch die Wahrscheinlichkeit falsch-negativer Ergebnisse und damit die Sensitivität.

## **DPOAE – Spezielle Verfahren und Ausblick auf zukünftige Anwendungen**

Janssen, Th.

HNO-Klinik der Technische Universität München

Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen (DPOAE) entstehen als direkte Folge der nichtlinearen kompressiven Verstärkung der Cochlea. Bei Applikation von Reizparadigmen, die der unterschiedlichen Kompression der Primärtöne am Entstehungsort der DPOAE in der Cochlea, bei  $f_2$ , Rechnung tragen, spiegeln DPOAE-Wachstumsfunktionen und DPOAE-Iso-Suppressionstuningkurven die aus tierexperimentellen Untersuchungen bekannte Sensitivität, Kompression und Trennschärfe der Basilmembranantwort wider. DPOAE eignen sich daher prinzipiell zur Erfassung der schwelennahen und überschwellig Schallverarbeitung des Gehörs.

Es werden spezielle DPOAE-Verfahren vorgestellt, die eine quantitative Bestimmung des Sensitivitäts- und Kompressionsverlusts des cochleären Verstärkers ermöglichen. Es wird diskutiert, inwieweit sich diese Verfahren in der klinischen Diagnostik zur Bestimmung der Hörschwelle und des Rekrutments einsetzen lassen, und ob sie geeignete Anpassparameter für Hörgeräte zur Verfügung stellen können.

DPOAE lassen sich mit hoher Reproduzierbarkeit registrieren und sind damit höchst sensitive Detektoren zur Erkennung kleinster Veränderungen der Schallverarbeitung auf Ebene der äußeren Haarzellen. Beispiele hierfür sind die Erfassung von Hirndruckänderungen oder die Untersuchung von Einwirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder des Mobilfunks.

DPOAE zeigen Suppression schon bei sehr kleinen kontralateralen Reizpegeln und weisen Adaptationseffekte auf, die auf einen Protektionsmechanismus des efferenten Hörsystems hinweisen. Eine Prädiktion der individuellen Lärmvulnerabilität erscheint daher mit Hilfe der DPOAE möglich.

Abschließend wird am Beispiel einer Hörschädigung mit assoziierten Tinnitus nach Aspirinabusus aufgezeigt, inwieweit DPOAE zur Klärung der Beteiligung cochleärer Strukturen bei der Entstehung von Tinnitus beitragen können.

## Anwendung der OAE in der audiologischen Diagnostik

Hoth, S.

Univ.-HNO-Klinik Heidelberg

In den 25 Jahren seit ihrer Entdeckung haben die otoakustischen Emissionen (OAE) als funktionelle Hörprüfung in der praktischen Audiometrie eine große Bedeutung erlangt. Die ungewöhnlich schnelle Eroberung des diagnostischen Territoriums beruht darauf, daß die OAE in kurzer Zeit, mit relativ wenig Aufwand und ohne die Notwendigkeit von Expertenwissen eine zuverlässige Aussage über die funktionelle Integrität der äußeren Haarsinneszellen als kleine aber wichtige Struktur innerhalb des Hörsystems liefern. Diese Aussage ist allerdings nur qualitativ; eine *quantitative* Aussage über das Ausmaß der Hörstörung und den von ihr betroffenen Frequenzbereich ist hingegen noch immer nicht möglich – zumindest nicht mit einem für praktische Zwecke vertretbaren Aufwand. Dies ist u.a. darauf zurückzuführen, daß die Amplitude der OAE ebenso wie andere ihrer Parameter (Reizantwortschwelle, Latenz, Suppressionsverhalten) auch bei konstanten Reizparametern eine große interindividuelle Variabilität aufweist.

Zu den Faktoren, die hierfür verantwortlich sind, zählen neben der Hörleistung das Alter und Geschlecht, die Eigenschaften des Gehörgangs, die mechanischen Eigenschaften der Cochlea, die Eigenschaften der Haarzellen, die efferente Steuerung der Haarzellen, individuelle Baufehler des Innenohres, die Überlagerung mehrerer OAE-Quellen und otoakustische Spontanaktivität. Diese Faktoren verhindern den interindividuellen Vergleich von Meßgrößen, sie wirken sich aber nicht aus, wenn vergleichende Messungen an *einem* Ohr durchgeführt werden. Darauf ist es zurückzuführen, daß das individuelle Tonschwellenaudiogramm mit dem Frequenzverlauf der OAE besser korreliert als der einzelne Amplitudenmeßwert mit der zugehörigen Hörschwelle. Auch bei weit überschwelliger Reizung besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Frequenzverlauf der OAE und dem zugehörigen Tonaudiogramm, er ist aber nur statistisch nachweisbar und für die individuelle Nutzung zu unscharf. Diese Situation ändert sich nicht wesentlich, wenn die Messungen mit schwellemnahen Reizen durchgeführt werden und ein Suppressorton zur Ausschaltung einer zweiten Quelle von Distorsionsprodukten angewendet wird.

Auch bei Längsschnittstudien und Verlaufskontrollen kommt die Präzision der OAE in hohem Maße zum Tragen, da sich die interindividuelle Variabilität der OAE nicht auswirkt. Bei der Auswertung von Meßreihen, die an Hörsturzpatienten im Verlauf der Therapie durchgeführt wurden, zeigt sich, daß die OAE sich in der Mehrzahl der Fälle erwartungsgemäß komplementär zum Hörverlust entwickeln (Zunahme der Emissionsamplitude bei Abnahme des Hörverlustes). Eine nähere Betrachtung zeigt, daß große Emissionen zu Beginn des Beobachtungszeitraumes mit einem guten resultierenden Hörvermögen einhergehen (sowie sinngemäß umgekehrt) und daß sich die OAE-Amplitude trotz Verbesserung der Hörleistung in vielen Fällen nur sehr wenig ändert. Diese Beobachtungen können als Hinweise darauf gewertet werden, daß die Beobachtung der OAE eine Prognose der funktionellen Restitution ermöglicht.

## Vergleich von Satztests im Störschall bei Cochlea-Implantat-Patienten

Hey, M.<sup>1,2</sup>, Vorwerk, W.<sup>1</sup>, Langer, J.<sup>1</sup>, Vorwerk, U.<sup>1</sup>, Begall, K.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>HNO-Klinik, St. Salvator Krankenhaus, Halberstadt

<sup>2</sup>Cochlear Implant Rehabilitationszentrum Halberstadt

*Fragestellung:* Satztests im Störschall werden in mehreren aktuellen Untersuchungen zur Quantifizierung des Gewinnes einer binauralen CI-Versorgung genutzt. Der Vergleich verschiedener deutschsprachiger Studien erweist sich als schwierig, da zum Einen die Satztests HSM [HOCHMAIR et al., 1997] und OLSA [WAGENER et al., 1999] zum Einsatz kommen. Zum Anderen erfolgt die Reizdarbietung bei festem oder variablem SNR (Signal-Störschallverhältnis), wodurch der Gewinn entweder in % oder dB angegeben wird.

*Methode:* In der vorliegenden Studie wurden postlingual ertaubte CI-Träger mit den CI-Systemen MedEl C40+ und Nucleus CI24 mit den Satztests HSM und OLSA untersucht. Für beide Satztests wurde die Diskriminationsfunktion bestimmt und daraus der  $L_{50}$  ermittelt. Die Variation des SNR erfolgte im Bereich des  $L_{50}$  in Schritten von 1 dB. Beim OLSA wurde zusätzlich mittels adaptiver Steuerung der  $L_{50}$  ermittelt.

*Ergebnisse:* Es wurde für alle untersuchten CI-Träger die Diskriminationsfunktion bestimmt. Es ergab sich eine geringere Steigung der Diskriminationsfunktion am  $L_{50}$  für CI-Träger im Vergleich zu Normalhörenden. Desweiteren weist der OLSA einen annähernd doppelt so steilen Anstieg der Diskriminationsfunktion am  $L_{50}$  auf als der HSM.

*Schlußfolgerungen:* Der Vergleich von Untersuchungen im Störschall bedarf stets genauer Angaben über die Methodik. Umrechnungen zwischen den Ergebnissen verschiedener Satztests sind unter Einsatz der Diskriminationsfunktion möglich.

### *Literatur:*

Hochmair-Desoyer I, Schulz E, Moser L, Schmidt M (1997) The HSM sentence test as a tool for evaluating the speech understanding in noise of cochlear implant users. Am J Otol 18(suppl): 83

Wagener K, Brandt T, Kollmeier B (1999) Entwicklung und Evaluation eines Satztestes in deutscher Sprache. Z Audiol 38, 3, 44-56



## Lebensqualität und psychische Situation von Schulkindern mit einem Cochlea-Implantat

Huber, M.

CI-Team, HNO, Landeskliniken Salzburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Sehr viele Untersuchungen befassen sich mit der Hör- und Sprachentwicklung von cochleaimplantierten Kindern und Jugendlichen; nur wenige beschäftigen sich darüber hinaus mit der Frage nach der psychosozialen Entwicklung dieser Kinder. Im Speziellen interessierten mich folgende Fragen:

Frage nach der Prävalenz für psychische Auffälligkeiten: Wie häufig sind psychische Auffälligkeiten bei Schulkindern mit einem Cochlea-Implantat zu beobachten?

Frage nach der Lebensqualität: Wie ist die subjektive Befindlichkeit von Schulkindern mit einem Cochlea-Implantat?

*Methoden:* Zwei Untersuchungen, bei denen evaluierte und standardisierte Frageinventare eingesetzt werden:

Untersuchung (a) der Häufigkeit von psychischen Auffälligkeiten:

Population: alle CI-Kinder aus Österreich, zwischen 6 und 16, in Salzburg implantiert

Frageinventare: CBCL/4-18 zur Befragung der Eltern, TRF zur Befragung der Lehrer (diese Inventare wurden erstmals bei CI-Kindern eingesetzt, um psychische Auffälligkeiten zu untersuchen)

Untersuchung (b) der Lebensqualität (HrQoL, generell):

Population: CI-Kinder zwischen 8 und 16, mit normaler Intelligenz, mit mindestens drei Jahren Hörerfahrung, in Salzburg implantiert

Frageinventar: KINDLR; Proxyrating (Eltern) Selfrating

(erstmalige Befragung von CI-Kindern mit einem qualifizierten LQ-Instrument)

*Ergebnisse:*

Untersuchung (a) der Häufigkeit von psychischen Auffälligkeiten:

CBCL: 22 % sind psychisch auffällig

(im Vergleich zu hörenden Kindern gleiche Prävalenz)

TRF: 8,5 % sind psychisch auffällig (gleiche Prävalenz)

Untersuchung (b) der Lebensqualität:

Proxyrating: Kinder und Jugendliche mit einem CI haben die gleiche HrQoL wie hörende Kinder und Jugendliche

Selfrating: Kinder und Jugendliche mit einem CI haben eine schlechtere HrQoL als hörende Kinder und Jugendliche

### Literatur:

Bullinger M., Siegrist J., Ravens-Sieberer U (Hrsg): Lebensqualitätsforschung aus medizinpsychologischer und -soziologischer Perspektive, 2000, Hofgrefe

Fayers P.M., Machin D.: Quality of Life Assessment, Analysis and Interpretation, 2000, John Wiley & Sons Ltd.

## **Emotionale Beurteilung von Musik durch postlingual ertaubte Combi 40+-Träger**

Brockmeier, S.J., Arnold, W.

Ambulanz für Phoniatrie und Pädaudiologie (1), HNO-Klinik (2), Klinikum Rechts der Isar, Technische Universität München

*Hintergrund und Fragestellung:* Normalhörende hören Musik hauptsächlich aus emotionalen Gründen wie “um Spaß zu haben”, “um mich zu entspannen” oder “um mich glücklich zu machen”. Einige CI-Nutzer berichten über eine gute Melodieerkennung jedoch ohne emotionale Befriedigung und umgekehrt. Daher haben wir untersucht wie die emotionale Beurteilung von Musikstücken durch CI-Träger im Vergleich zu Normalpersonen ist.

*Patienten und Methode:* Wir haben den MUMU-Fragebogen benutzt um Informationen zu den musikalischen Aktivitäten zu erlangen und den Test zur emotionalen Reaktion auf Musik von Peretz [1] eingesetzt. Der Test wurde über einen Kopfhörer (Sennheiser HD 570) angeboten, dabei durften die CI-Patienten den Sprachprozessor auf eine angenehme Lautheit einstellen. Die Bewertung der Musikstücke erfolgte über eine visuelle Analogskala von 1 bis 10, wobei 1 „sehr traurig“ und 10 „sehr fröhlich“ entsprach. Das Sprachverstehen wurde mit Freiburger Zahlen und Einsilbern sowie im HSM Satztest unter standardisierten Bedingungen untersucht. 12 postlingual ertaubte CI-Träger mit einem Combi 40+ nahmen an der Studie teil. Alle hatten eine Implantaterfahrung von mehr als 6 Monaten und eine stabile Anpassung. Das Kontrollkollektiv bestand aus 12 normalhörenden Erwachsenen.

*Ergebnisse:* Die meisten CI-Träger konnten eine Aussage dazu machen, ob ein Stück fröhlich oder traurig war. Die durchschnittliche Beurteilung lag bei den fröhlichen Stücken für die CI-Patienten bei 6,9 bei den normalhörenden bei 8,3. Für die traurigen Stücke bei 4,3 für die Combi 40/40+-Träger und 3,1 für die Kontrollgruppe. Die CI-Patienten setzten Musik weniger zur aktiven Beeinflussung der Stimmung ein als die normalhörenden. Diejenigen, die es tun, erzielten bessere Ergebnisse im Test. Nicht alle Patienten, die über eine gute Melodiewahrnehmung berichteten, erzielten gute Werte im Test. Die Ergebnisse in den Sprachhörtests waren unabhängig von den Ergebnissen im Test zur emotionalen Beurteilung.

*Schlussfolgerung:* CI Träger waren in unterschiedlichem Ausmaß fähig die Emotionalität von Musik zu beurteilen. Das Empfinden waren jedoch nicht so ausgeprägt wie im Kontrollkollektiv. Die Faktoren, die diese Wahrnehmung beeinflussen müssen noch weiter untersucht werden.

### *Literatur:*

[1] Peretz, I, Gagnon, L, Bouchard, B (1998) Music and emotion: perceptual determinants, immediacy, and isolation after brain damage. *Cognition* 68: 111 – 141

## Gerätetauchen mit Cochlea-Implantaten

Kompis, M., Vibert, D., Vischer, M., Senn, P., Seifert, E., Häusler, R.

Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, Hals-, Kiefer- und Gesichtschirurgie  
Inselspital, Universität Bern

*Hintergrund:* Träger von Cochlea Implantaten (CI) können die meisten sportlichen Tätigkeiten ohne wesentliche Einschränkungen ausüben. Gerätetauchen hingegen wird unseres Wissens von keinem Hersteller von Cochlea Implantaten empfohlen, da der implantierte Stimulator im Gegensatz zum Sprachprozessor von den Patienten nicht abgelegt werden kann und im Prinzip durch exzessiven Druck Schaden nehmen könnte. *In-vitro*-Experimente haben aber gezeigt, dass verschiedene, heute erhältliche Implantattypen auch eine wiederholte Belastung durch Drucke, wie sie beim Gerätetauchen entstehen, unbeschadet überstehen können.

*Patienten und Methode:* Ein 51-jähriger, beidseits progredient ertaubter Patient wurde vor 6 Jahren mit einem Medel Combi40-Implantat links versorgt. Vor zwei Jahren erfolgte dann auf seinen Wunsch hin zusätzlich auch eine Implantation auf der rechten, bisher unversorgten Seite mit einem Medel Combi40+ (bilaterale CI-Versorgung). Der Patient hat seit der ersten Implantation an 89 Tauchgängen und seit der zweiten Implantation an 68 Tauchgängen in Wassertiefen von bis zu 43 m und mit einer Dauer von bis zu 42 Minuten teilgenommen. Die Funktion der Implantate wurde regelmässig mittels Telemetrie und mit Sprachtests überprüft.

*Ergebnisse und Diskussion:* Der Patient erreicht auch nach 89 Tauchgängen sowohl mit jedem der beiden CI-Systeme einzeln als auch mit beiden Systemen zusammen regelmässig eine Ein-silberverständlichkeit in Ruhe von 95% bis 100%. Die Telemetrie zeigt beim älteren Combi40 seit der Implantation stabile Impedanzen und eine tadellose Funktion. Beim neueren Combi40+ hat sich seit der Implantation ein Kurzschluss zwischen 2 Elektroden entwickelt. Solche Kurzschlüsse, welche den Nutzen des Implantats nicht massgeblich beeinträchtigen, kommen auch bei Implantaten, welche nicht der Belastung durch Gerätetauchen ausgesetzt sind vor. In unserem Zentrum beträgt die Häufigkeit solcher Ereignisse bei Combi40+-Implantaten 3.5% (114 Implantate, mittlere Beobachtungsdauer 2.2 Jahre).

*Schlussfolgerungen:* Die Beobachtungen an nur zwei Implantaten können nicht als Beweis für die Unbedenklichkeit des Gerätetauchens mit CI's gewertet werden. Sie zeigen aber, dass kommerziell erhältliche Implantate durchaus wiederholten Druckbelastungen, wie sie beim Gerätetauchen auftreten, ohne wesentliche Funktionseinbusse standhalten können.

### Literatur:

- Backous DD *et al.* (2002). Effects of hyperbaric exposure on the integrity of the internal components of commercially available cochlear implant systems. *Otol Neurotol* 23: 463-7.
- Kompis M *et al.* (200X). Scuba diving with cochlear implants. *Ann Oto Rhinol Laryn*, in press.

## Langzeitergebnisse bei Vierlingen mit Cochlea-Implantation

Haensel, J., Engelke, J.C., Ottenjann, W., Westhofen, M.

Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde und Plastische Kopf- und Halschirurgie  
Universitätsklinikum Aachen

**Einleitung:** Die Cochlea-Implantation von gehörlosen Mehrlingen stellt für die Familie und die rehabilitierende Einrichtung eine besondere Situation dar. In unserer Fallstudie soll untersucht werden, wie die Entwicklung von Cochlea-implantierten Vierlingen im Langzeitverlauf ist und ob es im Rahmen der Rehabilitation zu unterschiedlichen Entwicklungen bei Mehrlingen im Vergleich zu gleichaltrigen Cochlea-implantierten Einzelkindern kommt.

**Patienten und Methode:** Wir untersuchten vier Geschwister, die im Jahre 1998 an zwei aufeinanderfolgenden Tagen an der Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde und Plastische Kopf- und Halschirurgie des Universitätsklinikums Aachen implantiert worden sind. Neben den präoperativen Untersuchungsparametern, den perioperativen Komplikationen, den Hör- und Sprachtestergebnissen im Verlauf sowie den Prozessoreinstellungen wurde besonders die pädagogische Entwicklung der vier Geschwister und die Entwicklung im Familienverbund über einen Zeitraum von 5 Jahren analysiert und mit denen von Cochlea-implantierten Einzelkindern mit gleichem Lebens- und Implantationsalter verglichen.

**Ergebnisse:** Bei den vier Kindern handelte es sich um drei Jungen und ein Mädchen mit einem Alter von 10 Jahren zum Zeitpunkt der Implantation. Bei allen Kindern besteht eine Gehörlosigkeit seit der Geburt. Alle vier Patienten erhielten ein CLARION-Implantat und wurden bei uns unter gleichen Bedingungen rehabilitiert. Zwei der vier Kinder zeigen eine überdurchschnittliche Hör- und Sprachentwicklung und besuchen eine reguläre Realschule. Im Vergleich zu unseren gleichaltrigen gehörlosen bzw. frühertaubten Cochlea-implantierten Einzelkindern (n=21) kann man bei allen vier Geschwistern im Langzeitverlauf eine deutlich beschleunigte Hör- und Sprachentwicklung feststellen.

**Schlußfolgerungen:** Bei der Cochlea-Implantation von Mehrlingen zeigt sich im vorliegenden Fall trotz eines erhöhten Rehabilitationsaufwandes für die Familie und die rehabilitierende Einrichtung eine deutlich raschere und positivere Hör- und Sprachentwicklung im Vergleich zu vergleichbaren Cochlea-implantierten Einzelkindern.

### Literatur:

- Waltzman SB, Cohen NL, Green J et al. Long-term effects of cochlear implants in children. Otolaryngol Head Neck Surg, May 2002, 126(5):505-11
- Dolan-Ash S, Hodges AV, Butts SL et al. Borderline pediatric cochlear implant candidates: preoperative and postoperative results. Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl, Dec 2000, 185:36-8

## **Thermographische Untersuchungen zum Cochlea-Implantat – Cutane Durchblutung; Elektrodentemperatur –**

Sievert, U., Dahl, R., Pau, H.W.

Klinik und Poliklinik für Hals- Nasen- Ohrenheilkunde „Otto Körner“  
Universitätsklinikum Rostock

*Fragestellung:* Es wurde untersucht, ob sich Störungen der cutanen Durchblutungsverhältnisse nach Versorgung mit einem Cochlea-Implantat durch eine geringere Oberflächentemperatur manifestieren. Ausserdem wurde geprüft, ob eventuelle Einflüsse der Implantatform auf die Durchblutung thermographisch nachweisbar sind.

In einer Messung wurde der Frage nachgegangen, ob beim Betrieb eines Implantats an der Elektrode eine Wärmeentwicklung stattfindet und thermographisch nachweisbar ist.

*Patienten und Methode:* Die Thermographie ermöglicht die visuell erfassbare Darstellung von Oberflächentemperaturen mit einer Auflösung von 0,1 K. Nach der Versorgung mit Cochlea-Implant wurden bei 15 Patienten Thermogramme am ersten und fünften Tag nach der Operation sowie zum Zeitpunkt der Erstanpassung aufgenommen. Um Störungen der Thermographie durch einsetzenden Haarwuchs zu verringern, wurde mit mechanischen Hilfsmitteln sowie dem Einsatz von Frisier-Gel die Darstellung der Kopfhaut in einem Scheitel angestrebt. Zur Untersuchung auf Wärmeentwicklung wurden die CI-Elektroden in Agar Agar eingebettet und das Implantat mit sprachsimulierendem Rauschen betrieben. Die Thermogramme zu Beginn und nach 30 Minuten Betrieb wurden ausgewertet.

*Ergebnisse:*

Im Thermogramm ist auf der rasierten Kopfhaut am ersten Tag nach der Operation das CI durch ein Gebiet erhöhter Temperatur ohne Wiedergabe der Implantat-Kontur erkennbar.

Das Temperaturprofil über dem CI zeigt keine wesentlichen Temperaturdifferenzen. Ein möglicher Einfluss der Implantatform auf die Durchblutungsverhältnisse ist thermographisch nicht nachweisbar.

Nach Abschluss des Heilprozesses zeigt die Thermographie – bei rasierter Kopfhaut – die gleichmässig gute Durchblutung des gesamten Schläfenlappens.

Geringster Haarwuchs verhindert aussagefähige thermographische Registrierungen der Schädeloberfläche.

Im Bereich der Elektroden eines in Betrieb befindlichen Cochlea-Implantats sind mit der Thermographie keine thermischen Änderungen nachweisbar.

*Unterstützt von : MED-EL Worldwide Headquarters Innsbruck, Austria*

## **Sprachverständlichkeit in räumlichen Störgeräuschsituationen**

Beutelmann, R., Brand, Th., Kollmeier, B.

Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg

Schwerhörige haben besonders starke Probleme beim Verstehen von Sprache in Störlärm, wenn die Unterhaltung in einer halligen Umgebung stattfindet. Daher wird in diesem Beitrag untersucht, welchen Einfluss die Anwesenheit von Hall auf die Sprachverständlichkeit im Störgeräusch, vor allem bei Schwerhörigen, hat. Die Auswirkungen der Raumakustik auf das binaurale Gehör, also den Verständlichkeitsgewinn bei einer räumlichen Trennung von Sprach- und Störschallquelle, sind dabei von besonderem Interesse.

Es wurden mit vier normalhörenden und vier schwerhörenden Versuchspersonen Sprachverständlichkeitsmessungen mit dem Oldenburger Satztest (Wagener et al., ZfA 38, No. 1-3, 1999) durchgeführt. Als Referenz dienten Kopfhörer-Messungen mit unverhallten Signalen, denen durch Kunstkopf-Außenohrimpulsantworten verschiedene Richtungen aufgeprägt wurden (virtuelle Akustik, entspricht reflexionsarmer Umgebung). Die Messungen in reflexionsbehafteter Umgebung wurden in einem Büroraum mit einer mittleren Nachhallzeit von 0,6 Sekunden realisiert; die Sprach- und Störsignale wurden über Lautsprecher dargeboten (reale Akustik).

Die Intelligibility Level Difference (ILD = Verständlichkeitsgewinn beim binauralen Hören durch Kopfabstimmungseffekt und binaurale Parameter) ist bei Schwerhörigen geringer als bei Normalhörenden. Unter idealen Bedingungen (virtuelle Akustik) beträgt die maximale ILD 11,0 dB für Normal- und 5,7 dB für Schwerhörige (Medianwerte). In der realen Akustik reduziert sich die maximale ILD auf 5,8 dB für Normal- und 4,8 dB für Schwerhörige (Medianwerte).

Die Sprachverständlichkeitsschwellen werden mit einem Modell nach vom Hövel (Fortschritte der Akustik, DAGA '81, 1981) vorhergesagt. Dieses Modell benutzt einen Equalization-Cancellation-Prozess, um die sich aus der jeweiligen Situation ergebende Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses für mehrere Frequenzbänder einzeln zu schätzen. Auf die resultierenden Signal-Rausch-Verhältnisse wird der Articulation Index angewandt, um ein Maß für die Sprachverständlichkeit zu ermitteln.

## **Sprachverständlichkeitsvorhersage im modulierten Störgeräusch**

Wagener, K., Brand, Th., Kollmeier, B.

Medizinische Physik

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Die Sprachverständlichkeit im amplituden-modulierten Störgeräusch ist in der Audiologie besonders interessant, da sie zu einer sehr deutlichen Differenzierung zwischen unterschiedlichen Hörverlusten führt (Wagener et al, DGA 2002). Die Vorhersage der Sprachverständlichkeit im modulierten Störgeräusch mit dem Speech Intelligibility Index SII ist schwierig (Brand und Kollmeier, DGA 2002). In diesem Beitrag wird eine Sprachverständlichkeitsvorhersage basierend auf dem Modell über den Hörverlust für Sprache von Plomp (J Acoust Soc Am 63, 1978) vorgestellt.

Nach dem Modell von Plomp kann der Hörverlust für Sprache durch zwei Parameter beschrieben werden. Der eine Parameter (A) beschreibt die Abschwächungskomponente des Hörverlusts, der sowohl auf das Sprach- als auch auf das Störsignal wirkt. Der andere Parameter (D) beschreibt die Verzerrungskomponente des Hörverlusts, die als Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses interpretiert wird. Mit Hilfe dieses Modells kann die Sprachverständlichkeitsschwelle SRT (Pegel, an dem 50% der Sprache verstanden wird) für unterschiedliche Darbietungspegel des verwendeten Störgeräusches berechnet werden.

Die Anwendbarkeit dieses Modell für den Oldenburger Satztest (Wagener et al., ZfA 38, No 1-3, 1999) wurde mit Messungen an mehreren verschiedenen Störgeräuschpegeln mit Normal- und Schwerhörenden validiert. Die Modelldaten weichen von den Messdaten bei Normalhörenden um eine mittlere Standardabweichung von 0.22 dB, bei Schwerhörenden um 0.47 dB ab. Basiert das Modell auf nur zwei Messungen (eine in Ruhe, eine im überschwelligem Störgeräusch), so ist der Unterschied zu dem auf mehr Messdaten basierten Modell kleiner als die Standardabweichung ( $\Delta A=0.20$  dB,  $\Delta D=0.24$  dB).

Ein amplituden-moduliertes Störgeräusch kann näherungsweise in kurze Abschnitte mit konstantem Rauschpegel unterteilt werden. Für diese verschiedenen Störgeräuschpegel können auf der Basis des Plomp-Modells die zugehörigen SRT-Werte berechnet werden. Die ‚effektive‘ Sprachverständlichkeitsschwelle für das gesamte modulierten Störgeräusch wird aus diesen ‚Kurzzeit-SRTs‘ errechnet.

## Sprachverständlichkeitsniveau zur Erfassung der Höranstrengung

Pastoor, A.D.<sup>1</sup>, Gebhart, T.M.<sup>1,2</sup>, Kießling, J.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Akademie für Hörgeräte-Akustik Lübeck

<sup>2</sup>Funktionsbereich Audiologie Hals-Nasen-Ohrenklinik der Universität Gießen

*Hintergrund und Fragestellung:* Immer wieder berichten Hörgeschädigte in klinischen Studien teils spontan, teils in den eingesetzten Frageninventaren über einen subjektiv empfundenen Nutzen bestimmter Hörgerätetechnologien, der sich jedoch nicht in den Sprachverständlichkeitsmessungen niederschlägt. Eine mögliche Dimension, die für den Nutzen von Hörgeräten über die reine Sprachverständlichkeit hinaus von Bedeutung sein kann, ist die Höranstrengung (z.B. [1, 2, 4]). In einem von der Forschungsgemeinschaft Deutscher Hörgeräte-Akustiker geförderten Projekt wurde u.a. untersucht, welches ein geeigneter Darbietungspegel bzw. Signal-Rauschabstand (SNR) für die Messung der Höranstrengung mit Hilfe von Sprache im Störschall ist. Ein geeigneter Darbietungspegel soll zu einer etwa mittelgradigen Höranstrengung führen, um in vergleichenden Messungen genügend Raum für Abweichungen in beiden Richtungen zu gewährleisten.

*Methode:* Das sowohl mit normalhörenden als auch mit hörgeschädigten Probanden zunächst homogenisierte Sprachmaterial in Testlisten zu 20 Sprachsegmenten à 3-11 Wörtern wurde 8 hörgeschädigten Probanden via Lautsprecher dargeboten. Die Probanden sollten jedes Sprachsegment wiederholen und nach Abhören einer Testliste die Höranstrengung für die gesamte Testliste auf einer 7-stufigen Skala (nach Meis und Gabriel [3]) beurteilen. Der Darbietungs-SNR wurde beginnend mit dem individuellen SRT mit jeder Testliste um 1 dB erhöht bis 100% Sprachverständlichkeit erreicht waren. Sobald der Proband die Lautstärke als unangenehm empfand, wurde ebenfalls abgebrochen.

*Ergebnisse:* Nach den vorliegenden Ergebnissen besteht zwischen Höranstrengung und Sprachverständlichkeitsniveau ein Zusammenhang. Die inter-individuelle Streuung der Werte ist jedoch sehr hoch, wodurch die Existenz einer unabhängigen Dimension „Höranstrengung“ untermauert wird. Der optimale Darbietungs-SNR für das verwendete Sprachmaterial ließ sich auf den Bereich zwischen 70 und 90% Sprachverständlichkeit eingrenzen. Weitere Untersuchungen zur Möglichkeit, den Bereich weiter einzugrenzen und zum Sprachmaterial selbst müssen folgen.

### Literatur:

- [1] Downs, DW, Effects of hearing and use on speech discrimination and listening effort. J Speech Hear Disord, 1982. **47**(2): p. 189-93.
- [2] Kramer, SE et al., Assessing aspects of auditory handicap by means of pupil dilatation. Audiology, 1997. **36**(3): p. 155-164.
- [3] Meis, M und Gabriel, B, Entwicklung, Psychometrie und erste Ergebnisse eines Fragebogens zur Höranstrengung. Z Audiol, 2001. **Supplementum IV**: p. 97-99.
- [4] Stephens, D und Héту, R, Impairment, disability and handicap in audiology: towards a consensus. Audiology, 1991. **30**(4): p. 185-200.



## **Erkennung der Brunst beim Rind durch Analyse der zyklusabhängigen Laute mit einem Klassifikator auf der Grundlage eines neuronalen Netzes**

Hämel, K., Manteuffel, G., Schön, P.-C.

Forschungsinstitut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf

*Hintergrund und Fragestellung:* Die bisher verwendeten Methoden der Brunsterkennung arbeiten sensorisch durch Anschauung, messtechnisch durch Analyse der Milch oder des Vaginalsehleimes, mit Farbmarkierungstechniken oder mit automatischen Methoden wie Pedometrie. Ist eine eindeutige Unterscheidung zwischen Brunstlauten (Brunstbrüllen) und zyklusunabhängigen Muhlauten mit bioakustischen Methoden der Schallanalyse möglich?

*Methode:* Die Aufzeichnung der Laute erfolgt mit Videotechnik zur Identifikation von Laut und Tier. Die Laut Bearbeitung und Analyse erfolgt am Rechner anhand der Zugehörigkeit zu den Klassen „Muh“-Laut und „Brüll“-Laut. Als Darstellung wird ein Sonagramm verwendet. Die zugehörige Zykluszeit wird anschaulich und mit entsprechenden Hormonwerten bestimmt. Das Lautbestimmungsmodell arbeitet mit linear prediction coding (LPC). Das neuronale Netzwerk wird mit den „Muh“- und „Brüll“-Lauten trainiert.

*Ergebnisse:* Die Ergebnisse werden bildlich und akustisch dargestellt. Es sind deutliche Unterschiede zwischen den „Muh“- und „Brüll“-Lauten in den Tagen der Brunst und in der restlichen Zeit zu sehen und zu hören

*Schlussfolgerungen:* In Verbindung mit anderen automatischen Brunsterkennungsverfahren ist eine Verbesserung möglich (Pedometrie hat eine Erkennungsrate von 70%).

### *Literatur:*

A.F.Fraser, Farm animal behaviour; an introductory textbook on the study of behaviour as applied to horses, cattle, sheep, and pigs.

K.L.Keeling, Social Behaviour in Farm Animals, CABI Publishing, 2001

## **Wachstumsverhalten der DPOAE bei Mittelohr- und Innenohrhörstörungen – Eine tierexperimentelle Studie**

Gehr, D.D.<sup>1</sup>, Deingruber, K.<sup>2</sup>, Michaelis, Chr.<sup>1</sup>, Lamm, K.<sup>1</sup>, Janssen, Th.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>HNO-Klinik, <sup>2</sup>Experimentelle Onkologie der Technischen Universität München

*Hintergrund und Fragestellung:* DPOAE I/O-Funktionen spiegeln die kompressive Schallverarbeitung der Cochlea wider. Bei Funktionsstörungen des Innenohres wird eine versteilerte I/O-Funktion beobachtet, die als Sensitivitäts- und Kompressionsverlust des cochleären Verstärkers interpretiert werden kann (Mills et al. 1996, Janssen et al 1998). Wegen der weitgehend linearen Schallverarbeitung des Mittelohres ist davon auszugehen, dass das Wachstumsverhalten der DPOAE bei einer Schalleitungsstörung unverändert ist. Wenn das der Fall ist, wäre eine Differenzierung zwischen Mittelohr- und Innenohrhörstörung mit Hilfe der DPOAE möglich. Um dies zu klären, wurden an Meerschweinchen Funktionsstörungen des Mittel- und Innenohres induziert und DPOAE I/O-Funktionen gemessen.

*Methode:* Es wurden an narkotisierten Meerschweinchen (n = 9 Tiere) zur Induzierung einer Mittelohrschwerhörigkeit 0,1 ml physiologischer Kochsalzlösung in die eröffnete Bulla eingebracht. Eine andere Gruppe (n = 9 Tiere) wurde zur Induzierung einer cochleären Funktionsstörung mit lautem Breitbandrauschen (L= 115 dB, je 2.5 h an 2 Tagen) exponiert. DPOAE I/O-Funktionen wurden bei den Frequenzen f<sub>2</sub> = 8,0, 6,7, 3,3, 2,8, 2,3, 2,0 kHz vor und nach der Schädigung gemessen. Primärtöne wurden nach einer für Meerschweinchen optimierten „Pegelschere“ (L<sub>1</sub> = 0,46 L<sub>2</sub> + 41 dB SPL) präsentiert.

*Ergebnisse:* Bei der Mittelohrfunktionsstörung ergab sich die erwartete reizpegelunabhängige, bei der cochleären Funktionsstörung die bekannte reizpegelabhängige Reduzierung der DPOAE-Amplitude. Das Wachstum der DPOAE bei der Mittelohrschwerhörigkeit weist damit im Gegensatz zur cochleären Hörstörung keinen nennenswerten Kompressionsverlust auf.

*Schlussfolgerung:* DPOAE I/O-Funktionen erlauben eine Differenzierung zwischen Mittelohr- und Innenohrhörstörung. Klinische Studien müssen zeigen, inwieweit sich DPOAE I/O-Funktionen zur Differentialdiagnostik eignen.

### **Literatur:**

Janssen T et al. (1998) J Acoust Soc Am 103(6): 3418-3430

Mills DM, Rubel ED (1996) J Acoust Soc Am 100:428-441

*Unterstützt durch die DFG Ja 597/6, La 670/4*

## Wachstumsfunktionen latenzgefilterter DPOAE bei Normalhörenden

Mauermann, M., Kollmeier, B.

Medizinische Physik - Carl-von-Ossietsky-Universität Oldenburg

Die im geschlossenen Gehörgang gemessenen otoakustischen Verzerrungsprodukte (DPOAE) bei  $2f_1-f_2$  sind das Resultat der Überlagerung von Emissionskomponenten aus primären und sekundären Quellbereichen in der Cochlea. Zur Trennung dieser Komponenten wurden verschiedene Verfahren vorgeschlagen. Zum einen die Suppression des sekundären Quellbereichs durch die Darbietung eines zusätzlichen Tons nahe  $2f_1-f_2$  (u.a. [1]). Zum anderen die Trennung der beiden Komponenten im „Latenzbereich“ (u.a. [2]). Beide Verfahren wurden bisher nur für eine oder wenige Pegelkombinationen der anregenden Primärtöne vorgestellt. Zur Untersuchung des Hörvermögens ist vielfach das Wachstumsverhalten von DPOAE-Pegeln als Funktion der Anregungspegel untersucht worden (z.B. [3]). Die Interpretierbarkeit von DPOAE-Wachstumsfunktionen ist wegen der Interferenz von Komponenten aus verschiedenen Bereichen der Cochlea nur bedingt möglich. Um den Einfluss der unterschiedlichen DPOAE-Komponenten auf DPOAE-Wachstumsfunktionen näher zu untersuchen, wurden für normalhörende Versuchspersonen „klassische“ DPOAE-Wachstumsfunktionen verglichen mit Wachstumsfunktionen für DPOAE-Komponenten mit früher Latenz. Hierzu wurden DPOAE-Feinstrukturen in einem Frequenzbereich für  $f_2$  von 1500 bis 4500 Hz gemessen. Die Messungen erfolgten für Primärtonpegel gemäß Pegelschere [3] ( $L_1 = 0,4\hat{E}L_2 + 39$  dB SPL) für  $L_2$  von 20 bis 80 dB SPL in 10-dB-Schritten. Aus dieser Datenbasis wurden sowohl „klassische“ DPOAE-Wachstumsfunktionen bestimmt als auch – durch Latenzfilterung der einzelnen Feinstrukturen – Wachstumsfunktionen für die DPOAE-Komponenten mit kurzer Latenz ermittelt.

Neben der erwartungsgemäß deutlich geringeren Variabilität der Wachstumsfunktionen latenzgefilterter DPOAE zeigen diese für Primärtonpegel  $L_2$  im Bereich von 20-40 dB SPL außerdem einen steileren Anstieg als die „klassischen“ Wachstumsfunktionen. Als Ursache hierfür kann folgendes gezeigt werden: Während die DPOAE für Anregungspegel  $L_2$  oberhalb von 40 dB im wesentlichen durch die Komponenten mit kurzer Latenz bestimmt sind, werden sie für  $L_2$  kleiner als 40 dB zunehmend durch die Reflexionskomponenten mit größerer Latenz dominiert. Filtert man letztere heraus, führt dies zum beobachteten steileren Abfall des DPOAE-Pegels zu kleineren Anregungspegeln hin.

### Literatur:

- [1] Heitmann, H.J., et al., J. Acoustical Soc. Am., 103, p. 1527-1531, 1998
- [2] Kaluri und Shera, J. Acoustical Soc. Am., 109, p.622-637, 2001
- [3] Kummer et al. J. Acoustical Soc. Am., 103, p. 3431-3434, 1998

## Abbildung der Lautheit durch DPOAE-I/O-Funktionen

Müller, J.<sup>1</sup>, Janssen, Th.<sup>1</sup>, Oswald, J.H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HNO-Klinik und <sup>2</sup>Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme  
Technische Universität München

*Hintergrund und Fragestellung:* Das Innenohr weist nichtlineare Schallverarbeitungsmechanismen auf. Diese führen einerseits zur Auslösung von Distorsionsprodukten otoakustischer Emissionen (DPOAE) und andererseits zu einer Verstärkung der Basilarmembranauslenkung. Bei Schädigung der äußeren Haarzellen des Innenohres wird das Verhalten des Gehörs zunehmend linear. Dies drückt sich sowohl in der Lautheitsfunktion (Steinberg und Gardner 1937) als auch in den DPOAE I/O-Funktionen (Janssen et al. 1998, Kummer et al. 1998) aus. Ziel der vorliegenden Studie war die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen DPOAE und Lautheit an normal Hörenden und Patienten.

*Patienten und Methode:* In der Studie wurden mit einem Messsystem (Starkey DP2000) DPOAE- und Lautheitsmessungen durchgeführt. Zur Evaluierung der Reproduzierbarkeit der Messergebnisse wurden unterschiedliche Verfahren (kategoriale Lautheitsskalierung, absolute Lautheitsschätzung, relative Lautheitsschätzung und Lautheitsverhältnisproduktion) bei normal Hörenden eingesetzt. Bei weiterführenden Messungen an normal Hörenden und innenohrschwerhörigen Patienten wurde die kategoriale Lautheitsskalierung verwendet. Für DPOAE I/O-Funktionen und Lautheitsfunktionen wurden bei Schwerhörigen die absoluten Abweichungen und die Steigungsveränderungen bezüglich ihrer Norm untersucht.

*Ergebnisse:* Bei einem vorhandenen Hörverlust konnten für beide Messgrößen gleichgerichtete Veränderungen im Kurvenverlauf in Vergleich zur Normkurve beobachtet werden. Es tritt zudem für DPOAE- und Lautheitsfunktionen eine bei Hörverlust typische erhöhte Steigung im unteren Anregungspegelbereich auf.

*Schlussfolgerungen:* Die vorliegenden Ergebnisse sprechen für einen direkten Zusammenhang zwischen DPOAE und Lautheit.

### Literatur:

Steinberg und Gardner (1937) J Acoust Soc Am 9: 11-23

Kummer et al. (1998) J Acoust Soc Am 103 (6):3431-3444

Janssen et al. (1998) J Acoust Soc Am 103 (6):3418-3430

*Unterstützt durch die DFG (Ja 597/6)*

## **Pegelschätzung der Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen auf Basis der Phasenstatistik im Vergleich mit dem Amplituden-Verfahren.**

Gruber, M.<sup>2</sup>, Lodwig, A.<sup>3</sup>, Janssen, Th.<sup>1</sup>, Oswald, J.H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HNO-Klinik und <sup>2</sup>Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme der Technischen Universität München,

<sup>3</sup>Fischer-Zoth GmbH, Germering, München.

*Hintergrund und Fragestellung:* Die Phasenstatistik hat sich in aktuellen Audio-Screening-Geräten als Nachweismethode für Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen (DPOAE) bewährt. Eine mit dem DPOAE-Nachweis einhergehende DPOAE-Pegelschätzung auf Basis der Phasenstatistik ist denkbar.

*Modelle und Simulationen:* Für den Vergleich der DPOAE-Pegelschätzung mit Hilfe der Phasenstatistik und des Amplituden-Verfahrens wurden Modelle in Matlab entwickelt. Ausgangspunkt für die Simulation war ein vom Rechner generiertes DPOAE-Signal, das aus einer Sinusschwingung addiert mit weißem Rauschen bestand. Das Signal wurde den Modellen der Phasenstatistik und des Amplituden-Verfahrens als Eingangssignal angeboten. Mit beiden Verfahren wurde ein DPOAE-Nachweis durchgeführt, wobei die Abbruchkriterien der Verfahren variierten. Das Ergebnis der mit dem DPOAE-Nachweis einhergehenden DPOAE-Pegelschätzung wurde, bei erfolgreichem Nachweis, ausgewertet und verglichen.

*Ergebnisse:* Im direkten Vergleich mit dem Amplituden-Verfahren zeigten sich große Übereinstimmungen bei den DPOAE-Pegelschätzwerten. Auch die Standardabweichungen der DPOAE-Pegelschätzwerte sind sehr ähnlich. Beide Verfahren überschätzen bei den Simulationen die DPOAE-Pegel systematisch. Die Simulationsergebnisse lieferten Hinweise auf den Zeitbedarf und die Robustheit der DPOAE-Pegelschätzung mit Hilfe der Phasenstatistik im Vergleich zum Amplituden-Verfahren.

*Schlussfolgerungen:* Die Simulationen ergaben, dass eine DPOAE-Pegelschätzung auf Basis der Phasenstatistik möglich ist.

*Unterstützt durch die DFG (Ja 597/6)*

## **Veränderungen der Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen durch kontralaterale Beschallung bei Normalhörenden im Vergleich zu Tinnituspatienten**

Hesse, G., Andres, R., Laubert, A.

Tinnitus-Klinik Bad Arolsen, St. Josephs-Hospital Bremen

*Einleitung:* Beim Ohrgesunden verringern sich die Amplituden der Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen nach kontralateraler Beschallung. Eine mögliche Ursache des kochleären Tinnitus ist ein Funktionsverlust der äußeren Haarzellen, evtl. sogar im Sinne einer gesteigerten Aktivität bzw. fehlender efferenter Steuerung. Die Studie will untersuchen, ob sich auch bei Tinnituspatienten eine Reduktion der Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen nach kontralateraler Beschallung ergibt oder nicht.

*Methode:* Zuerst wurden an 21 jungen, hörgesunden Erwachsenen (22 bis 32,5 Jahre) die Amplituden der Distorsionsprodukte bestimmt. Unter kontralateraler Beschallung mit einem Breitbandrauschen von 50 dB SBL (Frequenz 125 Hz bis 10 kHz) wurden dann die DPOAE erneut bestimmt.

In der Patientengruppen mit ein- oder beidseitigem chronischen Tinnitus wurden insgesamt 73 Patienten ebenfalls mit und ohne kontralateraler Beschallung gemessen. Die Patienten wiesen keinen größeren Hörverlust im Bereich von 125 Hz bis 4 kHz als max. 15 bis 20 dB auf, das Durchschnittsalter lag bei 42,5 Jahren (18 bis 69).

*Ergebnisse:* Die Normkurven der Distorsionsprodukte ohne kontralaterale Beschallung decken sich mit den von Boege et al. 1997 und Janssen et al. 1995 beschriebenen. Der Mittelwert der Reduktion der Amplituden unter kontralateraler Beschallung betrug in der Kontrollgruppe 1,76 dB, unterteilt nach Frequenzgängen waren diese deutlicher (> 3 dB) im Frequenzgang zwischen 500 Hz und 2000 Hz.

In der Patientengruppe lag die mittlere Amplitudenreduktion nur bei 0,91 dB, hier fanden sich die deutlicheren Reduktionen, jedoch insgesamt unter 1 dB, im Frequenzgang zwischen 4 kHz und 8 kHz. Die Korrelation der einzelnen Mittelwerte zueinander und auch zu den Ergebnissen der Kontrollgruppe war signifikant.

*Diskussion:* Die Untersuchung (Teil einer Dissertation) hat ergeben, dass sich unter kontralateraler Beschallung der Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen bei annähernd normalhörenden Tinnituspatienten weniger in ihrer Amplitude reduzieren als dies bei normalhörenden Patienten ohne Tinnitus der Fall ist. Die Mittelwertberechnungen sind, obwohl signifikant, weniger aussagekräftig als die Detailuntersuchungen der einzelnen Gruppen. Eine große Zahl von Tinnituspatienten erfährt unter kontralateraler Beschallung keinerlei Änderung der Distorsionsprodukte, hier scheint sich die These zu bestätigen, dass zumindest für diesen Teil der Patienten ein Verlust efferenter Steuerung der äußeren Haarzellen entweder Teilursache oder Ausdruck des kochleären Tinnitus ist.

## Messung der DPOAE im erweiterten Reizpegelbereich – Ein Vergleich mit Basilarmembranschnelle und Lautheit

Oswald, J.H.<sup>1</sup>, Stuber, J.<sup>1</sup>, Janssen, Th.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme und <sup>2</sup>HNO-Klinik  
Technische Universität München

*Hintergrund und Fragestellung:* Es ist bekannt, dass audiometrische Hörschwelle und DPOAE-Schwelle eng zusammenhängen, wenn zur Auslösung der DPOAE ein spezielles Reizparadigma („Pegelschere“, Janssen et al. 1995, Kummer et al. 2000) verwendet wird und die Emissionen mit hörschwellennahen Reizen ausgelöst werden. Wegen artifizieller Verzerrung ist der Stimuluspegel jedoch bei handelsüblichen Messsystemen meist nach oben begrenzt. In der vorliegenden Studie werden DPOAE I/O-Funktionen mit einem eigenen Messsystem in einem weiten Reizpegelbereich aufgenommen und ihr Verlauf mit der aus der Literatur bekannten Basilarmembranschnelle und der Lautheit verglichen.

*Methode:* Mit einem neu erstellten prototypischen Messsystem wurden DPOAE im Reizpegelbereich zwischen 20 dB (SPL) und 90 dB (SPL) an Normalhörenden gemessen. Wegen geringer technischer Verzerrungen trotz hoher Stimuli konnte auf eine mathematische Modellierungen und Korrektur der artifiziellen Verzerrung (Dorn et al. 2001) verzichtet werden.

*Ergebnisse:* Die DPOAE I/O-Funktionen ähneln sowohl der im Tierversuch gefundenen Basilarmembranschnelle (Ruggero et al. (1997)) als auch der Lautheitsfunktion beim Menschen (Fletcher und Munson (1933)). Die Charakteristika sind: linearer Anstieg im unteren Reizpegelbereich (1 dB/dB), Kompression im mittleren Reizpegelbereich (0,2 dB/dB), linearer Anstieg im oberen Pegelbereich (1 dB/dB).

*Schlussfolgerung:* DPOAE I/O-Funktionen erlauben die Erfassung der Kompression und Sensitivität des Gehörs in einem weiten Reizpegelbereich. Inwieweit eine Erfassung des Kompressions- und Sensitivitätsverlusts bei stark Schwerhörigen möglich ist, müssen weitere klinische Studien zeigen.

### *Literatur:*

Dorn P. et al. (2001) J Acoust Soc Am 110(6): 3119-3131

Fletcher H and Munson W (1933) J Acoust Soc Am J Acoust Soc Am 9: 1-10

Janssen T et al. (1998) J Acoust Soc Am 103(6): 3418-3430

Kummer P et al. (2000) Hearing Research 146: 47-56

Ruggero et al. (1997) J Acoust Soc Am 101:2151-2163

*Unterstützt durch die DFG (Ja 597/6)*

## **Hörgeräteanpassung mithilfe eines Lautheitsmodells**

Chalupper, J.

Siemens Audiologische Technik, Erlangen

Durch einen Vergleich zwischen einem an einen individuellen Schwerhörigen angepassten Lautheitsmodell und dem für Normalhörende gültigen Modell können pegel- und frequenzabhängige Zielverstärkungen abgeleitet werden. Eine Implementierung dieses Ansatzes wird vorgestellt, wobei auf die einzelnen Schritte von den audiometrischen Messgrößen bis hin zur resultierenden Zielverstärkung detailliert eingegangen wird. Es ergeben sich deutliche Unterschiede zu den von NAL-NL1 und DSL vorgeschriebenen Verstärkungen. Deshalb wurde anhand eines experimentellen 16-kanaligen Kompressionssystems die modellbasierte Anpassung mit Anpassungen gemäß NAL-NL1 und DSL perzeptiv verglichen. Dabei wurde mit A/B-Vergleichen die relative Klangqualität für verschiedene Schalle ermittelt und die Sprachverständlichkeit im Störgeräusch bestimmt. Es zeigt sich, dass die modellbasierte Anpassung eine gute Alternative zu NAL-NL1 darstellt, während DSL im Vergleich zu den beiden anderen Anpassungen wesentlich schlechter abschneidet.



## **Simultane dynamische Optimierung der Sprachverständlichkeit und Lautheit in Hörgeräten**

Fröhlich, M., Chalupper, J.

Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen

Nichtlineare Anpassformeln für Hörgeräte basieren auf unterschiedlichen Zielsetzungen: DSL[i/o] zielt im wesentlichen darauf ab, die Lautheit einer normalhörenden Person zu restaurieren, wohingegen NAL-NL1 das Ziel der maximalen Sprachverständlichkeit zu Grunde liegt. Während die Lautheit unabhängig von der Art des Schalls restauriert werden kann, hängt die Sprachverständlichkeit von der spektralen Energieverteilung des Sprachsignals relativ zur spektralen Energieverteilung des Störgeräusches ab. Diese Abhängigkeit vom Störschallspektrum bzw. Störschallpegel bleibt bei NAL-NL1 unberücksichtigt, da diese Anpassformel von einer Optimierung der Sprachverständlichkeit in Ruhe ausgeht. Eine weitere Einschränkung bei den genannten Formeln besteht darin, dass ihnen eine statische Kennlinie zu Grunde liegt, d.h. dass durch die entsprechende Formel nicht zu jedem beliebigen Zeitpunkt, sondern nur im zeitlichen Mittel die optimale Lautheit bzw. Sprachverständlichkeit wiederhergestellt werden kann.

Durch die simultane Optimierung der Sprachverständlichkeit einerseits und der Lautheit andererseits auf der Grundlage des aktuellen Sprach- und Störgeräuschspektrums können die genannten Einschränkungen vermieden werden. Eine Implementierung solch eines Verfahrens zum Einsatz in Hörgeräten wird vorgestellt. Dieses Verfahren verwendet momentane Schätzwerte der spektralen Stör- und Nutzschallenergieverteilungen zur Ermittlung der optimalen Verstärkungswerte. Fallbeispiele mit Hörgeräteträgern werden vorgestellt und die Probleme bei der simultanen dynamischen Optimierung diskutiert.

## **Präskriptive Anpassung eines Forschungshörgerätes auf Basis der individuellen Lautheitsfunktionen bis 6 kHz**

Latzel, M.\*, Margolf-Hackl, S.\*, Hohmann, V.\*\*\*, Brand, Th.\*\*\*, Kießling, J.\*

\*Funktionsbereich Audiologie, HNO-Universitätsklinik der Justus-Liebig Universität Gießen

\*\*Arbeitsgruppe Medizinische Physik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

*Einführung:* Es haben sich derzeit zwei präskriptive Anpassregeln für nicht-lineare Hörgeräte im Markt etabliert, die als Startwerte einer individuelle Feinanpassung verwendet werden können: NAL-NL1 und DSL i/o. Diese beiden Anpassregeln verwenden die individuellen Daten des Patienten allerdings nur sehr unzulänglich, da die Vorausberechnung der benötigten Verstärkung nur auf Basis der Hörschwelle und/oder zusätzlich der Unbehaglichkeitsschwelle erfolgt. Da die Unbehaglichkeitsschwelle (UCL) für diese Verfahren lediglich tonaudiometrisch bestimmt wird, was bekanntlich mit einer sehr hohen Unschärfe behaftet ist, spiegelt sich diese Ungenauigkeit dann auch in der Schätzung der Restdynamik und damit auch in der Zielverstärkung wider.

Um die Berechnung der Zielverstärkung auf zuverlässigere Daten des Hörgeschädigten zu beziehen wird derzeit im Rahmen des Kompetenzzentrums HörTech ein präskriptives Anpassverfahren entwickelt und erprobt, das aus den individuellen Daten der Lautheitsskalierung die Zielverstärkung mit einer höheren Genauigkeit berechnet. Auf diesem Wege kann der individuelle Restdynamikbereich besser abgeschätzt werden, da die Schätzung auf wesentlich mehr Daten beruht, als die isolierte Bestimmung der Unbehaglichkeitsschwelle mit Tönen. Dieses lautheitsbasierte Anpassverfahren wird im Vortrag zusammen mit den Daten einer ersten Feldstudie mit hörgeschädigten Probanden vorgestellt.

*Patienten und Methode:* An der Studie nehmen 20 Versuchspersonen mit mittel- bis hochgradigen Hörverlusten teil. Die Studie dient einerseits der Erprobung eines im Rahmen von HörTech entwickelten PC-basierten HiFi-Hörgeräts (Master Hearing Aid - MHA) mit einer Übertragungsbandbreite von 0 bis 22 kHz (über Kopfhörer) und zum anderen der Überprüfung der Anpassprozedur auf der Grundlage der individuellen Lautheitsfunktionen (bei den Frequenzen 500 Hz, 1 kHz, 1.5 kHz, 4 kHz und 6 kHz). Die Berechnung der Zielverstärkung erfolgt basierend auf dem Prinzip der vollständigen Lautheitsrestauration durch eine direkte Transformation der gefitteten nicht-linearen Lautheitsfunktionen in die i/o--Kurven des 11-Kanal-WDRC-Hörgeräts. Da das HiFi-Hörgerät über eine Bandbreite bis 22 kHz verfügt, werden erstmals auch die Daten der Lautheitsfunktion bei 6 kHz berücksichtigt.

Die Evaluation des Hörgeräts und der Anpassung erfolgt mit Hilfe der Lautheitsskalierung, sprachaudiometrischen Messungen im Störschall (OLSA) und in Ruhe (Reimtest) sowie der Klangbeurteilung in verschiedenen virtuellen Hörsituationen.

*Ergebnisse:* Es werden die Ergebnisse der Studie vorgestellt und analysiert, ob eine komplette Wiederherstellung der Lautheit bei einer entsprechenden breitbandigen Signalverarbeitung als adäquat gelten kann. Dabei zeigt sich, dass insbesondere im Hinblick auf eine bessere Spontanakzeptanz die durch diese Prozedur berechnete Verstärkung teilweise korrigiert werden muss. Die Daten werden mit denen der eigenen Hörgeräte der Probanden verglichen, um so einen Praxisbezug herzustellen.

## **Modellierung der Zusammenhänge grundlegender Parameter einer Hörgeräteversorgung**

Meister, H.<sup>a</sup>, Lausberg, I.<sup>b</sup>, Kießling, J.<sup>c</sup>, von Wedel, H.<sup>a</sup>, Walger, M.<sup>a</sup>

Universitäts-HNO-Klinik Köln,<sup>b</sup> Universität Essen, <sup>c</sup>Universitäts-HNO-Klinik Giessen

Die Überprüfung des Erfolgs einer Hörgeräteversorgung mittels Fragebögen zur Selbstbeurteilung gewinnt zunehmend an Bedeutung. Es gibt eine Fülle von Inventaren, die verschiedene Parameter einer Hörgeräteversorgung erfassen. Hierzu gehören insbesondere Gewinn, Zufriedenheit und Tragehäufigkeit, aber z.B. auch Handikap oder Erwartungen an das Hörgerät. Trotz der steigenden Relevanz dieses Themas fehlt bisher eine übergreifende Untersuchung, welche die Parameter systematisiert und Zusammenhänge zwischen ihnen offen legt. Erkenntnisse über Beziehungen verschiedener Größen könnten erklären, wie Angaben des Hörgeräteträgers zustande kommen; darüber hinaus können Vorhersagen bestimmter Größen ermöglicht werden. Auch könnte beurteilt werden, welche Variablen sich überhaupt zur Erfassung des Versorgungserfolges eignen und welche nicht brauchbar sind. Diese Aspekte mit Hilfe eines psychometrischen Modells zu klären ist Ziel der vorliegenden Studie.

Es wurde ein Fragebogen entwickelt, der elf Parameter einer Hörgeräteversorgung (Probleme ohne Hörgerät, Handikap, Häufigkeit und Bedeutung der jeweiligen Situation, Wichtigkeit des Hörgerätes in der Situation, Ansprüche an das „eigene“ Gehör, Erwartungen an das Hörgerät, Hörleistung mit Hörgerät, Gewinn, Zufriedenheit und Tragehäufigkeit) mit einer semantischen Differentialskala erfasst. Insgesamt gingen die Daten von 139 zufällig ausgewählten Hörgeräteträgern in die Studie ein. Die Daten wurden mit Regressions- und Strukturgleichungsmodellen (SEM) weiterverarbeitet. SEM haben den Vorteil, dass alle Daten in ein gemeinsames Modell integriert und auch latente Variablen, die den Werten zugrunde liegende gemeinsame Faktoren widerspiegeln, berücksichtigt werden können

Grundsätzlich erlaubte das entwickelte Modell eine gute Anpassung der Meßdaten. Die Kriteriumsvalidität konnte durch die Möglichkeit der Simulation von Ergebnissen eines klinisch verwendeten Fragebogens (Glasgow Hearing Aid Benefit Profile) nachgewiesen werden. Damit sind Vorhersagen über bestimmte Variablen in gewissem Maße möglich. Im Modell zeigten sich gut interpretierbare Zusammenhänge zwischen den Parametern, die ein tieferes Verständnis der zugrundeliegenden Mechanismen ermöglichen. Es stellte sich weiterhin heraus, dass die Tragehäufigkeit nicht zur Beschreibung des Versorgungserfolges geeignet ist, da sie sehr stark vom Ausmaß der Hörstörung und weniger von hörgerätespezifischen Faktoren abhängt. Hingegen sind Gewinn und Zufriedenheit geeignete Parameter, weil sie den Nutzen durch das Hörgerät in Abhängigkeit von den individuellen Bedürfnissen des Patienten widerspiegeln. Eine direkte Erfassung des Gewinns zeigte dabei eine höhere Validität als die sonst üblicherweise angewandte Berechnung aus versorgter und unversorgter Situation.

## **Performance with the Otologics MET™ Ossicular Stimulator in Europe**

Yazbeck, A.

OTOLOGICS GmbH

### **Aims:**

To review performance of the Otologics MET Ossicular Stimulator in subjects including a sub-group of subjects with severe degrees of sensorineural hearing loss.

### **Methods:**

One hundred and sixty two (162) adults with moderate to severe sensorineural hearing loss were implanted monaurally throughout Europe. A sub-group of 45 subjects meeting the criteria of severe hearing loss (4-frequency PTA  $\geq$  70 dB at 500, 1000, 2000, and 4000 Hz) were also identified. Air and bone conduction thresholds were measured pre- and post-operatively to assess implant safety. Monaurally unaided and aided soundfield thresholds and speech performance measured were obtained postoperatively.

### **Results:**

Data shows that the surgical procedure could be performed without affecting cochlear reserve or auditory sensitivity. Average monaurally aided soundfield thresholds were obtained within the target range of 30 to 35 dB or comparable values relative to the degree of the hearing loss. Average monaural speech gain of at least 20 dB was observed across the various performance criteria.

For severe subjects, monaurally average aided soundfield thresholds of 35 dB were obtained for the majority of audiometric frequencies ranging from 250-6000 Hz. Speech gain expressed for open set word tests expressed as a change in presentation level required for 0%, 50%, and 100% showed an improvement of 19.83, 22.58, and 14.6 dB respectively.

### **Conclusions:**

The MET Ossicular Stimulator is a viable treatment option for patients with moderate to severe sensorineural hearing, particularly those meeting the criteria of severe degree of hearing loss

## **Überprüfung der individuellen Ankopplung eines implantierbaren Hörgerätes am Beispiel des Otologics Middle Ear Transducers**

Hemmrich, A., Graßhof, E., Barga, T., Lenarz, Th.

Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde; Medizinische Hochschule Hannover

Die Vorteile implantierbarer Hörgeräte im Vergleich zu konventionellen Geräten beruhen auf der direktmechanischen Ankopplung an das Mittelohr. Hierdurch werden die durch den Impedanzsprung zwischen dem Luftschall am Trommelfell und der Schallausbreitung in der Flüssigkeit der Cochlea bedingten Probleme bei der konventionellen Hörgeräteversorgung umgangen.

Gleichwohl bleiben individuelle Unterschiede bei der Versorgung mit einem implantierbaren System, die in erster Linie auf unterschiedliche anatomische Gegebenheiten bei den Patienten zurückzuführen sind.

Bei vielen audiometrischen Messungen kann die akustische Stimulation über Kopfhörer oder Freifeld durch eine mechanische Stimulation über das Implantat ersetzt werden. Aus dem Vergleich der Ergebnisse dieser unterschiedlichen Anregungen folgen Informationen über die Ankopplung und die zu erwartende Geräteperformance. Zusätzliche Messungen wie etwa das Einbringen eines Mikrofons in den Gehörgang des Patienten bei Stimulation mittels Implantat ergeben weitere Informationen, die zu den vorher beschriebenen Messungen in Relation gesetzt werden können.

Bei den in diesem Vortrag dargestellten Arbeiten wurden die interindividuellen Unterschiede aufgezeigt und Ihre Bedeutung auf die Indikationsstellung sowie die postoperative Diagnostik übertragen.

Die Messungen wurden an zwanzig Patienten durchgeführt, die im Rahmen einer klinischen Studie implantiert wurden. Die Messungen erfolgten in regelmäßigen Abständen innerhalb eines postoperativen Beobachtungszeitraumes von sechs Monaten.

## **Was können konventionelle Hörgeräte nicht leisten?**

Kießling, J.

Funktionsbereich Audiologie, Universitätsklinikum Gießen, D-35385 Gießen

Obwohl die Technologie konventioneller Hörgeräte in den letzten Jahren rasante Fortschritte zum Nutzens der Endverbraucher gemacht hat, sind durchaus noch zahlreiche Wünsche offen. So können moderne Hörgeräte dem individuell erforderlichen, frequenzspezifischen Verstärkungs- und Dynamikbedarf in differenzierter Weise gerecht werden. Ferner ist mit Multimikrofonsystemen sowie mit externen Funk-Mikrofonen eine signifikante Verbesserung des Signal-Rauschverhältnisses möglich, wie auch mit modernen Rückkopplungsmanagern eine merkliche Reduktion der Rückkopplungsneigung gelingt, was wiederum einen erhöhten Hör- und Tragekomfort durch offenere Anpassungen zur Folge hat. Doch während die Kompensation der gestörten Lautheitsempfindung bei Innenohrschwerhörigen inzwischen sehr gut gelingt, existieren in kommerziellen Hörgeräten noch keine Algorithmen zur Kompensation anderer psychoakustischer Funktionsstörungen, wie z. B. des reduzierten Frequenz- oder Zeitauflösungsvermögens sowie der gestörten binauralen Interaktion. Auch sind die verfügbaren Ein-Mikrofon-Ansätze zur Störschallunterdrückung in Hörgeräten bisher noch wenig effizient. Bedingt durch ihre Wirkungsweise müssen konventionelle Hörgeräte bei höchstgradigen und bei an Taubheit grenzenden Hörstörungen gegenüber Cochlea Implantaten zwangsläufig zurück stehen, wobei zu erwarten ist, dass Cochlea Implantate den Grenz-Indikationsbereich gegenüber konventionellen Hörhilfen in Zukunft noch stärker besetzen werden.

Alle diese Einschränkungen gelten allerdings auch für implantierbare Hörhilfen. Ähnliches trifft auch für die Übertragungsbandbreite im Hochtonbereich und den damit verbundenen HiFi-Klang zu, denn entgegen den prinzipbedingten Vorhersagen lässt die realisierbare obere Grenzfrequenz von implantierbaren Hörgeräten ebenso wie bei konventionellen Hörgeräten noch immer zu wünschen übrig. Lediglich unter dem Gesichtspunkt eines total offenen Gehörgangs und, im Falle von Vollimplantaten, einer uneingeschränkten Wasserverträglichkeit haben implantierbare Hörgeräte gegenüber konventionellen Hörgeräten Vorteile zu verzeichnen. Diesen Vorzügen stehen allerdings die bekannten Nachteile gegenüber (hohe Kosten, invasive Applikation, keine vorherige Ausprobe möglich, etc.), die schließlich dazu geführt haben, dass die Marktpräsenz von implantierbaren Systemen in den beiden letzten Jahren drastisch zurückgenommen wurde.

## **Knochenverankerte Hörgeräte**

Federspil, P.

Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohren-Krankheiten  
Universität des Saarlandes

Zu den Fortschritten der hörverbessernden Chirurgie und der Verordnung von konventionellen Hörgeräten der letzten 20 Jahre gehört insbesondere eine kritischere Indikationsstellung. Parallel dazu wurden die knochenverankerten Hörgeräte, die implantierbaren Hörgeräte und die Cochlea-Implantate entwickelt und ihr Indikationsbereich genauer definiert. Nach den heute vorliegenden Erfahrungen wird zunächst auf die klassischen Indikationen und Kontraindikationen der knochenverankerten Hörgeräte eingegangen. Anschliessend wird die 1989 eingeführte beiderseitige Versorgung sowie die zuerst 1990 erfolgreich durchgeführte CROS-Versorgung einer sensorineuralen einseitigen Taubheit mit einem knochenverankerten Hörgerät hervorgehoben. Mit den ersten beiderseitigen Anwendungen der BAHA Cordelle Taschengeräte bei beiderseitigen hochgradigen kombinierten Schwerhörigkeiten seit 2000 wird der Indikationsbereich der Cochlea-Implantate fast erreicht. Die exakten Indikationsstellungen zusammen mit der präoperativen Anprobe ermöglichen eine praktisch 100%ige Erfolgsgarantie. Es wird auf die Fortschritte der Operationstechnik, z.B. Einführung der selbstschneidenden Implantate und der Einschnitt-Operationen usw. hingewiesen. Die Ausführungen werden durch die persönlichen Erfahrungen und die Angaben der Literatur untermauert.

### *Literatur:*

Federspil P, Kurt P, Koch A (1992) Les épithèses et audioprothèses à ancrage osseux: 4 ans d'expérience avec le système Branemark en Allemgne. Rev Laryngo 113, 431-437

Federspil PA, Delb W, Federspil P, Plinkert PK (2001) Erfahrungen mit der CROS-Versorgung von einseitig tauben Patienten über die Knochenleitung mit dem knochenverankerten Hörgerät. Z Audiol Supplementum 4, 179-182

## **Die kombinierte elektrisch-akustische Stimulation (EAS) – Option für die Zukunft?**

Kiefer, J., Pok, M., Tillein, J.\*, Stürzebecher, E., Gstöttner, W.

Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie und

\* Zentrum der Physiologie der J.W. Goethe-Universität Frankfurt am Main

*Hintergrund und Fragestellung:* Die elektrische Stimulation des Hörnervens mittels Cochlea-Implantaten ist eine bewährte Methode bei Taubheit und Resthörigkeit. Eine Implantation führt jedoch häufig zu einem Verlust des Restgehörs. Bei Patienten mit teilweise erhaltenem Gehör, jedoch unzureichendem Sprachverstehen mit Hörgeräten, stehen Arzt und Patient vor der Frage: Hören mit Implantat oder mit Hörgerät – welches bietet den größeren Nutzen? Ziel dieser Untersuchung ist es, die Vorteile und Möglichkeiten beider Stimulationsformen zu einer neuen, therapeutischen Option zu verbinden, der elektrisch-akustischen Stimulation.

*Patienten und Methoden:* Bei Patienten mit teilweise erhaltenem Gehör im Tieftonbereich und partieller Taubheit im Hoch- bis Mitteltonbereich wurde eine Cochlea-Implantation mit einem MED-EL-Combi-40+ CI-System mit dem Ziel eines Hörerhaltes durchgeführt. Einschlusskriterien waren Hörschwellen von < 60 dB HL in mindestens zwei der Frequenzen 125, 250, 500 Hz und ein Hörverlust von >60 dB bei 1 kHz und darüber. Chirurgisch wurde eine modifizierte Soft-Surgery-Technik verwendet, die Insertionstiefe der Elektrode wurde auf 19 bis 24 mm begrenzt. Postoperativ wurden die Patienten, soweit ein Hörerhalt möglich war, mit einem High-Power-IdO-Hörgerät zusammen mit dem Tempo + BTE-Sprachprozessor versorgt. Außer Hörschwellenmessungen wurde der Freiburger Einsilbertest (FE), der HSM-Satztest in Ruhe und im Rauschen sowie der Oldenburger Satzverständlichkeitstest (OLSA) durchgeführt.

*Ergebnisse:* Ein Hörerhalt innerhalb 10 dB der präoperativen Schwellen gelang bei 9/14 Patienten (64%), innerhalb von 20 dB bei weiteren 3 Patienten (21%). Zwei Patienten ertaubten. Bei Patienten, die erfolgreich mit der Kombination aus akustischer und elektrischer Stimulation versorgt werden konnten (n=6), zeigte sich ein deutlicher synergistischer Effekt zwischen akustischer und elektrischer Stimulation, der besonders im Rauschen deutlich wurde. Mittlere Gesamtergebnisse der Patientengruppe stiegen von 9% präoperativ auf 64% FE nach einem Jahr mit CI allein an, in Kombination mit Hörgerät entweder ipsi- oder kontralateral (bei Patienten mit Verlust des Restgehörs) wurden im Mittel 75% erreicht.

*Schlussfolgerungen:* Patienten mit teilweise erhaltenem Tieftongehör können hörerhaltend implantiert werden. Das Sprachverstehen kann erheblich über das präoperative Maß angehoben werden. Bei ausreichend gut erhaltenem Gehör zeigt die kombinierte elektrisch-akustische Stimulation (EAS) einen deutlichen synergistischen Effekt, besonders bei Sprachtests mit Störgeräusch und stellt eine zukünftige therapeutische Option in der Behandlung von Patienten mit partieller Taubheit im hohen und mittleren Frequenzbereich dar.



## **Zukunft der Cochlea-Implantate**

Lenarz, Th.

Hals-Nasen-Ohrenklinik der Medizinischen Hochschule Hannover

Cochlea-Implantate werden für absehbare Zeit die einzig wirksame Behandlungsform der sensorischen Taubheit bleiben. Aufgrund der Leistungsverbesserung ist eine Ausweitung des Indikationsbereiches hin zur hochgradigen Schwerhörigkeit deutlich zu sehen. Die Kombination mit einer mechanischen respektive akustischen Amplifikation in Form der Hybridimplantate wird neue Erkenntnisse zur Physiologie des Innenohres liefern. Deren sinnvoller Einsatz setzt die Entwicklung geeigneter Operationsverfahren zur Erhaltung des Restgehörs voraus. Dieser Erhalt kann zukünftig durch eine gezielte intracochleäre Pharmakotherapie auf der Basis neurotropher Faktoren und zukünftig auch der Gentherapie erfolgen. Die bilaterale Implantation ist bei frühzeitigem Einsatz auch unter Cost-Benefit-Gesichtspunkten sinnvoll, ihre allgemeine Verbreitung setzt jedoch entsprechende ökonomische Anpassungen voraus. Die Entwicklung penetrierender Elektrodensysteme zur Direktstimulation im Bereich des Ganglion spirale und höherer auditorischer Zentren ermöglicht ein Multiplexen der elektrisch getrennten Kanäle. Dies eröffnet neue Wege zu einer physiologisch funktionellen Rehabilitation des Gehörs.

## **Oberkörperstabilität nach akuten peripheren vestibulären Störungen: Ein Maß für das Kompensations-Stadium**

Allum, J.H.J.

HNO-Klinik, Universitätsspital Basel, Schweiz

*Hintergrund und Fragestellung:* Ob eine periphere vestibuläre Störung kompensiert ist oder nicht, wird in der Regel mit dem vestibulo-okulären Reflex untersucht, zum Beispiel mit einer Drehstuhl-Prüfung. VOR-Antworten sind drei Monaten nach Auftreten des Defizits etwas geringer als normal aber symmetrisch, und zwar unabhängig davon, ob eine periphere Erholung stattgefunden hat oder nicht. Subjektive Symptome und Arbeitsfähigkeit basieren aber hauptsächlich auf der Oberkörperstabilität, die möglicherweise nicht mit der VOR-Kompensation korreliert ist. Wir haben die Oberkörperstabilität in verschiedenen Steh- und Gehtests untersucht, um festzustellen, wann nach einer akuten Störung eine Verbesserung eintritt.

*Methode:* Um die Oberkörperstabilität zu messen, haben wir Winkelgeschwindigkeitssensoren an einem Gurt montiert. Somit konnten wir in den Richtungen Vorwärts-Rückwärts und Seitlich die Oberkörperbewegung in einfacher Weise messen. Die Steh- und Gehtests wurden von den klinischen und physiotherapeutischen Standard-Untersuchungen übernommen.

*Ergebnisse:* Wir konnten bei den 28 Patienten, die wir mit 100 altersgleichen normalen Probanden verglichen haben, feststellen, dass eine Verbesserung in Stehtests einen ähnlichen Verlauf hat wie der Spontannystagmus, also eine Verbesserung nach drei Wochen, zeigt. Einfache Gehtests mit gleichzeitiger Kopfdrehung oder Neigung waren nach drei Monaten normal, bis auf die für die Untersuchung notwendige Dauer. Hingegen zeigten komplexere Gehtests, die eine gleichzeitige Körperdrehung und visuelle Fixierung benötigen, in der Regel nach drei Monaten keine Verbesserung.

*Schlussfolgerung:* Komplexe Gehtests wie Laufen im Fersengang auf Schaumstoff oder Treppe steigen sollten unbedingt untersucht werden, um die vestibulo-spinale Kompensation festzustellen. Da alle unsere Prüfungen weniger als 10 Minuten dauern und sie gleichzeitig als Screening-Verfahren für eine Gleichgewichtsstörung benutzt werden können, sind sie sehr effizient.

## **Vestibulär evozierte myogene Potentiale (VEMPs) als Screeningverfahren bei Störungen des maculainduzierten VOR**

Düwel, P., Engelke, J.C., Westhofen, M.

Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde und plastische Kopf und Halschirurgie  
Universitätsklinikum Aachen

*Hintergrund und Fragestellung:* Die seitengetrennte Diagnostik des maculainduzierten VOR unter physiologischer Reizung und mit Hilfe videookulographischer Technik ist nach wie vor aufwendig und wird daher bislang nur vereinzelt in der klinischen Routine durchgeführt. Vestibulär evozierte myogene Potentiale (VEMPs) sind mittels eines Standard BERA-Setup ableitbar. Die Durchführbarkeit dieser Methode in der klinischen Praxis und ihr Wert als Screeningverfahren sollte untersucht und mit anderen Maculafunktionstests verglichen werden.

*Methoden:* Im Zeitraum zwischen Januar und Juni 2002 wurden bei 32 Patienten verschiedene seitengetrennte Otolithenfunktionstests (VEMPs, Kalorik in Pronation und Supination des Probanden und exzentrische Rotation) durchgeführt. Weitere experimentelle und klinische Tests sowie der klinische Verlauf wurden ebenfalls ausgewertet. In die Studie eingeschlossen wurden alle Schwindelpatienten, aus deren klinischem Gesamtverlauf eine Unterscheidung zwischen otogenem und nicht otogenem Schwindel sowie bei otogenem Schwindel zwischen isoliertem Maculafunktionsverlust und einer kombinierten Erkrankung von Macula und Cupula zu evaluieren war.

*Ergebnisse:* Die Durchführbarkeit der VEMPs ist technisch und in der Patientenakzeptanz gut. Sie ist hier den VOG gestützten Untersuchungen überlegen. Die VEMP Technik erreicht eine gute Sensitivität von 89%, der allerdings eine geringe Spezifität von 53% gegenübersteht. Die Maculauntersuchung mittels thermischer Prüfung ist mit einer Sensitivität von 71% bei einer Spezifität von 100% mindestens gleichwertig. Die exzentrische Rotation erreicht in Sensitivität (80%) und Spezifität (100%) die besten Werte, hat aber einen erheblichen Anteil an nicht auswertbaren Untersuchungen.

*Schlußfolgerung:* Die Sensitivität der VEMPs ist für ein Screeningverfahren hinreichend. Da die thermische Maculareizung ähnliche Werte erreicht, sind beide Verfahren, abhängig von der Ausstattung des Untersuchers als Screeningmethoden geeignet. Da mittels der thermischen Reizung überwiegend der Utrikulus, mittels der VEMP Diagnostik überwiegend der Sacculus untersucht wird, sind die Verfahren auch kumulativ von Interesse. Bei der geringen Spezifität und den daraus resultierenden schlechten positiven und negativen prädiktiven Werten beider Screeningverfahren, ist eine definitive seitengetrennte Abklärung von Erkrankungen der Macula mittels der exzentrischen Rotation notwendig.

## Neue Techniken zur Erhebung der subjektiven Horizontale im Stehen

Allum, J.H.J.<sup>1</sup>, Hosemann, W.<sup>2</sup>, Hippert, M.<sup>1</sup>, Probst, R.<sup>1</sup>, Beule, A.G.<sup>2</sup>

HNO-Klinik, Universitätsspital Basel, Schweiz<sup>1</sup> und HNO-Universitätsklinik Greifswald<sup>2</sup>

*Hintergrund und Fragestellung:* Das Gleichgewichtssystem des menschlichen Körpers ist ein komplexes Netzwerk mit wichtigen Aufgaben, unter anderen die Erkennung der Standflächenneigung. Vermutlich ist diese Fähigkeit gestört bei Otolithen-Pathologien.

*Patienten und Methode:* Zur Prüfung der subjektiven perzeptorischen Horizontale haben wir ein dynamisches Posturographie-System, das in zwei Richtungen kippt, modifiziert, so dass der Untersuchte mittels Joystick die subjektive Horizontale ansteuern kann. Ziel der Untersuchung war, wie genau die Wahrnehmung der Stellung im Raum mit diesem Gerät in Pitch (nach vorne/hinten) und Roll (nach rechts/links) bei gesunden Probanden und Patienten nach einseitiger Durchtrennung des N. vestibularis ist. Mit dem Posturographie-System wurden acht Kipppositionen (jeweils 5° Kippung vorwärts, rückwärts, links oder rechts, bzw. Kombinationen) auf Knopfdruck bereitgestellt. Aufgabe der Versuchspersonen war die Plattform zurück in die Horizontale zu steuern. Die Reihenfolge der Kipppositionen wurde randomisiert und jeweils zweimal angefahren bei offenen und geschlossenen Augen. Technisch möglich war die Einstellung der Horizontalen über alle Kipprichtungen im Mittel von 0,002° (Standardabweichung [SD] ±0,18°) im Pitch und 0,0001° (SD ±0,14°) im Roll.

*Ergebnisse:* Die Abweichungen von 20 Probanden (10 M, 10 W, Durchschnittsalter 29±3,8 Jahre) und 6 Patienten wurden gemessen. Insgesamt wichen die normalen Probanden im Mittelwert beim Pitch 0,08°- 0,70° (SD ±0,75°-1,23°) und 0,15°-0,48° (SD ±0,5°-0,67°) im Roll ab. Im Vergleich von Patienten und Probanden zeigte sich allgemein ein Unterschied in der Genauigkeit der Rollwerte, vor allem für Rückwärtsrichtungen. Hingegen zeigte sich im Pitch im Mittel kein Unterschied, aber die Wiederholbarkeit wich für Rückwärtsrichtungen vermehrt ab. Eine Untersuchung mit geschlossenen Augen war für die Patienten kaum möglich.

*Schlussfolgerungen:* Nach diesen ersten Ergebnissen zeigt sich dieser Test als vielversprechende Untersuchungsmethode der Otolithenfunktion.

## Neugeborenen-Hörscreening mit dem BERaphon und den *Steady-State-Hirnstammpotentialen*

Shehata-Dieler, W.E., Keim, R., Grygel, J., Dieler, R.

Bayerische Julius-Maximilians-Universität, Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen und Ohrenkrankheiten,  
Josef-Schneider-Str. 11, D-97080 Würzburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Ein reguläres Hörvermögen bereits in früher Kindheit ist die Voraussetzung für das Erlernen der Lautsprache und, in Folge dessen, der Sozialisation, Bildung und gesellschaftliche Integration eines Individuums. Die Notwendigkeit der Früherkennung von Hörstörungen mit einem unmittelbar postnatal durchzuführenden universellen Hörscreening-Verfahren ist daher unumstritten.

*Patienten und Methode:* In Würzburg wurde ein zweistufiges Screeningmodell erarbeitet (Shehata-Dieler et al. 2000). In der ersten Stufe wird jedes Neugeborene der Univ.- Frauenklinik Würzburg untersucht. Die Messungen werden als Zeitgang-BERA mit dem BERaphon<sup>®</sup> nach Finkenzeller auf der Neugeborenenstation vorgenommen. Bisher wurden mehr als 6000 Neugeborene gemessen. *Steady State-Hirnstammpotentialen* (Stürzebecher et al. 1999) in Kombination mit dem BERaphon<sup>®</sup> bieten eine automatische und schnelle Methode für das Neugeborenen-Hörscreening. In dieser Arbeit wurden 331 gesunde Neugeborene mit dem *Steady State*-Algorithmus sowie mit der Zeitgang-BERA untersucht.

*Ergebnisse:* 97.5% der gemessenen Neugeborenen wiesen nach der ersten Screening-Stufe unauffällige Befunde auf. Beide Methoden stimmten in den meisten Fällen überein. Die reine Messzeit mit dem *Steady State*-Algorithmus lag bei  $62 \pm 2,3$  Sekunden.

*Schlussfolgerung:* Damit sind die *Steady State-Hirnstammpotentialen* in Kombination mit dem BERaphon eine weitere zuverlässige und schnelle Methode für das Hörscreening bei Neugeborenen.

### *Literatur:*

Shehata-Dieler WE, Dieler R, Keim R, Finkenzeller P, Dietl J, Helms J (2000) Universelle Hörscreening-Untersuchungen bei Neugeborenen mit dem BERaphon<sup>®</sup>. *Laryngorhinootol* 79: 69-76

Stürzebecher E; Cebulla M; Wernecke K (1999) Objective response detection in the frequency domain: comparison of several q-sample tests. *Audiol Neurootol* 4: 2-11

## Die Praxistauglichkeit von verschiedenen Screeninggeräten beim Neugeborenen-Hörscreening

Meier, S.<sup>1</sup>, Schmuziger, N.<sup>1</sup>, Narabayashi, O.<sup>2</sup>, Probst, R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>HNO-Universitätsklinik, Kantonsspital, CH-4031 Basel

<sup>2</sup>Department of Otolaryngology, Juntendo University School of Medicine, Tokyo

*Einleitung:* Es werden zwei moderne OAE (TEOAE /& DPOAE)- und drei moderne AABR-Screeninggeräte hinsichtlich Praxistauglichkeit evaluiert (AABR: Automated Auditory Brainstem Response). In einem der untersuchten Geräte (ECHO-SCREEN-TDA) sind beide Messprinzipien implementiert.

*Methode:* TEOAE und DPOAE wurden mit dem ERO-SCAN (Etymotic-Research) an 30 Neugeborenen bds. und 30 hochgradig schwerhörigen Ohren (nicht Neugeborene) – und mit dem ECHO-SCREEN-TDA (Fischer-Zoth) an 150 Neugeborenen – gemessen. An jeweils 50 dieser 150 Neugeborenen werden noch zusätzlich AABR-Messungen mit dem ALGO 3 (Natus), dem BERAphon MB11 (Maico) und dem ECHO-SREEN-TDA (sowohl mit Gehörgangssonde als auch mit Ohrkuppel) durchgeführt. Ein sowohl nach der ersten als auch nach der zweiten Messung nicht bestandener Test wurde als Fail bewertet.

*Vorläufige Ergebnisse:* Für beide OAE-Screener betrug die mediane TEOAE- und DPOAE-Messzeit einseitig <19 Sekunden. Die mediane AABR-Messzeit betrug für den ECHO-SCREEN-TDA einseitig 75 Sekunden mit Ohrkuppel und 68 Sekunden mit der Gehörgangssonde, mit dem BERAphon MB11 einseitig 50 Sekunden und mit dem ALGO 3 170 Sekunden bei allerdings gleichzeitig beidseitiger Messung. Eine Messung bei unruhigen Neugeborenen war mit dem ALGO 3 am erfolgreichsten. Das Handgerät ECHO-SCREEN-TDA zeichnet sich durch einfache Bedienbarkeit aus. Das BERAphon MB11 hat den Vorteil, dass die Ableitelektroden und der Lautsprecher im Applikator integriert sind und somit ein Kleben und späteres Entfernen der Elektroden entfällt. Eine sichere Platzierung des Applikators ist jedoch häufig anspruchsvoll. Hinsichtlich Anschaffungs- und Unterhaltskosten sind die OAE-Screener deutlich im Vorteil im Vergleich mit den AABR-Screenern, bei denen der ALGO 3 am teuersten ist. Die Pass-Rate bei Neugeborenen nach maximal zwei Messungen betrug mit dem ERO-SCAN bei der TEOAE-Messung 98% und bei der DPOAE-Messung 93%, mit dem ECHO-SCREEN-TDA bei der TEOAE- und DPOAE-Messung jeweils 97%. Bei den AABR-Messungen betrug die Passrate nach maximal zwei Messungen mit dem BERAphon MB11 92%, mit dem ECHO-SREEN-TDA 96% mit Gehörgangssonde und 94% mit dem Ohrkuppel sowie mit dem ALGO 3 98%. Die entsprechenden Vertrauensintervalle sind jedoch bei diesen Fallzahlen zu berücksichtigen.

## OAE-AABR-Kombinations-Hörscreening-Verfahren

Neumann, K., Gall, V.

Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie J.W. Goethe-Universität Frankfurt/M

*Hintergrund und Fragestellung:* Weltweit gewinnen kombinierte OAE-AABR-Neugeborenenhörscreening-Verfahren und zweistufige Screening-Protokolle an Bedeutung (Johnson et al., 2002). Sie verknüpfen die Vorzüge der Kürze, einer geringeren Detektionsschwelle und fehlender Verbrauchsmaterialien von OAE-Messungen mit denen hoher Spezifität und Sensitivität von AABR-Messungen. Die Gefahr, durch alleinige OAE-Messungen auditorische Neuropathien zu übersehen, ist nicht hoch, da bei den betroffenen Kindern eine Reihe von Riskofaktoren vorliegt (Sininger, 2002), so dass regulär ein AABR-Screening gefordert ist. Drei OAE-AABR-Kombinationsverfahren werden vorgestellt, die im Rahmen von prospektiven Kohortenstudie untersucht wurden bzw. werden.

*Patienten und Methode:* 443 Neugeborene wurden mit dem OAE-AABR-Kombinationsgerät Echoscreen-TA (Fischer-Zoth) untersucht, 812 Neugeborene mit dem ABAer (BioLogic) und 47 mit dem Audioscreener (GSI/Viasys).

*Ergebnisse:* Die mittlere Messzeit mit dem Echoscreen-TA betrug für die TEOAE (2 Untersucher) 22 bzw. 12 s, die *pass*-Rate nach einem einzigen Test 94,8 % und die Verfahrensspezifität 95,4 %. Vergleichbare Werte für die AABR lagen bei 73 bzw. 43s, 98,3% und 99,6%. Für das ABAer betragen die vergleichbaren Werte 74-102s, 91,4-94,6% und 92,2-95,4% (DPOAE) bzw. 100-127s, 97,2-99,7% und 97,4-99,7% (AABR) (drei Untersucher). Für den Audioscreener betrug die Messzeit 23s (DPOAE) und 144s (AABR).

*Schlussfolgerungen:* Die Geräte Echoscreen-TA und ABAer erscheinen geeignet für ein universelles Neugeborenen-Hörscreening. Für eine Aussage zum Audioscreener reichen die Daten noch nicht aus.

### Literatur:

Johnson JL, White KR, Holstrum WJ, Widen J, Gravel J, James-Trychel M, Kennalley T, Maxon AB, Spivak L, Sullivan-Mahoney M, Vohr B, Weirather Y, Culpepper B (2002) Efficacy of OAE/ABR protocol in identifying hearing loss. 2<sup>nd</sup> International Conference on Newborn Hearing Screening, Diagnosis and Intervention, Como May 30 – June 1, 2002, Book of abstracts: 102-3

Sininger Y (2002) Auditory neuropathy in infants and children: Implications for early hearing detection and intervention programs. 2<sup>nd</sup> International Conference on Newborn Hearing Screening, Diagnosis and Intervention, Como May 30 – June 1, 2002, Book of abstracts: 25

## **Untersuchungsergebnisse beim Neugeborenen-Hörscreening mittels AABR mit dem MB-11 mit BERaphon<sup>®</sup>, MAICO Diagnostic GmbH**

Müller, J., Cebulla, M.\*, Stürzebecher, E.\*, Berger, R.

Klinik für Phoniatrie und Pädaudiologie, Klinikum der Philipps-Universität Marburg

\*Klinikum der Johann Wolfgang Goethe Universität, Klinik für HNO, Frankfurt / Main

*Einleitung:* In jüngster Zeit kam es zur Weiter- und Neuentwicklung von Screening-BERA-Geräten, die im Neugeborenen-Hörscreening Anwendung finden.

*Methode:* Seit September 2002 erproben wir den Einsatz des MB-11 mit BERaphon der MAICO Diagnostic GmbH mit einer Click-evozierten ABR mit hoher Wiederholungsrate im Neugeborenen-Hörscreening. Hierbei wird der auf statistischen Verfahren basierende, von E. Stürzebecher et al.<sup>1</sup> in Frankfurt / Main entwickelte Algorithmus verwendet. Unsere Messungen erfolgten am 1. – 3. Tag, und auch nach dem 3. Tag nach der Geburt und wurden auf der Neugeborenen-Station der Universitäts-Frauenklinik, sowie in der Neonatologischen Abteilung der Universitäts-Kinderklinik durchgeführt.

Wir favorisieren das beidohrige Hörscreening, da dies mit einem nur geringfügig größeren Zeitaufwand bei der Messung verbunden ist, der unserer Meinung nach wirtschaftlich vertretbar ist. Ein positiv bestandener Test lag dann vor, wenn auf mindestens einem Ohr ein PASS festgestellt wurde. Sollte auf einem Ohr ein FAIL ermittelt worden sein, so wurde möglichst am nächsten Tag ein Re-Test durchgeführt. Wenn dies nicht möglich war, erfolgte unser Follow-Up-Procedure.

*Ergebnisse:* Die Ergebnisse von insgesamt 217 Messungen, die wir vom September bis Dezember 2002 durchführten, ergaben eine durchschnittliche Messdauer von 45s. Wir konnten dabei eine Spezifität von über 98% bestimmen. Zusätzlich wurde die Spezifität in Abhängigkeit vom Tag der Messung nach der Geburt ermittelt.

*Schlußfolgerung:* Die Untersuchungen mit dem MB-11 ergaben eine hohe Praktikabilität im Messablauf, auch unter ungünstigsten räumlichen Bedingungen. In sehr kurzer Messzeit können Ergebnisse mit hoher Spezifität ermittelt werden. Wir sehen damit im MB-11 ein optimales Messinstrument zum Einsatz im Neugeborenen-Hörscreening.

### *Literatur:*

1 Stürzebecher E, Cebulla M, Neumann K: Click- evoked ABR at high stimulus repetition rates for newborn hearing screening. International Journal of Audiology ; 2003, (in press)

*Wir danken Herrn Schwarz für die Durchführung der Messungen.*



## **Automatisches BERA-Screening mittels Evaluierung paralleler und serieller Teilsummen**

Finkenzeller, P.

Institut für Physiologie und experimentelle Pathophysiologie, Universität Erlangen-Nürnberg

*Zielsetzung:* Um neben der Spezifität auch Aussagen zur schwerer zugänglichen Sensitivität des Screenings machen zu können, sollte ein Verfahren entwickelt werden, bei dem die automatische Bewertung dem Urteil des erfahrenen Audiologen stets zweifelsfrei standhält.

*Methode:* Das gemittelte evozierte Potential stellt den Mittelwert der Einzelantworten auf die dargebotenen Reize dar. Zur Mittelwertbildung zugelassen werden nur Einzelantworten, die eine Artefaktschwelle von  $12\mu\text{V}_{pp}$  nicht überschreiten und nicht aus einem EEG-Bereich mit ungewöhnlich hohem spektralen Anteil einzelner Frequenzen stammen. Teilsummen zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit werden erhalten, indem man zum einen abwechselnd in zwei Puffer mittelt (ergibt die parallelen Teilsummen A und B) und zum anderen durch eine getrennte Erfassung der ersten (I) und der zweiten Hälfte (II) der Messung (ergibt die seriellen Teilsummen I und II). Nach jeder Mittelung stehen somit neben dem Gesamtergebnis zusätzlich jeweils 4 Teilsummen für die Evaluierung zur Verfügung.

Bei Anwendung des BERaphons® mit Stufenreiz wird durch den Evaluierungsalgorithmus geprüft, ob auf die einzelnen Reizintensitäten bis hinunter zur (Screening-)Schwelle jeweils eine Welle V in einem vorgegebenen Zeitfenster mit ausreichender Amplitude erkannt werden kann und ob die zugehörigen Latenzzeiten hinreichend genau den Standard Pegel-Latenz-Kennlinien folgen. Die Mittelungszahl ist dabei so zu wählen, dass auch die 4 Teilsummen jeweils allein die (leicht gemilderten) Evaluierungskriterien erfüllen. Neben dieser Erfüllung wird die Reproduzierbarkeit dadurch geprüft, dass die Streuung der Latenzwerte der parallelen und der seriellen Teilsummen unter einem vorgegebenen Wert bleibt und eine ausreichend gute Korrelation zwischen den Teilsummenpaaren besteht.

Wird bei einer derartigen Mittelung kein "UNAUFFÄLLIG" erreicht, so werden bis zu 5 Mittelungen automatisch nacheinander durchgeführt bis entweder eine einzelne Mittelung oder die Summe aus mehreren Mittelungen ein "UNAUFFÄLLIG" ergeben. Wird dies nach den 5 Mittelungen nicht erreicht, so wird als Ergebnis "KONTROLLE empfohlen" angezeigt.

*Ergebnisse:* Ein Hörscreening von über 100 Neugeborenen ergab Bewertungen und Messkurven, die alle einer nachträglichen strengen visuellen Beurteilung zweifelsfrei standhalten. 100 Leertests (500 Mittelungen), bei denen lediglich EEG-ähnlich gefiltertes Rauschen unterschiedlichster Herkunft mit Standardabweichungen teilweise deutlich über der Artefaktgrenze verwendet wurde, ergaben, wie gefordert, stets ein "KONTROLLE empfohlen".

*Schlussfolgerung:* Sollte in Zukunft dennoch ein falsch negatives Ergebnis erhalten werden, so kann aufgrund der festgehaltenen parallelen und seriellen Teilsummen stets geklärt werden, ob die Ursache in der Parameterfestlegung zu sehen und damit zu beseitigen ist oder ob grundsätzliche Grenzen der Aussage des Zeitgangverfahrens erreicht wurden, die bei ca. 9000 durchgeführten Screenings bisher jedoch nicht sichtbar wurden .

## **Bestimmung der Sensitivität zweier Neugeborenen-Hörscreeninggeräte (Eroscan, Beraphon) an einer Gruppe hörgeschädigter Kinder**

Kunze, S., Nickisch, A., Fuchs, M., von Voss, H.

Institut für soziale Pädiatrie und Jugendmedizin  
der Ludwig-Maximilian-Universität München

Im Rahmen einer vom Kinderzentrum München durchgeführten Studie wird derzeit die Sensitivität eines OAE-Hörscreeninggeräts (Eroscan) und eines BERA-Hörscreeninggeräts (Beraphon MB11) an einer Gruppe bekannterweise hörgeschädigter Kinder im normalen Umgebungslärm bestimmt. Mit dem Eroscan werden die transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen und die Distorsionsprodukte otoakustischer Emissionen im Screeningmodus gemessen, das Beraphon verwendet einen fast Steady-State-Algorithmus zur Detektion akustisch evozierter Potentiale. Als Grundlage zur Bestimmung der Sensitivität dienen jeweils eine Messung der frühen akustisch evozierten Potentiale (Klickreiz) und/oder ein Audiogramm und ein Tympanogramm.

Die Messungen sollen an 200 Ohren mit einer diagnostizierten Hörstörung von mindestens 40 dB HL bei allen Frequenzen zwischen 500Hz und 8000Hz in Oktavabständen (Schallempfindungsstörungen) durchgeführt werden. Unter der Annahme einer Prävalenz von Hörstörungen im deutschsprachigen Raum von 0,0012% - 0,0013% (Gross et al. 2000, Nekahm et al., 2001) würde dies einer Erhebung an einer Population von 250 000 Kindern entsprechen. Bisher (Stand Dezember 2002) wurden 87 Ohren zur Eroscan-Messung erfasst. Bei beiden Messmethoden waren sämtliche gemessenen Ohren auffällig. 2 Ohren konnten jeweils aufgrund mangelnder Dichtigkeit weder im TOAE- noch im DPOAE-Modus gemessen werden, 2 weitere Ohren konnten aufgrund leerer Akkus nur im DPOAE-Modus gemessen werden. Mit dem Beraphon wurden bis Dezember 2002 56 Ohren erfasst, die alle ein auffälliges Messergebnis zeigten. Die bis Dezember 2002 erhobenen Daten weisen auf eine sehr hohe Sensitivität hin; eine genaue, statistisch relevante Aussage zur Sensitivität wird auf der Grundlage des bis März 2003 vervollständigten Datensatzes vorgetragen.

## **Neugeborenen-Hörscreening – Machbarkeitsstudie im Großraum Hannover**

Lenarz, Th.<sup>1</sup>, Reuter, G.<sup>1</sup>, Stolle, S.<sup>1</sup>, Buser, K.<sup>2</sup>, Altenhofen, L.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hals-Nasen-Ohrenklinik der Medizinischen Hochschule Hannover

<sup>2</sup>Abt. Epidemiologie, Sozialmedizin und Gesundheitssystemforschung  
der Medizinischen Hochschule Hannover

<sup>3</sup>Zentralinstitut für die kassenärztliche Versorgung

Heute stehen zuverlässige Screening-Geräte auf der Basis objektiver audiometrischer Methoden zur Verfügung, die die sichere Erkennung einer vorliegenden Schwerhörigkeit bereits in den ersten Lebensstagen ermöglichen. Bisher ungeklärt ist jedoch die Machbarkeit eines flächendeckenden Einsatzes für ein universelles Neugeborenen-Hörscreening. Im Rahmen einer vom Bundesministerium für Gesundheit und den Spitzenverbänden der gesetzlichen Krankenkassen unterstützten Studie im Großraum Hannover wurden Machbarkeit, Kosten-Nutzen-Gesichtspunkte und Effektivität des universellen Neugeborenen-Hörscreenings überprüft. Wichtig ist dabei die Implementierung in bestehende Strukturen des Gesundheitswesens unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungstendenzen hin zur ambulanten Versorgung.

Der Einsatz der otoakustischen Emissionen erweist sich als robustes Verfahren mit einer Sensitivität von 100 % und einer Spezifität von >96 %. Problematisch ist weiterhin die Organisation der nachgehenden Diagnostik einschließlich der Abklärungsdiagnostik sowie die Einleitung der sich daraus ergebenden Therapiemaßnahmen. Die Nachverfolgung der Verdachtsfälle (sog. Tracking) hängt wesentlich von einer funktionstüchtigen Meldestruktur, z. B. in Form eines Neugeborenen-Registers, oder anderen Zugangsmöglichkeiten zu personenbezogenen Daten ab. Der Vergleich mit dem europäischen Ausland wird präsentiert.

## Otoakustische Emissionen bei Hyperakusis

Hirschfelder, A., Scholz, G., Leckband, S., Hensel, J., Mrowinski, D.

HNO-Klinik der Charité, Humboldt Universität zu Berlin

*Fragestellung:* Die Funktionen des olivokochleären Bündels und des kochleären Verstärkers bei Hyperakusis wurden objektiv durch die Registrierung otoakustischer Emissionen untersucht.

*Methode:* Aus einer Gruppe junger Erwachsener mit subjektiv empfundener Hyperakusis wurden 15 Probanden mit normaler Hörschwelle und herabgesetzter Unbehaglichkeitsschwelle (< 80 dB HL) ausgesucht. Neben den Registrierungen der kontralateral mit Breitbandrauschen supprimierten TEOAE, der DPOAE-Wachstumsfunktionen und der tieftonmodulierten DPOAE bei 2 kHz erfolgten Messungen der subjektiven Lautheitsskalierung und der Stapediusreflexschwelle. Die Ergebnisse wurden mit denen einer altersentsprechenden, normalhörenden Kontrollgruppe verglichen.

*Ergebnisse:* Im Gegensatz zu Einzelfalldarstellungen in der Literatur (VeUILlet et al. 1999), in denen bei Hyperakusis eine verminderte Suppression oder sogar ein Amplitudenanstieg der TEOAE bei kontralateralem Rauschen als Ausdruck einer verminderten Funktion des olivokochleären Bündels beschrieben wird, ergibt sich im Vergleich zur Kontrollgruppe bei den hier untersuchten Probanden keine signifikant geringere Suppression. Die DPOAE bei 2 kHz zeigen im Median bei Hyperakusis eher niedrigere Pegel als in der Kontrollgruppe. Eine Versteilerung der DPOAE-Wachstumsfunktion ist nicht signifikant, so dass keine Rückschlüsse auf eine Hypermotilität der äußeren Haarzellen gezogen werden können. Bei ipsilateraler Suppression mit einem Ton von 25 Hz unterscheiden sich die Modulationsspannen beider Gruppen bei 2 kHz ebenfalls nicht signifikant. Nur bei einer Probandin mit einseitiger Hyperakusis insbesondere im tieffrequenten Bereich zeigen sich unterschiedliche Zeitverläufe der modulierten DPOAE beider Ohren. Das einseitige Fehlen der 90°-Senke kann auf eine Verlagerung des Arbeitspunktes auf der Modulationskennlinie in Richtung zur Skala tympani in einen steileren Bereich und damit auf eine periphere Ursache der Hyperakusis deuten.

*Schlussfolgerung:* Unsere Ergebnisse zeigen, dass der Hyperakusis im allgemeinen keine peripheren Entstehungsmechanismen zugrunde liegen. Anzunehmen sind zentrale Ursachen, die sich besser mit psychoakustischen Methoden, wie z.B. der Hörfeldskalierung oder der Messung der Unbehaglichkeitsschwelle erfassen lassen.

### Literatur:

VeUILlet E, Khalfa S, Collet L: Clinical relevance of medial efferent auditory pathways. Scand Audiol 28 Suppl. 51 (1999) 53-62.

## Freizeitlärm und TEOAE

Hoppe, U., Rosanowski, F., Eysholdt, U.

Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie  
Klinikum der Universität Erlangen-Nürnberg

*Hintergrund und Fragestellung:* Der Lärm, dem sich Jugendliche in unserer Gesellschaft in ihrer Freizeit aussetzen, ist in den letzten Jahren sowohl hinsichtlich der Einwirkungszeit als auch hinsichtlich des Lärmpegels ständig angestiegen. Nach Schätzungen kann für die Zukunft von einer Zunahme der therapiebedürftigen Schwerhörigen ausgegangen werden. Gegenstand der durchgeführten Studie war die Frage, ob die transitorisch evozierten otoakustischen Emissionen (TEOAE) von der Exposition gegenüber Freizeitlärm abhängen.

*Probanden und Methode:* An einer Gruppe von 129 Medizinstudenten mit normalem Hörvermögen wurden im Rahmen des physiologischen Praktikums im vorklinischen Studienteil TEOAE mit einer Standardapparatur (ILO88) unter klinisch üblichen Bedingungen abgeleitet. Zusätzlich wurden die Probanden über ihre Hörgewohnheiten in der Freizeit, nach möglicherweise stattgefundenen Knalltraumen und der Häufigkeit von temporären Hörminderungen und Ohrgeräuschen mittels eines Fragebogens befragt.

*Ergebnisse:* Die Anzahl der Diskothekenbesuche liegt bei den befragten Medizinstudenten im Mittel bei 1,3 pro Monat. 26 % bzw. 35 % der Probanden gaben an, überhaupt nicht bzw. einmal pro Monat in die Diskothek zu gehen, 31 % besuchen zwei- bis dreimal pro Monat eine Diskothek und 8 % der Probanden gehen drei und mehr mal pro Monat in eine Diskothek. Bei allen Studenten lagen die Emissionspegel über 6 dB (MW= 9,2 dB, STD=3,6 dB) und die Reproduzierbarkeiten über 60 % (MW= 90%, STD=9%). Diese TEOAE-Parameter nehmen monoton mit zunehmender Häufigkeit von Discobesuchen signifikant ab.

*Schlussfolgerungen:* Nach diesen Ergebnissen verringert sich bereits zu Beginn der dritten Lebensdekade die Aktivität der äußeren Haarzellen als Folge der Freizeithörgewohnheiten. Die Daten belegen erneut die Notwendigkeit einer intensiven Aufklärung über mögliche Lärmschäden und die Umsetzung präventiver Maßnahmen.

## Otoakustische Emissionen zum Hörscreening von Frühgeborenen

von Specht, H., Beyer, U.

Abteilung für Experimentelle Audiologie und Medizinische Physik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Das Hörscreening von Frühgeborenen und von kranken Neugeborenen besitzt in Screeningprogrammen eine besondere Bedeutung. Während für das Hörscreening von Neugeborenen transitorisch evozierte otoakustische Emissionen (TEOAE) zum Einsatz kommen, werden für Frühgeborene und Risikokinder Screeningverfahren auf der Grundlage von frühen auditorisch evozierten Potentialen (FAEP) empfohlen. Automatisierte FAEP-Screeningverfahren erfordern jedoch einen höheren Zeitaufwand im Vergleich zu TEOAE-Screeningverfahren. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, inwieweit ein automatisiertes TEOAE-Hörscreening auch für Frühgeborene und kranke Neugeborene ausreichend zuverlässige Ergebnisse liefert.

*Patienten und Methode:* Die Auswertung basiert auf den Ergebnissen an 243 Früh- bzw. kranken Neugeborenen, die im Zeitraum von 2 Jahren auf einer neonatologischen Nachsorgestation betreut wurden. Zur Validierung der Ergebnisse des automatisierten TEOAE-Hörscreenings (Echoscreen) kam als Referenzmethode die Registrierung klick-evozierter FAEP (Evoselect) zum Einsatz.

*Ergebnisse:* Ausgehend von den als „Goldstandard“ angenommenen FAEP-Schwellen konnte für das TEOAE-Hörscreening an 484 Ohren eine Spezifität von 86% und eine Sensitivität von 100% ermittelt werden. Im Vergleich zur BERA traten jedoch signifikant mehr positive TEOAE-Befunde auf ( $\chi^2$ -Test), so dass bei dieser Untersuchungstechnik mit falsch positiven Befunden zu rechnen ist, die einer weiteren Abklärung bedürfen.

*Schlussfolgerungen:* Automatisch bewertete TEOAE bieten sich auch zum Hörscreening von Frühgeborenen und kranken Neugeborenen an, sofern die Untersuchungen durch qualifiziertes Personal erfolgen. Wegen der erhöhten Zahl falsch positiver Befunde ist ein zwei- oder mehrstufiges Hörscreening unter Einschluss von automatisierten FAEP-Hörscreeningverfahren erforderlich. Bei Verdacht auf zentral-auditive Verarbeitungsstörungen sollte die Registrierung von FAEP zum Einsatz kommen.

## **Zeitoptimierte AMFR-Registrierung durch Multifrequenz-Stimulation**

Pethe, J., Lux, L., Mühler, R., von Specht, H.

Abteilung für Experimentelle Audiologie und Medizinische Physik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Die Nutzung der AMFR zur Bestimmung der Hörschwelle bei Kindern wird durch die teilweise beträchtliche Reststörung behindert. Die für eine Verbesserung des Signal/Rauschverhältnisses erforderliche Verlängerung der Messdauer würde im klinischen Einsatz bei Verwendung des üblichen Stimulationsparadigmas (eine Trägerfrequenz je Messung) zu einer unzumutbaren Gesamtuntersuchungsdauer führen. Einen Ausweg aus dieser Problematik könnte das Verfahren der multifrequenten Stimulation nach Picton bieten. Dabei wird monaural oder binaural simultan mit mehreren unterschiedlich amplitudenmodulierten Trägerfrequenzen stimuliert. Da die eigentliche Reizantwort im Spektrum an den jeweils bekannten unterschiedlichen Modulationsfrequenzen auftritt, bereitet die Potentialerkennung- und Zuordnung keine Probleme.

*Patienten und Methode:* In der vorliegenden Studie wurde das Verfahren an 22 normalhörenden Erwachsenen unter Einhaltung einer maximalen Reststörung von 20 nV getestet. Stimuliert wurde monaural mit Modulationsfrequenzen zwischen 80 und 110 Hz und 0,5 kHz, 1 kHz, 2 kHz und 4 kHz Trägerfrequenz. Der Pegel wurde in Stufen von 10 dB zwischen 50 dB und 0 dB variiert. Der objektive Potentialnachweis erfolgte mit Hilfe des F-Tests.

*Ergebnisse:* Die Differenz zwischen der objektiv bestimmten und der subjektiven Hörschwelle betrug für alle untersuchten Frequenzen 15 dB (Median). Die Auswertung der SNR in Abhängigkeit von der Messdauer ergab, dass insbesondere bei höheren Stimulationspegeln der Potentialnachweis schon nach deutlich kürzerer Messzeit möglich ist.

*Schlussfolgerungen:* Es zeigte sich, dass der Verlauf der Hörschwelle in einer zumutbaren Gesamtuntersuchungsdauer (< 45 min. bei 6 Pegeln) hinreichend genau objektiv abgeschätzt werden kann. Gegenwärtig wird untersucht, inwieweit die Untersuchungsdauer durch die Einführung eines Abbruchkriteriums besonders bei höheren Stimulationspegeln weiter verringert werden kann.

### *Literatur:*

Picton T W, Dimitrijevic A, John M S (2002) Multiple auditory steady-state responses. Ann Otol Rhinol Laryngol 111:16-20.

## **Entwicklung ereigniskorrelierter Potenziale und der Mismatch-Antwort bei Säuglingen im ersten Lebensjahr**

Nubel, K., Quandt, D., Gross, M.

Klinik für Audiologie und Phoniatrie, Universitätsklinikum Benjamin Franklin, FU Berlin

Bei 57 normalhörigen und altersgemäß entwickelten Säuglingen ohne familiäres Risiko für Sprach- und Lese-Rechtschreibstörungen wurden im Rahmen der Deutschen Sprachentwicklungsstudie im Alter von 4 Wochen sowie 5 und 13 Monaten die Tonhöhenunterscheidung (1000 Hz vs. 1200 Hz) und Phonemdiskrimination (/da/ vs. /ga/) mittels ereigniskorrelierter Potenziale in Form der Mismatch Negativity untersucht.

*Methodik:* Bei Verwendung eines odd-ball Paradigmas (Deviantanteil 15%) wurden jeweils 500 Standard- und 100 Deviantreize separat gemittelt (Reizlänge 150 ms, Interstimuluszeit 750 ms) und über 11 Kanäle abgeleitet.

*Ergebnisse:* Im Grand-average der jeweiligen Altersgruppen zeigte sich für die verwendeten Stimuli bei schlafenden und wachen Säuglingen eine deutliche Entwicklung sowohl der primären kortikalen Antworten als auch der Differenzkurven, die vor allem in den ersten Lebensmonaten von einer frühen positiven Komponente (PC) dominiert wurden, welche mittlerweile auch von anderen Autoren beschrieben wurde (siehe Übersicht bei Morr et al. 2002)

*Schlussfolgerung:* Bei der Ableitung ereigniskorrelierter Potenziale mittels geringer Stimuluskontraste kommt es bei jungen Säuglingen in vielen Fällen zu einer frühen Positivierung der Deviant- gegenüber der Standardantwort. Dabei kann es zu einer Überlagerung mit der eigentlichen Mismatch Negativity kommen, die im gleichen zeitlichen Rahmen auftritt, so dass diese in den ersten Entwicklungsmonaten bei geringen Stimuluskontrasten nur vereinzelt darstellbar ist. Wenn auch der genaue Auslöser dieser PC zunächst unklar bleibt, scheint ein unbewusster Diskriminationsprozess das wahrscheinlichste Korrelat zu sein, da auch schlafende Säuglinge diese Differenzkurven zeigen.

### *Literatur:*

Morr ML, Shafer VL, Kreuzer JA, Kurtzberg D. Maturation of mismatch negativity in typically developing infants and preschool children (Review). *Ear Hear.* 2002 Apr;23(2):118-36.

*Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft und das Max-Planck-Institut für neuropsychologische Forschung, Leipzig.*



## **Ereigniskorrelierte auditorische Potentiale (P300) an Patienten mit Cochlear Implant: Visualisierung von Stimulationsmustern**

Mühler, R., Ziese, M., von Specht, H.

Abteilung für Experimentelle Audiologie und Medizinische Physik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Bei der Registrierung ereigniskorrelierter auditorischer Potentiale an CI-Patienten wird bei akustischer Stimulation das Stimulationsmuster an den Elektroden von der individuellen Anpassung des Sprachprozessors bestimmt. Deshalb ist die Kenntnis dieses Stimulationsmusters für die Interpretation der Potentiale von Bedeutung. In der vorgestellten Studie wird der Einfluss der individuellen Programmierung des Sprachprozessors auf die Registrierung der P300 untersucht.

*Patienten und Methode:* An 7 postlingual ertaubten Patienten mit einem MED-EL COMBI 40+ Cochlear Implant wurden ereigniskorrelierte Potentiale (P300) für Frequenzkontraste registriert. In einem odd-ball Paradigma wurden 60 ms lange Tonebursts mit den Mittenfrequenzen der Stimulationskanäle über einen Lautsprecher präsentiert. Aus den Zeitfunktionen der Reize und den Anpassparametern der Sprachprozessoren wurden Stimulogramme berechnet, die das individuelle Stimulationsmuster auf Elektrodenniveau zeigen.

*Ergebnisse:* Sowohl eine Änderung des Schwierigkeitsgrades der Diskriminationsaufgabe durch Variation des Abstandes zwischen Standard- und Targetreiz als auch die Änderung des vom Implant übertragenen Frequenzbereiches hat einen deutlichen Einfluss auf Amplitude und Latenz der P300.

*Schlussfolgerungen:* Die Visualisierung der Stimulationsmuster, die zur Auslösung ereigniskorrelierter Potentiale an CI-Patienten benutzt werden, liefert wichtige Informationen über den Einfluss der individuellen Einstellung des Sprachprozessors auf den effektiven Reizkontrast. Simulationen des Einflusses einzelner Anpassparameter ermöglichen eine optimale Planung der Experimente.

### *Literatur:*

Groenen PA, Beynon AJ, Snik AF, van den Broek P. (2001) Speech-evoked cortical potentials and speech recognition in cochlear implant users. *Scand.Audiol.* 30:31-40.

## **Einfluss des Phasenprofils harmonischer Klänge auf die Amplitude und Latenz der auditorisch evozierten Komponente N100m: Eine MEG-Studie**

Seither-Preisler, A., Lütkenhöner, B.

Institut für Experimentelle Audiologie, Universitätsklinikum Münster

**Hintergrund und Fragestellung:** Aufgrund der quasi-logarithmischen Frequenzabbildung entlang der Basilarmembran nimmt die räumlich-spektrale Auflösung der einzelnen Harmonischen eines Klanges kontinuierlich mit steigender Ordnungszahl ab. Unterschiede im Phasenprofil höherer, nicht aufgelöster Harmonischer werden subjektiv als Änderung der Klangfarbe oder Tonhöhe wahrgenommen. Im Gegensatz dazu sind Unterschiede im Phasenprofil tiefer, spektral aufgelöster Harmonischer nicht wahrnehmbar. In der vorliegenden Studie wurde mit Hilfe der Magnetoenzephalografie (MEG) der Einfluss der relativen Phasenlage harmonischer Teiltöne auf die kortikal evozierte Antwort N100m untersucht.

**Probanden und Methode:** Reize waren gefilterte Klänge mit einem Spektrum zwischen 800 Hz und 5 kHz und Periodizitäten von 100 Hz („nicht aufgelöst“), 200 und 400 Hz („teilweise aufgelöst“) und 800 Hz („aufgelöst“). Die einzelnen Harmonischen wurden in konstanter, alternierender und zufälliger Phasenlage angeboten. Die kortikalen Antworten wurden mittels eines 37-Kanal MEG-Systems (BTi) an sieben Probanden in jeweils zwei Sitzungen über der rechten Hemisphäre abgeleitet.

**Ergebnisse:** Während die relative Phasenlage keinen Einfluss auf die N100m-Amplitude hatte, zeigte sich ein signifikanter Einfluss auf die Latenz (konstant: 94 ms; alternierend: 89 ms; zufällig: 86 ms;  $F=17.8$ ;  $p=0.0003$ ). Die Ausprägung des Latenzeffektes war unabhängig von der spektralen Aufgelöstheit der Harmonischen.

**Schlussfolgerungen:** Die Ergebnisse zeigen, dass sich das relative Phasenprofil eines Klanges – unabhängig von seiner subjektiven Wahrnehmbarkeit – kortikal abbildet. Die Unabhängigkeit des Effektes von der spektralen Aufgelöstheit der Klänge legt die Annahme nahe, dass dieser auf einem die Frequenzkanäle übergreifenden Mechanismus beruht.

### *Literatur:*

Shackleton, TM, Carlyon, RP (1994) The role of resolved and unresolved harmonics in pitch perception and frequency modulation discrimination. *J Acoust Soc Am* 95: 3529-3540

## **Die Initialphase des auditorisch evozierten Magnetfeldes**

Lütkenhöner, B.

Institut für Experimentelle Audiologie, Universitätsklinikum Münster, Münster

*Hintergrund:* Im Vergleich zum auditorisch evozierten Potential (AEP) weist das auditorisch evozierte Magnetfeld (AEF) nur eine geringe Sensitivität für tiefe Quellen auf. Durch Registrierung der AEF sollte es daher prinzipiell möglich sein, die frühesten Antworten des auditorischen Kortex ohne größere Überlagerungen subkortikaler Antworten zu registrieren. Hieraus könnten sich wichtige Hinweise auf den Ursprung der mittel-latenten auditorischen Antworten ergeben.

*Methodik:* Bei insgesamt 9 Versuchspersonen wurden dem rechten Ohr Klicks mit einer Rate von etwa 3/s dargeboten, während mit einem 37-kanaligen axialen Gradiometersystem (Biomagnetic Technologies, San Diego) die durch diese Stimuli evozierten AEF registriert wurden.

*Ergebnisse:* Bei einigen Versuchspersonen wurde bereits bei etwa 5 ms ein erster AEF-Gipfel nachgewiesen, der auf Grund seiner kurzen Latenz eindeutig dem Hirnstamm zuzuschreiben ist. Bei etwa 12 ms zeigte sich ein zweiter, wesentlich ausgeprägterer Gipfel, dessen Magnetfeldverteilung einen subkortikalen Ursprung nahelegt. Eine bei allen Versuchspersonen nachweisbare eindeutige Antwort des auditorischen Kortex zeigte sich bei etwa 20 ms, allerdings als eine steile Aktivitätszunahme und nicht als Gipfel der Aktivität selbst (Gipfel in der zeitlichen Ableitung des registrierten Magnetfeldes). Der erste kortikale AEF-Gipfel, mit einer Latenz von etwa 30 ms, ist bereits auf mehrere kortikale Quellen zurückzuführen. Ein magnetisches Korrelat der aus AEP-Untersuchungen bekannten Welle Na (Latenz etwa 19 ms) konnte nicht nachgewiesen werden.

*Schlussfolgerungen:* Untersuchungen des AEF bieten die Möglichkeit, klar zwischen kortikalen und subkortikalen Quellen zu unterscheiden, und können somit einen wertvollen Beitrag zum Verständnis auditorisch evozierter Antworten mittlerer Latenz leisten.

## **Moderne Hörgeräteversorgung**

Holube, I.

Fachhochschule Oldenburg/Ostfriesland/Wilhelmshaven, Hörtechnik und Audiologie, Oldenburg

Zur Kompensation einer Schwerhörigkeit können drei verschiedene Klassen von Hörgeräten eingesetzt werden. Bis zum Ende der 80er Jahre kamen nur analoge Hörgeräte zum Einsatz, die mit Hilfe von Trimmern an die individuelle Hörschwäche angepasst wurden. Die Weiterentwicklung der Chiptechnologie erlaubte dann die Verwendung von analogen Hörgeräten, die digital mit Hilfe von Programmiergeräten oder PCs eingestellt werden konnten. Im Jahr 1996 wurden Hörgeräte eingeführt, die nicht nur digital programmiert werden können, sondern auch die akustischen Signale digital verarbeiten. Die dazu notwendigen digitalen Signalverarbeitungsalgorithmen haben sich in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt und ermöglichen unter anderem die Analyse der Eingangssignale, eine frequenzabhängige Dynamikkompression und die Reduzierung von Störgeräuschen und Rückkopplungen. Darüber hinaus verfügen moderne Hörgeräte typischerweise über eine Kombination von mehreren Mikrofonen zur Richtungsfilterung. Neben den Signalverarbeitungsalgorithmen hat sich auch das mechanische und elektroakustische Design weiterentwickelt. Wandler müssen strenge Anforderungen an Größe, Empfindlichkeit und Ausgangspegel erfüllen und Gehäuse müssen den individuellen Abmessungen des Ohrs angepasst werden. Eine moderne Hörgeräteversorgung benötigt eine individuelle Anpassung an den entsprechenden Hörverlust unter Berücksichtigung der persönlichen Erfahrungen und Erwartungen und an die Anforderungen in alltäglichen Hörsituationen. Die zur Verfügung stehende Anpasssoftware beinhaltet deshalb verschiedene Tools zur Erfassung der Bedürfnisse und zur Überprüfung oder Feinanpassung der aktuellen Einstellungen. Die Evaluation der Hörgeräteanpassungen zur Qualitätssicherung kann mit Hilfe von Fragebogeninventaren oder audiologischen Messmethoden erfolgen.

## **Signalverarbeitung in digitalen Hörgeräten: Stand der Technik und Herausforderungen**

Hamacher, V.

Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen

Die in modernen digitalen Hörgeräten zur Verfügung stehende Rechenleistung erlaubt die Implementierung leistungsfähiger Signalverarbeitungsalgorithmen. Neben der Kompensation des Hörverlustes durch mehrkanalige Verstärkung und Dynamikkompression liegt der Schwerpunkt dabei auf Algorithmen zur Richtmikrophonie, zur signalstatistischen Störreduktion, zur Rückkopplungsunterdrückung und zur automatischen Anpassung der Hörgerätesignalverarbeitung an die jeweilige Hörsituation.

In diesem Beitrag werden die Grundprinzipien dieser Ansätze und die Realisierungen in Hörgeräten dargestellt. Dabei wird besonders auf die vielfältigen hörgerätespezifischen Randbedingungen eingegangen, die hier zu berücksichtigen sind und erheblichen Einfluß auf die Effizienz und den tatsächlichen Nutzen dieser Ansätze unter Alltagsbedingungen nehmen.

Aufgezeigt wird ebenfalls, welches Verbesserungspotential sich auf den genannten Gebieten abzeichnet, wenn in Zukunft durch eine geeignete Kopplung der beiden Hörgeräte eine binaurale Verarbeitung der Mikrophonsignale möglich sein wird.

## **Simplex optimization of three hearing-aid algorithms**

Franck, B., Dreschler, W.A.

Academic Medical Center, Amsterdam, The Netherlands

Several strategies have been proposed to fine-tune hearing aids. Especially, prescription rules have been developed to estimate the most suitable frequency response for the hearing-impaired individual. In this study, we investigated a different optimization approach that should be able to fine-tune multiple parameters or algorithms simultaneously: the Simplex procedure. To direct the Simplex towards the optimal setting we use a paired-comparison paradigm. For this paradigm subjects were asked to compare differently processed sentences in noise on aspects of speech intelligibility or listening comfort. For the Simplex procedure we used an adaptive step size in order to ensure perceptual differences between fragments. The goal of this presentation is threefold. In our first study the reliability of the Simplex procedure is investigated, using three experimental signal processing algorithms and judged on listening comfort. The purpose of the second study is to evaluate the perceptual effects of advanced processing of three state-of-the-art hearing aid algorithms. We also investigated the optimal combinations of these algorithms with respect to speech intelligibility, i.e. the speech reception threshold (SRT). The results from study I indicate the following. Hearing-impaired subjects need larger differences between algorithms settings than normal hearing subjects in order to be perceptually distinguishable. The reliability depends on hearing capacity, initial value (starting point), step size, algorithm, and noise type. The reliability of the Simplex procedure might be enhanced by defining a minimum step size or by performing a sequential Simplex procedure. In such a sequence the step size of each Simplex procedure is decreased (e.g. halved). The results from study II indicate that the applicability of the Simplex procedure is limited for the test hearing aid. The major factor that influences the reliability negatively is the difficulty to perceive differences between the algorithm settings. Besides, it appeared that the reliability depends on noise type, hearing loss, hearing loss slope, age, and algorithm. The best Simplex winner does not always yield the best SRT. The explanation could be that the hearing-impaired subjects do not only weigh the speech intelligibility of the fragments, but also the listening comfort. The algorithm syllabic compression is preferred for fluctuating speech noise, especially for subjects with flat or negative hearing loss slopes. The noise reduction scheme is preferred much for most subjects. Most subjects prefer some speech enhancing. Finally, the optimal combination depends on the subject. This underlines the importance of individual fine-tuning of the test hearing aid by an interactive procedure like the Simplex strategy.

## **Evaluation von modernen Hörgeräteversorgungen**

Gabriel, B.

Hörzentrum Oldenburg GmbH, Oldenburg

Die Komplexität moderner, digitaler Hörgeräte ermöglicht in immer mehr Dimensionen den individuellen Ausgleich einer Hörstörung. Neben der komplexen Signalverarbeitung wird auch durch den Einsatz verschiedener Zusatzfeatures die Qualität der Anpassung erhöht. Nicht zuletzt aufgrund der relativ hohen Kosten einer Versorgung mit modernen, digitalen Hörgeräten ist es unerlässlich, die subjektive und objektive Qualität der Hörgeräte bzw. einzelner Hörgerätekomponten nachzuweisen. In diesem Beitrag sollen verschiedene audiologische Meßmethoden und Fragebogeninventare vorgestellt werden, die zum Nachweis der Güte einer Hörgeräte-Anpassung eingesetzt werden können. Dazu gehören zum einen Messverfahren zur Erfassung der subjektiven Lautheitswahrnehmung, des Sprachverstehens (insbesondere in lärmbehafteter Umgebung), der Lokalisationsfähigkeit, des Klangeindrucks und der Höranstrengung. Zum anderen werden verschiedene Fragebogeninventare vorgestellt, die im Rahmen des Kompetenzzentrums HörTech u.a. zu den Themen „Spontane Akzeptanz“, „Hören in verschiedenen Alltagssituationen“, „Bewertung von Hörgeräten“ und „Lebensqualität“ zusammengestellt wurden und derzeit in Pilotstudien erprobt werden.

## **Sechs moderne Hörgeräte mit digitaler Signalverarbeitung am Kuppler und am Kunstkopf mit künstlichen Signalen und mit Sprache gemessen, mit je fünf verschiedenen Hörschäden programmiert**

Rau, C., Melde, S., Schimmelpfennig, K., Moser, L.M.

Audiologie, Hals-Nasen-Ohrenklinik, Bay. Julius-Maximilians-Universität Würzburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Moderne Hörgeräte mit digitaler Signalverarbeitung besitzen frei programmierbare Rechenwerke mit Signalverarbeitungsalgorithmen die zwischen erwünschter und unerwünschter Beschallung unterscheiden können. Die meisten werden durch Eingabe des Tonschwellenaudiogramms des zu versorgenden Ohres in erster Näherung programmiert. Wie ähnlich sind die gemessenen Ergebnisse bezüglich Verstärkung und maximalem Ausgangspegel?

*Methode:* Es wurden 6 verschiedenen Hörgeräte von 3 verschiedenen Herstellergruppen verwendet. Diese wurden mit fünf verschiedenen Tonschwellenaudiogrammen mit Angabe der Unbehaglichkeitsschwelle programmiert. Diese 30 verschiedenen Hörgeräte wurden nach IEC-118 am 2ccm Kuppler in einer Messbox und an einem Kunstkopf im freien Schallfeld gemessen. Die Werte für die Verstärkung wurden bei den Messfrequenzen 500, 1000, 1600, 2500 und 4000 Hz bestimmt. Bei den gleichen Frequenzen wurden auch die maximalen Ausgangspegel in dB-SPL bestimmt. Die Messungen am Kunstkopf wurden mit dem Messobjekt im rechten Ohr, linkes Ohr frei, Lautsprecher in 1m Entfernung, Lautsprecherachse in der selben Höhe wie Ohrkanaleingang gemacht. Die Messergebnisse wurden durch Vergleich und Differenz der rechten und linken Messmikrophon-Signale gewonnen. Als Sprache wurden die beiden ersten Gruppen Zahlen des Freiburger Sprachtestes verwendet, Quelle WESTRA CD Nr. 1. Die Sprache wurde mit 90, 80, 70, 60 und 50 dB-SPL wiedergegeben.

*Ergebnisse:* Es wurden die Ist-Messwerte mit den Sollwerten, die vom Bildschirm abgelesen wurden, verglichen. Ein erstes überraschendes Ergebnis war die Instabilität der Sollwerte, und dies lag nicht an den Ablesefehlern am Bildschirm. Die Ursachen konnten auch durch Rücksprache mit dem Hersteller nicht zugeordnet werden. Es gab keine gute Korrelation, weder zwischen den einzelnen Tonschwellenaudiogrammen (Hörschäden), noch innerhalb einer Herstellerfamilie.

*Schlussfolgerungen:* Selbst als erster Schritt sind die Eigenschaften eines digitalen Hörgerätes, nur mit dem Tonschwellenaudiogramm programmiert, zu wenig zielgerecht für eine vergleichende Anpassung.

*Literatur:*

IEC- und ANSI-Verzeichnisse geltender Normen



## **Sprachkodierungsstrategien für Cochleaimplantate**

Nopp, P.

Medical Electronics, Innsbruck, Austria

Cochleaimplantate sind eine etablierte Methode der Behandlung profunder bis völliger Taubheit. Eines der Herzstücke eines Cochleaimplantat-Systems ist jener Algorithmus, mit dem aus dem akustischen Signal die Stimulationsdaten errechnet werden. Diese Algorithmen werden üblicherweise als Sprachkodierungsstrategien bezeichnet.

In diesem Vortrag werden nach einem kurzen historischen Überblick die derzeit verwendeten Kodierungsstrategien dargestellt. Es werden Ihre jeweiligen Vor- und Nachteile und Beschränkungen besprochen, sowie Ergebnisse präsentiert und die Einbettung der Kodierungsstrategie als Teil des gesamten Cochleaimplantat-Systems diskutiert.

**Entwicklungskosten für moderne Hörsysteme:  
Warum kostet ein Hörsystem bis zu 2000 Euro, wenn ein Computer schon  
für den halben Preis zu bekommen ist?**

Warncke, H.<sup>1</sup>, Rampe, E.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Oticon GmbH, Hamburg

<sup>2</sup>Vereinigung der Hörgeräteindustrie, Wendelstein

*Hintergrund und Fragestellung:*

Immer wieder wird der Preis von Hörsystemen kritisch betrachtet. Dabei wird oft unterstellt, Hörsysteme würden zu überhöhten Preisen angeboten.

*Inhalt:*

Es werden die verschiedenen Faktoren betrachtet, die zur Entwicklung und Herstellung von Hörsystemen notwendig sind. Dazu gehören:

- Die Grundlagenforschung
- Entwicklung audiologischer Konzepte, der Elektronik, der Mechanik, der Software
- Die Produktion, die Bauteile, die Lagerhalterung, der Vertrieb
- Die Zulassung und Zertifizierung der Geräte
- Der Aufbau eines Service-Netzes inklusive Hotline
- Die Softwareschulungen der Akustiker

Die geringen Stückzahlen der produzierten Geräte lassen im Vergleich zu anderen Industrieprodukten keine nennenswerte Kostendegression zu.

*Schlussfolgerung:*

Die Entwicklung moderner Hörsysteme verschlingt enorme Summen. Im Vortrag werden die einzelnen Faktoren dargestellt und erläutert.

## Neugeborenen-Screening

Welzl-Müller, K., Stephan, K., Nekahm-Heis, D.  
Klinische Abteilung für Hör-, Stimm- und Sprachstörungen  
Universität Innsbruck

„Audiologist: don't be a part of the problem, be part of the solution!“<sup>1)</sup>

Frühkindliche Hörschäden werden relativ spät diagnostiziert, wodurch wertvolle Zeit für die Förderung verloren geht. Ziel der Vorsorgeuntersuchung auf Hörschäden bei Neugeborenen (Neugeborenen-Hörscreening) ist es, das Alter zu dem die Diagnose erfolgt und in der Folge Förderungsmaßnahmen eingeleitet werden, herabzusetzen.

Für Vorsorgeuntersuchungen sind die Kriterien der WHO zu berücksichtigen; sie betreffen u.a.

Krankheit (Schwere und Prävalenz)

Möglichkeit der effektiven Behandlung für die durch das Screening entdeckten Fälle

Möglichkeit für weitere diagnostische Abklärung und Behandlung

Validität des Tests bzw. Untersuchungsverfahrens

Präzision der Trennung zwischen gesund und krank

Kosten-Nutzenrechnung der Filteruntersuchung.

Hörscreening bei Neugeborenen beschränkt sich somit nicht auf die Durchführung eines Tests, sondern erfordert ein Gesamtkonzept, einschließlich

Abklärung des Hörvermögens der im Test auffälligen Kinder,

Einleiten von Förderungsmaßnahmen bei Bestätigung einer Hörschädigung und

Evaluierung des Screenings

Neugeborenen-Hörscreening muss unter Berücksichtigung der lokalen Bedingungen erfolgen, für die Evaluierung stehen bereits u.a. folgende Zielvorgaben zur Verfügung:

<b>Merkmal</b>	<b>Zielvorgabe</b>	<b>Quelle</b>
Durchdringung	95% (mindestens)	2) 3) 4)
Test auffällig (fail-rate)	4% (maximal)	2) 3) 4)
Abklärung bei Testauffälligen	95%	3) 4)
Diagnosesicherung	bis zum 3. Lebensmonat	2) 3) 4)
Einleiten der Therapie	innerhalb der ersten 6 Lebensmonate	2) 3) 4)

Etwas abweichende und differenzierte Zielvorgaben finden sich unter [www.ihr.mrc.ac.uk](http://www.ihr.mrc.ac.uk).

Die Analyse bisher vorliegender Publikationen ergab<sup>4)</sup>:

Otoakustische Emissionen und frühe auditorisch evozierte Potentiale sind genaue Screening Tests für congenitale permanente Hörschädigung.

Durch universelles Hörscreening steigt die Wahrscheinlichkeit für Diagnose und Fördermaßnahmen noch vor dem 6. Lebensmonat.

### Literatur:

<sup>1)</sup> [www.infanthearing.org](http://www.infanthearing.org)

<sup>2)</sup> Year 2000 Position Statement: Principles and Guidelines for Early Hearing Detection and Interventions Programs. Am J Audiol, 9:9-29, 2000.

<sup>3)</sup> Deutsches Konsensuspapier 3.0, 2001.

<sup>4)</sup> Vorsorgeuntersuchungen auf Hörschäden bei Neugeborenen. Durchführungsrichtlinien. Österr. Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie, 2002

<sup>5)</sup> Hefland M, Thompson D, Davis R, McPhillips H, Lieu TL, Homer CJ. Newborn Hearing screening: A Summary of the Evidence for the U.S. Preventive Service Task Force. October 2001 Agency for Healthcare Research and Quality, Rockville, MD. [www.ahrq.gov](http://www.ahrq.gov).

## **Eine binaurale Beamforming-Strategie für Hörgeräte**

Raß, U., Hain, J.

Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen

Die in heutigen Hörgeräten eingesetzten differentiellen Richtmikrofon-Algorithmen beruhen auf der Annahme, dass sich die Mikrofon-signale für eine Quelle im Raum nur durch eine zeitliche Verzögerung unterscheiden. Dies ist aber nur im freien Schallfeld, bei weit entfernten Schallquellen erfüllt und nur näherungsweise, wenn das Hörgerät am Kopf getragen wird (siehe Beitrag von Eghart Fischer in diesem Band).

Im Gegensatz zu den differentiellen Richtmikrofonen kann mit binauralen Beamforming-Ansätzen die Wirkung des Kopfes berücksichtigt werden. Die Übertragungsfunktionen von den Signalquellen zu den einzelnen Mikrofonen werden geschätzt. Für die Nutzschaquelle wird zunächst der Schalleinfallswinkel bestimmt und die geschätzte Übertragungsfunktion aus einer Tabelle ausgelesen. Die Übertragungsfunktionen der Störschaquellen werden durch ein adaptives Filter nachgebildet. Die Richtwirkung von Beamforming-Algorithmen muss nicht wie bei differentiellen Richtmikrofonen auf die Frontalrichtung beschränkt bleiben, sondern kann auch einen seitlichen Sprecher gegenüber der Hintergrundstörung hervorheben. Durch die Nutzung binauraler Mikrofon-signale kann der Kopfab-schattungseffekt gezielt genutzt werden, um das Signal-Rauschverhältnis des Nutzsignals zu verbessern. Allerdings ist dafür die drahtlose Übertragung von Audiosignalen von einer Seite auf die andere notwendig, die mit heutiger Technik noch nicht zufriedenstellend realisiert werden kann.

In diesem Vortrag wird der binaurale Beamforming-Ansatz beschrieben und mit der differentiellen Richtmikrofonverarbeitung verglichen. Erste Ergebnisse basierend auf Simulationen des Algorithmus werden vorgestellt.

## **Kopfabschattungseffekte bei Lokalisationsalgorithmen in Hörgeräten**

Fischer, E., Barthel, R.

Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen

Unter der Lokalisation von Schallquellen wird für Hörgeräteanwendungen die Bestimmung des Azimuthwinkels der einfallenden Schallquelle(n) verstanden. Diese Lokisationsaufgabe wird beim menschlichen Gehör vor allem durch das Auswerten interauraler Pegel- und Zeitdifferenzen und die Filterwirkung der Pinnae gelöst. In der Hörgerätetechnik ist es jedoch mangels der Verfügbarkeit einer geeigneten Datenübertragung zwischen den beiden Hörgeräten erstrebenswert, die Lokalisation ausschließlich monaural, d.h. mit den üblichen, an einem Ohr angebrachten Hörgeräte-Mehrmikrofonensystemen mit zwei bis drei Mikrofonen durchzuführen. Derartige Mehrmikrofon-Algorithmen für Hörgeräte werden oft zunächst für ‚ideale Bedingungen‘ entwickelt. So wird zum Beispiel die Annahme getroffen, zwischen zwei nahe beieinander liegenden Mikrofonen sei nur eine reine Verzögerung des Schallsignales wirksam.

Solchermaßen entwickelte Algorithmen funktionieren im sog. ‚Freifeld‘ meist wie erwartet. Sobald die Hörgeräte jedoch am Kopf getragen werden, treten durch das Wirksamwerden der ‚Head Related Transfer Functions‘ (HRTFs) winkelabhängige Effekte auf, die die Wirksamkeit der Algorithmen stark beeinflussen können.

Es wird am Beispiel eines Lokalisationsalgorithmus für Hörgeräte gezeigt, welche Auswirkungen der Einfluß des Kopfes auf die Leistungsfähigkeit des Algorithmus haben kann und inwieweit diese Effekte durch das Berücksichtigen der individuellen HRTFs bei der Algorithmenentwicklung kompensiert oder genutzt werden können.

## **Kombination von adaptiven Richtmikrofonen und binauraler Störgeräuschunterdrückung**

Siemer, D., Hohmann, V.

Medizinische Physik, Universität Oldenburg, D-26111 Oldenburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Die Sprachverständlichkeit in störrauschbehafteten Situationen nimmt oft schon bei geringer Schwerhörigkeit signifikant ab. Um die Sprachverständlichkeit zu verbessern müssen, daher Algorithmen gefunden werden, die den Signal-zu-Rausch-Abstand (SNR) erhöhen. Es ist hierbei darauf zu achten, dass das Sprachsignal nicht durch Verarbeitungsartefakte verzerrt wird, da eine objektive SNR-Verbesserung sonst i.a. nicht zu einer Verständlichkeitsverbesserung führt. Algorithmen die das Sprachsignal wenig beeinträchtigen sind das *differentielle Richtmikrofon* und der *Griffith Jim Beamformer*. Mögliche Kombinationen beider Algorithmen werden untersucht und in Bezug auf die erzielbare Sprachverständlichkeitsverbesserung getestet.

*Patienten und Methode:* Es wurden an einem Kunstkopf angebrachte Hörgeräte-Gehäuse mit je zwei Hörgerätemikrofonen verwendet, um vierkanalige Impulsantwort- und Störgeräuschmessungen in der örtlichen Cafeteria durchzuführen. Durch Faltung mit den Impulsantworten wurden Signale mehrerer Sprecher aus verschiedenen Richtungen inkl. Raumhall simuliert, mit den aufgenommenen diffusen Rauschsignalen gemischt und von verschiedenen Algorithmen verarbeitet. Die Sprachverständlichkeit unterschiedlich verarbeiteter sowie der unverarbeiteten Signale wurde mit einem Satztest gemessen. Als Algorithmen wurden das *adaptive differentielle Richtmikrofon* der *Griffith Jim Beamformer*, sowie eine geeignete Kombination aus beiden untersucht. Zur Verbesserung der Adaptationsleistung des Beamformers wurden unabhängig adaptierende Beamformer in den Kanälen einer *Gammatone Filterbank* verwendet.

*Ergebnisse:* Erste signaltheoretische Ergebnisse zeigen eine gute Störgeräuschunterdrückung bei gerichteten Störquellen und mäßigem Hall. Ergebnisse zur Sprachverständlichkeit liegen noch nicht vor; diese werden aber auf der Tagung vorgestellt. Erste informelle Hörversuche zeigten jedoch subjektiv eine gute Störgeräuschunterdrückung und eine artefaktfreie Verarbeitung.

*Schlussfolgerungen:* Die Kombination verschiedener einfacher und robuster Algorithmen zur Störgeräuschunterdrückung ist ein vielversprechender Ansatz zur Verbesserung der Sprachverständlichkeit in störrauschbehafteter Umgebung.

### *Literatur:*

Elko G.W. A Simple Adaptive First-Order Differential Microphone

[www.darpa.mil/MTO/sono/presentations/lucentelko.pdf](http://www.darpa.mil/MTO/sono/presentations/lucentelko.pdf)

Kompis M., Dillier N. (2001) Performance of an adaptive beamforming noise reduction scheme for hearing aid applications. I. Prediction of the signal-to-noise-ratio improvement J. Acoust. Soc. Am., Vol. 109 No. 3, March 2001 pg. 1123-1133

Hohmann V. (2002) Frequency analysis and synthesis using a Gammatone filterbank, Acustica / acta acustica, Vol. 88 (3), p. 433-442

*Gefördert vom BMBF Kompetenzzentrum "HörTech"*

## **Kinderkunstköpfe**

Fels, J.

Institut für Technische Akustik, RWTH Aachen

*Hintergrund:* In der Hörgeräteentwicklung für Kinder werden Richtcharakteristik, Frequenzgang und Bündelungsmaß eines Hörgerätes mit dem Kunstkopf KEMAR gemessen. Dieser Kunstkopf entspricht jedoch den Maßen eines Erwachsenen.

Es ist unklar, welche Unterschiede ein Kinderkopf hinsichtlich der Außenohrübertragungsfunktion im Vergleich zu einem Erwachsenenkopf aufweist. Dadurch entstehen Unsicherheiten bei der Entwicklung von Hörgeräten für Kinder.

*Methode:* Für die Entwicklung eines Kinderkunstkopfes müssen zunächst eine Vielzahl von Abmessungen von realen Kinderköpfen entnommen werden.

Um die Kopf- und Rumpfabmessungen kleiner Kinder zu erhalten, wird eine photogrammetrische Methode verwendet.

Dabei werden von einer Hälfte des Kopfes Stereo-Fotos erstellt. Am PC kann dann mit Hilfe einer Shutterbrille das 3D-Foto betrachtet und der Kopf vermessen werden. Dadurch ist die Belastung für die Kinder minimiert.

*Ziele:* Ziel der laufenden Studie ist eine Erstellung einer Datenbank mit Kopfabmessungen von 6 Monate – 18 Jahre alten Kindern. Auf dieser Grundlage sollen die Außenohrübertragungsfunktionen hinsichtlich unterschiedlicher Altersgruppen gemessen und berechnet werden.

In diesem Beitrag werden erste Ergebnisse vorgestellt.

## **Vestibuläre Kompensation und Indikation zu Labryrinth-Otochirurgie**

Westhofen, M.

Universitätsklinikum Aachen

Medizinische Fakultät der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen

Die dynamischen Regelwerte der vestibulären Kompensation stellt okulomotorische und statomotorische Funktionen sicher, wenn vestibuläre Sensororgane und/oder Neurone partiell funktionseingeschränkt sind. Für den Erfolg operativer Therapie an Labyrinth und N. vestibularis ist daher die vestibuläre Kompensation entscheidend. Präoperativ bestimmt sie die Indikation zu destruierenden Eingriffen, zu funktionserhaltenden Verfahren, zum Vorgehen bei bilateraler Betroffenheit und zur Behandlung des funktionell letzten Ohrs. Vor dem Hintergrund aktueller Anforderungen an Qualitätskontrolle und -sicherung für die Vielzahl von Therapieverfahren und operativen Techniken ist die quantitative Abschätzung der vestibulären Kompensationsleistung präoperativ und postoperativ im Zeitablauf unerlässlich. VOR-Antworten mit gestufter bilateraler Reizstärke bei rotatorischer und visueller Stimulation lassen VOR-Verstärkungskurven, kombinierte rotatorische und visuelle Stimulation läßt die quantitative Auswertung der Blickmotorik als Maß für Blickzielstabilisierung zu. Die Frequenzabhängigkeit einzelner VOR-Antworten gibt Hinweise für kompensationsförderndes Training postoperativ. Aus den bislang normierten Wertebereichen der Testprozeduren sind Therapieplanung und -monitoring möglich.



## **Sprachverstehen Cochlea-implantierter Patienten als Funktion der Elektrodeninsertionstiefe**

Nahler, A., Boeheim, K., Schloegel, M., Schrattenholzer, I.  
HNO Abteilung, A.ö.Krankenhaus St. Pölten, Österreich

*Hintergrund und Fragestellung:* Moderne Cochleaimplantate sind mit unterschiedlich langen Elektroden verfügbar, dementsprechend werden unterschiedliche Insertionstiefen bis zu 31mm erreicht. Ziel dieser Studie ist die Messung des Sprachverstehens von Cochleaimplantpatienten in Abhängigkeit unterschiedlicher Elektroden-Insertionstiefen.

*Patienten und Methode:* Unterschiedliche Insertionstiefen von 20 und 31mm wurden durch Inaktivierung apikalcochleärer Elektroden unter Konstanthaltung der Stimulationsrate simuliert. Die Studie wurde bislang an 6 postlingual ertaubten erwachsenen Patienten durchgeführt (5 weibl., 1 männl.; 36-79a, x = 59a), denen an der HNO Abteilung des Krankenhauses St. Pölten ein Combi40+ Cochleaimplantat (Med-El, Austria) implantiert wurde. Bei allen Patienten ermöglichte eine tiefe Insertion der Elektrode bis 31mm die Aktivierung aller 12 Elektroden.

*Messungen:* Das Sprachverstehen wurde mit dem Freiburger Zahlentest, dem Innsbrucker Satztest, sowie dem Innsbrucker Satztest im Störschall gemessen.

*Ergebnisse:* Die Stimulation von zusätzlich apikalcochleären Abschnitten der Cochlea, entsprechend einer Insertionstiefe von 31mm, verbesserte das Sprachverstehen im Vergleich zur Stimulation von nur basokochleären Abschnitten, entsprechend einer Insertionstiefe von 20 mm. Mit 6 aktivierten Kanälen über die gesamte Insertionstiefe von 31mm lag das Sprachverstehen durchschnittlich bei 87% für Zahlen, 77% für Silben ohne Störschall und 61% für Silben im Störschall. Mit 6 aktivierten Kanälen über eine Insertionstiefe von nur 20mm verminderte sich das Sprachverstehen durchschnittlich auf 78% für Zahlen, 53% für Silben ohne Störschall und 29% für Silben im Störschall. Die Verbesserung des Sprachverstehens bei Simulation einer tiefen Insertion bis 31mm war bei Messung der Silbenverständlichkeit im Innsbrucker Satztest ohne und mit Störschall statistisch signifikant.

*Schlußfolgerungen:* Unter den gegebenen Simulationsbedingungen führen lange Elektroden mit der Möglichkeit zur tiefen Insertion zu einem verbessertem Sprachverstehen. Die Verbesserung des Sprachverstehens war bei der Messung im Störschall besonders ausgeprägt.

## **Über die Tonhöhenunterscheidbarkeit von weiträumig verteilten Cochlea-Implantat-Elektroden und deren Korrelation zum Sprachverstehen**

Baumann, U., Nobbe, A.

Abteilung für klinisch-experimentelle Audiologie und Pädaudiologie,  
Klinikum der Ludwig Maximilian Universität München

*Hintergrund und Fragestellung:* Die Elektrodenunterscheidbarkeit wurde bei Patienten untersucht, die mit dem Med-El Combi 40+ Implantat versorgt wurden. Dieses Implantat verfügt im Vergleich zu anderen Implantattypen über einen vergleichsweise langen Elektrodenträger, der eine besonders tiefe Einführung bis in die 2. Cochleawindung ermöglicht. Aufgrund der weiten Verteilung der Elektroden konnte überprüft werden, ob sich die Elektrodenunterscheidbarkeit in Abhängigkeit vom stimulierten Bereich der Cochlea (apikal – mittel – basal) ändert. Außerdem wurde der Einfluss der Stimulationsrate auf die Elektrodenunterscheidbarkeit untersucht. Der Frage, ob sich eine gute Elektrodenunterscheidbarkeit in einem guten Sprachverstehen niederschlägt, wurde durch eine Korrelation mit den Ergebnissen des Oldenburger Satztests (OLSA) nachgegangen.

*Patienten und Methode:* Zwölf postlingual ertaubte Versuchspersonen, die mit dem Combi 40+ versorgt waren, nahmen am Hörversuch teil. Die Elektrodenunterscheidbarkeit wurde mit einem 2AFC Test ohne Feedback an drei Referenzelektroden untersucht, die mit den jeweils vier angrenzenden Elektroden verglichen wurden. Der Versuch wurde mit drei Pulsraten durchgeführt (250, 500, 1515 pps). Vor Versuchsbeginn wurde für alle Elektroden ein Lautheitsausgleich vorgenommen. Während des Versuches wurden die Amplituden der Stimuli innerhalb einer Darbietung randomisiert auf 90 und 100% der Amplitude für angenehme Lautheit gesetzt. Das Sprachverstehen im Störgeräusch wurde sowohl mit dem Oldenburger Satztest als auch dem HSM geprüft, Sprach- und Rauschsignal wurden direkt über ein Audio-Verbindungskabel in den Sprachprozessor eingespeist.

*Ergebnisse:* Die Elektrodenunterscheidung der Versuchspersonen zeigt starke interindividuelle Schwankungen. Über alle Versuchspersonen gemittelt zeigt sich eine Abhängigkeit der Elektrodenunterscheidung vom Elektrodenabstand. Elektroden mit 4,8 mm Abstand zur Referenzelektrode können signifikant besser unterschieden werden als Elektroden mit 2,4 mm Abstand. Die Elektrodenunterscheidbarkeit war weder vom stimulierten Bereich der Cochlea, noch von der Stimulationsrate abhängig. Es ergab sich eine signifikante Korrelation der Elektrodenunterscheidbarkeit mit der Sprachverstehensschwelle im Störgeräusch.

*Schlußfolgerungen:* Der Abstand der Elektroden des untersuchten Implantats reicht aus, um eine signifikante Tonhöhen-Unterscheidbarkeit direkt benachbarter Elektroden zu erreichen. Elektroden im apikalen Bereich der Cochlea können genauso gut von einer Referenzelektrode unterschieden werden, wie Elektroden im mittleren und basalen Bereich der Cochlea. Das heißt, daß auch im apikalen Bereich genügend neuronale Strukturen vorhanden sind, um benachbarte Elektroden durch Tonhöhendifferenzen zu unterscheiden. Eine gute Elektrodenunterscheidbarkeit ist eine der wesentlichen Voraussetzung für gutes Sprachverstehen mit Störschall.

## **Eben wahrnehmbare Änderung der Ratenhöhe in Abhängigkeit vom Elektrodenort**

Nobbe, A., Baumann, U.

Abteilung für klinisch-experimentelle Audiologie und Pädaudiologie,  
Klinikum der Ludwig Maximilian Universität München

*Hintergrund und Fragestellung:* Die eben wahrnehmbare Änderung der Ratenhöhe wurde bei Cochlea Implantat Trägern untersucht um festzustellen, in welchem Maße eine Ratenänderung die wahrgenommene Tonhöhe beeinflussen kann. Der Elektrodenträger des untersuchten Implantats (Combi 40+, Med-El, Innsbruck) wird aufgrund seiner Länge im Vergleich zu anderen Implantatsystemen besonders tief in die Cochlea eingeführt, so dass auch eine Stimulation im Bereich der 2. Windung ermöglicht wird. Die eben wahrnehmbare Ratenänderung wurde an einer basalen Elektrode (ca. 8.7 mm Abstand vom runden Fenster) und an einer apikalen Elektrode (ca. 25.5 mm Abstand vom runden Fenster) bestimmt.

*Patienten und Methode:* Sieben postlingual ertaubte Versuchspersonen, die mit dem Combi 40+ von Med-El versorgt wurden, nahmen am Versuch teil. Es wurde sichergestellt, dass bei allen Versuchspersonen der Elektrodenträger komplett in der Cochlea lag. Eine Stimulation der Cochlea bis maximal zur 2. Windung war gewährleistet. Vor Versuchsbeginn wurde an der apikalen Test-Elektrode (E3) und der basalen Test-Elektrode (E10) ein Lautheitsausgleich für sieben Stützraten zwischen 100 und 800 pps durchgeführt. Die eben wahrnehmbare Ratenänderung wurde für vier Grundraten (200, 283, 400, 566 pps) mit einem adaptiven 3 Intervalle, 2 AFC Test mit Feedback ermittelt. Die Grundrate wurde zufällig aus einem 10%-Intervall um die Basis-Grundrate ausgewählt; der Pegel wurde bei jeder Darbietung zufällig bei 95, 100 und 105% des Pegels für angenehme Lautheit dargeboten. Die Aufgabe der Versuchspersonen war es, denjenigen Stimulus anzugeben (mittels Touchscreen), der sich in der Tonhöhe von den beiden anderen Stimuli unterschied.

*Ergebnisse:* Alle Versuchspersonen zeigten, dass mit zunehmender Grundrate der eben wahrnehmbare Ratenunterschied anwächst. Dabei traten mit steigender Grundrate zunehmende inter- und intraindividuelle Schwankungen auf. Es zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen der Stimulation im apikalen Bereich (E3) und im basalen Bereich der Cochlea (E10). Die eben wahrnehmbare Ratenänderung für eine Grundrate von 200 pps liegt im Mittel über alle Versuchspersonen und beide Elektrodenorte bei 46 pps, für 566 pps bei 350 pps.

*Schlussfolgerungen:* Die Ergebnisse belegen, dass Ratenänderungen nur bis zu einer Grundrate zwischen 283 und 400 pps einen Einfluss auf die wahrgenommene Tonhöhe haben. Für die eben wahrnehmbare Ratenänderungen besteht kein Unterschied zwischen apikalem und basalem Bereich der Cochlea. Folglich sind die neuronalen Mechanismen zur Ratendetektion im apikalen Bereich genauso abgestimmt wie im basalen Bereich. Die Ergebnisse unterscheiden sich jedoch wesentlich von den Ergebnissen für Normalhörende, die wesentlich geringere Frequenzunterschiede erkennen können.

## **Korrelation subjektiver und objektiver Schwellen bei der Neural Response Telemetry**

Stecker, M., Laszig, R.

HNO-Klinik der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Um die schwierige Erstanpassung bei Kleinkindern nach CI-Operation zu erleichtern, verwendet man objektive Verfahren zur Hörschwellenschätzung, die meist noch unter Narkose im OP durchgeführt werden.

Eine besonders elegante und schnelle Methode ist die Neural Response Telemetry (NRT). Hierbei werden die implantierten Elektroden sowohl zur Stimulation wie zur Ableitung der evozierten Hörnervenantworten verwendet. Hard- und software zur Signalübertragung und Mittelung sind bei dem verwendeten System CI24M der Fa Cochlear bereits integriert.

Zur Abschätzung der Zuverlässigkeit und Genauigkeit dieser Messungen haben wir bei 20 erwachsenen Patienten die objektiven NRT-Schwellen mit den parallel durch Skalierung ermittelten subjektiven Hörschwellen verglichen. Um den Einfluß der Meßparameter zu erfassen, wurden die Verstärkereinstellungen systematisch variiert.

Die wichtigsten Ergebnisse sind:

- Die technischen Meßparameter haben einen starken Einfluß auf die „objektiven“ Schwellen.
- Ungünstige Verstärkereinstellungen führen zu einer deutlichen Diskrepanz zwischen subjektiven und „objektiven“ Schwellen.
- Wird eine optimale Verstärkereinstellung gewählt, gibt es eine gute Korrelation zwischen objektiven und subjektiven Schwellwerten.

Die Untersuchungen zeigen, daß eine Optimierung der Verstärkereinstellung für eine zuverlässige Schwellenschätzung unumgänglich ist. Vor allem zeigen sie, daß dieses spezielle ERA-Verfahren nicht so gehandhabt werden kann, wie ERA-Verfahren mit akustischer Reizung, bei denen die Verstärkereinstellung nicht während der Messung optimiert werden muß. Da die Meßkurven selbst nicht anzeigen, wie zuverlässig und genau sie die Hörschwelle ermitteln, ist die Entwicklung einer Qualitätskontrolle der NRT dringend erforderlich.

## **Evaluierung der interaktiven Anpassung in der Praxis**

Kortekaas, R., Baumann, J.W.

Siemens Audiologische Technik GmbH, Gebbertstraße 125, 91058 Erlangen

*Hintergrund und Fragestellung:* Für die Anpassung moderner, digitaler Hörhilfen sind in den letzten Jahren Verfahren entwickelt worden, die den Benutzer der Hörhilfe aktiv in die Optimierung einbeziehen. Derartige Verfahren eignen sich vor allem für eine Feinanpassung nach der Ersteinstellung ('First Fit'). Merkmale dieser Verfahren sind die Darbietung von Klangbeispielen aus dem Alltag, und die Modifikation der Hörgeräteeinstellungen in Abhängigkeit von der perceptiven Beurteilung von Klangbeispielen zur Lautheit, dem Klang des Gerätes, dem Klang der eigenen Stimme, und/oder die Wirksamkeit der Störgeräuschreduktion. In diesem Beitrag wurde untersucht, ob die Anwendung eines solchen Verfahrens in der Praxis beim Hörgeräteakustiker zu zufriedenstellenden Ergebnissen bei der Anpassung moderner, digitaler Hörgeräte führt.

*Probanden und Methode:* An der Evaluierung nahmen 10 Hörgeräteträger und ihre betreuenden Hörgeräteakustiker teil. Es nahmen sowohl Personen mit geringer oder keiner Hörgeräteerfahrung, als auch solche mit mehr als 10 Jahre Erfahrung teil. Für die Evaluierung wurden Siemens Triano Hörgeräte (von IdO bis HdO SuperPower) verwendet. Für jeden Hörgeräteträger wurden die entsprechenden Geräte individuell voreingestellt. Danach wurde eine erste interaktive Anpassung durchgeführt. Weitere interaktive Anpassungen folgten bei Bedarf. Nach Abschluss der Feineinstellung füllten die Hörgeräteträger einen Fragebogen zur subjektiven Einschätzung der Qualität der Anpassung und das "International Outcome Inventory for Hearing Aids" (IOI-HA) in deutscher Übersetzung aus.

*Schlußfolgerungen:* Generell waren die Hörgeräteträger "zufrieden" bis "sehr zufrieden" mit der interaktiven Anpassung. Vergleichbare Beurteilungen wurden hinsichtlich der Relevanz, der Detailtiefe, und der Verständlichkeit der durchgeführten Optimierungsaufgaben, vergeben. Die Auswertung des IOI-HA Fragebogens zeigte eine höhere Einschätzung der Zufriedenheit und der Lebensqualität, im Vergleich mit Auswertungen des IOI-HA Fragebogens in England und in den Niederlanden. Mit der interaktiven Anpassung ist, in Kombination mit hochwertigen Hörhilfen, eine hohe Zufriedenheit beim Hörgeräteträger erreichbar.

## Hörgeräteanpassung innerhalb des ersten halben Lebensjahres

Wiesner, Th.<sup>1</sup>, Bohnert, A.<sup>2</sup>, Massinger, C.<sup>3</sup>, Strauch, A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Abt. Phoniatrie und Pädaudiologie, Werner-Otto-Institut, Hamburg

<sup>2</sup>Klinik für Kommunikationsstörungen, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz

<sup>3</sup>Klinik für Phoniatrie, Pädaud. und Kommunikationsstörungen, Universitätsklinikum, Aachen

<sup>4</sup>Firma Kind Hörgeräte, Hamburg-Fuhlsbüttel

*Hintergrund und Fragestellung:* Um eine zunehmende Anzahl Kinder nach dem Neugeborenenhörscreening innerhalb der ersten 6 Lebensmonate erfolgreich mit Hörgeräten versorgen zu können, müssen vorhandene Anpaßstrategien modifiziert und spezifische organisatorische und infrastrukturelle Voraussetzungen geschaffen werden.

*Vorgehensweise und Ergebnisse:* Dargestellt werden die audiometrischen Mindestvoraussetzungen für eine Hörgeräteanpassung (frequenzspezifische Hörschwelle, mögl. Mittelohrprobleme), Auswirkungen des Ausmaßes der Schwerhörigkeit auf das Alter bei der Erstversorgung (Vorgehen bei geringgradigen versus hochgradigen Schwerhörigkeiten), Ermittlung der Zielwerte von Verstärkung und Ausgangsschalldruck (Berücksichtigung von REDD und RECD), Auswahl zusätzlich zu berücksichtigender Hörgerätefeatures (Programmierbarkeit, Größe, Rückkopplungsmanagement, Feuchtigkeits- und Batterieschutz ...), Überprüfung des Anpaßerfolges, weiteres Vorgehen bei der Feinanpassung (Hörgerätewechsel, Abschluß der Anpassung ...), Mindestumfang einer interdisziplinären Zusammenarbeit und Elternarbeit.

*Schlußfolgerungen:* Eine verantwortungsvolle Hörgeräteanpassung in den ersten Lebensmonaten ist möglich. Sie ist jedoch sehr zeitaufwendig und erfordert neben engmaschigen selbstkritischen Kontrollen, eine konsequente Umsetzung aller heutzutage in Frage kommenden diagnostischen und anpaßtechnischen Möglichkeiten.

### *Literatur:*

Th. Wiesner, A. Bohnert, C. Massinger (2002), Konsenspapier der DGPP zur Hörgeräte-Versorgung bei Kindern, Vers. 1.0, <http://www.dgpp.de>

## **Weiterentwicklung des „Oldenburger Inventars“ im Rahmen des Kompetenzzentrums „HörTech“**

Kinkel, M., Heuermann, H.

KIND Hörgeräte, Kokenhorststr. 3-5, 30938 Burgwedel

Im Rahmen des deutschen Forschungsprojektes HörTech wird ein umfangreiches Fragebogen-Inventar zur Erfassung verschiedener Aspekte einer Hörgeräte-Versorgung entwickelt. Der Fragebogen zur Erfassung der Hörleistung in verschiedenen Hörsituationen basiert auf dem „Oldenburger Inventar“ (Holube und Kollmeier, 1994) und stellt im wesentlichen Fragen zu Situationen aus den Bereichen „Hören in Ruhe“, „Hören in Störgeräuschen“ und „Richtungshören“. In einer neuen Version wurde der Fragebogen um Fragen zur Höranstrengung und zur Wichtigkeit der Situationen erweitert. Beide Versionen wurden in einem Cross-over (test-retest)-Design bei KIND mit vier Gruppen erfahrener Hörgeräte-Träger getestet, die ältere Version wurde zusätzlich im Rahmen eines Hörgeräte-Feldtests mit einem modernen Hörsystem verwendet.

Eine Faktorenanalyse ergab verschiedene Faktoren, die im wesentlichen die Bewertungen für „Hören ohne Hörgeräte“ und „Hören mit Hörgeräten“ repräsentieren, wobei bei der neueren Version dieser Faktor in wiederum in „Hören im Störgeräusch/Richtungshören mit Hörgeräten“ und „Hören in Ruhe mit Hörgeräten“ zerfällt. Die Integration von Fragen zur Höranstrengung und zur Wichtigkeit einzelner Hörsituationen bringt wichtige zusätzliche Informationen.

Bei beiden Versionen zeigte sich insgesamt eine hohe Reliabilität, die bei Fragen mit inverser Formulierung jedoch deutlich geringer war. Bei den erfahrenen Hörgeräte-Trägern der Cross-over-Studie konnten zwischen verschiedenen Hörgeräte-Konfigurationen nur geringe Unterschiede in der Bewertung gefunden werden. Ein Grund könnte darin liegen, daß bei regelmäßiger Hörgeräte-Nutzung die Bewertung der Situationen „ohne Hörgeräte“ mit der Zeit unsicherer wird.

Im Rahmen des Feldtests zeigten sich dieselben Faktoren, allerdings zeigte sich hier z.B. ein deutlicher Vorteil der beidohrigen Versorgung. Aus den Erfahrungen kann man schließen, daß der Fragebogen in einem engen zeitlichen Zusammenhang mit der Hörgeräte-Versorgung eingesetzt werden sollte.

Auf Basis der Erfahrungen aus diesen Tests wurde der Fragebogen erneut modifiziert. Dabei wurden inverse Frageformulierungen vermieden, die Fragen zur Wichtigkeit umformuliert und drei „offene“ Fragen hinzugefügt, um den Fragebogen stärker zu individualisieren bei Beibehaltung der statistischen Auswertbarkeit. Diese Version wird derzeit bei KIND im Rahmen von Routine-Hörgeräte-Anpassungen erprobt, über erste Daten wird berichtet.

### *Literatur:*

Holube I und Kollmeier B (1994). Modifikation eines Fragebogens zur Erfassung des subjektiven Hörvermögens und dessen Beziehung zur Sprachverständlichkeit in Ruhe und unter Störgeräuschen. *Audiologische Akustik* 33(4): 22-35.

## **Validierung der deutschen Version des International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA)**

Heuermann, H., Kinkel, M.

KIND Hörgeräte, Kokenhorststr. 3-5, 30938 Großburgwedel

Das *International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA)* ist ein vom Kunden bzw. Patienten auszufüllender Fragebogen, der sich mit verschiedenen Aspekten der Zufriedenheit mit der Hörgeräteversorgung beschäftigt. Er beinhaltet sieben Fragen, die jeweils auf einer fünfstufigen Antwortskala beantwortet werden sollen. Ursprünglich von Cox und Kollegen entwickelt, wurde das Inventar inzwischen in über 20 Sprachen übersetzt (vgl. Cox et al. 2002). Die vorgestellte Arbeit beschreibt den Einsatz der deutschen Version des IOI-HA in zwei verschiedenen Anwendungen.

In einer retrospektiven, zweiphasigen Mailing-Aktion wurden die psychometrischen Eigenschaften des Fragebogens wie Güte der Skalen, interne Konsistenz und Retest-Reliabilität untersucht. Außerdem wurde der IOI-HA als begleitendes Messinstrument im Rahmen einer Feldstudie zur Erprobung eines Hörgeräts angewandt. Durch einen Vergleich der abschließenden Kundenurteile bezüglich des Testgeräts mit den Antworten auf den IOI-HA konnte abschließend die Kriteriumsvalidität des Fragebogens überprüft werden.

In beiden Studien wurden sehr ähnliche Ergebnisse erzielt. Inter-Item Korrelationen weisen auf einen engen Zusammenhang der Items 2 (Nutzen des Hörgeräts), 3 (verbleibende Probleme), 4 („Wert“ des Geräts) und 7 (Lebensqualität) hin. Item 5 (verbleibende Einschränkungen) und 6 (Belästigung anderer) sind hingegen nur schwach korreliert und Item 1 (Tragedauer) unkorreliert mit allen anderen Items. Faktorenanalysen führen jeweils auf eine eindimensionale Skala, die von den Items 2 bis 7 gebildet wird. Die Trennschärfe ist bei allen Items außer der Tragedauer größer als 0.45. In beiden Studien konnte eine hohe interne Konsistenz der Gesamtskala festgestellt werden (Cronbach's Alpha > 0.85), die sich bei Entfernen von Item 1 noch erhöht. Die Retest-Reliabilität liegt zwischen 0.55 (Items 5 und 6) und 0.83 (Item 1). Eine Analyse der Ergebnisse aus dem Feldtest mittels logistischer Regression zeigt, dass mit wachsender Gesamtpunktzahl des IOI-HA (d.h. größerer Zufriedenheit) die Wahrscheinlichkeit eines positiven Gesamturteils signifikant zunimmt.

### **Literatur:**

Cox, RM, Stephens, D, Kramer, SE (2002). Translations of the International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA), *International Journal of Audiology* 41(1): 3-26.



## **Analysis of speech perception with speech tests**

Houtgast, T.

Department of Otolaryngology, University Hospital VU,  
P.O. Box 7057, 1007 MB Amsterdam, The Netherlands

Also: TNO Human Factors, P.O. Box 23, 3769 ZG Soesterberg, The Netherlands

At the University Hospital, we performed a series of studies on speech reception in noise with sensorineural hearing impaired listeners. The standard method involves simple every-day sentences. Typically, the speech level is manipulated adaptively to reach the point at which 50% is understood correctly. This is the SRT-level (Speech Reception Threshold), mostly expressed in terms of a speech-to-noise ratio in dB. For the interpretation of the results, we apply SII-type of calculations (SII is the Speech Intelligibility Index, ANSI S3.5-1997). In that calculation the speech and noise spectra corresponding to the SRT, and also the raised hearing threshold of the individual hearing impaired, are included. Thus, each measured SRT leads to an  $SII_{thr}$ , with the subscript *thr* indicating that in this index the raised hearing threshold (audibility effect) is accounted for. We know that for normal hearing the SRT corresponds to an SII of typically 0.3. When we find that the  $SII_{thr}$  for an individual is substantially higher than 0.3, this suggests that, besides the audibility effect, additional effects of so-called 'supra-threshold deficits' play a role (e.g., poor spectral or temporal resolution).

We performed SRT-measurements for various types of noise, and also in quiet. We find that in quiet, the  $SII_{thr}$  associated with the SRT is very often essentially normal (thus, around 0.3), indicating that in the absence of a competing noise and at relatively low sensation levels, no effects of supra-threshold deficits are observed. For the SRT in noise (steady-state, speech-shaped spectrum) effects of supra-threshold deficits are observed for roughly half of the hearing impaired subjects in our group. For other types of noise (temporal fluctuations, or with a spectral nodge), effects of supra-threshold deficits are observed even more often. This suggests that, the harder the task in separating speech and noise, the more an efficient auditory coding (temporal, spectral) is called upon, and the more prominent effects of supra-threshold deficits of the hearing impaired do become evident.

We have designed several tests to identify the nature of an observed supra-threshold deficit in an individual hearing impaired. This is an important point in relation to the choice of possible signal processing strategies in the hearing aid. These tests, both with speech or with artificial signals, will be discussed.

## **Adaptive Sprachtestverfahren**

Brand, Th.

Medizinische Physik

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Sprachtestverfahren können das Sprachverstehen oder die Sprachverständlichkeitsschwelle in verschiedenen Situationen sehr reproduzierbar bestimmen. Ein Nachteil besteht in dem relativ hohen Zeitaufwand der Messung. Messungen von Differenzen der Sprachverständlichkeit in verschiedenen Situationen (z.B. bei verschiedenen Hörgeräteanpassungen) liefern für die Rehabilitation nutzbare Informationen. Damit dies in zumutbarer Zeit möglich ist, werden adaptive Verfahren eingesetzt, die durch die Berücksichtigung von a priori Informationen die Effizienz der Messung optimieren. Durch adaptive Verfahren kann z.B. mit dem Göttinger oder dem Oldenburger Satztest die 50% Sprachverständlichkeitsschwelle mit einer Test-Retest Standardabweichung von weniger als 1 dB mit 20 Sätzen in 7 Minuten bestimmt werden. Diese Effizienz lässt sich weiter steigern, wenn die zusätzliche a priori Information aus der Vorhersage mit dem Speech-Intelligibility Index (SII) genutzt wird.

Bei der Bestimmung der Verständlichkeitsfunktion muss berücksichtigt werden, dass die Versuchspersonen die richtige Antwort auch erraten können. Bei geschlossenen Testverfahren mit einer festen Auswahl von Antwortalternativen (z.B. Reimtestverfahren) ist die Ratewahrscheinlichkeit bekannt. Bei Testverfahren mit „quasi-geschlossenem“ Antwortformat - wie dem Oldenburger Satztest - kann eine geübte Versuchsperson durch Raten das Ergebnis verfälschen. Auch hier ist es möglich, das Ergebnis um die Ratewahrscheinlichkeit zu korrigieren, wenn der/die VersuchsleiterIn nicht nur die richtig verstandenen Wörter markiert, sondern auch die Anzahl der falsch geratenen Wörter.

## **Sprachteste zur Evaluation des Versorgungserfolges nach Cochlea-Implantation**

Müller-Deile, J.

HNO Klinik der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Im Rahmen der Anpassung und Kontrolle von Cochlear Implant Sprachprozessoren, sowie zur Dokumentation des Rehabilitationsverlaufs nach Cochlea Implantation werden Untersuchungen auf unterschiedlichen Ebenen der auditorischen Verarbeitung durchgeführt. Einen Überblick der Befunde dieser Messung gibt das Kieler Profil.

Einen wichtigen Raum nehmen hierbei Sprachteste ein. Untersuchungen in Ruhe (Logatom -Teste, Freiburger Sprachverständlichkeitstest, Satzteste) und im Störgeräusch ( Göttinger-, HSM-, Oldenburger-, Innsbrucker Satztest) führen wir über einen rechnergestützten Messplatz durch, der unter Federführung der Oldenburger Arbeitsgruppe im Rahmen eines Verbundforschungsprojektes entwickelt wurde.

Zur Bewertung vergleichender Untersuchungen ist es wichtig, Aussagen über die Reproduzierbarkeit der Messungen zu gewinnen. Die im folgenden dargestellten Ergebnisse wurden mit Patienten gewonnen, die mit Implantaten der Firma Nucleus versorgt sind.

Mittlere Test-Retest-Abweichungen der Freiburger Einsilber-Teste liegen bei dem cochleaimplantierten Kollektiv bei  $10,1 \pm 8,1$  %. Hierbei wurden nur die Listen verwendet, deren mittlere Sprachverständlichkeit nach der Untersuchung von v.Wedel (1986) innerhalb des Vertrauensbereichs liegen. Dies darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass im Einzelfall bei den eventuell vorhandenen systematischen Fehlhörigkeiten listenabhängige Differenzen von bis zu 35 % auftreten können. Die Test-Retest-Schwankungen der Sprachverständlichkeit der Satztestlisten in Ruhe und im Störgeräusch liegen in vergleichbarer Größenordnung.

Die unterschiedlichen Satzteste werden zur Bestimmung der Sprachverständlichkeitsschwelle im Störgeräusch eingesetzt. Ein Vergleich der mit konventioneller Messung bei unterschiedlichem Signal-Rausch-Abstand und Regression bestimmten Schwellen und der mit einem adaptiven Verfahren gewonnenen Werte zeigt den geringsten Unterschied für dieses Patientenkollektiv beim Oldenburger Satztest. Dieser Test zeigt mit  $0,7 \pm 0,6$  dB S/N auch die geringsten mittleren Test-Retest-Abweichungen. Allerdings ist bei seinem Einsatz der erhebliche Lerneffekt zu berücksichtigen, was eine Trainingsphase vor den Messungen unabdingbar macht.

Ein Vergleich mit 10 Cochlear Implant Patienten erbrachte keinen signifikanten Unterschied der adaptiv bestimmten Schwellen, gleichgültig, ob man den Pegel des Störsignals oder des Nutzsymbols variiert. Erwartungsgemäß sind die mit den Satztesten ermittelten mittleren Sprachverständlichkeitsschwellen im Störgeräusch bei den untersuchten Cochlear Implant Patienten deutlich schlechter und mit höherer Streubreite versehen als bei normal Hörenden.

## Sprachverständlichkeitsmessungen nach bilateraler Cochlea-Implantation

Schön, F., Müller, J.

Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke der Universität Würzburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Bilateral implantierte Patienten berichten über einen natürlicheren Klang und ein besseres Sprachverstehen mit zwei CIs. Durch Messung der Sprachverständlichkeit sollte sich dieser subjektive Eindruck objektivieren lassen. Das gezeigte, additive Modell verfolgt das Ziel, aus einem Satz von Sprachtestergebnissen die unterschiedlichen mono- und bilateralen Effekte zu quantifizieren.

*Methoden:* Ausgangspunkt ist die Messung der Sprachverständlichkeitsschwelle, also dasjenige SNR, bei welchem 50% richtig verstanden werden. Vorausgesetzt werden eine symmetrische Drei-Lautsprecheranordnung (Azimut  $-90^\circ$ ,  $0^\circ$ ,  $+90^\circ$ ) und Messungen mit eingeschaltetem CI auf der besseren, der schlechteren oder auf beiden Seiten. Das Sprachsignal wird immer von vorne, das Rauschen aus den drei angegebenen Richtungen angeboten. Verändert wird der Rauschpegel. Dies Vorgehen hat den Vorteil, dass einige der beobachteten Effekte quantitativ als rein akustische Effekte interpretiert werden können. Insgesamt können 9 Schwellen  $T_k$  ( $0 \leq k \leq 8$ ), wie in der unterstehenden Matrix gezeigt, gemessen werden.

		CI - Gebrauch		
		bessere Seite	beide	schlechtere Seite
Seite der Rauschquelle	besseres CI	$T_3 = T_g + D_i + \varepsilon_3$	$T_4 = T_b + D_c + R + S + \varepsilon_4$	$T_5 = T_b + D_c + \varepsilon_5$
	vorne	$T_0 = T_g + \varepsilon_0$	$T_1 = T_g + R + \varepsilon_1$	$T_2 = T_b + \varepsilon_2$
	schlechteres CI	$T_6 = T_g + D_c + \varepsilon_6$	$T_7 = T_g + D_c + R + S + \varepsilon_7$	$T_8 = T_b + D_i + \varepsilon_8$

Die Größen  $\{ T_g, A, D_i, D_c, R, S \}$  sind die Parameter des Modells,  $\varepsilon_i$  symbolisiert die experimentellen Fehler. Da 6 Parameter aus 9 Messungen zu bestimmen sind, können durch Anpassung nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate auch die Fehler geschätzt werden. Die Schwelle  $T_g$  der besseren Seite unter  $S_0N_0$  dient als Referenz.  $A$  erfasst eine mögliche, kleine ( $A < 6\text{dB}$ ) Asymmetrie zwischen beiden Seiten. In der Tabelle wurde abkürzend  $T_b = T_g + A$  gesetzt. Wird die Rauschquelle aus der Mitte herausbewegt, so ändert sich an den beiden Kopfseiten die Intensität des Rauschen. Damit bei einseitigem Hören wieder die gleiche Verständlichkeit erreicht wird, ist der Rauschpegel um den gleichen Wert,  $D_i$  auf der ipsi und  $D_c$  auf der kontralateralen Seite, nachzuregulieren. Aus der Differenz  $D_i - D_c$  berechnet sich der Kopfschatten  $H$  als ein rein akustischer Effekt. Das Hören über CIs ist unvollkommen.  $R$  erfasst den Gewinn durch eine beidseitige Verarbeitung des gleichen Signals. Werden Sprache und Störschall aus unterschiedlichen Richtungen gehört, so kann die maskierenden Wirkung des Rauschens weiter herabgesetzt werden. Dieser Effekt wird durch die Größe  $S$  gemessen.

## **Bilaterale CI-Versorgung bei Kindern: Erste Ergebnisse einer prospektiven Studie**

Lesinski-Schiedat, A., Illg, A., Rühl, S., Dromgool jr., N., Kuke, H., Bertram, B., Lenarz, Th.

Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde,  
Medizinische Hochschule Hannover, D-30625 Hannover

Der Erfolg der einseitigen Cochlea-Implantation (CI) und die zahlreichen Erfolge in der beidseitigen Anpassung von konventionellen Hörgeräten hat dazu geführt, dass auch die bilaterale CI Versorgung für Kinder in den Mittelpunkt des Interesse rückt. Erste Resultate in der bilateralen Versorgung bei Erwachsenen zeigen ein besseres Richtungshören und ein besseres Sprachverstehen im Störschall. In der hier dargestellten Studie wird nachzuweisen sein, inwiefern Kinder hinsichtlich ihres Sprachverstehens – besonders im Störschall – und des Richtungshörens von einer bilateralen Versorgung profitieren.

Die Studie wurde mit 2 Gruppen je 10 bilateral implantierter Kinder (Gr. 1 vor dem 2. Lebensjahr; Gr. 2 zwischen dem 2. und 4. Lebensjahr) und der jeweiligen unilateral implantierten Kontrollgruppe konzipiert. Alle Patienten werden simultan mit dem NUCLEUS CI 24 M versorgt. Das postoperative Sprachverstehen wird 3 Monate, 6 Monate und dann jährlich mit der sog. FDA Testbatterie sowie den Fragebögen nach MAIS und MUSS überprüft. Außerdem werden alle Kinder in einer Regiometrie getestet. Die Gesamtentwicklung detektiert eine regelmäßige neuropädiatrische Untersuchung.

Bis Dezember 2002 wurden 10 Kinder der Gruppe 1 und 4 Kinder der Gruppe 2 versorgt. Unabhängig vom Lebensalter akzeptierten alle Kinder beide Sprachprozessoren. 70% der Kinder der Gr. 1 zeigten gute Geräuschreaktionen. Hinsichtlich der lautsprachlichen Kommunikation machen die Kinder der Gruppe 2 bessere Fortschritte. Erste Ergebnisse zeigen gute Lokalisationsfähigkeiten aller Kinder.

Die ersten Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass bilateral implantierte Kinder auch im jüngeren Alter eine hohe Akzeptanz beider Sprachprozessoren haben und gute Lokalisationsfähigkeiten zeigen. Es bleibt nachzuweisen, ob die Sprachentwicklung insgesamt und das Sprachverstehen im Störschall vergleichbare Erfolge zeigt wie bei den erwachsenen Patienten.

## **Ergebnisse einer multizentrischen Studie zur bilateralen Versorgung Erwachsener mit Nucleus<sup>®</sup>-Cochlear-Implant-Systemen**

Dillier, N.<sup>1</sup>, Weber, B.P.<sup>1</sup>, Linder, Th.<sup>2</sup>, Laszig, R.<sup>3</sup>, Aschendorff, A.<sup>3</sup>, Stecker, M.<sup>3</sup>, Müller-Deile, J.<sup>4</sup>, Hey, M.<sup>5</sup>, Begall, K.<sup>5</sup>, Lenarz, Th.<sup>6</sup>, Battmer, R.-D.<sup>6</sup>, Zacharias, R.<sup>6</sup>, Böhm, M.<sup>6</sup>, Strutz, J.<sup>7</sup>, Steffens, Th.<sup>7</sup>

<sup>1</sup>HNO Klinik Universitätsspital Zürich

<sup>2</sup>HNO Klinik Kantonsspital Luzern,

<sup>3</sup>HNO Klinik Universität Freiburg

<sup>4</sup>HNO Klinik Universitätsklinikum Kiel,

<sup>5</sup>HNO Klinik St. Salvator-Krankenhaus Halberstadt

<sup>6</sup>HNO-Klinik Medizinische Hochschule Hannover

<sup>7</sup>HNO Klinik Universitätsklinikum Regensburg

Untersuchungen mit ein- und beidseitig versorgten Höreräteträgern haben gezeigt, dass bilaterales Hören zu verbesserter Sprachverständlichkeit im Störlärm sowie differenzierterer Lokalisationsfähigkeit führen kann. Die vorliegende Studie untersucht, in welchem Umfang Cochlea Implantat-Träger von einer beidohrigen Versorgung ebenso profitieren können.

30 postlingual ertaubte deutschsprachige Erwachsene wurden in einer multizentrischen Studie untersucht. Die Patienten erhielten Nucleus 24 Cochlear Implantate entweder simultan (weniger als 4 Wochen Intervall zwischen erstem und zweitem Implantat) oder sequentiell (mehr als 4 Wochen Intervall zwischen erstem und zweitem Implantat). Die Programmierung erfolgte mit dem Nucleus SPrint und/oder ESPrit Sprachprozessor in der Sprachkodierungsstrategie ACE. Untersuchungstermine waren 1, 3 und 6 Monate nach Aktivierung des zweiten Implantates.

Sprachtestdaten wurden für jeden Patienten vergleichend mit dem Oldenburger Satztest in Ruhe bei 70 dB SPL und beim SN<sub>50</sub> (Signal-Rausch-Verhältnis bei 50% korrekten Antworten) mit demselben Test bei 65 dB SPL Hintergrundrauschen erhoben. Zusätzlich wurde der HSM-Satztest im Störlärm mit SNR -10dB SPL, bei 60 dB SPL Störgeräusch, und der Freiburger Einsilbertest bei 70 dB SPL durchgeführt.

In Ruhe zeigte sich für die bilaterale Testbedingung ein signifikanter Verständlichkeitsgewinn im Vergleich zur unilateralen Situation. Im Störgeräusch waren die bilateralen Ergebnisse und die Ergebnisse des „schallquellennahen“ Ohres jeweils signifikant besser als die mit dem „schallquellenfernen“ Ohr erreichten Werte. Bei allen Patienten resultierte unter Störgeräuschbedingungen ein signifikanter Verständlichkeitsgewinn durch den Kopfschatteneffekt.

## **Ergebnisse des binauralen Hörens nach Cochlear-Implant-Versorgung bei Patienten mit Resthörigkeit**

Scholtz, L.-U., Müller, J., May, C., Schön, F., Knaus, Ch., Helms, J.

Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten der Universität Würzburg

Es ist heute allgemein akzeptiert, daß die schnellen Sprachkodierungsstrategien, wie die CIS-Strategie, zu einem besseren Sprachverständnis bei Cochlea Implant Patienten führt. Aus diesem Grunde stellt sich die Frage, bis zu welchem Sprachverständnis mit Hörgerät die Versorgung resthöriger Patienten mit einem CI sinnvoll ist. Retrospektiv haben wir 34 postlingual hochgradig hörgeschädigte, resthörige Patienten hinsichtlich des postoperativ zu erzielenden Hörvermögens ausgewertet. 8 von 34 Cochlea Implantträgern nutzten das Hörgerät auf der kontralateralen Seite weiter. Ein weiteres Ziel der vorliegenden Studie war es, inwieweit das binaurale Hören durch ein zusätzliches Hörgerät auf dem nichtimplantierten Ohr unterstützt wird.

Im Freiburger Einsilber Test, im HSM-Test mit Rauschen in einer symmetrischen Vier-Lautsprecher-Anordnung und in einer Anordnung mit Sprache von vorn und Rauschen von der Seite wurden die erwachsene Patienten untersucht. Der Freiburger Einsilber Test erfolgte in seitengetrennter und beidseitiger Testkonstellation. Der postoperative Nachbeobachtungszeitraum betrug bis zu 5 Jahre.

Das präoperative Sprachverständnis im Freiburger Einsilbertest lag für alle Patienten unter 48 % (80dB SPL) mit bestmöglicher beidseitiger Hörgeräteversorgung. Nahezu alle Patienten erreichten postoperativ ein offenes Sprachverständnis, vielfach mit Werten von 70 % bis zu 90 % (Mittel: 62,5%) im Freiburger Einsilbertest. Für die einzelnen Patienten wurde eine Verbesserung in den Sprachverständlichkeitstest erreicht. Ein Richtungshören in der binauralen Kondition mit Cochlear Implant und Hörgerät großen interindividuellen Unterschieden gelegentlich zu erzielen.

Die erzielten Ergebnisse zeigen, dass eine Cochlea Implantation auch bei Patienten mit Resthörigkeit zu einem hohen Maß an offenem Sprachverständnis und einer Verbesserung der Lebensqualität führt.

## Grundlagen der Lokalisation mit bilateralem Cochlea-Implantat

Seeber, B., Fastl, H., Baumann, U.\*

AG Technische Akustik, TU München, Arcisstr. 21, 80333 München

\*Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkranke, Universität München

Cochlea-Implantate (CI) reizen die Spiralganglienzellen des Hörnerven in wenigen, breiten Bereichen mit zeitlich diskreten Stromimpulsen, deren Amplitude quantisiert ist. Dies führt zu einer gegenüber Normalhörenden verschlechterten Zeit-, Frequenz- und Intensitätsauflösung. Trotz dieses Informationsverlustes können manche bilateral Cochlea-implantierten Probanden akustische Signale mit hoher Genauigkeit orten. Ziel der Studie ist es, mit einer hochauflösenden Lokalisationsmethode zu untersuchen, welche Lokalisationsmerkmale diese hohe Lokalisationsfähigkeit ermöglichen.

*Method:* Die auditive Lokalisation wird mit einem bilateralen CI-Träger für verschiedene Testschalle in der vorderen Horizontalebene untersucht. Dazu wird ein Lichtzeiger mit Hilfe eines Trackballs auf die wahrgenommene Schallrichtung eingestellt. Die folgenden Testschalle werden verwendet: (1) gepulstes Breitbandrauschen, (2) Breitbandrauschen mit langsamer Hüllkurvenänderung, (3) Tiefpaßrauschen mit langsamer Änderung der Hüllkurve und (4) mit gepulster Hüllkurve, sowie (5) Hochpaßrauschen, ebenfalls mit langsamer Änderung der Hüllkurve.

*Ergebnisse:* Der untersuchte Patient konnte das gepulste Breitbandrauschen (1) mit bilateraler CI-Nutzung sehr gut lokalisieren. Es treten Lokalisationsstreuungen (Quartile Q) von nur  $3,2^\circ$  und absolute Lokalisationsfehler (F) von etwa  $8^\circ$  auf. Das Breitbandrauschen (2) kann ebenfalls gut lokalisiert werden (Q:  $3,9^\circ$ ). Ein Tiefpaßrauschen (3) kann dagegen von diesem Patienten nicht lokalisiert werden, auch nicht wenn die Hüllkurve pulsiert wird (4) ( $F > 30^\circ$ ). Trotz geringer Hüllkurveninformation ist jedoch die Ortung eines Hochpaßrauschens (5) möglich (Q:  $7,6^\circ$ , F:  $9,9^\circ$ ).

*Fazit:* Das fehlende Lokalisationsvermögen des Patienten für Tiefpaßrauschen zeigt, daß von ihm interaurale Zeitdifferenzen an tiefen Frequenzen weder direkt noch über die Hüllkurve zur Lokalisation ausgewertet werden können. Da dagegen ein Hochpaßrauschen mit geringer Hüllkurveninformation lokalisiert werden kann, scheint die festgestellte Lokalisationsfähigkeit mit bilateralem CI überwiegend auf der Auswertung von interauralen Pegeldifferenzen an hohen Frequenzen zu basieren.



## **Zur Signifikanz der Seitenwahl bei unilateraler Cochlea-Implantation postlingual ertaubter Patienten**

Engelke, J.C., Schlüter, S., Westhofen, M.

Klinik für HNO und Plastische Kopf- und Halschirurgie Universitätsklinikum Aachen

*Einleitung:* In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle postlingual ertaubter Patienten besteht zwischen beiden Ohren keine extrem unterschiedliche Ertaubungsdauer. Dennoch besteht in vielen Fällen ein subjektiv wahrnehmbarer und auch meßbarer Unterschied entweder bezüglich des Resthörvermögens oder im Promontoriumstest. In diesen Fällen stellt sich bei geplanter unilateraler Cochlea Implantation die Frage, welches Ohr zu implantieren ist.

*Methodik:* In einer retrospektiven Studie wurden bei 139 postlingual ertaubten cochlea-implantierten Patienten zwischen 10 und 80 Jahren präoperative audiometrische und elektrophysiologische Ergebnisse in Korrelation zu Seitenwahl und postoperativen 1-Jahres-Sprachtestergebnissen untersucht. Statistisch verglichen wurden Gruppenbildungen mittels t-Tests bei unabhängigen Stichproben. A: Gruppeneinteilung nach audiometrischen Kriterien in auf dem besseren Ohr operierte Patienten (Gruppe 1; n=20) und in auf dem schlechteren Ohr operierte Patienten (Gruppe 2; n=29). B: Gruppeneinteilung nach Ergebnissen des Promontoriumstestes analog: ( Gruppe 1; n= 59 – besseres Ohr operiert ; Gruppe 2; n=20 – schlechteres Ohr operiert)

*Ergebnisse:* Gruppeneinteilung nach A: Im Freiburger Mehrsilbertest in Gruppe 1 wurde eine Steigerung von 18,89% (von 46,32 auf 67,89), in Gruppe 2 eine Steigerung von 27,86% (von 58,57 auf 86,9) erzielt (p=0,5). Im Freiburger Einsilbertest wurde in Gruppe 1 eine Steigerung von 26,94% (von 13,06 auf 40,26), in Gruppe 2 eine Steigerung von 30,36% (von 9,11 auf 40,69) erzielt (p=0,12). Gruppeneinteilung nach B: Im Freiburger Mehrsilbertest wurde in Gruppe 1 eine Steigerung von 38,85% (von 29,81 auf 72,18), in Gruppe 2 eine Steigerung von 59,44% (von 27,78 auf 87,89) erzielt (p=0,01). Im Freiburger Einsilbertest wurde in Gruppe 1 eine Steigerung von 26,33% (von 5 auf 34,91), in Gruppe 2 eine Steigerung von 28,61% (von 5,28 auf 35,26) erzielt (p=0,33). In keiner Gruppe führte die Implantation des schlechteren Ohres zu signifikant schlechteren postoperativen Sprachtestergebnissen.

*Schlußfolgerung:* Vorausgesetzt es bestehen keine extremen Seitendifferenzen bezüglich Ertaubungsdauer und/oder Promontoriumstestergebnissen lassen sich schlechtere postoperative Ergebnisse weder bei Cochlea Implantation des audiometrisch schlechteren noch des elektrophysiologisch schlechteren Ohres nachweisen.

### *Literatur:*

Chen JM, Shipp D, Al-Abidi A, Amy N, Nedzelski JM. Does choosing the „worse“ ear for cochlear implantation affect outcome? *Otology & Neurology* 2001;22:335-339

## **Erkenntnisse aus den unterschiedlichen Ossikelformen der Tierwelt für die Funktion des Mittelohres**

Hüttenbrink, K.-B., Zahnert, Th., Hofmann, G.

HNO-Universitätsklinik Dresden

Mit dem Übergang der Lebensformen vom Wasser zum Land musste sich der Druckempfänger Ohr an die unterschiedliche Impedanz sowie an variable Drucke der Umwelt anpassen. Die Evolution entwickelte hierfür verschiedenartigste Konstruktionen der Ossikel, die allerdings nicht nur akustischen Zwängen folgen. An einer Sammlung mit 178 Tierossikeln und neueren eigenen Untersuchungen sollten Erklärungen für die unterschiedliche Bauform der Ossikel bei Tieren in unterschiedlichen Umweltbedingungen abgeleitet werden. So lässt sich aus der Form und Größe des Hammergriffs über den Rückschluss auf seine akustische Bedeutung ein Hinweis auf das Lebensumfeld der Tiere ableiten: ein langer Hammergriff ist an ein großes Trommelfell gekoppelt, was besonders für die weitreichenden tiefen Frequenzen geeignet ist und besonders bei Savanntieren anzutreffen ist. Neben dem akustischen Bezug müssen die Ossikel bei Tieren, die sowohl im Wasser als auch auf dem Lande leben (z.B. Seehunde) auch den erheblichen wechselnden Drucken standhalten. Bei diesen Tieren hat die Natur besonders kräftige Ossikel konstruiert, was sich nicht nur bei den Säugetieren, sondern auch bei den Vögeln zeigen lässt. Darüber hinaus hat die Natur weitere Schutzmechanismen gegen erhebliche Aussendrucke für den sensiblen Druckempfänger Ohr entwickelt, wie an einigen Beispielen gezeigt wird. Aus der simplen, aber effektiven Konstruktion der Vogel-Columella lassen sich Ideen für verbesserte Prothesen bei Mittelohroperationen ableiten. Ein derartiges Konstruktionsprinzip wurde bei der neuen Dresdner „Knick-Prothese“ verwandt.

## **Änderung der Stapediusreflexschwelle bei Kompensation der Basilarmembrandispersion durch Stimulation mit phasenoptimierten Tonkomplexen**

Müller-Wehlau, M., Mauermann, M., Dau, T., Kollmeier, B.  
Medizinische Physik - Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg

Eine deutliche Phasenabhängigkeit der Stapediusreflexschwelle (ART) bei Normalhörenden konnte bereits von Kubli et al. [1] unter der Verwendung von schröderphasigen Tonkomplexen gezeigt werden. Ferner zeigten Dau et al. [2] eine signifikante Verbesserung der Ausprägung akustisch evozierter Hirnstammpotentiale durch die Verwendung von phasenoptimierten Chirpsignalen. Diese Chirpstimuli kompensieren die Laufzeitunterschiede auf der Basilarmembran und führen so zu einer höheren Synchronizität der neuronalen Anregung.

Auf dem Hintergrund dieser Experimente und der Tatsache, dass der neuronale Reflexbogen des Stapediusreflexes wesentliche Quellen der Hirnstammpotentiale umfasst, ist hier untersucht worden, ob eine erhöhte Synchronizität der Basilarmembranregung durch die Verwendung von phasenoptimierten Stimuli zu niedrigeren Schwellen für die Auslösung des Stapediusreflexes führt. Unter Verwendung der Methode der Niedrigpegelreflexausdiometrie wurden ART in Normalhörenden gemessen. Die Messungen wurden mit geeignet generierten Tonkomplexen (BMTK) durchgeführt, die in Anlehnung an die Chirpsignale nach Dau die Dispersion auf der Basilarmembran kompensieren. Vergleichsmessungen erfolgten mit zeitlich invertierten Tonkomplexen (invBMTK), die entsprechend zu einer Desynchronisierung der neuronalen Aktivität führen sollten, sowie mit Tonkomplexen mit identischem Amplitudenspektrum aber statistischer Phase.

Für den BMTK zeigt sich eine um 12-16 dB niedrigere Reflexschwelle als für den zeitlich invertierten Stimulus. Die Reflexschwellen für Tonkomplexe mit statistischer Phase liegen zwischen denen für die beiden obigen Reize.

Die Ergebnisse demonstrieren eine deutliche Abhängigkeit der Stapediusreflexschwelle von der Phase der verwendeten Stimuli. Da BMTK und invBMTK etwa die gleiche Lautheit hervorrufen, zeigen die Ergebnisse ferner, dass die Reflexschwelle eher durch die Summe der synchronen neuronalen Anregung bestimmt ist als durch die Lautheit des auslösenden Stimulus.

### **Literatur:**

- [1] Kubli, L., Leek, M., Dreisbach, L., Lentz, J., in *Assoc. For Research in Otolaryngology Abstracts* 599, 200
- [2] Dau, T., Wegner, O., Mellert, V., Kollmeier, B., *J. Acoustical Soc. Am.*, 107(3), p. 1530-1540, 2000.

## **Einfluss der PMCA2 auf die Calciumhomöostase in äußeren Haarzellen**

Ohlrogge, M.<sup>1</sup>, Zeeb, V.<sup>1</sup>, Tempel, B.L.<sup>2</sup>, Moser, T.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>InnenOhrLabor, Universitäts-HNO-Klinik, Göttingen

<sup>2</sup>Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, University of Washington

Mechanische Auslenkung der Stereozilien bewirkt in äußeren Haarzellen (OHC) junger Mäuse einen Anstieg der freien  $\text{Ca}^{++}$ -Konzentration. Der  $\text{Ca}^{++}$ -Einstrom erfolgt wahrscheinlich durch die Transduktionskanäle und durch spannungsabhängige  $\text{Ca}^{++}$ -Kanäle der Zellmembran. Aktive Transportmechanismen befördern das  $\text{Ca}^{++}$  wieder aus der Zelle. Der  $\text{Ca}^{++}$ -ATPase 2 (PMCA2) scheint bei der sehr effektiven  $\text{Ca}^{++}$ -Homöostase der OHCs eine entscheidende Rolle zuzukommen. Mit Hilfe von Fura-2 haben wir den Verlauf der freien  $\text{Ca}^{++}$ -Konzentration in OHCs während der Transduktion untersucht. Hierbei zeigt sich ein unterschiedlicher Zeitverlauf des  $\text{Ca}^{++}$ -Anstiegs sowie des  $\text{Ca}^{++}$ -Abfalls zwischen apikalem und basalem Zellkompartiment mit geringerem Anstieg sowie langsamerem Abfall der  $\text{Ca}^{++}$ -Spiegel im basalen Zellkompartiment. Dies unterstützt die Vorstellung, dass messbarer  $\text{Ca}^{++}$ -Einstrom im apikalen Zellkompartiment stattfindet. Außerdem sprechen die Ergebnisse dafür, dass der wesentlich Ausstrom von  $\text{Ca}^{++}$  im apikalen Zellkompartiment erfolgt. Diese Ergebnisse passen zur Lokalisation der PMCA2 im Bereich der Stereozilien von OHCs. Die Bedeutung von  $\text{Ca}^{++}$  in OHC ist nicht bekannt. Allerdings scheint eine genaue Regulation der  $\text{Ca}^{++}$ -Homöostase eine essentielle Rolle für die Hörfunktion zu spielen, da es in einer Mausmutante, der die PMCA2 fehlt (DFW<sup>2J</sup>), zur Ertaubung und zur Degeneration der Haarzellen kommt. Wir haben in OHCs der DFW<sup>2J</sup>-Mutante eine erhöhte  $\text{Ca}^{++}$ -Konzentration und eine geänderte Kinetik der  $\text{Ca}^{++}$ -Konzentration durch Transduktion beobachtet.

## **Flowzytometrische Analyse des Einflusses von Hypoxie auf Cochlea-Einzelzellkulturen**

Mazurek, B., Winter, E., Fuchs, J., Haupt, H., Jahnke, V., Gross, J.

Universitätsklinikum Charité, HNO-Klinik und Poliklinik, Schumannstr. 20/21, 10117 Berlin

*Einführung:* In der organotypischen Kultur der Cochlea ist eine hohe Vulnerabilität von Haarzellen gegenüber Hypoxie/Ischämie festzustellen. Innere Haarzellen werden dabei deutlich stärker geschädigt als äußere. Um den Einfluß von Hypoxie auf die anderen Zellen der Cochlea (zum großen Teil epithel-, endothel- und fibroblasten-artige Zellen) zu untersuchen, haben wir Einzelzellkulturen von den Regionen Cortisches Organ/Limbus, Stria vaskularis und Modiolus hergestellt und mittels Durchflußzytometer (Fluorescence Activated Cell Scanning = FACS) den Anteil von Apoptose und Nekrose bestimmt.

*Methoden:* Die Einzelzellkulturen wurden aus der Rattencochlea (3.-4. postnataler Tag) hergestellt. Nach Präparation der Cochleastrukturen wurden diese mit 0,05% Trypsin (20 min, 37 °) inkubiert. Nach Abstoppen der Trypsinisierung mit serumhaltigen Medium erfolgte die weitere Vereinzelnung der Zellen mit einer 1 ml Pipette. Nach Aussaat auf eine Mikrotiterplatte und 24 h Wachstum wurden die Zellen einer Hypoxie ausgesetzt (Inkubation der Cochlea in einer Billups-Rothenburg-Kammer, 24 Std., pO<sub>2</sub> in der Atmosphäre 5-10 mm Hg). Die Ablösung der Zellen von der Plastikoberfläche erfolgte nach vorsichtiger Inkubation der Kultur mit Dispase. Die flowzytometrische Messung erfolgte im DMEM/F12- Medium. Die Apoptose wurde mit FITC markiertem Annexin-V und die Nekrose mit Propidiumjodid (PI) nachgewiesen (DAKO GALAXY, Hamburg). In die Beurteilung der Zellen gehen die Bindung der Fluoreszenzfarbstoffe (Annexin-V bindet an Phosphatidylserin an der Außenseite der Zellmembran und PI bindet an die DNS des Zellkerns), die Zellgröße und die Membrangranularität ein.

*Ergebnisse:* Die Zellausbeute pro Cochlea betrug 100.000-200.000 Zellen pro Region (Cortisches Organ/Limbus, Stria vaskularis und Modiolus). Unter Normoxie wurden 6% PI-positive Zellen und 3,5-6,6 % Annexin-FITC-positive Zellen in allen Regionen ermittelt. Nach 24-stündiger Hypoxieexposition der Zellkulturen war keine Zunahme des Anteils der Annexin-FITC-gefärbten und PI-gefärbten Zellen nachzuweisen.

*Schlußfolgerungen:* Die Untersuchungen zeigen, dass Einzelzellkulturen der Cochlea gut mittels Flowzytometrie untersucht werden können. Überraschenderweise ließ sich unter Hypoxieexposition von 24 Stunden kein induzierbarer Anstieg des Anteils von Annexin-FITC und PI gefärbten Zellen in der Cochlea-Primärzellkultur nachweisen. Die untersuchten Einzelzellkulturen weisen eine hohe Hypoxieresistenz auf. Hierzu trägt wahrscheinlich auch die Unreife des Gewebes bei. Der Anteil von apoptotischen Zellen von allen geschädigten Zellen beträgt sowohl in Normoxie als auch in Hypoxie 35-51%.

### *Literatur:*

Hu H.B., Henderson D., Nicotera T.M. (2002) Hearing Research 166:62-71: Involvement of apoptosis in progression of cochlear lesion following exposure to intensive noise

## **Genexpressionsanalyse des Innenohres und von Anteilen der zentralen Hörbahn mit Hilfe der Gen-Array-Technologie**

Stöver, T., Warnecke, A., Averbek, T., Lenarz, Th.  
HNO-Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover,  
Carl-Neuberg-Straße 1, 30625 Hannover

Die Genexpression eines Organs bestimmt u.a. die diesem Organ zur Verfügung stehenden physiologischen Reaktionsmuster. Die Untersuchung der in der Hörbahn exprimierten Gene stellt damit eine der Herausforderungen dar, um die physiologischen Funktionen dieses Systems weiter zu analysieren. Die Weiterentwicklung der zur Verfügung stehenden molekularbiologischen Untersuchungstechniken erlaubt zwischenzeitlich die Charakterisierung vieler Gene gleichzeitig. Die bisher genutzten Techniken (RT-PCR, Northern-Blot, Immunhistochemie) ermöglichten lediglich die Untersuchung eines einzelnen Gens hinsichtlich seiner Expression. Die seit kurzem verfügbare Gen-Array-Technologie (Gen-Chip) bietet einen neuen Untersuchungsansatz, da mit Gen-Arrays Hunderte von Genen gleichzeitig untersucht werden können.

Um die grundsätzliche Anwendbarkeit dieser Methode für Innenohrgewebe zu untersuchen, wurde ein Glas-Slide-Array (Pan Rat 10 K Array, MWG Biotech AG) mit 9715 Gensequenzen verwendet. Innenohrgewebe von 35 Ratten wurde gewonnen und in Modiolus und Corti-Organ separiert. Colliculus inferior diente als Kontrollgewebe. Nach der RNA-Isolation erfolgte die cDNA-Synthese und die Fluoreszenzmarkierung. Nach der Hybridisierung der gewebespezifischen cDNAs wurden die Genexpressionsmuster hinsichtlich signifikant exprimierter Signale analysiert. Die Ergebnisse zeigten, dass auf den Glas-Slide-Arrays etwa dreiviertel der Gene signifikante Hybridisierungssignale aufwiesen (7412 der 9715 Gene). Die Mehrzahl der nachgewiesenen Gene wies eine differentielle Expression in den 3 Geweben auf. Unter den im Innenohr nachgewiesenen exprimierten Genen fanden sich einige bekannte Gene (z.B. peripheres Myelin P0). Von der weitaus überwiegenden Zahl der Gene war aber bislang eine Expression im Innenohr oder dem Colliculus inferior nicht bekannt.

Die vorgestellten Ergebnisse demonstrieren, dass die Gen-Array-Technologie auch für den Bereich der otologischen Forschung anwendbar ist. Diese Technik stellt damit eine interessante Möglichkeit dar, um physiologische Zusammenhänge auf einer molekularen Ebene zu charakterisieren.

## **Mausmutanten mit veränderten afferenten Synapsen der inneren Haarzellen als Tiermodelle der auditorischen Neuropathie**

Brandt, A., Nouvian, R., Khimich, D., Eybalin, M., Striessnig, J., Gundelfinger, E., Moser, T.

Innenohrlabor der HNO-Universitätsklinik Göttingen

Die auditorische Neuropathie ist durch das Vorhandensein von Mikrophonopotentialen und otoakustischen Potentialen bei pathologischen auditorisch evozierten Potentialen gekennzeichnet. Die ursächlichen Pathomechanismen sind weitgehend unklar. Es könnte sich sowohl um Störungen des Hörvorganges im Bereich der inneren Haarzellen (IHZ), ihrer afferenten Synapsen oder der afferenten Dendriten handeln (perisynaptische Audiopathie [Lesinski-Schiedat et al., 2001]).

Wir suchen mit zellphysiologischen Methoden nach pathophysiologischen Mechanismen der perisynaptischen Audiopathie in inneren Haarzellen entsprechender Mausmodelle. Dazu untersuchen wir die Funktion der afferenten Synapse normaler und schwerhöriger Mäuse mit patch-clamp Messungen und optischen Methoden. Die hier vorgestellten Tiermodelle, die  $Ca_v1.3$  ( $Ca^{2+}$ -Kanal)-Knockou-Maus und die Bassoon-(synaptisches Protein- Knockou-Maus, zeigen eine hochgradige Schwerhörigkeit bzw. Taubheit. Diese ist in beiden Fällen durch eine Dysfunktion der inneren Haarzelle und ihrer Synapsen bedingt. Der  $Ca^{2+}$ -Kanalmangel ( $Ca_v1.3$  KO) führt zudem zu einem spezifischen Entwicklungsdefekt der IHZ. So persistieren die efferente, cholinerge Innervation und das unreife Kaliumkanalmuster der IHZ.

### *Literatur:*

Lesinski-Schiedat A, Frohne C, Hemmaouil I, Battmer RD, Lenarz T (2001): [Subjective deafness in case of perisynaptic audiopathy. Isolated defects of the inner haircells?]. *Laryngorhinootologie* **80**,601-604.

## **Richtungshören und Lateralisation bei unterschiedlichen Stimulusbedingungen**

Döring, W.H.<sup>1</sup>, Harke, K.Ch.<sup>2</sup>, Nacken, A.<sup>3</sup>, Erkwow, R.<sup>3</sup>, Vorländer, M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> HNO-Klinik des Universitätsklinikums Aachen

<sup>2</sup> Neurologische Klinik des Universitätsklinikums Aachen

<sup>3</sup> Psychiatrische Klinik des Universitätsklinikums Aachen

<sup>4</sup> Institut für Technische Akustik der RWTH-Aachen

*Hintergrund und Fragestellung:* Die Lokalisationsleistung des Menschen im freien Schallfeld als auch in virtueller akustischer Umgebung hängt von der Art der präsentierten Schallsignale (Sprache, Rauschen) und von den Stimulusparametern, wie z.B. der Bandbreite, dem Darbietungspegel und der Stimulusdauer ab. Im Rahmen eines übergeordneten Forschungsprojekts zum Raumhören wurde in einer Studie untersucht, in welcher Weise die Stimulusbedingungen die Lokalisationsleistung beeinflussen und ob sich die Ergebnisse auch in den Wahrnehmungsschwellen für interaurale Intensitäts- und Zeitdifferenzen bei Lateralisationsversuchen über Kopfhörer widerspiegeln.

*Patienten und Methode:* 20 normalhörende Probanden wurden einem Richtungshörttest in der Horizontalebene im freien Schallfeld (Kreis mit 12 Lautsprechern) und in einer virtuellen Schallfeldreproduktion über 2 Lautsprecher (HRTF-basierte Echokompensation) unterzogen. Dabei wurden sowohl Sprachstimuli als auch kurze Rauschbursts (rosa Rauschen) verwendet. Über Kopfhörer wurden die Wahrnehmungsschwellen für interaurale Intensitäts- und zeitdifferenzen in Lateralisationsversuchen ermittelt.

*Ergebnisse:* Die Auswertung der Richtungshörttest für die vier Konditionen ergab im Mittel die besten Lokalisationsleistungen für die Sprachstimuli im freien Schallfeld. Für die kurzen Rauschbursts ergaben sich deutlich schlechtere Ergebnisse. Das virtuelle Schallfeld ergab für beide Stimulusbedingungen deutliche Einschränkungen der Lokalisationsleistungen. Eine ähnliche Tendenz, d.h. ein Ansteigen der Wahrnehmungsschwellen mit abnehmender Stimulusdauer, zeigte sich auch in den Lateralisationsversuchen über Kopfhörer.

*Schlußfolgerungen:* Für die Untersuchung der Lokalisationsleistungen bei Patienten wäre es eine wesentliche Vereinfachung, wenn die Messungen in virtueller akustischer Umgebung über zwei Lautsprecher oder über Kopfhörer durchgeführt werden könnten. In beiden Fällen sind jedoch deutliche Einschränkungen in der Lokalisationsleistung zu erkennen. Die für die Untersuchung des Raumhörens mit evozierten Potentialen oder der funktionellen Bildgebung notwendigen kurzen Schallreize führen ebenfalls zu einer Einschränkung der Lokalisationsleistung, die bei der Interpretation der Ergebnisse mit diesen Verfahren berücksichtigt werden muß.



## **Funktionelle Anatomie des Richtungshörens bei schizophrenen Kranken mit akustischen Halluzinationen**

Erkwoh, R.<sup>1</sup>, Rodón, A.<sup>1</sup>, Nacken, A.<sup>1</sup>, Vorländer, M.<sup>2</sup>, Döring, W.H.<sup>3</sup>, Schnitker, R.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Klinik für Psychiatrie und Psychotherapie der RWTH-Aachen

<sup>2</sup> Institut für Technische Akustik der RWTH-Aachen

<sup>3</sup> HNO-Klinik der RWTH-Aachen

<sup>4</sup> Neurofunctional Imaging Laboratory (IZKF-ZNS) der RWTH-Aachen

*Hintergrund und Fragestellung:* Bei schizophrenen Patienten mit akustischen Halluzinationen wurden Dysfunktionen der Lokalisationsfähigkeit von Schallereignissen im Freifeld nachgewiesen, die für die Externalisation dieser subjektiven Höreignisse verantwortlich sein können. Die zerebralen Netzwerke, die für diese dysfunktionale Leistung verantwortlich sind, sind jedoch noch unbekannt.

*Patienten und Methode:* Schizophrene Patienten mit und ohne akustische Halluzinationen sowie eine Referenzgruppe hörgesunder Probanden wurden im Freifeld Richtungshörversuchen in der Horizontalebene unterzogen und im fMRI untersucht mit über Kopfhörer angebotenen Geräuschen (Rosa Rauschen), die entweder aus dem Raum kommend oder in der Kopfmittle wahrgenommen wurden. Es wurde ein event-related Design verwendet.

*Ergebnisse:* Wir demonstrieren signifikante Differenzen in der Lokalisationsleistung der Schallereignisrichtungen zwischen gesunden und schizophrenen Patienten. Befunde aus Gruppenauswertungen der fMRI Aufnahmen zeigen im Vergleich zwischen Patienten und Kontrollen eine signifikante Differenz der durch die Stimuli aktivierten auditorischen Cortexareale, die der sogenannten dorsalen „Wo-Bahn“ („Where-pathway“) entsprechen.

*Schlußfolgerungen:* Aus der Verknüpfung der Ergebnisse des Richtungshörttests mit Ergebnissen aus einem 'event-related fMRI' Paradigma mit Stimuli, die 'im Kopf' versus 'außerhalb des Kopfes' lokalisiert werden, ergeben sich Hinweise auf die zerebrale Repräsentation des Raumhörens im Vergleich der verschiedenen Probandengruppen.

## Hyperakusis-Diagnostik und Therapie beim Tinnituspatienten

Lebisch, H., Pilgramm, M.

Institut für Tinnitus Forschung und Therapie  
in.ti – Bad Meinberg

Die Erfahrung zeigt, dass der im Rahmen einer Behandlung des chronischen Tinnitus geschilderte Leidensdruck verschiedene Ursachen haben kann. Dabei hat in den meisten Fällen die subjektive Beeinträchtigung des jeweiligen Patienten nichts mit der meßbaren Tinnituslautstärke zu tun. Desweiteren findet man eine große Anzahl von Tinnituspatienten, deren Hauptproblem in einer Hyperakusis oder Hörminderung besteht.

Weit über 40% der Tinnitusbetroffenen klagen über Lärmüberempfindlichkeit. Eine zielgerichtete Tinnitustherapie beim Hyperakusisbetroffenen führt in den meisten Fällen neben dem Abbau der Lärmüberempfindlichkeit auch zur signifikanten Tinnitus-Leidensdruckreduzierung. Im Rahmen der Diagnostik und Therapie muß in diesen Fällen die Behandlung von Hyperakusis im Vordergrund stehen.

Eine wichtige Hilfestellung bei der Identifizierung der Belastungsschwerpunkte liefert das von uns entwickelte Audiologische-Belastungs-Inventar (ABI (1)) in Verbindung mit dem Ton-Audiogramm.

In der Therapie wurde mit den Hyperakusis-Patienten für die Dauer des Aufenthaltes ein, nach neuentwickelten Regeln abgestuftes Training mit ausgewählten Musikstücken oder Naturgeräuschen, entsprechend dem individuellen Befinden durchgeführt und neu bewertet (1), (2).

Die Ergebnisse nach der Therapie zeigten, daß mit einem individuellen Hyperakusistraining auch der Tinnitusleidensdruck signifikant zurückging.

### Literatur:

- (1) Pilgramm M., Lebisch H., Pehle W.: Ein neues Frageninventar zur Schwerpunktbestimmung des Leidensdruckes bei chronischen Tinnituspatienten, ADANO 2001
- (2) Goebel, G. & Hiller, W.: Tinnitus Fragebogen, Hogrefe Verlag, Göttingen, 1998

## **Volkssymptom Tinnitus – Stellenwert in der Diagnostik des Akustikusneurinoms**

Schwager, K., Shehata-Dieler, W.E., Helms, J.

Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten der Universität Würzburg

Tinnitus gilt neben Hörminderung als ein Frühsymptom bei Tumoren im inneren Gehörgang. Auf der anderen Seite stellt der Tinnitus ein in der Bevölkerung häufig zu beobachtendes Phänomen oft ohne erkennbare Ursache dar. Von 1987 bis 2000 wurden an der Universitäts-HNO-Klinik Würzburg 477 Patienten mit einem Akustikusneurinom auf rein otochirurgischem (transtemporalem bzw. translabyrinthärem) Zugangsweg operiert. Von diesen Patienten wiesen bei Diagnosestellung 370 ein mehr oder weniger ausgeprägtes Ohrgeräusch auf. Vergesellschaftet war dies meist mit weiteren Innenohrstörungen wie Hörverlust (332) entweder als schleichend progrediente Hörminderung oder als Hörsturz bzw. rezidivierender Hörsturz (124). Das Ohrgeräusch allein war bei 20 Patienten das führende Symptom eines Tumors im inneren Gehörgang. Bei 15 von diesen Patienten ergab sich eine pathologische Hirnstammaudiometrie, bei 5 Patienten konnte ein Tumorhinweis erst durch die Magnetresonanztomographie erbracht werden. Das Ohrgeräusch als alleiniges Symptom ist sicher eine seltene Befundkonstellation im Frühstadium eines Akustikusneurinoms. Es bedarf vor allem bei einseitigem Auftreten und bei jüngeren Patienten einer genaueren diagnostischen Abklärung einschließlich Magnetresonanztomographie.

**Auditory Steady-State Evoked Potentials (ASSEPs) combined with  
click-evoked Brainstem Auditory Evoked Potentials (BAEPs)  
in the diagnosis of suspected hearing loss**

Deltenre, P., Beckers, E., De Groote, F.

Université Libre de Bruxelles. Brugmann & HUDERF Hospitals. Evoked Potentials Laboratory &  
Dept. of Anaesthesiology. Brussels Belgium.

ASSEPs have become recently available for objective neurophysiological evaluation of frequency-specific auditory thresholds. ASSEPs are evoked by pure-tones sinusoidally modulated in amplitude and frequency at modulation frequencies comprised between 80 and 100 Hz. Stimuli above threshold evoke a peak of spectral energy at the modulation frequency in the ongoing cerebral electrical activity. Analysis therefore takes place in the frequency domain. A maximum of 64 successive samples are acquired for any given stimulus and a Fourier transform of each sample is computed. The distribution of the phase angles at the target (modulation) frequency is statistically analyzed in order to detect significant coherence indicating the presence of a response. The scoring procedure is therefore entirely objective. The correlation between ASSEPs and behavioural threshold is sufficiently tight as to allow pure-tone audiogram extrapolation from electrophysiological thresholds.

We have systematically explored the behaviour of ASSEPs in more than 50 children referred over a three-month period to click-evoked BAEPs for suspected hearing loss including referrals from neonatal screening. The results from click-evoked BAEPs have been used as the golden standard against which the yield of ASSEPs have been evaluated.

The first results from this systematic comparison show that:

1. It is possible to derive frequency-specific thresholds at octave frequencies ranging from 250 to 8000 kHz in about 20 minutes.
2. The technique is significantly sensitive to the quality of the recorded cerebral activity: contamination by slight amounts of electromagnetic or electromyographic activity rapidly deteriorates performance. The technique therefore works best under peaceful (natural or induced) relaxed sleep conditions.
3. Up to now, ASSEPs and BAEPs results have proved to be fairly coherent with respect to audiometric profile determination. The two techniques also appear to be complementary. ASSEPs provide easily the long-sought frequency-specific thresholds whereas click-evoked BAEPs often provide additional information about physiopathology (conductive component, recruitment, retrocochlear disease).

## **Langzeitbeobachtung nach akustischer Belastung durch Freizeitlärm**

Schmuziger, N., Fostiropoulos, K., Smurzynski, J., Probst, R.

HNO-Universitätsklinik Basel, Schweiz

*Fragestellung:* Der Langzeitverlauf nach einmaligem Ereignis einer freizeitbedingten akuten Lärmschwerhörigkeit oder eines Knalltraumas wurde untersucht.

*Patienten und Methode:* 43 Personen (15 Frauen, 28 Männer) wurden nachuntersucht, bei denen vor Jahren, unmittelbar nach einem Ereignis mit akuter Lärmschwerhörigkeit oder Knalltrauma, in unserer Klinik ein Tonaudiogramm durchgeführt wurde. Ausschlusskriterien waren wiederholte Lärmbelastung, subjektiver Hörverlust vor Erstuntersuchung, Ohroperationen und eine rezidivierende Otitis media. Für die Erfassung der mit einer akustischen Belastung assoziierten Symptome Hörminderung, Lärmempfindlichkeit und Ohrensausen benutzten wir bei der Folgeuntersuchung einerseits visuelle Analogskalen (VAS) zur Selbstbeurteilung und andererseits zur Fremdbeurteilung eine Modifikation des strukturierten Tinnitus-Interviews (STI) von Goebel und Hiller. Die audiologische Untersuchung beinhaltete eine Impedanzaudiometrie sowie Tonaudiometrie von 0.5-16 kHz, die Bestimmung der Unbehaglichkeitsschwelle und bei vorhandenem Tinnitus eine Tinnitometrie. Die Auswertung der audiologischen Daten erfolgte im Vergleich mit einer ohrgesunden Kontrollgruppe ohne wesentliche Lärmbelastung.

*Ergebnisse:* Nach einem durchschnittlichen Zeitraum von 6 Jahren nach Ereignis (Bereich:1–16 Jahre) gaben gut 50% der Personen eine Lärmempfindlichkeit und 65% der Personen einen Tinnitus an, wobei die psychische Belastung durch diese Symptome überwiegend leichtgradig war. Bei den Personen nach akuter Lärmschwerhörigkeit normalisierte sich der Hörverlust, während der mittlere Hörverlust von 3-8 kHz nach akutem Knalltrauma nur teilweise regredient war. Die Korrelation zwischen mittlerem Hörverlust von 3-8 kHz bei Ereignis und mittlerem Hörverlust von 9-16 kHz bei der Folgeuntersuchung war signifikant.

*Schlussfolgerungen:* Bei über der Hälfte der Personen mit einmaligem Ereignis einer freizeitbedingten, akuten Schwerhörigkeit oder eines Knalltraumas persistierte die Lärmempfindlichkeit und/oder der Tinnitus bei allerdings meist leichtgradiger psychischer Belastung.

## **Pädagogische Implikationen des Trainings von basalen auditiven Zentralfunktionen**

Tewes, U.

Abteilung für Medizinisch Psychologie, Zentrum für Öffentlicher Gesundheitspflege, Medizinische  
Hochschule Hannover

*Hintergrund und Fragestellung:* Die Annahme, dass Beeinträchtigungen basaler auditiver Zentralfunktionen für phonologische Defizite verantwortlich sind (Buller & Ptok, 2001) und dass ein Training dieser Funktionen auch die Lese-Rechtschreibleistungen steigert, kann bisher nicht als gesichert gelten und lässt sich nur im Rahmen von Interventionsstudien überprüfen. Für eine Bestätigung dieser Annahme würde sprechen, wenn diese Funktionen in einem Zusammenhang mit kognitiven Funktionen, wie Aufmerksamkeit und Konzentration, Buchstaben- und Worterkennung, sowie Leistungen in der Rechtschreibung stünden und ein gezieltes Training dieser Funktionen auch nicht nur zu deren Steigerung sondern auch zur Reduktion der Fehlerzahlen bei der Rechtschreibung führen würde.

*Patienten und Methode:* In der vorliegenden Studie wurden die visuelle und die akustische Ordnungsschwelle, das Richtungshören, die Tonhöhendiskrimination, die auditive-motorische Koordination, die Choice-Reaction-Time, die auditive Mustererkennung mit Hilfe des Brainboy-Universal Professional der MediTECH Electronic GmbH untersucht. Die Trainierbarkeit dieser Funktionen wurde zunächst über einen Zeitraum von fünf Wochen an 51 Kindern überprüft (Michalski & Tewes, 2001) und dann erneut an 28 Drittklässlern mit Leserechtschreibstörungen über einen Zeitraum von sechs Monaten (Tewes, Steffen & Warnke, 2002). Die Ergebnisse wurden mit denen annähernd gleich großer Kontrollgruppen verglichen, die während dieser Zeiträume nicht trainiert wurden.

*Ergebnisse:* Die hier erfassten basalen auditiven Zentralfunktionen sind bei Kindern mit Lese-Rechtschreibstörungen stärker beeinträchtigt als bei Kindern mit unauffälligen Lese-Rechtschreibleistungen. Ein regelmäßiges Training verbessert die Leistungen in den Basalfunktionen bis auf das Durchschnittsniveau der normal entwickelten Kinder, wobei nach einem Vierteljahr offensichtlich keine wesentlichen Lernfortschritte mehr zu erwarten sind. Im Gegensatz zur Kontrollgruppe kam es bei den trainierten Kindern zu signifikanten Verbesserungen der Rechtschreibleistungen im DRT-3, wobei sich durch einzusätzliches Lateraltraining ein additiver Effekt erzielen ließ.

*Schlussfolgerungen:* Bei Kindern mit schlechten Leserechtschreibleistungen lassen sich häufiger Hörstörungen nachweisen als bei Kindern ohne Leistungsbeeinträchtigungen. Ein gezieltes Training der basalen Hörfunktionen wirkt sich auch auf die Fehlerzahl im Diktat aus wobei sich die Effekte durch ein zusätzliches Lateraltraining steigern lassen. Durch das kombinierte Training wird die Fehlerzahl innerhalb von vier Monaten fast halbiert. Die kausale Interpretation derartige Effekte erfordert jedoch weitere neuropsychologische Untersuchungen. Außerdem ist ein Vergleich der Effekte verschiedener Trainingsmethoden zu empfehlen, um Aufwand und Nutzen fair gegeneinander abwägen zu können.

### *Literatur:*

Buller, N. & Ptok, M. (2001). Basale auditive Verarbeitungsfähigkeit und phonologische Bewusstheit im Vorschulalter – Vortrag zur 1. Jahrestagung der Gesellschaft für Aphasieforschung und –behandlung in Bielefeld vom 1.-3. November 2001.

Michalski, S. & Tewes, U. (2001). Zentrale Hörstörungen nachweislich trainierbar? Hörakustik, 10, 98-106.

Tewes, U. Steffen, S. & Warnke, F. (2003). Automatisierungsstörungen als Ursache von Lernproblemen. Forum Logopädie 1/2003 (im Manuskript).

## **Psychometrische Untersuchung der auditiven Perzeptionsleistung bei Kindern mit Verdacht auf auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen**

Meister, H., von Wedel, H., Walger, M.

Universitäts-HNO-Klinik Köln

In den letzten Jahren ist die Verdachtsdiagnose „Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen“ (AVWS) bei Kindern mit zunehmender Häufigkeit gestellt worden. Der Begriff AVWS wird meist symptomorientiert verwendet, wobei das Störungsbild von einer Vielzahl nicht-auditiver Effekte beeinflusst werden kann. In der Regel wird der Verdacht an schulischen Leistungsstörungen oder Verhaltensauffälligkeiten festgemacht. In diesem Zusammenhang sind typische Beschreibungen, dass das Kind beispielsweise den Lehrer im Klassenverband schlecht versteht oder die Einfallrichtung von Schallereignissen schlecht erkennen kann.

Um die Beobachtungen der Eltern standardisiert erfassen zu können, wurde eine Fragensammlung mit insgesamt 51 Items vorgelegt, die mit einer 5-stufigen Likert-Skala beantwortet werden sollten. An der Befragung nahmen 215 Eltern von mit der Verdachtsdiagnose AVWS vorgestellten Kindern teil. Zusätzlich wurde eine Kontrollgruppe (n=85) mit gleicher Alters- und Geschlechtsverteilung berücksichtigt.

Die einzelnen Items wurden zunächst hinsichtlich der Häufigkeit ihrer Beantwortung und der Trennung zwischen klinischem Kollektiv und Kontrollgruppe untersucht. Fragen, welche hinreichend häufig beantwortet wurden und klar zwischen den beiden Gruppen differenzierten, wurden einer Faktorenanalyse unterzogen. Dabei ergaben sich 7 gut interpretierbare Komponenten, die sich beispielsweise auf das Sprachverstehen bei konkurrierenden Signalen, die Reaktionen auf mündliche Anweisungen und die Diskriminierung von Sprachsignalen bezogen. Die interne Konsistenz der einzelnen Faktoren wurde mit einer Reliabilitätsanalyse bestimmt.

Anhand der Ergebnisse werden Möglichkeiten und Grenzen eines Inventars zur psychometrischen Untersuchungen der auditiven Perzeptionsleistungen bei Kindern mit Verdacht auf AVWS diskutiert.

## Haben permanent peripher hörgestörte Kinder auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen?

Kiese-Himmel, Chr.

Abt. Phoniatrie und Pädaudiologie, Universitätsklinikum Göttingen

*Hintergrund:* Eine auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörung (AVWS) ist in Deutschland per definitionem an ein regelrechtes peripheres Hörvermögen gebunden (Ptok et al., 2000). *Patienten und Methode:* Alle schallempfindungsgestörten Kinder des „Göttinger Hör-Sprachregisters“ ab einem Lebensalter von 3;0 Jahren (mittl. Hörverlust >25 dB bei 0,5, 1, 2, 4 kHz; Erstdiagnosen im Zeitfenster vom 01.10.1994 bis 31.12.2001) wurden hinsichtl. ihrer nonverbalen Intelligenzhöhe sowie sprachbasierter auditiver Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen mit standardisierten Tests untersucht (im Mittel 1,7 Monate nach der Hörgeräteversorgung). Hierzu wurden die Subtests „Wörter Ergänzen“, „Laute Verbinden“, „Zahlenfolgedächtnis“ des „Psycholinguistischen Entwicklungstests“ verwendet (Angermaier, 1977). 50 Kinder (23 unilateral, 27 bilateral hörgestört) gingen in das Studienkollektiv ein. Ausgeschlossen waren mehrfach behinderte Kinder und Kinder mit zusätzlichen Schalleitungsstörungen. *Ergebnisse:* Am häufigsten ist das phonologische Arbeitsgedächtnis (unabhängig vom Hörstörungsgrad) eingeschränkt (in 32% aller Fälle), was die Verbindung von zentral-auditiver Verarbeitung und allgemein kognitiver Entwicklung belegt. Es folgen Störungen in der Lautsynthese (28%) sowie auditive Ergänzungsstörungen (22%). Bei Unterteilung des Studienkollektivs in „Geringgradige Hörstörung“ (= unilateral oder leichtgradig bilateral hörgestört, n=30) vs. „Nicht-Geringgradige Hörstörung“ (= bilaterale Störungen ab mittelgradigem Hörverlust, n=20) zeigen sich signifikante Gruppendifferenzen in allen mittleren auditiven Testleistungen zugunsten der „Kinder mit geringgradiger Hörstörung“. Ausgeprägt ist der Zusammenhang einiger auditiver Testleistungen mit der nonverbalen Intelligenzhöhe. *Schlussfolgerungen:* Sprachbasierte auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen sind auch bei schallempfindungsgestörten Kindern, insbesondere bei solchen mit bilateralem Hörverlust ab mittelgradigem Ausmaß anzutreffen. Die Ergebnisse geben Anlass, die als Arbeitshypothese formulierten Definition einer AVWS noch einmal zu überdenken.

### Literatur:

Angermaier M (1977) Psycholinguistischer Entwicklungstest (2. korr. Aufl.). Weinheim: Beltz

Ptok M, Berger R, von Deuster Chr, Gross M, Lamprecht-Dinessen A, Nickisch A, Radü HJ, Uttenweiler V (2000) Auditive Verarbeitungs- und Wahrnehmungsstörungen. Konsensus-Statement. HNO 48: 357-360



**Die Regensburger Variante des Oldenburger Kinderreimtest (OLKI)  
für Untersuchungen zum Sprachverstehen von Kindern  
im sprachsimulierenden Störgeräusch: Normalwerte für Kinder  
im Alter von 7-10 Jahren und Untersuchungen mit kleinen Patienten**

Steffens, Th.

Universitäts-HNO-Klinik Regensburg

*Hintergrund:* Für die Bestimmung des Sprachverstehens im Störgeräusch bei Kindern benötigen die vielfach angewendeten Mainzer- oder Göttinger Kindertests eine besonders hohe Konzentration auf das einsilbige Zielwort, das plötzlich, ohne Hilfestellung aus dem Störgeräusch erklingt, da sie keine Aufmerksamkeitslenkung auf das Zielwort besitzen. Deshalb kann nicht unterschieden werden, ob ein Fehler aufgrund von Hörstörungen oder von mangelnder Konzentration entstanden ist. Das Design des OLKI ist durch den Ankündigungssatz vor jedem zweisilbigen Zielwort formell ideal für Untersuchungen im Störgeräusch. Ziel dieser Untersuchung war es, eine Variante des OLKI für Messungen im Störgeräusch zu erstellen, an normalhörenden Kindern zu validisieren und bei kleinen Patienten anzuwenden.

*Methode:* Als Störgeräusch wurde das unmodulierte sprachsimulierende Rauschen nach ICRA1 verwendet. Als besonders wichtig erwies sich ein Pegelausgleich zwischen den im Original stark schwankenden Zielwortpegel, sowie ein konstantes Signal-Rausch-Verhältnis im Zeitbereich der Zielwörter. An 55 normalhörenden Kindern (7 bis 10 Jahre) und 46 Kindern (5 – 16 Jahre) mit Verdacht auf eine auditive Wahrnehmungsstörung wurde das Sprachverstehen im Störgeräusch bei drei unterschiedlichen Signal-Rausch-Verhältnissen (0 dB SN, -5 dB SN, -10 dB SN) diotisch mit Kopfhörern untersucht. Der Sprachpegel betrug 65 dB SPL und wurde konstant gehalten, der Störgeräuschpegel wurde variiert.

*Ergebnisse:* Bei 0 dB SN ergab sich ein normales mittleres Sprachverstehen von 91% (+/-7%), bei -5 dB SN 75% (+/-11%) und bei -10 dB SN 55% (+/-14%). Die Diskriminationsfunktion ( $r=0,997$ ) ergab eine Schwelle des Sprachverstehens L50 von -10,9 dB SN, bei einer Steigung von 4,95 %/dB SN. In der Patientengruppe zeigten lediglich 13% der Kinder in allen drei S/N-Gruppen ein zu schlechtes Sprachverstehen. 11% der Kinder zeigten auffällige Leistungen bei -5 und -10 dB SN. Nur 4% der Patienten zeigten in Teilen auffällige Befunde, die auf eine Konzentrationsschwäche während einzelner Testphasen zurück zu führen waren.

*Fazit:* Die Regensburger Variante des OLKI eignet sich hervorragend für Untersuchungen des Sprachverstehens im Störgeräusch, auch bei nicht optimaler Konzentrationsfähigkeit.

## **Vorteile von Richtmikrofonen 2. Ordnung beim Sprachverstehen in unterschiedlichen Störlärmumgebungen**

Baumann, J.W.

Siemens Audiologische Technik GmbH, Erlangen

*Fragestellung:* In der hier vorgestellten Untersuchung, die in Zusammenarbeit mit dem Hörzentrum Oldenburg durchgeführt wurde, wurden zwei moderne Richtmikrofone, ein Richtmikrofon 1. Ordnung (TwinMic) und ein neu entwickeltes Richtmikrofon zweiter Ordnung (TriMic) in verschiedenen räumlichen Störlärsituationen untersucht. Ziel der Untersuchung war, festzustellen, welcher Richtmikrofontyp in kritischen Störlärmumgebungen zu höherem Sprachverstehen führt. Da es um die Beantwortung prinzipieller Fragen ging, wurde die Untersuchung mit 8 normalhörenden Versuchspersonen durchgeführt, die alle gleich, mit einer breitbandigen Verstärkung von 10 – 15 dB und geschlossener Otoplastik, versorgt wurden. Als Sprachtest wurde der Oldenburger Satztest verwendet. Das Sprachsignal wurde immer von vorn präsentiert. Der Lautsprecher befand sich dabei innerhalb des Hallradius. Der Störschall (OLSA-Rauschen) wurde in der ersten Testreihe mit einem Lautsprecher nacheinander aus verschiedenen Richtungen angeboten, in der zweiten Testreihe gleichzeitig aber unkorreliert aus 5 Lautsprechern, die um den Hörer herum innerhalb des Hallradius angeordnet waren. In der dritten Testreihe wurden Lautsprecher außerhalb des Hallradius in einem großen leeren Raum so angeordnet, dass ein möglichst diffuses Schallfeld entstand.

*Ergebnis:* Mit nur einer Störschallquelle zeigt sich nur wenig Unterschied im gemessenen SRT zwischen TwinMic und TriMic. Die höhere Richtwirkung des TriMic verbessert den SRT jedoch um bis zu 2 dB bei einzelnen Störquellen von hinten. Bei mehreren unkorrelierten Störschallquellen innerhalb oder außerhalb des Hallradius zeigte sich ein deutlicher Vorteil des TriMic von bis zu 3 dB Verbesserung des SRT gegenüber dem TwinMic und mehr als 6 dB gegenüber dem omnidirektionalen Mikrofon.

*Schlussfolgerung:* Besonders in Umgebungen mit vielen einzelnen Störlärmquellen oder im diffusen Schallfeld bietet ein Richtmikrofon 2. Ordnung (TriMic) durch seine höhere Richtwirkung wesentliche Vorteile für das Verstehen in größeren gesellschaftlichen Gruppen oder in halligen Räumen.

## Defizite bei der Kategorisierung der Richtung linear frequenzmodulierter Töne: Charakterisierung und Ursachen

Böckmann, M.<sup>1</sup>, Scheich, H.<sup>2</sup>, Brechmann, A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Abteilung für Experimentelle Audiologie und Medizinische Physik

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

<sup>2</sup>Leibniz-Institut für Neurobiologie Magdeburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Die Sprachmelodie (Prosodie) ist im wesentlichen durch zeitliche Veränderung der Grundfrequenz der Stimme gekennzeichnet. Zahlreiche Studien an Patienten mit einseitigen Hirnschädigungen sprechen der rechten Hemisphäre eine besondere Rolle bei der Erkennung von Prosodien zu. Die dafür verantwortlichen neuronalen Mechanismen sind jedoch in wesentlichen Punkten ungeklärt. Als vereinfachtes Modell für den Grundfrequenzverlauf der Stimme, unabhängig von semantischen Aspekten der Sprache, eignen sich linear frequenzmodulierte Töne (FM). Seit kurzem gibt es Hinweise, dass die rechte Hemisphäre bei der Beurteilung der Modulationsrichtung (aufwärts vs. abwärts) eine besondere Rolle spielt. Eine fMRI-Studie an gesunden Probanden zeigte eine Korrelation zwischen der Diskriminationsleistung der Probanden und der jeweiligen Aktivierung des Planum temporale im rechten Hörkortex. Ein Proband dieser Studie hatte jedoch signifikante Defizite bei dieser Aufgabe und zeigte eine stark linkslaterale Hörkortex-Aktivierung. Daraus ergab sich die Frage, ob der Frequenzhub  $Dff_o$ , die Dauer  $D$  oder die Anstiegsrate  $Df/D$  der wesentliche Parameter für dieses Defizit ist.

*Patienten und Methode:* Ein psychoakustisches Paradigma bestehend aus FM verschiedener Mittenfrequenz, Frequenzhub und Dauer dient zur Charakterisierung der Diskriminationsleistung von Probanden/Patienten deren Aufgabe darin besteht, die Richtung der FM (aufwärts vs. abwärts) zu kategorisieren. In Abhängigkeit des jeweiligen Ergebnisses lässt sich dann mittels fMRI die Hörkortex-Aktivierung während einer individuell angepassten FM-Richtungskategorisierung visualisieren.

*Ergebnisse:* Das psychoakustische Paradigma liefert für verschiedene Probanden insgesamt Trefferraten zwischen 90% und zufällig. Im einzelnen hängen die Trefferraten deutlich vom Frequenzhub ab. Der Proband mit einem signifikanten Defizit bei der Richtungskategorisierung von 400 und 600 ms langen FM zeigte bei längeren FM (700 ms und 1000 ms) mit derselben Anstiegsrate eine sehr hohe Diskriminationsleistung, jedoch weiterhin eine stark linkslaterale Hörkortex-Aktivierung.

*Schlussfolgerungen:* Eine chronische linksseitige Otitis media im Kindesalter könnte darauf hinweisen, dass der untersuchte Proband bei dieser Aufgabe die auf die FM-Richtung spezialisierten rechtshemisphärischen Areale nicht im gleichen Umfang wie Normalprobanden nutzen kann, sondern auf linkshemisphärische Areale angewiesen ist. Mit dem psychoakustischen Paradigma lässt sich die Diskriminationsleistung von Probanden schnell und hinreichend gut quantifizieren. Das unterstreicht die parallele Bestimmung der Diskriminationsschwellen bei aufwärts gerichteten gegen abwärts gerichtete FM bezüglich des Frequenzhubs.

### Literatur:

Brechmann A, Baumgart F, Scheich H (2002) Sound-Level-Dependent Representation of Frequency Modulations in Human Auditory Cortex: A Low-Noise fMRI Study. J Neurophysiol 87: 423-33

## **Vergleich verschiedener Codierungsstrategien zur Musikwahrnehmung mit dem Cochlea-Implantat**

Büchler, M., Lai, W., Dillier, N.

Universitätsspital Zürich, ORL-Klinik, CH-8091 Zürich

*Einleitung:* Die heute üblichen Codierungsstrategien in Cochlea-Implantaten (CI) sind in erster Linie für ein möglichst gutes Sprachverständnis optimiert. Musik wird mit diesen Strategien jedoch nur unbefriedigend verarbeitet und dargeboten. Das Ziel ist es deshalb, eine für die Musikwahrnehmung besser geeignete Strategie zu finden.

*Methodik:* Allgemein sind bei der Entwicklung neuer Codierungsstrategien für CIs subjektive Tests mit Patienten ein wichtiger Bestandteil der Forschung. Es wurde deshalb unter Matlab eine Testoberfläche entwickelt, mit welcher Stimuli, die mit unterschiedlichen Strategien codiert worden sind, dem CI-Träger dargeboten und von ihm verglichen werden können (*paired comparison*). Die Testoberfläche verwendet die von Cochlear bereitgestellte Software NIC (*Nucleus Implant Communicator*). Ein wichtiger Vorteil dieses Systems ist, dass die Stimuli direkt vom PC an den Sprachprozessor des CIs übermittelt werden, und damit Lautstärkeschwankungen, wie sie bei Freifeldtests erfolgen können, ausgeschlossen sind.

*Ergebnisse:* Neben der Testoberfläche werden vorläufige Resultate von bisher verglichenen Strategien präsentiert, wie zum Beispiel die für die Musikwahrnehmung als optimal empfundene Stimulationsrate.

*Schlussfolgerung:* Das vorgestellte System bietet eine nützliche Grundlage zur Weiterentwicklung von Codierungsstrategien für CIs, insbesondere für die Darbietung von Musik. Durch den Vergleich verschiedener Strategien konnten bereits wertvolle Erkenntnisse über die Parameter zukünftiger Strategien gewonnen werden.

## **Schwerhörigkeit im Alter anhand einer Untersuchung in einer geriatrischen Klinik**

Eichhorn, S.\*, Hesse, G.\*\*\*, Laubert, A.\*

\*HNO-Klinik Univ. Witten-Herdecke, Kath. Krankenhaus Hagen gGmbH

\*\*Tinnitusklinik Bad Arolsen

Die Schwerhörigkeit im Alter ist noch immer ein vernachlässigtes Thema. Nicht zuletzt, da die zur Verfügung stehende Therapie, die Hörgeräteversorgung, in der Bevölkerung meist unzureichend akzeptiert wird. In der vorliegenden Untersuchung soll anhand von Patienten einer Geriatrischen Klinik das Hörvermögen, die Hörgeräteversorgung und mögliche Risikofaktoren der Schwerhörigkeit erfasst werden.

Bei 60 Patienten älter als 65 Jahre wurde neben den Spiegelbefunden die Anamnese anhand eines Fragebogens erhoben. Zur Beurteilung des sozialen Hörvermögens diente der „Social-Hearing-Handicap-Index“ (SHHI) nach v.Wedel. Neben Ton- und Sprachaudiogramm kamen zur Überprüfung der cochleären Funktion die Distorsionsprodukte der Otoakustischen Emissionen über acht Frequenzen zur Anwendung. Zur Erfassung einer neurale Komponenten wurde der dichotische Sprachverständlichkeitstest nach Feldmann verwendet.

Bei dem vorwiegend weiblichen Patientengut ergab sich eine Diskrepanz zwischen subjektivem Hören und Hörgeräteindikation einerseits und tatsächlicher Hörgeräteversorgung andererseits. Die Hörgeräteversorgten beschrieben ihre Lebensqualität hinsichtlich ihres akustischen Kommunikationsvermögens als deutlich gebessert. Bei etwa 50% der Patienten bestätigten die DPOAE´s einen Haarzellschaden, bei etwa 30% fand sich zusätzlich eine neurale Komponente. Ein Zusammenhang zwischen Hörvermögen, Alkohol- oder Nikotinkonsum, Lärmexposition, Geschlecht und vaskulärer Risikofaktoren liessen sich nicht erkennen.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß ältere Menschen einerseits ihre akustischen Kommunikationsdefizite infolge ihrer Schwerhörigkeit wahrnehmen, andererseits erhebliche Versorgungslücken bei der Hörgeräteversorgung bestehen, was die Rehabilitation älterer Menschen erschwert und damit ihre Autonomie einschränkt.

## **Ergebnisse mit dem CLARION® HiRes Mode bei seit früher Kindheit hochgradig hörgeschädigten Erwachsenen**

Frohne-Büchner, C.<sup>1,2</sup>, Krüger, B.<sup>1</sup>, Popp, P.<sup>1,2</sup>, Büchner, A.<sup>1</sup>, Battmer, R.-D.<sup>1</sup>, Lenarz, Th.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- Ohrenheilkunde

Medizinische Hochschule Hannover

<sup>2</sup>Advanced Bionics GmbH, Hannover

In der letzten Zeit wurden die Indikationskriterien für eine Cochlea Implantat-Versorgung deutlich erweitert. So wird die Implantation von prä- und perilingual ertaubten Erwachsenen inzwischen in Einzelfällen befürwortet, jedoch nicht generell. Ein Großteil aus dieser Gruppe macht langsamere Fortschritte als kurzzeitig ertaubte Erwachsene und hat Schwierigkeiten, offenes Sprachverstehen zu erreichen. Der zu erwartende Erfolg lässt sich sehr schlecht vorhersagen, die inter-individuellen Unterschiede sind sehr groß. Bei der Anpassung kann man oft feststellen, dass diese Patienten sehr empfindlich auf kleine Änderungen ihres Sprachprozessor-Programms reagieren.

Daher haben wir in einer Studien-Gruppe von seit früher Kindheit hochgradig hörgeschädigten, CI-versorgten Erwachsenen die Umstellung auf den Clarion HiRes Mode getestet. Der HiRes Mode ermöglicht eine pulsatile Stimulation auf bis zu 16 Kanälen mit Raten von bis zu 5000 pps pro Kanal. Derzeit sind 10 Patienten im Rahmen der Studie, die mindestens sechs Monate Erfahrung mit den Sprachverarbeitungsstrategien CIS, PPS oder SAS haben, mit der neuen Sprachverarbeitungsstrategie angepasst. Einige davon sind prä- oder perilingual ertaubt. Vor der Umstellung auf den HiRes Mode wurde das Sprachverständnis getestet. Abhängig von den individuellen Möglichkeiten wurde der Freiburger Zahlen- und Einsilbertest und HSM-Satztest in Ruhe und Geräusch durchgeführt. Zusätzlich haben die Patienten Fragebögen zur subjektiven Einschätzung Ihrer Hörqualität ausgefüllt. Etwa einen Monat nach der Umstellung fanden die gleichen Tests und Fragebögen erneut Anwendung. Die Entwicklung wird im weiteren Verlauf beobachtet.

Unsere Ergebnisse bisher zeigen, dass der Wechsel der Sprachverarbeitungsstrategie auf den HiRes Mode bei langfristig hörgeschädigten Erwachsenen gute Erfolge bringt. Teilweise ist eine längere Eingewöhnungszeit als bei kurzzeitig ertaubte Erwachsene notwendig, um dann bessere Ergebnisse als mit der herkömmlichen Sprachverarbeitungsstrategie zu erzielen. Einige Patienten beginnen nach der Umstellung auf die schnelle Sprachverarbeitungsstrategie sogar, ein offenes Sprachverstehen zu entwickeln.

## **Neue Möglichkeiten der Anpassung von CI-Patienten über große Entfernungen (Remote Programming)**

Gedlicka, W., Baumgartner, W.D.

Universitätsklinik für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten, Wien

Die ständig wachsende Zahl von geographisch oft weit auseinanderliegenden Kliniken, welche ein Cochlear Implantat einsetzen sowie die zunehmende Komplexität der einzelnen CI-Systeme, kann eine Unterstützung durch den CI-Hersteller bei der Programmierung, insbesondere in Spezialfällen, erforderlich machen. In dieser Arbeit wird über die Vor- und Nachteile einer Fern-Unterstützung bzw. einer Fern-Anpassung berichtet. Die Cochlear-Implant-Hersteller COCHLEAR und MedEl stellen Remote-Lösungen zur Verfügung, wobei das System der Firma MedEl sich auf die Fern-Unterstützung mittels Video-Konferenz beschränkt – ein direkter Zugriff auf das örtliche Programmiersystem ist mit diesem System daher nicht möglich.

Am 9. Juli 2002 wurde in Zusammenarbeit mit der Firma COCHLEAR in unserer Klinik erstmals ein „Remote Programming System“ eingesetzt, wobei die Expertenstelle in Hannover installiert ist. Mit Hilfe dieses Systems ist es erstmals möglich, eine örtliche Programmierung vom Expertenteam in Hannover aus – ohne nennenswerte zeitliche Verzögerung in Bild und Ton - durchzuführen. Die Datenübermittlung erfolgt über ISDN. Des Weiteren lassen sich auch objektive Messungen wie die Neurale Antwort Telemetry (NRT™) von der Expertenstelle aus durchführen.

In Wien wurden sieben erwachsene Nucleus CI-Träger erfolgreich fernangepasst.

Alle Patienten waren sehr zufrieden, fünf Patienten konnten mit dem Experten in Hannover über die Freisprechanlage kommunizieren. Die Zufriedenheit der Patienten mit den einzelnen Abläufen wurden mittels eines Fragebogen evaluiert.

Dennoch, nicht jeder Patient kann und wird sich mit den Modalitäten einer Videokonferenz zu rechtfinden, das direkte Gespräch vor Ort und der visuelle Kontakt zu einer bekannten Bezugsperson erleichtert die Anpassung wesentlich. Wenn Spezialfragen auftauchen, ist es zweifellos ein gewaltiger Vorteil, sofort Unterstützung über eine bestehende Kommunikationseinrichtung (ISDN) zu erhalten.

## **Sprachentwicklung bei Kindern mit perisynaptischer Audiopathie nach Cochlea-Implantation**

Keilmann, A., Heinemann, M.

Klinik für Kommunikationsstörungen, Mainz

*Hintergrund und Fragestellung:* Konnatal resthörige Kinder, bei denen eine perisynaptische Audiopathie vorliegt, können von einer Hörgeräteversorgung kaum profitieren. Ob bei solchen Kindern eine Cochlea-Implantation sinnvoll ist, wird noch nicht einheitlich eingeschätzt.

*Patienten und Methode:* Wir betreuen drei Jungen, bei denen in den subjektiven Prüfungen eine Hörrestigkeit vorlag und die Hirnstammaudiometrie keine reproduzierbaren Potentiale ergab, bei denen aber dennoch otoakustische Emissionen mit hoher Reproduzierbarkeit gemessen werden konnten. Unter der Hörgeräteversorgung entwickelten alle drei Jungen ein Hörbewusstsein, lernten jedoch weder Sprache zu verstehen, noch selbst zu gebrauchen.

*Ergebnisse:* Die Implantation erfolgte im Alter von 3:10, 2:04 und 1:08 Jahren. Nach der Implantation dauerte es bei jedem der Jungen etliche Monate, bis ein Erfolg sichtbar wurde. Alle drei Jungen haben inzwischen gelernt, Sprache zu verstehen und zu sprechen.

In einer querschnittlichen Untersuchung wurden die drei Jungen mit 23 anderen konnatal hörrestigen Kindern ohne relevante Begleitbehinderungen (mittleres Implantationsalter 2:07 Jahre) verglichen. Das Sprachverständnis wurde anhand der Reynell-Skalen beurteilt. Sowohl relativ zum Lebensalter als auch relativ zum Zeitraum seit der Operation zeigten alle drei Jungen Leistungen am unteren Rand der Gruppe der anderen implantierten Kinder.

Ähnliche Unterschiede ergab der Vergleich der grammatikalischen Leistungen und des Schweregrads der Dyslalie.

*Schlussfolgerungen:* Obwohl die Kinder, die wegen einer Hörrestigkeit bei perisynaptischer Audiopathie cochleaimplantiert wurden, in ihren sprachlichen Leistungen hinter den meisten wegen einer typischen cochleären Resthörigkeit mit fehlenden TEOAE implantierten Kindern zurückbleiben, bietet die Implantation diesen Kindern die Chance, Sprache verstehen und sprechen zu lernen. Diese Erfolge, die erst nach der Cochlea-Implantation erreicht wurden, sprechen dafür, dass die zugrunde liegende Störung eher im Bereich der synaptischen Übertragung auf den Nerven als im Nerven selbst zu lokalisieren ist.



**Apicocochleäre und fluktuierende Innenohrschwerhörigkeit unter  
Qualitätssicherungsaspekten:  
Ist die konservativ-medikamentöse Therapie noch gerechtfertigt?**

Maier, W., Schipper, J., Laszig, R.

Hals-Nasen-Ohren-Klinik, Universitätsklinikum Freiburg i. Br.

*Hintergrund und Fragestellung:* Die fluktuierende Schwerhörigkeit geht meist aus einem akuten Tieftonhörverlust hervor und wird wie dieser einem hydropischen Innenohrschaden zugeschrieben. Unter dieser pathogenetischen Vorstellung werden primär rheologische und dehydrierende Infusionen empfohlen. Vor dem Hintergrund einer Evidenzbasierung medizinischer Maßnahmen stellt sich die Frage, ob dieses Konzept effektiv ist und inwiefern das Krankheitsbild konservativ beeinflusst werden kann.

*Patienten und Methode:* In einer retrospektiven Qualitätssicherungsanalyse dokumentierten wir den Verlauf der Hörschwelle bei Patienten mit Tiefton- oder fluktuierendem Hörverlust unter rheologischer und dehydrierender Therapie und evaluierten zusätzlich prospektiv frequenzbandspezifisch die Langzeitprognose. Zugleich analysierten wir die Bedeutung der erhobenen klinischen und elektrophysiologischen Parameter für den Verlauf der Erkrankung.

*Ergebnisse:* Aus unseren Untersuchungsergebnissen geht hervor, dass insbesondere der langfristige Krankheitsverlauf in hohem Maße von prätherapeutisch erhobenen klinischen und elektrophysiologischen Befunden abhängt. So erwiesen sich initialer Hörverlust, SP/CAP-Relation, sowie Latenz, Amplitude und Weite des CAP-Komplexes ebenso als hochsignifikante prognostische Parameter wie anamnestic Aspekte, insbesondere die Schwindelanamnese. Für den Glyceroltest konnte keinerlei Aussagekraft nachgewiesen werden. In der Regel scheint der Verlauf binnen weniger Wochen festzustehen und ist dann konservativ-medikamentös nur noch gering beeinflussbar.

*Schlussfolgerungen:* Die Ergebnisse sprechen dafür, dass der Langzeitverlauf bei Tieftonhörminderung und fluktuierender Innenohrschwerhörigkeit in hohem Maße schicksalhaft ist. Eine effektive und zielorientierte Diagnostik kann zur Optimierung der Patientenaufklärung und des weiteren therapeutischen Vorgehens beitragen und unnötige belastende Untersuchungen vermeiden. Kurzfristig können unter Infusionstherapie allerdings Erfolge beobachtet werden, so dass dieser auch unter evidenzbasierten Kautelen eine Bedeutung so lange nicht abgesprochen werden sollte, bis ausreichend doppelblind erhobene prospektive Daten vorliegen.

## **Untersuchung der Einflüsse von Kompressionsparametern auf das Richtungshören in der Horizontalebene mit einem signalprozessorbasierten Hörgerätesimulator**

Musa Shufani, S., Walger, M., von Wedel, H., Meister, H.

Universitäts-HNO-Klinik Köln

Die Signalverarbeitung von Hörgeräten modifiziert das akustische Eingangssignal in vielfältiger Art und Weise. Hierbei ist insbesondere die Kompression zu nennen, bei der Ein- bzw. Ausschwingzeit (attack- bzw. release-time) eine Rolle spielen. Diese Parameter sind definiert als die Zeit, die nach einem positiven bzw. negativen Pegelsprung des Eingangsschalldruckes verstreicht, bis sich der Ausgangsschalldruck bis auf 2dB an den eingeschwungenen Zustand angenähert hat (DIN IEC 118-2). Es soll untersucht werden, ob diese Variablen die Lokalisierung von Schallquellen in der Horizontalebene (Lateralisierung), bei der interaurale Zeit- und Pegeldifferenzen eine Rolle spielen, beeinflussen.

Um die Wirkung der Variation von Kompressionsparametern auf die Lateralisierung zu erfassen, wurde an der HNO-Klinik Köln ein frei programmierbares Signalprozessorsystem (Motorola DSP56309AVM) entwickelt. Das System verfügt über zwei Audiokanäle, welche die beidseitige Hörgeräteversorgung simulieren. Die akustischen Reize werden mittels Soundkarte generiert und an den Eingängen des Signalprozessorsystems eingespeist, wobei zur Untersuchung des Richtungshörens ein adaptives Verfahren (2 alternative forced choice) Verwendung findet.

In diesem Beitrag werden die entwickelten Hard- und Softwaremodule des Systems vorgestellt. Darüber hinaus werden erste Ergebnisse hinsichtlich der Einflüsse von Kompressionsparametern auf die Lateralisierung zunächst bei normalhörenden Personen diskutiert.

## **Kongenitale Zytomegalie(CMV)-Infektion – Konsequenzen für ein Neugeborenen-Hörscreening-Programm**

Nekahm-Heis, D., Welzl-Müller, K.

Klinische Abteilung für Hör-, Stimm- und Sprachstörungen  
Leopold-Franzens-Universität Innsbruck

*Hintergrund und Fragestellung:* Zytomegalie (CMV) als häufigste intrauterine Infektion stellt einen Risikofaktor für die Entstehung von Hörschädigungen dar. Seit Rückgang der Rötelnembryopathien durch die Impfung ist eine CMV-Infektion die häufigste virale Ursache für permanente angeborene oder frühkindliche Hörstörungen. Bei asymptomatisch verlaufenden Infektionen findet sich ein geringeres Risiko für eine Hörstörung als bei symptomatischen Formen; fluktuierende oder progrediente Schwerhörigkeiten treten auf.

*Patienten und Methode:* Anhand der Krankengeschichten von jenen Kindern, die seit 1980 geboren wurden und an der Klinik Innsbruck wegen einer permanenten Schwerhörigkeit nach einer CMV-Infektion in Behandlung stehen, wird die Variabilität der Hörstörung nach einer CMV-Infektion dargestellt. Es sind elf Kinder im Alter von 0 bis 18 Jahren, von denen drei eine asymptomatische Verlaufsform hatten.

*Ergebnisse:* Es finden sich alle Grade von sensoneuraler Schwerhörigkeit, zumeist mit asymmetrischer Ausprägung. Bei drei Kindern kam es nachweislich zur Progredienz der Hörstörung, zwei dieser Kinder (jetzt 3 und 4 Jahre alt) hatten das Neugeborenen-Hörscreening bestanden. Bei fünf Kindern fand sich kein Hinweis auf eine Progredienz, bei drei Kindern fehlen längerfristige Verlaufsdaten, eine Aussage zur Progredienz ist nicht möglich. Bei einem drei Monate alten Mädchen liegt derzeit eine einseitige hochgradige Schwerhörigkeit vor.

*Schlussfolgerungen:* Aufgrund der Daten in der Literatur und unserer Erfahrungen ergeben sich für das Neugeborenen-Hörscreening folgende Konsequenzen:

- 1) Auch bei einem asymptomatischen Verlauf einer CMV-Infektion kann eine Hörschädigung uni- oder bilateral auftreten.
- 2) Wegen der möglichen Progredienz der Hörstörung müssen regelmäßige Kontrollen des Hörvermögens in mehrwöchigen Intervallen erfolgen.
- 3) Die Eltern eines betroffenen Kindes müssen über die Bedeutung und Wichtigkeit der Hörschulungen informiert werden.

## **Erfolgreiche EAS-Cochlea-Implantation bei einer Patientin mit "Unaided Residual Hearing" im Tieftonbereich**

Pok, S.M., Kiefer, J., Gstöttner, W., Stürzebecher, E., Baumgartner, W.D.

HNO-Univ. Kliniken Frankfurt, Wien

Eine Patientin mit beträchtlichem Tieftonrestgehör bei gleichzeitiger an Taubheit grenzender Hochtonschwerhörigkeit, die vor der Implantation keinen Nutzen von konventionellen Hörgeräten erreichte, wurde an der HNO-Uniklinik in Frankfurt nach EAS-Kriterien cochleaimplantiert. Im Tieftonbereich zeigte sich beidseits eine Hörminderung von "nur" etwa 30dB im Bereich 125 bis 600 Hz. Prä- und postoperativ wurden die akustischen Hörschwellen bestimmt und umfangreiche Sprachdiskriminationstests durchgeführt: der Freiburger Einsilbertest in Ruhe, der HSM-Satztest und der Oldenburger Satztest (adaptiv sowie bei konstanten SNR-Pegeln). Die verschiedenen Testbedingungen waren: (a) akustisch alleine (rechts, links, binaural), (b) CI alleine, (c) CI in Kombination mit ipsilateralem, kontralateralem und binauralem akustischen Restgehör. Die Analyse der Testergebnisse lässt folgende Aussagen zu: 1. das Restgehör konnte vollständig erhalten werden. 2. in Ruhe erreichte das CI alleine bessere Ergebnisse als das akustische Resthören alleine (Einsilber in Ruhe: CI 40% vs. akustisch 7%, EAS: 75%). 3. Umgekehrt scheint im Störschall das akustische Restgehör resistenter zu sein (HSM bei SNR=10dB: akustisch alleine 27%, CI: 4%, EAS: 75%; OLSA bei SNR=0dB: CI 20%, akustisch 70%, EAS 92%). 4. Die Kombination aus elektrischer und (wie in diesem Fall) unverstärkter akustischer Stimulation ermöglichte in allen Tests und Testbedingungen das subjektiv und objektiv beste Sprachverstehen (Zugewinn durch EAS zu CI/akustisch alleine: bis zu 45%!).

## Versuch zur Objektivierung der Einstellung der Verstärkungskurve von Sprachprozessoren von Cochlea-Implantaten

Röger, U.<sup>1</sup>, Braunschweig, T.<sup>1</sup>, Emmerich, E.<sup>2</sup>, Richter, F.<sup>2</sup>, Hessel, H.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Phoniatrie und Päaudiologie, Universitätsklinikum Jena

<sup>2</sup> Institut für Physiologie, Friedrich – Schiller – Universität Jena

<sup>3</sup> Cochlear GmbH, Hannover

*Hintergrund und Fragestellung:* Cochlea – Implantate wandeln akustische Signale unter Umgehung des Ohres direkt in elektrische Stimulationen um. Der Dynamikumfang ergibt sich aus dem Abstand von oberen und unteren Stimulationsgrenzwerten und ist gegenüber dem von Sprachreizen stark eingeschränkt. Die Abbildung von Schallsignalen in den Raum der elektrischen Stimulationen geschieht vermöge einer Verstärkungskurve. Diese Verstärkungskurven sollen gewährleisten, dass zwischen leise und laut empfundenen Stimulationen auch noch ein mittlerer Bereich unterscheidbar wiedergegeben wird. Ist es möglich, den Verlauf Verstärkungskurven objektiv zu bestimmen?

*Methode:* Ausgangspunkt der Überlegungen war die Möglichkeit, die neurale Antwort auf elektrische Stimulationen (NRT) durch Cochlea – Implantate zu messen. Daher wurde die neurale Antwort an bisher 9 Patienten für verschiedene Elektroden gemessen. Anschließend wurde bei diesen Patienten für diese Elektroden subjektiv die kategoriale Lautheit mit Hilfe des Würzburger Hörfeldes bestimmt. Die Anstiege der kategorialen Lautheit und des Wachstums der neuralen Antwort wurden verglichen. Die Steilheit der Anstiege wurde bei der Festlegung der Steilheit der Verstärkungskurve bei der Programmierung der Sprachprozessoren berücksichtigt. Die Ergebnisse der Einstellung wurden mit Hilfe eines Breitbandrauschens überprüft, dessen Pegel in konstanten Schritten absinkt.

*Ergebnisse:* Ein steiles Wachstum der Höhe der neuralen Antwort zeigt auch einen steileren Anstieg der subjektiv empfundenen Lautheit von der Stimulationsstärke. Wenn man dies bei der Wahl der Steilheit der Verstärkungskurve berücksichtigt verbessert sich das subjektive Sprachempfinden der Patienten. Patienten mit extremen Anstiegen der Lautheitsempfindung bzw. der neuralen Antwort können bei entsprechender Wahl der Verstärkungskurve deutlich mehr Abstufungen des Schallpegels wahrnehmen.

*Schlußfolgerungen:* Bei der Programmierung der Sprachprozessoren sollte der Wahl der Verstärkungskurve die gleiche Bedeutung beigemessen werden wie der Bestimmung der oberen und unteren Grenzwerte der elektrischen Stimulation. Ein nützliches Werkzeug zur Objektivierung ist die NRT.

## **Physiologie-Praktikum “Auditorisches System” durch Kliniker – Lehrveranstaltungsevaluation**

Rosanowski, F., Eysholdt, U., Hoppe, U.

Abteilung Phoniatrie und Pädaudiologie, Klinikum der Universität Erlangen-Nürnberg

*Hintergrund:* Die berichtende phoniatriisch-pädaudiologische Abteilung hatte sich im Studienjahr 1999/2000 im Rahmen eines Pilotprojektes der Integration der klinischen und vorklinischen Studentenausbildung erstmals mit der Messung der TEOAE am vorklinischen Physiologie-Praktikum beteiligt. Nach dem positiven studentischen Feedback wird nunmehr das gesamte Praktikum „Auditorisches System“ durchgeführt. Aus der jeweils nach einer 4-stündigen Unterrichtseinheit durchgeführten Evaluation sollen sich konkrete Anhaltspunkte für eine weitere Optimierung der Lehre ergeben. Gegenstand dieses Berichtes sind die Ergebnisse der Lehrveranstaltungsevaluation des Studienjahres 2001/2002.

*Methode:* Die 24 Fragen waren einseitig auf einem DIN A 4 Blatt abgedruckt. Sie betrafen neben personenbezogenen Angaben zu Alter und Geschlecht und der Frage zur individuellen Vorbereitungszeit auf das Praktikum die Rahmenbedingungen, Inhalt und Umfang, die Form der Präsentation und die „Gesamtqualität“ des Praktikums. Die Fragen sollten in den Stufen 1 bis 5 beantwortet werden. Für die Auswertung standen 377 Fragebögen zur Verfügung (Rücklaufquote 97%).

*Ergebnisse:* Die kumulative Häufigkeit der Noten 1 und 2 lag bei 95%. Schlechte Noten wurden nur in Einzelfällen abgegeben. Aus der Diskussion der Fragebogenerhebung mit den Studenten konnte eine breite Zustimmung für das Engagement für die Lehroptimierung erschlossen werden.

*Schlussfolgerungen:* Angesichts der nunmehr gesetzlich verankerten Reform des Medizinstudiums mit einer Integration von vorklinischen und klinischen Unterrichtsfächern ist für das nicht „scheinpflichtige“ Fach Phoniatrie und Pädaudiologie die Positionierung im curricularen Unterricht essentiell, die Darlegung des Leistungsspektrums des Faches in der akademischen Lehre soll helfen, den Verlust der Inhalte z.B. an sonderpädagogische Professionen verhindern. Die hier vorgestellte Erhebung ist dafür ein wenig aufwändiges und auch aussagekräftiges Instrument. Das positive Feedback wird als motivierendes Argument für eine weitere bessere Ausgestaltung der Lehre auch in einer Zeit wachsender ökonomische Zwänge an Universitätskliniken gewertet – dies betont die Gleichwertigkeit des Auftrages zur Lehre neben dem zur Krankenversorgung und Forschung.

## **Neue Klassifikation des Hörvermögens von Patienten mit einem Akustikusneurinom unter besonderer Berücksichtigung des sozialen Gehörs**

Rudolf, J., Lampe, H., Freigang, B.

Klinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Die Diskussion um die Erhaltung des Hörvermögens nach der Therapie von Akustikusneurinomen (AN) ist durch stark differierende Klassifikationen erschwert, da die Berechnungsgrundlagen für den Hörverlust der verschiedenen Autoren sehr unterschiedlich sind. Es wird so nicht nur der Vergleich der Ergebnisse erschwert, sondern auch die Fähigkeit zur lautsprachlichen Kommunikation bei der alleinigen Verwendung der Sprachdiskrimination (Speech Discrimination Score - SDS) unzureichend berücksichtigt.

*Patienten und Methode:* Von 246 Patienten mit einem einseitigen AN wurden aus den präoperativen Reintonaudiogrammen der tumortragenden Seite der Pure Tone Average (PTA) bei verschiedenen Frequenzen ermittelt. Aus den Sprachaudiogrammen nach dem Freiburger Sprachtest bestimmten wir das 50%-Zahlenverstehen ( $a_1$ -Wert), die SDS, das Gesamtwortverstehen (GWV) (1) und das gewichtete Gesamtwortverstehen (gew. GWV) (2). Für die Beschreibung des sozialen Gehörs konnte der gewichtete prozentuale Hörverlust bei 0,5, 1, 2 und 4 kHz aus dem Reinton- (3) und dem Sprachaudiogramm (1) herangezogen werden.

*Ergebnisse:* Vergleicht man die unterschiedlichen Klassifizierungssysteme für das Hörvermögen, stellen sich signifikante Unterschiede für den PTA von max. 7,9 dB dar. Der PTA korrelierte nur bei zwei Klassifizierungen hoch ( $R=0,981$ ) mit dem prozentualen Hörverlust aus dem Reintonaudiogramm. Ungenügend ist die Beschreibung der Wortverständniskurve über die SDS mit einer Korrelation von  $R=0,797$  gegenüber dem prozentualen Hörverlust aus dem Sprachaudiogramm.

*Schlussfolgerung:* Basierend auf den Korrelationen des prozentualen Hörverlustes mit der besonderen Wertung der Frequenzen 2 und 4 kHz mit dem gewichteten Sprachverständnis bei drei Sprachschallpegeln, schlagen wir eine neue Klassifikation vor, welche die lautsprachliche Kommunikation besser berücksichtigt.

### *Literatur:*

- (1) Boenninghaus HG, Röser D (1973) Neue Tabellen zur Bestimmung des prozentualen Hörverlustes für das Sprachgehör. Z. Laryngol. Rhinol. Otol. 52(3). 153-161
- (2) Feldmann H (1988) Die Problematik der quantitativen Bewertung von Hörstörungen in der Begutachtung. Ein neuer Vorschlag zur Berechnung des prozentualen Hörverlustes. Laryngol. Rhinol. Otol. (Stuttg). 67. 319-325
- (3) Röser D (1973) Das Tonaudiogramm als Grundlage der MdE-Scala. Z. Laryngol. Rhinol. Otol. 52(9). 666-673

## Analyse von berufsbedingt anerkannten Lärmschwerhörigkeiten

Schlünz, S., Emmerich, E., Richter, F., Grosch, J.\*

Institut für Physiologie I der Friedrich-Schiller-Universität - Jena

\*FSA mbH, Arbeitsmedizinisches Präventionszentrum Erfurt

Trotz umfangreicher technischer und arbeitsmedizinischer Präventionsmaßnahmen steht bei den angezeigten Berufskrankheiten die BK 2301 „Lärmschwerhörigkeit“ immer noch an zweiter, bei den erstmals entschädigten Berufskrankheiten sogar an erster Stelle. Die derzeit eingetretene Stagnation kann Ärzte wie Techniker gleichermaßen nicht befriedigen.

Mit der Fragestellung nach einer möglichen Korrelation von beruflichen Expositionszeiten, Frequenzinhalten und Freizeithörgewohnheiten mit den entstandenen Lärmschäden wurden die Unterlagen von 100 Patienten analysiert (Grundlage waren die Daten von 20 Jahren (1980 - 2000)).

Dargestellt werden die audiologischen Daten, die Spektren, die Amplituden der betrieblichen Schallexpositionen und der soziale Hintergrund der Patienten.

Es wurde eine umfangreiche Suchdatei zu berufsbedingten Lärmschäden erarbeitet. Wie erwartet ist eine Korrelationen von Expositionsdauer mit der Ausprägung des Lärmschadens eindeutig zu zeigen. Eine frequenzspezifische Zuordnung zur Exposition, wie sie in tierexperimentellen Untersuchungen gefunden wurde, ist häufig nicht zu finden. Der Einfluß des Freizeitlärms war nicht eindeutig abzugrenzen.

Die Ergebnisse der Analyse sind für die Begutachtung von berufsbedingten Lärmschäden von Bedeutung und geben Hinweise für eine effektive Prävention.

### *Literatur:*

- Emmerich, E.; Richter, F.; Reinhold, U., Linß, V. and W. Linß; Effects of industrial noise exposure on DPOAE and hair cell loss of the cochlea – long term experiments in awake guinea pigs, *Hear. Res.* 148 (1-2) 9-17; 2000
- Rabinowitz, P.M.; Pierce, Wise J., Sr.; Hur, Mobo B.; Antonucci, P.G.; Powell, C.; Slade, M., Antioxidant status and hearing function in noise-exposed workers, *Hear. Res.* 173 (1-2) 164-171; 2002
- McCullagh, M.; Preservation of hearing among agricultural workers: a review of literature and recommendations for future research, *J. Agric. Saf Health* 8 (3) 297-318; 2002
- Prince, M.M.; Distribution of risk factors for hearing loss: implications for evaluating risk of occupational noise-induced hearing loss, *J. Acoust. Soc. Am.* 112 (2) 557-567; 2002



## **Messplatz zur Registrierung von Amplitude Modulation Following Responses bei binauraler, multifrequenter Stimulation**

Tiefenau, A., Pethe, J., von Specht, H.

Abteilung für Experimentelle Audiologie und Medizinische Physik  
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Die Amplitude Modulation Following Responses (AMFR) erlangen wegen ihrer hohen Frequenzspezifität eine zunehmende Bedeutung in der objektiven Audiometrie. Im Unterschied zur herkömmlichen Darstellung von transienten evozierten Potentialen im Zeitbereich werden die AMFR als stationäre Potentiale vorzugsweise im Frequenzbereich betrachtet. Die Auswertung im Frequenzbereich ermöglicht den Einsatz effizienter statischer Verfahren zum objektiven Potentialnachweis. Für die Registrierung der AMFR sind somit Verfahren der Signalverarbeitung erforderlich, die in herkömmlichen Messplätzen nicht implementiert sind. Im Folgenden wird über erste Erfahrungen mit einem Messplatz zur binauralen, multifrequenten Registrierung von AMFR berichtet.

*Patienten und Methode:* Nach Abschluss der Entwicklung des Messplatzes zur simultanen binauralen Stimulation für die Trägerfrequenzen 0,5; 1; 2 und 4 kHz wurden Ableitungen von AMFR an 10 normalhörenden Probanden durchgeführt. Hierbei stand die Validierung des Zeitgewinnes der binauralen, multifrequenten Registrierung gegenüber der konventionellen Stimulation im Vordergrund. Anhand von Stimulationspegel-Antwortamplituden-Kennlinien wurde die Effizienz des Verfahrens überprüft.

*Ergebnisse:* Die zu erwartende Verringerung der Messdauer bei binauraler, multifrequenter Stimulation konnte bestätigt werden.

*Schlussfolgerungen:* Die binaurale, multifrequente Ableitung von AMFR stellt dank der verkürzten Messdauer ein effektives Mittel zur objektiven Hördiagnostik dar. Die gute Ausbildung der AMFR auch bei den tiefen Trägerfrequenzen ist für den Einsatz in der objektiven Audiometrie von besonderer Bedeutung.

## **Verteilung von Teilleistungsstörungen und Intelligenz bei Kindern mit CI und Einfluss auf die Hör- und Sprachentwicklung**

Utz, A., Kühn-Inacker, H.\*, Schön, F., May, B., Müller, J., Shehata-Dieler, W.E.

HNO-Uniklinik Würzburg; CIC Süd Würzburg

Die Entwicklung der Hör- und Sprachwahrnehmungsleistungen bei prälingual ertaubten Kindern nach Cochlea Implantation ist von multiplen Einflussfaktoren, z.B. Teilleistungsstörungen im Sinne von GRAICHEN(1973) abhängig, deren Bedeutung und Stellenwert nicht hinreichend geklärt sind. Teilleistungsstörungen treten bei Hörgeschädigten deutlich häufiger auf, als in der Normalpopulation (AXMANN D., 1993). Frühere Untersuchungen (WINKLER et al. 1999) ließen vermuten, daß das Vorhandensein von Teilleistungsstörungen die Hör- und Sprachentwicklung mitbeeinflussen könne. An nun größeren Fallzahlen sollte erneut sowohl dieser Zusammenhang, als auch der Einfluß der Intelligenz auf die Hör-Sprachentwicklung untersucht werden.

Aus einem Patientenkollektiv von bisher 121 überwiegend prälingual ertaubten Kindern mit durchschnittlichem Alter bei Implantation von 3,9 Jahren (0,4 bis 15,4 Jahre) wurden Daten zu nonverbaler (nv) Intelligenz und Teilleistungsstörungen erhoben und zu der Hörwahrnehmungsleistung (u.a. gemessen mit zwei ausgewählten Tests aus der EARS-Batterie) zu einem definierten Zeitpunkt nach Implantation in Beziehung gesetzt.

Von 71 getesteten Kindern erreichten 22,5 % einen unterdurchschnittlichen nv IQ (<85), 7% einen schwach durchschnittlichen nv IQ (85-90), 53,5% einen durchschnittlichen nv IQ(91-110), 5,6% der Kinder einen guten durchschnittlichen nv IQ (111-115) und 11,3% einen überdurchschnittlichen nv IQ (>115).

Von 62 getesteten Kindern hatten 95,2% Teilleistungsstörung. 32,2% Kinder hatten eine, 37,1% zwei, 16,1% drei und 8,1% der Kinder hatten vier Teilleistungsstörungen gleichzeitig. 4,8% der getesteten Kinder hatten keine Teilleistungsstörung.

Bei 79% der Kinder zeigte sich eine Dyspraxie , 25,8% hatten auditive Gedächtnisstörungen, 4,8% Störungen in der Begriffsbildung, 51,6% Aufmerksamkeitsstörungen und 25,8% wiesen Störungen in der Handlungssteuerung auf.

Bei der Korrelation der Daten zu nv Intelligenz und Teilleistungsstörung mit zwei ausgewählten Tests aus der EARS-Batterie (geschlossener Einsilber- und offener Satztest) ließen sich aufgrund der sehr großen interindividuellen Streubreite der Meßdaten bei der vorliegenden Fallzahl bisher keine Abhängigkeiten ermitteln.

\*jetzt bei MED-EL Innsbruck

## **Hörgeräte-Versorgungen in der Schweiz: Erfahrungen mit den neuen Expertisenrichtlinien**

Veraguth, D., Schumacher, S., Spillmann, T.

Klinik für Otorhinolaryngologie, Hals- und Gesichtschirurgie, Universitätsspital Zürich

*Hintergrund:* Vor 3 Jahren hat die Schweizerische HNO-Gesellschaft, beraten durch ihre audiologische Kommission, ein Projekt zur Verbesserung und Rationalisierung der Hörgeräte-Versorgung gestartet, in Zusammenarbeit mit den Sozialversicherungen und in Absprache mit dem Verband der Hörgeräteakustiker.

*Patienten und Methode:* 624 Hörgeräteversorgungen aus der ORL-Klinik Zürich werden analysiert, je 312 Patienten im erwerbsfähigen Alter sowie im Rentenalter. Vor der Hörgeräteanpassung kommt ein dreiteiliges Inventar zum Einsatz, bestehend aus audiologischen Messungen und Interview-Fragen zu Einschränkungen der persönlichen Aktivität (disability) und der sozialen Partizipation (handicap). Aus der Punktesumme ergibt sich eine individuelle Bedürfniskategorie (Indikationsstufe). Drei Kategorien von Hörgeräten, abgestuft nach technischem Ausstattungsgrad und Kosten, werden diesen Indikationsstufen zugeordnet. Die Zusage und der Umfang der Finanzierung durch die Sozialversicherungen richtet sich nach der erreichten Punktesumme.

*Ergebnisse:* Auf Grund der Punktesumme erreichten 103 Patienten die Indikationsstufe I, 305 Patienten die Indikationsstufe II und 216 Patienten die Indikationsstufe III. Während der Hörgeräteanpassung beim Akustiker entschieden sich 69% der Patienten für ein Gerät einer höheren und damit zuzahlungspflichtigen Preiskategorie. Ein zweites, nicht verordnetes und demnach selber zu bezahlendes Gerät wählten 43% der Patienten im Rentenalter, in dem ein Beitrag nur an ein Gerät gewährt wird. Durchschnittlich zahlten die Patienten im erwerbsfähigen Alter 615 EUR und Patienten im Rentenalter 1082 EUR selber hinzu.

*Schlussfolgerungen:* Das neue Indikationsstufen-Modell als Instrument zur Sicherstellung einer gerechten Zuteilung von beschränkten Mitteln und eines akzeptablen Standards der Hörgeräteversorgung für alle Versicherten hat sich bisher in der Schweiz bewährt.

## Hyperakusis und Phonophobie bei multipler Sklerose

Wenzel, G.<sup>1</sup>, Brunner, F.X.<sup>1</sup>, Pfadenhauer, K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hals-Nasen-Ohren-Klinik, Klinikum Augsburg

<sup>2</sup>Neurologische Klinik mit klinischer Neurophysiologie, Klinikum Augsburg

*Hintergrund und Fragestellung:* Hörstörungen sind ein häufiges Symptom bei MS-Patienten und äußern sich meist im Sinne einer Hypakusis. Weniger bekannt ist in diesem Zusammenhang die Symptomatik einer Hyperakusis und Phonophobie, bei der akustische Reize unangenehme und sogar schmerzhaft Missemfindungen provozieren.

*Patienten und Methode:* Bei 4 Patienten mit unterschiedlichen neurologischen Symptomen wurden akut einschießende Schmerzen in die rechte Wange, jeweils ausgelöst durch das Klingeln eines Telefons, unerträgliche Geräuschwahrnehmungen auf nichtsprachliche akustische Reize, unangenehmes Echohören und Störungen des Richtungshörens beobachtet.

*Ergebnisse:* Die HNO-ärztliche Spiegeluntersuchung war bei allen 4 Patienten unauffällig. Das Tonaudiogramm ergab bei 3 Patienten Normakusis und bei einem Patienten eine leichtgradige Schallempfindungsschwerhörigkeit. Die Stapediusreflexe waren bei allen Patienten auslösbar. Der dichotische Sprachtest war bei zwei Patienten und die akustisch evozierten Potentiale waren – mit Hinweis auf eine zentrale Störung – bei allen Patienten auffällig. Die neurologische Untersuchung ergab klinisch jeweils den Hinweis auf eine Hirnstammsymptomatik. Das MRT zeigte jeweils demyelinisierende Läsionen im Pons und in der zentralen Hörbahn. Alle Patienten entwickelten im Verlauf eine klinisch gesicherte Multiple Sklerose.

*Schlussfolgerung:* Wenn periphere Ursachen für eine Hyperakusis wie zum Beispiel eine idiopathische Facialisparesie oder Myasthenia gravis ausgeschlossen sind, sollte man bei klinisch unauffälligem HNO-Befund auch an die Möglichkeit einer zentralen Hyperakusis bei MS denken. Therapeutische Möglichkeiten beinhalten akustische Linsen bei klar definierbaren Störfrequenzen und die Gabe von Serotonin-Wiederaufnahmehemmern.

### *Literatur:*

1. Levine RA, Gardner JC, Fullerton BC (1993) Effects of ms brainstem lesions on sound lateralisation an brainstem auditory evoked potentials. *Hear research* 68:73-88
2. Stockard JJ, Rossiter US (1997) Clinical and pathological correlates of brainstem auditory response abnormalities. *Neurology* 27:316-325

# AUTORENINDEX

Allum, J.H.J. ....	32, 34	Eybalin, M. ....	85
Altenhofen, L. ....	41	Eysholdt, U. ....	43, 108
Andres, R. ....	20	Fastl, H. ....	78
Arnold, W. ....	8	Federspil, P. ....	29
Aschendorff, A. ....	76	Fels, J. ....	61
Averbeck, T. ....	84	Finkenzeller, P. ....	39
Bargen, T. ....	27	Fischer, E. ....	59
Barthel, R. ....	59	Fostiropoulos, K. ....	91
Battmer, R.-D. ....	76, 100	Franck, B. ....	52
Baumann, J.W. ....	67, 96	Freigang, B. ....	109
Baumann, U. ....	64, 65, 78	Fröhlich, M. ....	23
Baumgartner, W.D. ....	101, 106	Frohne-Büchner, C. ....	100
Beckers, E. ....	90	Fuchs, J. ....	83
Begall, K. ....	6, 76	Fuchs, M. ....	40
Berger, R. ....	38	Gabriel, B. ....	53
Bertram, B. ....	75	Gall, V. ....	37
Beule, A.G. ....	34	Gebhart, T.M. ....	14
Beutelmann, R. ....	12	Gedlicka, W. ....	101
Beyer, U. ....	44	Gehr, D.D. ....	16
Böckmann, M. ....	97	Graßhof, E. ....	27
Boenheim, K. ....	63	Grosch, J. ....	110
Böhm, M. ....	76	Gross, J. ....	83
Bohnert, A. ....	68	Gross, M. ....	46
Brand, Th. ....	12, 13, 24, 72	Gruber, M. ....	19
Brandt, A. ....	85	Grygel, J. ....	35
Braunschweig, T. ....	107	Gstöttner, W. ....	30, 106
Brechmann, A. ....	97	Gundelfinger, E. ....	85
Brockmeier, S.J. ....	8	Haensel, J. ....	10
Brunner, F.X. ....	114	Hain, J. ....	58
Büchler, M. ....	98	Hamacher, V. ....	51
Büchner, A. ....	100	Hämel, K. ....	15
Buser, K. ....	41	Harke, K.Ch. ....	86
Cebulla, M. ....	38	Haupt, H. ....	83
Chalupper, J. ....	22, 23	Häusler, R. ....	9
Dahl, R. ....	11	Heinemann, M. ....	102
Dau, T. ....	81	Helms, J. ....	77, 89
De Groote, F. ....	90	Hemrich, A. ....	27
Deingruber, K. ....	16	Hensel, J. ....	42
Deltenre, P. ....	90	Hesse, G. ....	20, 99
Dieler, R. ....	1, 35	Hessel, H. ....	107
Dillier, N. ....	76, 98	Heuermann, H. ....	69, 70
Döring, W.H. ....	86, 87	Hey, M. ....	6, 76
Dreschler, W.A. ....	52	Hippert, M. ....	34
Dromgool jr., N. ....	75	Hirschfelder, A. ....	42
Düwel, P. ....	33	Hofmann, G. ....	80
Eichhorn, S. ....	99	Hohmann, V. ....	24, 60
Emmerich, E. ....	107, 110	Holube, I. ....	50
Engelke, J.C. ....	10, 33, 79	Hoppe, U. ....	43, 108
Erkwoh, R. ....	86, 87	Hosemann, W. ....	34

Hoth, S. ....	5	Michaelis, Chr. ....	16
Houtgast, T. ....	71	Moser, L.M. ....	54
Huber, M. ....	7	Moser, T. ....	82, 85
Hüttenbrink, K.-B. ....	80	Mrowinski, D. ....	42
Illg, A. ....	75	Mühler, R. ....	45, 47
Jahnke, V. ....	83	Müller, J. ....	18, 38, 74, 77, 112
Janssen, Th. ....	4, 18, 19, 21	Müller-Deile, J. ....	73, 76
Keilmann, A. ....	102	Müller-Wehlau, M. ....	81
Keim, R. ....	35	Musa Shufani, S. ....	104
Khimich, D. ....	85	Nacken, A. ....	86, 87
Kiefer, J. ....	30, 106	Nahler, A. ....	63
Kiese-Himmel, Chr. ....	94	Narabayashi, O. ....	36
Kießling, J. ....	14, 24, 25, 28	Nekahm-Heis, D. ....	57, 105
Kinkel, M. ....	69, 70	Nickisch, A. ....	40
Knaus, Ch. ....	77	Nobbe, A. ....	64, 65
Kollmeier, B. ....	12, 13, 17, 81	Nopp, P. ....	55
Kompis, M. ....	9	Nouvian, R. ....	85
Kortekaas, R. ....	67	Nubel, K. ....	46
Krüger, B. ....	100	Ohlrogge, M. ....	82
Kühn-Inacker, H. ....	112	Oswald, J.H. ....	18, 19, 21
Kuke, H. ....	75	Ottenjann, W. ....	10
Kunze, S. ....	40	Pastors, A.D. ....	14
Lai, W. ....	98	Pau, H.W. ....	11
Lamm, K. ....	16	Pethe, J. ....	45, 111
Lampe, H. ....	109	Pfadenhauer, K. ....	114
Langer, J. ....	6	Pilgramm, M. ....	88
Laszig, R. ....	66, 76, 103	Pok, M. ....	30
Latzel, M. ....	24	Pok, S.M. ....	106
Laubert, A. ....	20, 99	Popp, P. ....	100
Lausberg, I. ....	25	Probst, R. ....	2, 34, 36, 91
Lebisch, H. ....	88	Quandt, D. ....	46
Leckband, S. ....	42	Rampe, E. ....	56
Lenarz, Th. ....	27, 31, 41, 75, 76, 84, 100	Raß, U. ....	58
Lesinski-Schiedat, A. ....	75	Rau, C. ....	54
Linder, Th. ....	76	Reuter, G. ....	41
Lodwig, A. ....	3, 19	Richter, F. ....	107, 110
Lütkenhöner, B. ....	48, 49	Rodón, A. ....	87
Lux, L. ....	45	Röger, U. ....	107
Maier, W. ....	103	Rosanowski, F. ....	43, 108
Manteuffel, G. ....	15	Rudolf, J. ....	109
Margolf-Hackl, S. ....	24	Rühl, S. ....	75
Massinger, C. ....	68	Scheich, H. ....	97
Mauermann, M. ....	17, 81	Schimmelpfennig, K. ....	54
May, B. ....	112	Schipper, J. ....	103
May, C. ....	77	Schloegel, M. ....	63
Mazurek, B. ....	83	Schlünz, S. ....	110
Meier, S. ....	36	Schlüter, S. ....	79
Meister, H. ....	25, 93, 104	Schmuziger, N. ....	36, 91
Melde, S. ....	54	Schnitker, R. ....	87

Scholtz, L.-U. ....	77	Yazbeck, A. ....	26
Scholz, G. ....	42	Zacharias, R. ....	76
Schön, F. ....	74, 77, 112	Zahnert, Th. ....	80
Schön, P.-C. ....	15	Zeeb, V. ....	82
Schrattenholzer, I. ....	63	Ziese, M. ....	47
Schumacher, S. ....	113		
Schwager, K. ....	89		
Seeber, B. ....	78		
Seifert, E. ....	9		
Seither-Preisler, A. ....	48		
Senn, P. ....	9		
Shehata-Dieler, W.E. ....	35, 89, 112		
Siemer, D. ....	60		
Sievert, U. ....	11		
Smurzynski, J. ....	91		
Spillmann, T. ....	113		
Stecker, M. ....	66, 76		
Steffens, Th. ....	76, 95		
Stephan, K. ....	57		
Stolle, S. ....	41		
Stöver, T. ....	84		
Strauch, A. ....	68		
Striessnig, J. ....	85		
Strutz, J. ....	76		
Stuber, J. ....	21		
Stürzebecher, E. ....	30, 38, 106		
Tempel, B.L. ....	82		
Tiefenau, A. ....	111		
Tillein, J. ....	30		
Utz, A. ....	112		
Veraguth, D. ....	113		
Vibert, D. ....	9		
Vischer, M. ....	9		
von Specht, H. ....	44, 45, 47, 111		
von Voss, H. ....	40		
von Wedel, H. ....	25, 93, 104		
Vorländer, M. ....	86, 87		
Vorwerk, U. ....	6		
Vorwerk, W. ....	6		
Wagener, K. ....	13		
Walger, M. ....	25, 93, 104		
Warncke, H. ....	56		
Warnecke, A. ....	84		
Weber, B.P. ....	76		
Welzl-Müller, K. ....	57, 105		
Wenzel, G. ....	114		
Westhofen, M. ....	10, 33, 62, 79		
Wiesner, Th. ....	68		
Winter, E. ....	83		