

**Klinische Studie über die Akzeptanz
des Phonak-Hörgerätes „Supero 412“**

Maren Elisabeth Tyrell

Aus der Klinik und Poliklinik
für Hals-, Nasen-, und Ohrenkranke der
Ludwig-Maximilians-Universität München
Direktor: Prof. Dr. A. Berghaus

Klinische Studie über die Akzeptanz
des Phonak-Hörgerätes „Supero 412“

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Maren Elisabeth Tyrell

aus

Flensburg

Jahr

2006

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. K. Schorn

Mitberichterstatter: Prof. Dr. U. Mitzdorf
Priv. Doz. Dr. R. Werth

Mitbetreuung: Dr. Ing. U. Baumann
Hr. Blankenhahn

Dekan: Prof. Dr. med. D. Reinhardt

Tag der mündlichen Prüfung: 29.06.2006

Meinen Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

Frau Prof. Dr. med. K. Schorn gilt mein Dank für die freundliche Überlassung des Themas sowie für die wertvollen Hinweise und die Unterstützung, die sie mir bei Ausführung und Verfassung der Arbeit zuteil werden ließ.

Bedanken möchte ich mich ebenso bei Hrn. Prof. Dr. H. Eichner für seine Fürsprache sowie sein Mitwirken bei der Durchsicht der Arbeit.

Weiterhin danke ich Hrn. Dr. Ing. U. Baumann und Hrn. Blankenhahn, die mir bei der Durchsicht und der technischen Ausführung der Arbeit behilflich waren.

Herrn Prof. Dr. med. E. Kastenbauer und Herrn Prof. Dr. med. A. Berghaus danke ich für den Arbeitsplatz, den sie mir in ihrer Klinik zur Verfügung gestellt haben.

Inhaltsverzeichnis

A. Einleitung	3
B. Theoretischer Teil.....	4
1. Hörgeräteversorgung bei Schwerhörigkeit.....	4
1.1 Lokalisation und Ursachen der Schwerhörigkeit	4
1.2 Indikation der Hörgeräteversorgung bei Erwachsenen	6
1.3 Indikation der Hörgeräteversorgung bei Kindern	8
2. Bauformen und Funktionsweise von Hörgeräten.....	8
2.1. Aufbau von Hörgeräten.....	8
2.1.1 Analoge Hörgeräte	9
2.1.2 Digital programmierbare Hörgeräte	10
2.1.3 Digitale Hörgeräte	11
2.1.4 Bauelemente und akustische Daten von Hörgeräten.....	12
2.1.5 Forschungsansätze und Neuentwicklungen	15
2.2. Hörgerätebauformen.....	16
2.3. Vorstellung des in der Studie verwendeten Gerätes Supero 412	17
3. Hörtests und Untersuchungen zur Diagnostik einer Schwerhörigkeit für die Hörgeräteversorgung.....	19
3.1. Hörtests und Untersuchungen bei Erwachsenen	19
3.1.1 Tonhörprüfungen.....	19
3.1.2 Sprachaudiometrie.....	20
3.1.3 Impedanzaudiometrie	21
3.1.4 Elektrische Reaktionsaudiometrie.....	22
3.1.5 Hörfeldskalierung.....	22
3.1.6 Subjektive Beurteilung.....	22
3.2. Hörtests und Untersuchungen bei Kindern	23
3.2.1 Neugeborenenaudiometrie	23
3.2.2 Säuglings- und Kleinstkinderaudiometrie.....	25
3.2.3 Kleinkinderaudiometrie.....	25
3.2.4 Schulkinderaudiometrie	26
3.2.5 Altersunabhängige Untersuchungen bei Kindern	26
4. Testverfahren zur Überprüfung einer Hörgeräteanpassung	27
4.1 Überprüfung der Hörgeräteanpassung bei Erwachsenen	28
4.2 Überprüfung der Hörgeräteanpassung bei Kindern	29
5. Arbeit des Hörgeräteakustikers	30
C. Methodik.....	31
1. Vorstellung des Studienablaufs	31
2. Patientengut.....	31
3. Ausmaß der Schwerhörigkeit der Patienten	32
4. Erfassung der Zufriedenheit anhand der Fragebogen	35
4.1 Oldenburger Inventar - Fragebogenvorstellung	36
4.2 Phonak- Supero pre-launch quality assessment - Fragebogenvorstellung	38
4.3 CHILD-Fragebogen - Fragebogenvorstellung	39
5. Vergleich der apparativen Untersuchungen	39

D. Ergebnisse	40
1. Oldenburger Inventar - Fragebogenauswertung.....	40
1.1 Analyse der Zufriedenheit der Patienten mit der momentanen Versorgung.....	41
1.2 Vergleich der Vorgeräte mit Phonak Supero 412	42
2. Phonak – Supero pre-launch quality assessment - Fragebogenauswertung.....	45
2.1 Analyse der Zufriedenheit der Patienten mit der momentanen Versorgung.....	45
2.2 Vergleich der Vorgeräte mit Phonak Supero 412	47
3. CHILD-Fragebogen - Fragebogenauswertung.....	50
3.1 Analyse der Zufriedenheit der Patienten mit der momentanen Versorgung.....	51
3.2 Vergleich der Vorgeräte mit Phonak Supero 412	52
4. Auswertung der objektiven Hörgeräteüberprüfungssverfahren	55
E. Diskussion.....	64
F. Zusammenfassung und Ausblick	75
G. Literaturverzeichnis.....	77
H. Anhang zur Fragebogenauswertung	81
1. Fragebogenabdruck	81
2. Antworthäufigkeiten.....	89
2.1 Antworthäufigkeiten der Fragen des Oldenburger Inventars	89
2.2 Antworthäufigkeiten des Phonak – prelaunch quality assessments	93

A. Einleitung

Ein normales Hörvermögen ist der Boden für die zwischenmenschliche Kommunikation. Die Folgen einer Hörminderung sind zahlreich und schwerwiegend. Ohne ausreichendes Gehör ist der betroffene Mensch geneigt, sich aus dem aktiven Kontakt zu seiner Umgebung z.B. durch inneres Abschalten bei Gesprächen in größerer Runde, denen er nicht mehr folgen kann, zurückzuziehen. Durch entsprechende Reaktionen der Umwelt auf sein Missverstehen und den daraus resultierenden falschen Antworten, die oft als mangelnde kognitive Fähigkeiten missgedeutet werden, wird der Schwerhörige sozial ausgegrenzt und vereinsamt. Es konnte nachgewiesen werden, dass bei schwerhörigen Patienten die intellektuelle Leistungsfähigkeit eingeschränkt ist (2, 7). Wenn eine schwerhörige Person die Gespräche und Vorgänge um sie herum nicht mehr versteht, sind oft Misstrauen, depressive Verstimmung und Krankheit die Folge. Auch ist ein Schwerhöriger beim alltäglichen Bewegen z.B. im Straßenverkehr viel unsicherer als ein Normalhörender, da ihm das Hören als wichtigster Alarmsinn fehlt. In Deutschland stellen mit ca. 14 – 16 Millionen Betroffenen die Schwerhörigen die größte Behindertengruppe dar, allerdings sind nur etwa 18% dieser Personen Hörgeräteträger, woraus sich auf dem Gebiet der Hörgeräteversorgung ein großer Bedarf ableiten lässt (17).

Grundsätzlich gibt es vier verschiedene Bauarten von Hörgeräten (HdO, IdO, Taschengeräte und Cochlear Implants), die zur Versorgung einer Schwerhörigkeit eingesetzt werden. Wurden vor 1905 noch Audio- und Dekaphone zur Schallverstärkung bei Schwerhörigkeit eingesetzt, so gibt es seitdem eine kontinuierliche Entwicklung von elektrischen Hörgeräten, die dank des Fortschritts in Technik und Forschung zunehmend kleiner und differenzierter werden. Der Trend in der Hörgeräteversorgung geht heute immer mehr in Richtung volldigitaler Hörsysteme, die eine optimale Versorgung des Patienten ermöglichen. (4)

Die Aufgabe dieser Arbeit soll der Vergleich eines modernen, digitalen Hörgerätes mit den von den meist hochgradig schwerhörigen Studienteilnehmern bisher getragenen Hörgeräten im Rahmen einer Akzeptanzstudie sein. Um eine Beeinflussung der Patienten zu vermeiden, wurde die Anpassung und Evaluation des neuen Supero 412-Hörgerätes im Rahmen der ganz normalen klinischen Routine ohne spezielles Studien-Setup durchgeführt. Die Vorstellung des Gerätes, der angewendeten Tests und Methoden werden im folgenden näher dargestellt.

B. Theoretischer Teil

In vielen Studien wurde bereits der Zusammenhang zwischen einem Hörverlust und den infolge dessen schlechteren intellektuellen und alltäglichen Leistungen der Patienten untersucht und bestätigt (2, 16). Die Anpassung von Hörgeräten ist ein wichtiger Faktor zur Besserung des Hörverlustes. Im folgenden Abschnitt wird daher näher auf die Bedeutung der Versorgung mit Hörgeräten eingegangen und ein Überblick über die unterschiedlichen Versorgungsmöglichkeiten mit den jeweiligen Charakteristika gegeben. Ebenso werden die Testverfahren zur Überprüfung einer Hörgeräteindikation und -anpassung vorgestellt.

1. Hörgeräteversorgung bei Schwerhörigkeit

Zum Ausgleich einer Schwerhörigkeit durch die Anpassung eines Hörgerätes ist eine vorausgehende, ausführliche Diagnostik notwendig, um eine Vorstellung des Hörverlustes zu gewinnen. Pathophysiologisch werden die unterschiedlichen Hörstörungen zunächst nach ihrer Lokalisation eingeteilt in Schalleitungs- bzw. Schallempfindungsschwerhörigkeiten.

1.1 Lokalisation und Ursachen der Schwerhörigkeit

Bei der Schalleitungsschwerhörigkeit ist die Fortleitung des Schalls über den Gehörgang oder das **Mittelohr** gestört (vgl. Tab. 1).

	mit Gehörgangs- befund	mit Trommelfell- befund	mit Mittelohr befund
Akute Schalleitungs- schwerhörigkeit	- Cerumen obturans - Fremdkörper - Ohrfurunkel - Otitis externa diffusa	- Verletzungen - Myringitis - Grippeotitis	- Otitis media akuta - Mastoiditis - traumatische Kettenluxation - Pyramiden längs fraktur - Barotrauma - akute Tubenventilations- störung
Chronische Schalleitungs- schwerhörigkeit	- Exostosen - Stenosen - Geschwülste	Adhäsivprozess als Folge einer chron. Mittelohrentzündung mit unregelmäßigem Trommelfell	- chron. Mittelohrent- zündung - Mittelohrgeschwülste - chron. Tubenventilations- störung - Oto-, Paukensklerose - Adhäsivprozess

Tab. 1: Übersicht der Ursachen einer Schalleitungsschwerhörigkeit (nach 40)

In Folge einer *Tubenbelüftungsstörung* wird die Luft in den Mittelohrräumen resorbiert und es entsteht ein tympanaler Unterdruck. Durch die daraus resultierende vermehrte Transsudation kann ein *Paukenhöhlenerguss* hervorgerufen werden. Dieser Erguss dämpft die Schwingungsfähigkeit des Trommelfells und der Gehörknöchelchen und bedingt so ebenfalls eine Mittelohrschwerhörigkeit. Bei chronischem tympanalem Unterdruck ist die Gefahr einer *Tympanosklerose* gegeben, bei der die Gehörknöchelchenkette ganz oder teilweise versteift und so die Schallübertragung behindert wird. Auch *Traumata* können durch Kettenunterbrechung und Einblutung zur Schalleitungsdämpfung führen. (33)

Die **Innenohrschwerhörigkeit** (IOS) ist eine kochleäre Hörstörung, die durch vielfältige Ursachen hervorgerufen werden kann (vgl. Tab. 2).

	Anamnese richtungsweisend	Anamnese uncharakteristisch	Anamnese leer
Akute Schallempfindungsschwerhörigkeit	<ul style="list-style-type: none"> - traumatisch (Knall, Pyramidenfraktur) - infektiös-toxisch (Labyrinthitis, Meningitis) - medikamentös-toxisch (Aminoglykoside, Salizylate) - gewerblich-toxisch (Nitro-; Aminoverbindungen, Blei) - akuter Schub einer chron. IOS bei vaskulären Störungen 	nichtorganische IOS, evtl. nach vorausgegangenem seelischen oder körperlichem Trauma bzw. einer Streßsituation	<ul style="list-style-type: none"> - idiopathische IOS - Hörsturz
Chronische Schallempfindungsschwerhörigkeit	<ul style="list-style-type: none"> - Lärmschwerhörigkeit - Stoffwechsel-, kreislaufbedingte IOS (Nieren-; Schilddrüsen, Vaskularisierungsstörungen, Diabetes mellitus, Immunerkrankung) - Akustikusneurinom 	<ul style="list-style-type: none"> - Altersschwerhörigkeit - zentrale Schwerhörigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - zentrale Hörstörung

Tab. 2: Übersicht der Ursachen einer Schallempfindungsschwerhörigkeit (nach 40)

Lärmschäden, die durch akute oder chronische Lärmbelastung hervorgerufen werden können, führen zur mechanischen Beeinträchtigung der Haarzellen im Cortiorgan. Durch die Einnahme *ototoxischer Arzneimittel* werden die äußeren Haarzellen geschädigt.

Die Stria vascularis ist ein an das Ligamentum spirale der Cochlea angelagertes epitheliales, gut durchblutetes Gewebe, das das Ionenmilieu der Endolymphe steuert und für den Aufbau des endolymphatischen Potentials zuständig ist. Liegt eine Schädigung vor, verändern sich das Potential und die Zusammensetzung der Endolymphflüssigkeit, woraus eine Störung des Energietransportes zu den Haarzellen folgt. Dadurch wird ihre mechanoelektrische Transduktionsaufgabe behindert. Solche *Schädigungen der Stria vascularis* werden im Zusammenhang mit Presbyakusis, Diuretikaeneinnahme, Nephropathien, Autoimmunerkrankungen und G-Protein-Mangel gesehen (59).

Durchblutungsstörungen der das Innenohr versorgenden Arteria labyrinthii, die z.B. durch Arteriosklerose verursacht werden, führen zur Degeneration der Haarzellen, die für die Weiterleitung der Schalleingangsinformationen an das Zentrale Nervensystem verantwortlich sind. Die Haarzellen reagieren sehr empfindlich auf Ischämie und schalten bei Sauerstoffmangel auf anaeroben Stoffwechsel um und die Glucose wird zur Energiegewinnung über die Milchsäuregärung zu Laktat abgebaut. Dadurch kommt es zur Schwellung der Zellkerne, die schließlich die Degeneration der Haarzellen bewirkt (34). Bei ca. einem Drittel der Patienten treten in Folge einer Strahlentherapie sensorineurale Hörverluste auf (24).

Bei der **Taubheit** oder Surditas ist das Innenohr aufgrund einer Haarzellschädigung nicht mehr in der Lage, die ankommenden akustischen Reize aufzunehmen und in elektrische Signale umzusetzen. Sie kann angeboren oder erworben sein.

Die Behandlung von *Schalleitungsstörungen* erfolgt, sofern sie nicht durch Cerumen bedingt sind, meist operativ, z.B. durch das Einsetzen einer Prothese anstelle der Gehörknöchelchenkette (Stapes- oder Tympanoplastik) (54). Bei der Versorgung von *Innenohrschwerhörigkeiten* kommen Hörgeräte, und bei Taubheit Cochlear Implantate zum Einsatz. Die jeweilige Indikation für die Versorgung mit Hörgeräten setzt sich aus mehreren verschiedenen Faktoren zusammen, die das folgende Kapitel behandelt.

1.2 Indikation der Hörgeräteversorgung bei Erwachsenen

Die Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie hat Leitlinien zur Hörgeräteversorgung herausgegeben, die besagen, dass die Indikation für eine Versorgung mit Hörgeräten vorliegt, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind:

- „Operative Hörverbesserung nicht möglich oder nicht erfolgversprechend. Dies gilt auch, wenn der Patient den Versuch einer möglichen operativen Hörverbesserung ablehnt.
- Hörverlust im Tonaudiogramm mindestens 30 dB in mindestens einer der Prüffrequenzen von 500 bis 3000 Hz und im Sprachaudiogramm Einsilberverschöden bei 65 dB Sprachschallpegel nicht mehr als 80%; bei beidseitiger Schwerhörigkeit muss der tonaudiometrische Hörverlust bei 2000 Hz oder bei mindestens zwei Prüffrequenzen im Bereich von 500 bis 3000 Hz mindestens 30 dB betragen.
- Bereitschaft des Patienten zur Verwendung einer Hörhilfe
- Bei Behinderten Gewähr einer ausreichenden und regelmäßigen Unterstützung bei der Bedienung der Hörgeräte
- Die anatomischen Voraussetzungen zum Tragen einer Hörhilfe müssen gegeben sein“. (35)

Ebenso wichtig wie die objektive Hörstörung ist die Beeinträchtigung des Patienten durch die subjektiv empfundene Kommunikationsstörung, die durch standardisierte Frageinventare festgestellt werden kann. Auf jeden Fall muss bei der Indikationsstellung für ein Hörgerät das berufliche und gesellschaftliche Umfeld des Patienten berücksichtigt werden, damit auf spezielle Bedürfnisse eingegangen und der Patient optimal versorgt werden kann.

Grundsätzlich gilt, dass die Erstversorgung eines Patienten mit Hörgeräten so früh wie möglich stattfinden sollte. Besonders älteren Menschen fällt die Umstellung oft nicht leicht, weil das Hörgerät auch die Nebengeräusche verstärkt, die dann als störend empfunden werden. Der gewohnte Klang ihrer Umwelt ist anders und die Patienten müssen sich erst an den neuen Klangeindruck gewöhnen. Bei der Hörgeräteanpassung in höherem Alter muss man die kognitiven Fähigkeiten der Patienten berücksichtigen, um einschätzen zu können, in wieweit sie das Hörgerät bedienen und seine Funktionen sinnvoll einsetzen können (38).

Eine weitere Indikation zur Anpassung von Hörgeräten ist die Maskierung eines therapieresistenten Tinnitus (6).

1.3 Indikation der Hörgeräteversorgung bei Kindern

Die Versorgung von Kindern mit Hörgeräten hat eine besondere Bedeutung, da bei Kindern die Reifung des Gehörs je nach Alter u.U. noch nicht abgeschlossen ist, und eine normale Sprachentwicklung ohne ein ausreichendes Hörvermögen nicht möglich ist. Das hörgeschädigte Kind hat durch seinen Hörverlust nur einen eingeschränkten Zugang zur klanglichen Erfahrungswelt, weil es das Angebot an akustischen Reizen nicht vollständig wahrnehmen kann. Die Anpassung von Hörgeräten im Kindesalter ist deshalb ein differenzierter Vorgang, da die Verstärkung ausreichend sein sollte, eine weitere Schädigung des Gehörs durch zu hohe Ausgangsschalldruckpegel aber unbedingt vermieden werden muss, und Kinder zudem oft nur bedingt kooperationsfähig sind.

Bei hochgradig schwerhörigen Kindern sollte die Anpassung bereits bald nach der Geburt erfolgen, da der Reifungsprozess der Hörbahn besonders in den ersten acht bis zehn Lebenswochen erfolgt. Bei gering- bis mittelgradigen Schwerhörigkeiten sollte die Versorgung zwischen dem 6. und 8. Lebensmonat vor dem Beginn der Sprachanbahnung stattfinden (46). Werden Kinder frühzeitig mit Hörgeräten versorgt, bleiben - zumindest bei milden Schwerhörigkeiten - keine wesentlichen Beeinträchtigungen der Sprachentwicklung zurück (25).

2. Bauformen und Funktionsweise von Hörgeräten

Die Kenntnis des Aufbaus und der Funktionsweise von Hörgeräten ist eine wichtige Voraussetzung, um die Wechselwirkungen zwischen dem hörgeschädigten Ohr und dem Hörgerät zu verstehen. Im folgenden Kapitel wird darauf näher eingegangen.

2.1. Aufbau von Hörgeräten

Grundsätzlich ist der Aufbau eines jeden Hörgerätes gleich. Man unterscheidet eine schallaufnehmende (Mikrophon), eine schallverstärkende und eine schallwiedergebende Komponente (Lautsprecher). Diese sind miteinander verknüpft und strahlen das eingegangene Schallsignal, den Bedürfnissen des Hörgeräteträgers entsprechend verändert, wieder ab. Das Hörgerät ist eine aktive Prothese, d.h. dass die Komponenten zur Funktion Energie benötigen, die sie einer Batterie entnehmen (vgl. Abb.1).

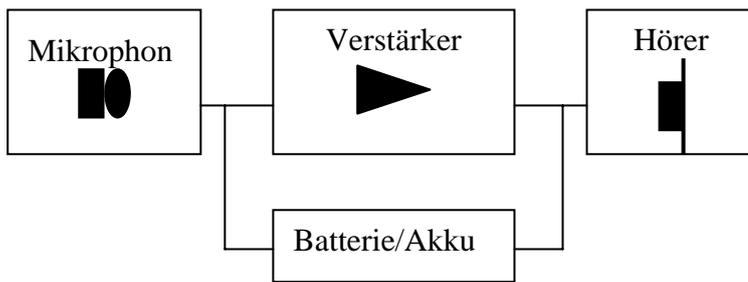


Abb. 1: Prinzipieller Aufbau von Hörgeräten (nach 3).

Man unterscheidet analoge, digital programmierbare und volldigitale Hörgeräte, die im nachfolgenden näher beschrieben werden. Auf die Sonderform des Cochlear Implantates wird im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen.

2.1.1 Analoge Hörgeräte

Bei analogen Hörgeräten wird die Einstellung und Anpassung des Gerätes an die Bedürfnisse des Patienten mittels elektromechanischer Stellelemente vorgenommen und kann nur in begrenztem Maß präzise verändert werden. Die Regler arbeiten aufgrund ihres Aufbaus analog mit elektronischen Bauteilen wie Widerständen, Kondensatoren, Transistoren. Die Signalübertragung analoger Hörgeräte findet zeitkontinuierlich statt, indem die Bewegungen in der Luft, die den Schall erzeugen, vom Mikrophon in ein vereinheitlichtes, komplexes elektrisches Signal umgewandelt werden.

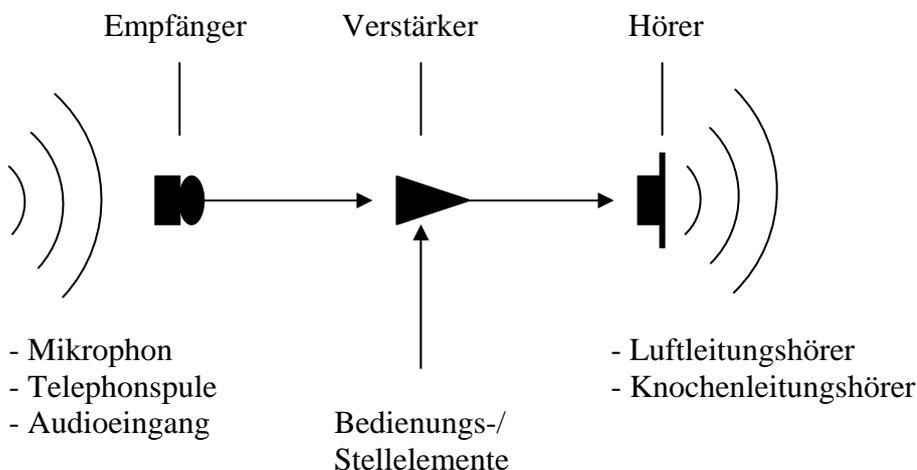


Abb. 2 Schematische Darstellung des Aufbaus analoger Hörgeräte (nach 6)

Durch das systembedingte thermische Eigenrauschen des Mikrophons ist bei analogen Geräten immer ein gewisser Geräuschpegel vorhanden, der das Nutzsignal überlagert. Außerdem sind die möglichen Einstellungen nicht genau reproduzierbar und damit die Anpassung an den individuellen Hörverlust des Patienten eingeschränkt.

Früher waren die analogen Hörgeräte wegen ihrer starken Ausgangsschalldruckpegel die einzigen Modelle, die bei höhergradigen Schwerhörigkeiten eingesetzt werden konnten. Heute werden sie jedoch auf diesem Gebiet zunehmend von den digitalen Hörsystemen abgelöst.

2.1.2 Digital programmierbare Hörgeräte

Bei digital gesteuerten Hörgeräten unterscheidet man den analogen Signalweg und eine digitale Steuerung. Durch ein Programmierkabel werden die Geräte an einen Computer angeschlossen, über den die unterschiedlichen Parameter verändert und abgespeichert werden können. Die Signalverarbeitung erfolgt allerdings weiterhin analog.

Der Vorteil bei dieser Hörgeräteart liegt darin, dass die Einstellungen durch Softwareprogramme auf digitalem Wege geändert werden können und reproduzierbar sind. Hierdurch ist eine wesentlich genauere und gezieltere Anpassung an den Hörverlust des Patienten möglich. Durch den Einsatz der digitalen Technik kann die Anzahl der zu variierenden Parameter bei den digital programmierbaren Hörgeräten höher sein als bei analogen Geräten. Dies liegt daran, dass bei analogen Geräten für jedes mechanische Stellelement Raum im Gehäuse benötigt wird, wobei die Gerätegröße der limitierende Faktor ist.

Die Programmierung der Hörgeräte erfolgt in der Regel über einen Computer unter Verwendung der Windows-kompatiblen Software-Plattform „NOAH“, einen Standard, auf den sich die Hörgeräteindustrie weltweit geeinigt hat. Über diese Plattform ist eine Vernetzung mit den zur Anpassung notwendigen Geräten möglich, und die Ergebnisse aller Untersuchungen eines Patienten können in einer gemeinsamen Datenbank abgespeichert werden.

Eine Skizze des Aufbaus digital programmierbarer Hörgeräte zeigt Abb. 3.

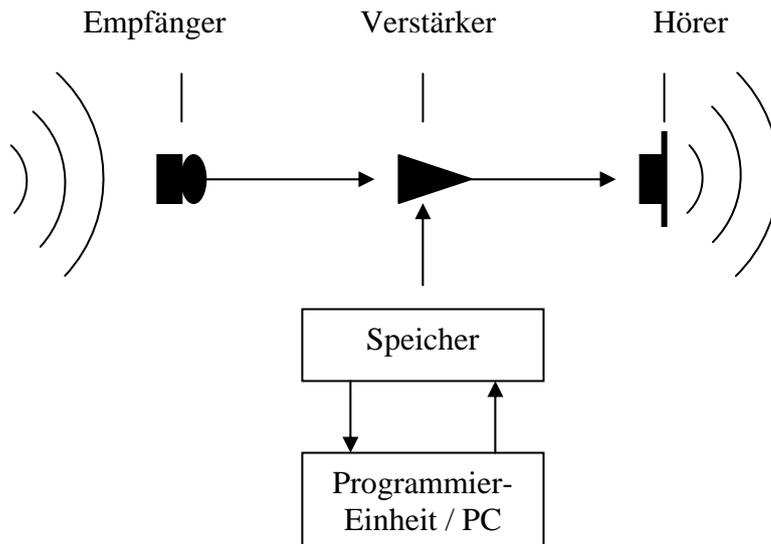


Abb. 3 Aufbau eines digital programmierbaren Hörgerätes (nach 6)

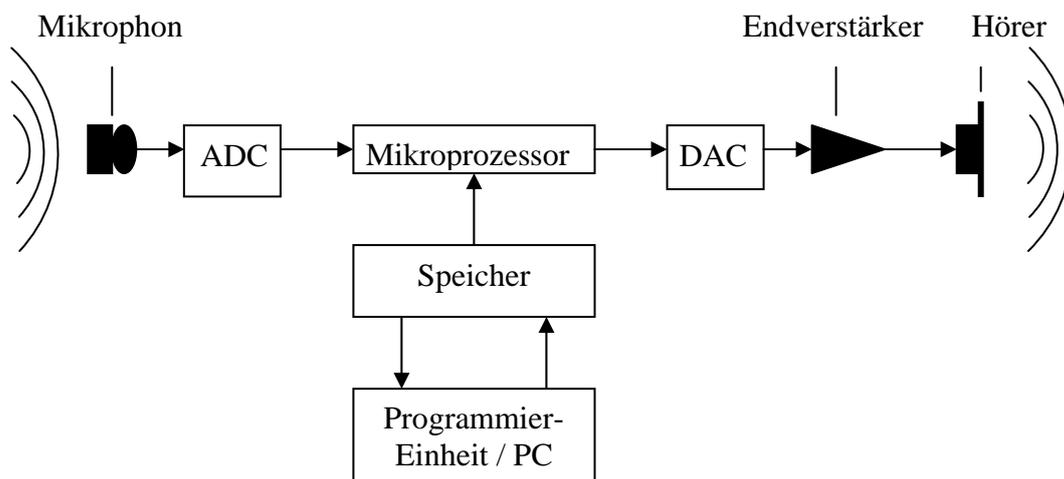
2.1.3 Digitale Hörgeräte

Bei der Signalverarbeitung in digitalen Hörgeräten wird das Schallereignis numerisch, d.h. als eine Zahlenfolge festgehalten, die die verschiedenen Klangeigenschaften wie die Tonhöhe, Lautstärke etc. zum Zeitpunkt der Mikrophonaufnahme beschreibt. Durch bestimmte Verarbeitungsstrategien können Details verstärkt oder ausgeblendet werden, ohne dass dabei das gesamte Klangbild verändert wird. Im Gerät selbst ist ein Signalprozessor enthalten, der die eingehenden Signale analysiert und entsprechend den gespeicherten Einstellungen bearbeitet. Da akustische Signale analoge Signale sind, müssen diese für die digitale Signalverarbeitung zunächst in digitale Informationen umgewandelt werden. Dies geschieht mit einem so genannten Analog/Digitalwandler (ADC, vgl. Abb. 4), der sich zwischen Mikrophon und Verstärker befindet. Gleiches gilt für die spätere Umwandlung des digitalen Signals in ein analoges (DAC), da das menschliche Gehör nur analoge Signale erfassen kann. (51)

Mit Hilfe der Digitaltechnik können wesentlich komplexere Signalverarbeitungs-algorithmen verwendet werden als bei der analogen Signalverarbeitung, da sehr viele Rechenoperationen in kürzester Zeit und auf kleinster Fläche durchgeführt werden. Dadurch wird eine große Flexibilität bei gleichzeitiger hoher Einstell- und Reproduktionsgenauigkeit erreicht und eine sehr individuelle Hörgeräteanpassung ermöglicht, die mit einem herkömmlichen, analogen Gerät nicht zu erreichen ist. Weitere Vorteile der digitalen Hörgerätetechnik sind u.a. das verringerte Eigenrauschen, die

Möglichkeit einer programmierbaren Störgeräuschunterdrückung, eine weitgehend unverzerrte Wiedergabe, der Einsatz einer Richtmikrophontechnik durch Verwendung von mehreren Mikrofonen, die Fähigkeit zur Trennung von Sprache und Störgeräusch sowie die Unterdrückung von Rückkopplungen und die Möglichkeit einer individuellen Anpassung durch eine große Anzahl von Einstellparametern. (51)

Der Einbau von Testtongeneratoren erlaubt die Überprüfung des Gesamtsystems von Otoplastik und Hörgerät. In der Regel erfolgt die Programmierung dieser Geräte über die Standardsoftware-Plattform NOAH (vgl. B 2.1.2, S. 10). Dies ist besonders bei digitalen Hörgeräten eine Erleichterung, da die Anzahl der einstellbaren Übertragungsparameter groß ist und die Informationen, die über die einzelnen Messgeräte gewonnen werden, so direkt in das Anpassungsgerät gespeist werden.



ADC = Analog-Digital-Konverter
 DAC = Digital-Analog-Konverter

Abb. 4: Schematischer Aufbau eines digitalen Hörgerätes (nach 6)

2.1.4 Bauelemente und akustische Daten von Hörgeräten

Um die akustischen Eigenschaften eines Hörgerätes zu beschreiben, ist es vorab sinnvoll, einige Begriffe zu erläutern.

Der wichtigste Parameter zur Beschreibung eines Hörgerätes ist die *Frequenzkennlinie*. Sie beschreibt den Frequenzgang der Verstärkung in einer so genannten akustischen Wiedergabekurve. Entscheidend ist in diesem Zusammenhang, wie genau der Hörgerätefrequenzgang auf die Frequenzabhängigkeit der Hörstörung abgestimmt

werden kann. Mehrkanalige Hörgeräte bieten den Vorteil, dass ihre Verstärkung auf den einzelnen Kanälen getrennt geregelt werden kann. Zusätzlich wird das Verzerrungspotential durch unterschiedlich eingestellte Ein- und Ausschwingzeiten in den einzelnen Kanälen verringert.

Um eine Überverstärkung bei lauten Eingangssignalen zu vermeiden, ist der *maximale Ausgangsschalldruckpegel* zu beachten. Er stellt eine Lautheitsgrenze dar, die nicht überschritten werden darf, wenn das Verstärkungspotentiometer voll aufgedreht ist und auch die übrigen Stellelemente so eingestellt sind, dass sie größtmöglichst verstärken. Bei der Feinanpassung eines Hörgerätes kann man durch die Verwendung von Tonblenden und Veränderungen in der Schallzuführung die Verstärkung und den Klang des Ausgangssignals verändern. Tonblenden beeinflussen die Frequenzkennlinie des Hörgerätes und können so z.B. bewirken, dass die Verstärkung in den tiefen und hohen Frequenzen vermindert wird. (14) Durch Variationen in der Schallzuführung erreicht man beispielsweise bei kurzem, weitem Schallkanal einen entsprechend breiteren Frequenzbereich des Hörgerätes. Durch trichter- bzw. hornartige Erweiterungen des Ohrpassstücks wird die Übertragung im Hochtonbereich verbessert, und Bohrungen reduzieren die Verstärkung im Tieftonbereich. (47)

Unter dem *Dynamikbereich* eines Hörgerätes versteht man den Lautstärkebereich, den das Hörgerät verarbeiten kann. Unter *Dynamikkompression* versteht man die Fähigkeit des Hörgerätes, leise Signale zu verstärken und sehr laute Signale abzuschwächen, damit die Haarzellen nicht zusätzlich beschädigt werden. (18) Bei mehrkanaligen Geräten kann man die Kompression in den einzelnen Kanälen getrennt einstellen.

Abhängig von dem Zusammenhang zwischen der akustischen Wiedergabekurve und dem Eingangsschallpegel werden die Hörgeräte in *lineare und nicht-lineare Hörgeräte* eingeteilt. Bei den *linearen Hörgeräten* entspricht die Änderung des Ausgangsschallpegels der Änderung des Eingangsschallpegels. Es ändert sich an der Form der akustischen Wiedergabekurve nichts, zumindest so lange, bis der maximale Ausgangsschallpegel erreicht ist. Durch die lineare Verstärkung werden jedoch leise Signale oft zu wenig und laute Signale zu stark verstärkt. Für den Patienten ist dies ungünstig, da er stets die Lautstärke mit einem manuellen Lautstärkeregler anpassen muss.

Um oben genanntem Phänomen vorzubeugen, gibt es bei linearen Hörgeräten bestimmte Begrenzungs- und Regelsysteme, die eine Anpassung des Pegels am Hörgeräteausgang an die individuelle Restdynamik des Gehörs ermöglichen. „Begrenzungsschaltungen, wie z.B. die Spitzenbeschneidung (Peak Clipping, PC), sollen bei linearer Verstärkung im

Sprachdynamikbereich ein Überschreiten der Unbehaglichkeitsschwelle verhindern. Die Begrenzung des Ausgangsschalldruckpegels erfolgt ohne zeitliche Verzögerung, ist aber mit erheblichen Verzerrungen verbunden.“ (27) Um den Hörgeräteausgangsschall an die Restdynamik des Gehörs des Patienten anzupassen werden neben dem Peak Clipping (PC) in Hörsystemen auch Schaltungen zur automatischen Verstärkungsregelung (ACG, automatic gain control) verwendet. Das Hörgerät verstärkt dabei bis zu einem bestimmten Eingangsschallpegel linear und nimmt dann automatisch eine Absenkung der Verstärkung vor, um das Gehör nicht unnötig zu überlasten. Man unterscheidet zwischen Schaltungen, bei denen der Regelvorgang bereits mit dem Eingangssignal beginnt, von solchen, bei denen das Schallsignal erst bei Erreichen eines bestimmten Schwellenpegels verändert wird. Durch die endlichen Ein- und Ausschwingzeiten bei ACG-Schaltungen können Verzerrungen vermieden werden.

Die *nichtlinearen Hörgeräte* sind meist mehrkanalige Geräte, bei denen die akustische Wiedergabekurve von den jeweiligen Eingangsschalldruckpegeln abhängig ist und die Dynamikkennlinie frequenzbezogen ist (6).

Neben den klassischen Leistungsmerkmalen eines Hörgerätes gibt es noch weitere Eigenschaften, die die Qualität der Hörgeräteanpassung entscheidend beeinflussen. Die moderneren Hörgeräte sind oft mit mehreren Sondermerkmalen, wie z.B. einer Störgeräuschunterdrückung ausgerüstet. Die Störgeräuschunterdrückung trägt zur Verbesserung des Signal-Rausch-Verhältnisses (SNR) bei, das durch den Quotienten aus der Amplitude des übertragenen Signals und der des störenden Rauschsignals beschrieben wird. Der SNR ist ein logarithmisches Maß für die Reinheit des Übertragungssignals und wird in Dezibel angegeben. Im Vergleich zu Normalhörenden benötigen Schwerhörige einen um 12-17 dB größeren SNR um gleich gut verstehen zu können. (52)

Nicht nur für den Hörgeräteträger sondern auch für seine Umwelt ist das Feedback-Management eine Erleichterung, da es das Risiko für das Auftreten von Rückkopplungen reduziert. Die meisten Geräte bieten verschiedene Hörprogramme mit unterschiedlichen Voreinstellungen (z.B. ein „Party“-Programm) an, die das Hören in speziellen Umgebungen erleichtern. Bei der Bereitstellung und Auswahl der Programme ist zu berücksichtigen, dass abhängig vom jeweiligen Patienten meist nur zwei, maximal drei Hörprogramme sinnvoll genutzt werden können (26).

2.1.5 Forschungsansätze und Neuentwicklungen

Seit den letzten 30 Jahren hat es auf dem Gebiet der Audiologie bedeutende Fortschritte gegeben, die zur Verbesserung der Identifizierung und des Ausgleichs von Hörstörungen beitragen. Basierend auf modernen Untersuchungsmethoden wie z.B. ERA und OAE, ist es durch spezielle Screeningprogramme möglich, Hörfehler bei Neugeborenen bereits früh zu entdecken und dann zu versorgen. Die Durchführung des Hörscreenings in zwei Etappen bietet sich an, bei dem zunächst OAE-Testungen an allen Neugeborenen durchgeführt werden und bei den auffälligen Kinder dann ergänzend ein zweiter Test mit dem ERA-Verfahren durchgeführt wird. (12, 11)

Die Gebiete, auf denen in der Hörgeräteentwicklung immer mehr Fortschritte gemacht werden, sind u.a. der Ausbau der Mehrkanaltechnik, die Ermöglichung höchster Verstärkungen für nur noch resthörige Patienten, die individuellere Abstimmung der Hörprogramme durch Situationserkennung und den Einsatz von fuzzy-logic (55). Besonders für höhergradig schwerhörige Patienten ist der Einsatz der Multimikrophontechnik und von neuen Features wie z.B. die Sprach- bzw. Situationserkennung eine Hilfe, um sich in lauten Umgebungen zurechtzufinden und von besserer Klangqualität und Sprachverständlichkeit zu profitieren (30).

Einen wichtigen Stellenwert hat auch die zunehmende Entwicklung und effizientere Nutzung der Digitaltechnologie, besonders auf den Gebieten der Störgeräuschunterdrückung durch Ausbau der Richtmikrophontechnik zur Unterdrückung breitbandiger Störgeräusche und des Rückkopplungsmanagements. Der Wunsch der Patienten nach möglichst okklusionsfreier Versorgung stellt bei erhöhtem Verstärkungsbedarf im Hochtonbereich wegen des leichteren Auftretens von Rückkopplungen eine Herausforderung für die Hörgeräteakustik dar, die die Entwicklung neuer Signalverarbeitungsstrategien erfordert (26).

Besonders in der Schule sowie z.B. beim Kirchen- oder Theaterbesuch stellt die FM-Technologie eine sinnvolle Unterstützung dar (37), deren Ausrüstung und Verfeinerung mit den Entwicklungen in der Hörsystemforschung schritthalten muss.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass viele Wünsche der Patienten erfüllbar sind, wenn sie auch nicht auf einmal und häufig nicht alle mit einem Hörsystem zu realisieren sind. Der finanzielle Aspekt muss bei der Hörgeräteanpassung ebenfalls mitbedacht

werden, da die Preise für Hörgeräte relativ unterschiedlich sind. Die Erfassung der Vorstellungen und Wünsche des Patienten mit Frageinventaren ist eine wichtige Voraussetzung für eine optimale Beratung des Patienten und die davon abhängige Auswahl der bestmöglichen Hörsysteme. Der Hals-Nasen-Ohrenarzt entscheidet schließlich dann, welche Bauform und Ausstattung des Hörgerätes für den Patienten geeignet ist. Auf die unterschiedlichen Bauformen von Hörgeräten wird im folgenden Kapitel näher eingegangen.

2.2. Hörgerätebauformen

Es gibt zwei Wege, auf denen das Schallsignal zum Innenohr geleitet werden kann, die bei der Hörgerätenpassung genutzt werden. Entweder wird der verstärkte Schall mittels eines Schallschlauches, der in das Ohrpassstück mündet, über *Luftleitung* in den Gehörgang geleitet und normal über die Gehörknöchelchenkette zum Innenohr transportiert. Oder die Übertragung des Schalls geschieht über *Knochenleitung* durch direkten Kontakt des Schallwandlers mit dem Knochen.

Demzufolge gibt es verschiedene Bauformen von Hörgeräten, die die unterschiedlichen Schallwege entsprechend ausnützen: die HdO („Hinter-dem-Ohr“)- und IdO („In-dem-Ohr“)-Geräte für die Luftleitung, sowie die Hörbrillen, bei denen das Prinzip der Knochenleitung genutzt wird.

Das *HdO-Gerät* hat eine der Ohrmuschel angepasste, gebogene Form, und ist über den mit dem Schallschlauch verbundenen Hörwinkel, der sich über die Spitze der Ohrmuschel hakt, mit dem Ohrpassstück verbunden. Die Mikrophone befinden sich an der obersten Spitze des Hörgerätes. Bei den *IdO-Geräten* befindet sich das Hörgerät vollständig in der Ohrmuschel (sogenanntes Conchagerät) oder im Gehörgang (sogenanntes Kanalgerät, CIC = „completely in the channel“). Von der Herstellung her unterscheidet man Custom-made-IO-Geräte („CIO“), die als ganze dem Ohr des Patienten angepasst werden, von den Modul-IO-Geräten („MIO“), die in sich komplett hergestellt werden und dann in eine, dem Gehörgang des Patienten entsprechende Schale eingesetzt werden. Die IdO-Bauart entspricht dem Vorgang der natürlichen Schallaufnahme am weitesten. (27)

Die *Hörbrille* wird selten sowohl als Luftleitungs- als auch als Knochenleitungshörhilfe verwendet. Sie stellt eine Kombination von Hörgerät und Brille dar, wobei die Verstärkungstechnik in den verbreiterten Bügeln eingearbeitet ist. Bei diesem Modell ist das Tragen des Hörgerätes immer mit dem Tragen der Brille verbunden. Ein Vorteil der

Hörbrille besteht in der CROS („Contralateral Routing Of Signals“)-Versorgung: Durch eine unauffällig im Brillengestell verlaufende Kabelverbindung wird der auf der Seite des schlechteren Ohres empfangene Schall zum besseren Ohr geleitet und die Verstärkung auf einander abgestimmt, so dass evtl. auftretende Rückkopplungen unterdrückt werden können. Allerdings ist dies auch mit einem HdO-Gerät und einer zusätzlichen Kabelverbindung möglich.

Das *Taschengerät* ist die einzige Bauart eines Hörgerätes, bei der der Patient das Hörgerät nicht am Kopf trägt. Im Ohr befindet sich bei diesem Modell ein Einsteckhörer, der mit dem Hörgeräteverstärker im Kästchen über ein Kabel verbunden ist. Das Taschengerät wird meist nur zur einohrigen Versorgung herangezogen und selten verschrieben, da es „im Hinblick auf die technischen Daten durch die HdO-Geräte ersetzt werden kann“ (47). Die Indikation wird dennoch bei außerordentlich hohem Verstärkungsbedarf oder mangelhafter Fingerfertigkeit des z.B. älteren Patienten gestellt. Entscheidend für den Tragekomfort eines Hörgerätes ist die akustische Kopplung, d.h. die Verbindung vom Hörer zur Schallaustrittsöffnung im äußeren Gehörgang. Sie besteht aus dem Ohrhaken, dem Schallschlauch und der Otoplastik.

Die Auswertung einer großen Studie, die die Daten aus 10.000 Hörgeräteanpassungen untersuchte, zeigte, dass trotz überwiegender Symmetrie des Hörverlustes nur 43,9% der Patienten beidohrig versorgt worden sind (29). Generell ist jedoch die beidohrige Versorgung bei annähernd symmetrischem Hörverlust der einohrigen Versorgung vorzuziehen, wenn keine Kontraindikationen (wie binaurale Interferenzen, kosmetische Bedenken, hohe Kosten etc.) vorliegen (19).

2.3. Vorstellung des in der Studie verwendeten Gerätes Supero 412

In diesem Kapitel soll das in der Studie verwendete Sample-Hörgerät der Firma Phonak „Supero 412“ anhand der Angaben im Hörgerätedatenblatt (21) vorgestellt und seine Leistungsmerkmale charakterisiert werden.

Als volldigitales Gerät arbeitet Supero 412 mit der *Mehrkanal-Technologie*, wobei Verstärkung und Ausgangsleistung in jedem der fünf Kanäle separat eingestellt werden können. Dadurch kann die Restdynamik des Gehörs des Patienten effektiv genutzt und sein Hörverlust individuell ausgeglichen werden.

Da der Dynamikbereich v.a. bei Kindern mit hochgradigem Hörverlust oft eingeschränkt ist, sind gerade sie sehr darauf angewiesen, dass ihr Gehör vor zu lauten Schalleindrücken bewahrt wird. Gleichzeitig ist aber eine zu geringe Verstärkung der

Sprachentwicklung unzutraglich. Durch die *MPO*(Maximaler Ausgangsschalldruck)-*Formung* des Supero 412-Gerätes wird das Potential der Hörreserven über alle Kanäle hinweg voll ausgeschöpft.

Aufgrund der permanenten Analyse des Umgebungssignals durch die sog. *Power Dynamik-Kontrolle* wird das Gehör vor unerwartet auftretenden Signalspitzen und lauten, anhaltenden Signalen geschützt, die sonst eine Gehörschädigung zur Folge haben könnten.

Die Verwendung von unterschiedlichen *digitalen Signalverarbeitungsstrategien* wie dWDRC (digitale Wide Dynamic Range Compression), dSC (digitale Super Compression) und dLimiting (digital Limiting) ermöglicht dem Akustiker, bei der Hörgeräteanpassung zwischen linearer und nichtlinearer Verstärkung zu wählen und so auf den jeweiligen Hörverlust des Patienten individuell einzugehen. Speziell für Kinder entwickelte Strategien wie DSL (Desired Sensation Level) und RECDdirect (Real Ear to Coupler Difference), mit deren Hilfe die bestmöglichen Einstellungen der Verstärkung und des maximalen Ausgangsschalldrucks berechnet werden können, erleichtern die Hörgeräteanpassung und vermindern das Risiko einer Überverstärkung.

Eine duale *Rückkopplungskontrolle* unterdrückt sowohl konstante als auch sporadisch auftretende Rückkopplungsquellen: Der passive, steiflankige Kerbfilter dient zur Unterdrückung statischer Rückkopplungsfrequenzen. Ein zusätzlicher Rückkopplungsfilter besteht aus einem Detektor, der kontinuierlich den gesamten Übertragungsbereich des Hörgerätes analysiert. Der Detektor bestimmt die Frequenz der Rückkopplung, die beispielsweise durch das Anhalten eines Telefonhörers hervorgerufen wird, und verschiebt den adaptiven Kerbfilter zu dieser Frequenz. Nach Beendigung des Telefongesprächs entfällt die Notwendigkeit zur Unterdrückung der Rückkopplung und der adaptive Kerbfilter wird wieder deaktiviert.

Das Hörgerät Supero 412 bietet mehrere *Programme* an, die die Kommunikation in verschiedenen Situationen erleichtern können. Die Option einer programmierbaren Telefonspule z.B. erleichtert das Verstehen eines Telefongesprächs, da sie das elektromagnetische Feld des Telefons direkt übernehmen kann. Die Anzahl der Programme, auf die aktiv zugegriffen werden kann, ist variabel.

Die *Störgeräuschunterdrückung* erkennt das Vorhandensein von Sprache im Störgeräusch und reduziert daraufhin die Verstärkung in den von Störgeräusch am meisten betroffenen Kanälen.

Zur Erleichterung der Kommunikation im Störgeräusch und über größere Entfernungen hinweg können zur Verbesserung des Signal-Rausch-Abstandes (SNR) verschiedene

Zusatzgeräte wie z.B. eine FM (Funkübertragungs-)-Anlage an das Hörgerät angeschlossen werden. Das Hörgerät Supero 412 hat eine maximale Verstärkungsleistung von 86 dB und erreicht einen maximalen Ausgangsschalldruck von 145 dB SPL. (21)

Wenn im folgenden Text von „Supero-Geräten“ bzw. dem „neuen (Hör-)Gerät“ gesprochen wird, ist generell das Hörgerät Supero 412 der Firma Phonak gemeint.

3. Hörtests und Untersuchungen zur Diagnostik einer Schwerhörigkeit für die Hörgeräteversorgung

Die Wichtigkeit einer frühen Diagnosestellung und die baldmögliche Versorgung der Patienten, die an einer Hörbehinderung leiden, bilden die Grundlage des folgenden Kapitels.

Zu Beginn der Hörgeräteanpassung sollte eine ausführliche Anamnese erhoben werden, bei der u.a. die ersten Symptome und die Entwicklung der Hörstörung erfragt werden. Bei einer allgemeinen Spiegeluntersuchung erkennt der Hals-Nasen-Ohrenarzt anatomische Besonderheiten des Ohres, die bei der Hörgeräteanpassung berücksichtigt werden müssen. Die Methoden der Untersuchungen und Hörtests, die zur Diagnostik eines Hörschadens nötig sind, unterscheiden sich bei Kindern und Erwachsenen und werden deshalb getrennt behandelt.

3.1. Hörtests und Untersuchungen bei Erwachsenen

3.1.1 Tonhörprüfungen

Die *Stimmgabeluntersuchungen* nach Weber und Rinne sind leicht durchzuführen und werden zur groben Orientierung und Überprüfung des Gehörs angewendet. Ein genaueres Bild über den Hörverlust erhält man durch das *Tonaudiogramm*. Es gibt Aufschluss über Grad und Frequenzabhängigkeit der Hörstörung, indem das Ausmaß des Hörverlustes in den einzelnen Frequenzen (von 125 Hz bis 10 kHz) gemessen wird. Die *U(Unbehaglichkeits)-Schwelle* wird ebenfalls mit dem Audiometer festgestellt. Sie hat als Grenze, die der Ausgangsschallpegel des Hörgerätes nicht überschreiten darf, eine besondere Bedeutung. Die U-Schwelle wird mit Schmalbandrauschen oder Tönen ermittelt, die jeweils solange verstärkt werden, bis der Proband das Empfinden als

unangenehm angibt. (6) Anhand der Ergebnisse der Tonaudiometrie kann bereits abgeschätzt werden, in welchem Maße das Sprachverständnis betroffen ist.

3.1.2 Sprachaudiometrie

Mit dem Sprachaudiogramm können die Auswirkungen eines Hörverlustes auf die Kommunikation beurteilt werden.

Die einfachste, orientierende Variante der *Sprachverständnisprüfungen* ist die Sprachabstandsprüfung, bei der der Untersucher dem Patienten Testwörter vorspricht, die dieser wiederholen soll. Dabei wird der Abstand zum Patienten so lange verändert, bis der Patient drei Worte hintereinander richtig wiedergibt. Dieser Abstand, d.h. die Hörweite, wird zur Abschätzung des Sprachverständnisses und zur Kontrolle des Sprachaudiogramms verwendet. Werden die Worte in Flüstersprache gesprochen, kann man an Hand der gemessenen Hörweite die Frequenzbezogenheit der Schwerhörigkeit grob einschätzen. (45)

Grundsätzlich wird bei der Untersuchung zur Feststellung und Eingrenzung einer Schwerhörigkeit ein *Sprachaudiogramm*, am häufigsten mit dem „Freiburger Sprachverständnistest“, durchgeführt. Die Prozentzahl der richtig wiedergegebenen Worte ist als Grundlage für die Indikationsstellung einer Versorgung mit Hörgeräten wichtig (vgl. B 1.2, S. 6).

Das Sprachaudiogramm wird zur Überprüfung der Signalverarbeitungsfähigkeit bei sensorineuraler Schwerhörigkeit, zur Abklärung von Schalleitungsschwerhörigkeiten, zur quantitativen Bewertung eines Hörschadens im Rahmen einer Begutachtung sowie zur Auskunft und Differenzierung bei Verdacht auf Aggravation, Simulation und psychogener Hörstörung (Sprach- und Tonaudiogramm differieren dann) angewendet (5). Es kann sowohl über Luftleitungs- als auch über Knochenleitungshörer durchgeführt werden. Im Rahmen eines Sprachaudiogramms wird auch die *Unbehaglichkeitsschwelle für Sprache* geprüft. (45)

Neben dem weit verbreiteten Freiburger Sprachtest gibt es andere Sprachprüfungstests wie z.B. den Marburger Satztest, der durch die Verwendung von ganzen Sätzen als Testmaterial durch Zulassen von Assoziation das Verständnis erleichtert und dadurch besonders für höhergradig Schwerhörige zur Sprachverständnisprüfung geeignet ist.

Die Patienten klagen oft über Sprachverständnisschwierigkeiten im Störgeräusch bei normalem Verstehen in ruhiger Umgebung. „Die Störwirkung eines

Hintergrundgeräusches wird nicht nur durch seinen Schallpegel, sondern auch durch die spektrale Zusammensetzung und seinen Zeitcharakter bestimmt. Untersuchungen von Störsignalen unterschiedlicher Spektren ergaben, dass sich die tieffrequenten Störsignalanteile besonders auf die Sprachdiskrimination auswirken, weil sie die hochfrequenten Konsonanten und Formanten verdecken.

Da stationäre Störsignale die alltäglichen Hintergrundgeräusche nur sehr mangelhaft nachbilden, wurden für die Sprachaudiometrie zeitlich veränderliche Störsignale entwickelt, die dem Charakter des Sprachsignals bzw. Stimmengewirrs möglichst gut entsprechen sollten.“ (45)

Mit der Durchführung von Sprachverständnisprüfungen im Störgeräusch kann ein möglichst realitätsnahes Testergebnisses erreicht werden.

3.1.3 Impedanzaudiometrie

Die Impedanzmessung ist eine Methode zur Überprüfung des Gehörs, die von den subjektiven Angaben des Patienten unabhängig ist. Dabei wird der akustische Schwingungswiderstand des Trommelfells mittels eines Sondensystems gemessen, das in den Gehörgang eingebracht wird.

Die Impedanzveränderungen entstehen durch Schalleitungsstörungen sowie durch die Kontraktion der Mittelohrmuskeln. Zur Unterscheidung werden zwei verschiedene Untersuchungen durchgeführt: die Tympanometrie und die Stapediusreflexmessung. Bei der *Tympanometrie* wird nicht nur die Funktion des Trommelfells, sondern auch die Funktion von Tube und Mittelohr geprüft, indem die Schwingungsfähigkeit des Trommelfells bei unterschiedlichen Luftdrücken registriert wird. Die *Stapediusreflexschwelle*, die bei gesundem Gehör zwischen 500 und 4000 Hz bei 70 bis 90 dB liegt, wird untersucht, um differentialdiagnostische Hinweise auf eine Schalleitungsschwerhörigkeit, Innenohrschwerhörigkeit, bzw. Hirnstamm- und Nervenläsionen zu gewinnen. Beide Untersuchungen haben den Vorteil, dass sie von der Mitarbeit des Patienten unabhängig sind und keine subjektive Beurteilung erfordern. (48)

3.1.4 Elektrische Reaktionsaudiometrie (ERA)

Die Elektrische Reaktionsaudiometrie ist eine sehr genaue Untersuchungsmethode, die auf der Ableitung von elektrischen Nervenimpulsen (AEP) beruht, welche durch akustische Signale evoziert werden. Sie gibt selbst über geringste pathologische Veränderungen des Gehörs Aufschluss. (49)

Abhängig von dem Ort der Ableitung der akustisch hervorgerufenen Potentiale (Innenohr- und Hörnerventpotentiale, Hirnstammpotentiale, kortikale Potentiale) wird die Diagnostik von retrokochleären Hörstörungen, die Differentialdiagnostik sensorineuraler Hörstörungen, eine Objektivierung von Tonaudiogrammen und insbesondere die objektive Diagnostik kindlicher Hörstörungen ermöglicht (vgl. B 3.2, S. 23).

3.1.5 Hörfeldskalierung

Die Hörfeldaudiometrie stellt ein klassisches psychoakustisches Verfahren dar, mit dem der funktionelle Zusammenhang zwischen angebotenen Schallpegel und subjektivem Lautheitsempfinden ermittelt werden kann. Bei dieser Untersuchung werden Reize unterschiedlicher Frequenzen und Verstärkung als Schmalbandrauschimpulse pegelrandomisiert dargeboten. Der Patient gibt auf einer interaktiven Tafel seinen Höreindruck verbal z.B. als „zu leise“, „mittellaut“ oder „zu laut“ an (27). Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind die Voraussetzung für die Berechnung der erforderlichen Verstärkung in den einzelnen Frequenzbereichen bei unterschiedlichen Schalleingangspegeln.

3.1.6 Subjektive Beurteilung

Kernstück der Beurteilung einer Schwerhörigkeit ist die subjektive Einschätzung der alltäglichen Einschränkungen durch den Patienten selbst. Der Schwerhörige wird anhand eines geeigneten und geprüften Frageinventars, das die verschiedenen Hörsituationen des Alltags möglichst umfassend anspricht, befragt. Das „Oldenburger Inventar“ scheint in diesem Zusammenhang gut geeignet zu sein. Es ist im Anhang abgedruckt (vgl. H 1, S. 82).

3.2. Hörtests und Untersuchungen bei Kindern

Sinnessysteme bedürfen, um zu ihrer vollen Entfaltung heranreifen zu können, einer intensiven Stimulierung. Deshalb hat der Hörverlust bei Kindern im Vergleich zu Erwachsenen eine zusätzliche Dimension. Ist ein Hörschaden (egal welcher Art) vorhanden, ist eine Einschränkung der gesamten kindlichen sprachlichen, geistigen und seelischen Erfahrungswelt durch die fehlende Wahrnehmung des akustischen Reizangebotes die Folge. (13, 53). Ein gutes Gehör ist Voraussetzung und unverzichtbar, um als Kind sprechen zu lernen und dann mit der Sprache sinnvoll umgehen zu können. Bereits Babys erkennen ihre Mutter schon früh am Klang ihrer Stimme, interpretieren die Stimmlage und reagieren darauf. Ohne ausreichendes Gehör kann das Kind keine Laute wahrnehmen und imitieren, und es fehlt der Anstoß zur Sprachentwicklung. Deshalb ist die Indikation für eine Hörgeräteversorgung bei Kindern insgesamt möglichst früh zu stellen (51).

Zwischen Verdacht und Diagnosestellung ist oft ein enormer Zeitabstand. Die Eltern werden beruhigt, ihre Bedenken, dass ihr Kind schlecht höre, beschwichtigt, und sie werden manchmal erst in sonderpädagogischen Zentren, die sie wegen vermeintlicher Minderbegabung ihrer Kinder aufsuchen, suffizient beraten.

Die Untersuchungen, die bei Kindern durchgeführt werden können, um die Diagnosestellung zu beschleunigen, werden in den folgenden Kapiteln beschrieben. Da es bei den Kindern sehr von ihrem Alter abhängt, welche Untersuchungen mit verwendbaren Ergebnissen durchführbar sind, werden die einzelnen Untersuchungsmethoden dem jeweiligen Alter des Kindes zugeordnet und beschrieben.

3.2.1 Neugeborenenaudiometrie

Die Untersuchungsergebnisse bei Neugeborenen auf Schwerhörigkeit sind sehr von deren Vigilanz abhängig und erfordern seitens des Untersuchers bei ihrer Bewertung viel Erfahrung.

Eine orientierende Untersuchungsmethode bei Neugeborenen ist die *Reflexaudiometrie*: Durch laute Geräusche (wie Händeklatschen, Gong, Rassel etc.) werden motorische Reflexe ausgelöst, die das Empfinden eines Schalleindrucks anzeigen. Zu den zu beobachteten Reflexen zählen der Lid-, Moro-, Startle- und Stapediusreflex.

Die Methode der Reflexaudiometrie ist bis auf die Stapediusreflexmessung etwa nur bis zum 6. Lebensmonat sinnvoll einsetzbar, da zu diesem Zeitpunkt die meisten Reflexe abgeschwächt sind und zunehmend verschwinden. Zeigt das Neugeborene an zwei Untersuchungstagen keine Reaktion auf die angebotenen Reize, müssen unbedingt weiterführende Untersuchungen angeschlossen werden. (50)

Zur Erfassung einer Innenohrschwerhörigkeit bei Neugeborenen wird ebenso wie bei Erwachsenen die Messung von *otoakustischen Emissionen (OAE)* angewendet. OAE sind Epiphänomene des normalen Hörvorgangs und drücken den Verstärkungsprozess in der Cochlea aus. Sie werden durch die periodischen Kontraktionen der äußeren Haarzellen und der damit assoziierten Strukturen hervorgerufen und sind im äußeren Gehörgang messbar. (23) Bei 98-100% der Normalhörenden sind OAE vorhanden. Sie verschwinden bei einem Hörverlust ab 25 dB. Die Durchführung der Messung liefert sowohl bei wachen als auch bei narkotisierten bzw. sedierten oder schlafenden Patienten die selben Ergebnisse (44). Nach einer chinesischen Studie ist der Zeitpunkt für die Untersuchung von OAEs bei vorhandenen Risikofaktoren um den 42. postpartalen Tag am besten geeignet (60). Die Kosten des postpartalen Hörscreenings in der Klinik belaufen sich auf 16 Euro pro Untersuchung (Daten aus Hannover) (36).

„Die einzig echte Bestimmungsuntersuchung zum qualitativen und quantitativen Nachweis einer Hörstörung [im Kindesalter], die sich weltweit durchgesetzt hat, ist die *Hirnstammaudiometrie*“ (BERA) (50). Bei Geburt liegen die BERA-Schwellen ca. 10 bis 20 dB über den Werten bei Erwachsenen und gleichen sich diesen innerhalb des ersten Lebensmonats an. Die Interpeaklatenzen erreichen im Alter von ca. 24 Monaten Erwachsenenwerte. Die BERA-Untersuchung erfordert zur Durchführung keine Aufmerksamkeit des Patienten, sondern kann im Spontanschlaf, in Sedierung oder in Narkose durchgeführt werden. Der kleinste Schallpegel, bei dem reproduzierbare Hirnstammpotentiale nachgewiesen werden können, wird als Hörschwelle festgelegt. Der maximale Hörverlust, der mit der Hirnstammaudiometrie festgestellt werden kann, beträgt 95 dB nHL (im Gegensatz zum Tonaudiogramm mit dem Hörverluste frequenzabhängig bis ca. 120 dB nHL gemessen werden können). Die Untersuchungsfrequenzen erstrecken sich von 2 bis 4 kHz. Da bei einigen Kindern mit auffälligem Hörscreening auch Reifungsverzögerungen der Hörbahn vorliegen können, sollten die objektiven Untersuchungen zur Beurteilung einer Schwerhörigkeit innerhalb des ersten Lebensjahres unbedingt wiederholt werden. (39)

3.2.2 Säuglings- und Kleinstkinderaudiometrie

Die im folgenden beschriebenen Untersuchungsmethoden sind - abhängig von der Reife des Kindes - vom 3. bis zum 24. Lebensmonat geeignet.

Den sicheren Nachweis einer Mittelohrschwerhörigkeit erlaubt die *Tympanometrie* (vgl. B 3.1.3, S. 21). Sie kann ebenso wie die *Stapediusreflexschwellenbestimmung* (vgl. B 3.1.3, S. 21) ab dem Neugeborenenalter eingesetzt werden. Auch bei Säuglingen stellt die *BERA-Untersuchung* (vgl. B 3.2.1, S. 24) die Methode der Wahl zur Untersuchung eventueller Hörstörungen dar. Zusätzlich wird die *Verhaltensaudiometrie* angewendet, da die Kinder noch nicht in der Lage sind, bei einer Untersuchung mit dem Audiometer aktiv mitzuarbeiten. Ab dem 6. bis zum 24. Monat kann bei Kindern der Grad einer Schwerhörigkeit anhand ihres Verhaltens sowie ihrer Reaktionen auf verschiedene *Zuwendungs- und Ablenktests* (z.B. nach Ewing, Dieroff, BOEL-Test) abgeschätzt werden, die meistens im freien Schallfeld durchgeführt werden. Dabei werden dem Kind Prüfreize verschiedener Frequenzen angeboten, während z.B. seine Aufmerksamkeit durch Bewegen von Spielzeug vor seinen Augen abgelenkt wird. Ebenso kann man ab dem 7. Lebensmonat das Verfahren der *konditionierten Orientierungsreflexaudiometrie* anwenden, bei dem der akustische Reiz mit einem visuellen gekoppelt wird und im Anschluss an eine Trainingsphase dissoziiert angeboten wird. (50)

3.2.3 Kleinkinderaudiometrie

Ab dem 3. Lebensjahr können die selben Untersuchungsmethoden wie bei Erwachsenen angewendet werden, mit dem Unterschied, dass sie mit einer Spielhandlung verbunden sind. Bei der *Spielaudiometrie* werden die Kinder angeleitet, die Wahrnehmung eines akustischen Reizsignals nach einfachen Regeln, z.B. durch Ablegen von einem ans Ohr gehaltenen Holzklötzchens, anzuzeigen. Ist der Untersucher erfahren im Deuten der kindlichen Reaktionen, kann diese Untersuchung aussagekräftige Ergebnisse über die Hörschwelle des Kindes liefern. Zur überschwelligen Diagnostik eignet sich als schneller und sicherer Test die *Stapediusreflexmessung* (vgl. B 3.1.3, S. 21).

Ab dem 2. bzw. 3. Lebensjahr wird zur Ermittlung des Sprachverstehens eine *Sprachabstandsmessung* sowohl in Flüster- als auch in Umgangssprache durchgeführt, bei der das Kind ihm vorgesprochene Worte nachsprechen soll. Diese Untersuchung kann durch die Verwendung von bunten Symbolkarten, auf die die Kinder zeigen können,

wenn das entsprechende Wort gesagt wurde, vereinfacht werden. Die Distanz, aus der die Flüstersprache normalerweise verstanden werden sollte, beträgt 8–10 m. (50)

Die *Sprachaudiometrie* kommt ebenfalls als Untersuchungsverfahren in Frage, um gezielt das Sprachverstehen eines Kindes beurteilen zu können. Vor der Durchführung eines Sprachtests sollten der Sprachentwicklungsstand und das Alter des Kindes bekannt sein, um unter den vorliegenden Testvarianten (z.B. Mainzer Kindersprachtest, Freiburger Sprachverständnistest, Göttinger Sprachtest) eine geeignete herausuchen zu können.

3.2.4 Schulkinderaudiometrie

Normal entwickelte Kinder, die das Schulalter erreicht haben, können die subjektiven Hörtests aussagekräftig mitmachen. Die *Stimmgabeluntersuchungen* nach Rinne und Weber als orientierende Hörprüfungen und die Durchführung eines *Tonaudiogramms* sind möglich. Allerdings sollte die Messanordnung und der Messablauf für Kinder entsprechend interessant gestaltet und ihre korrekte Antwort z.B. mit einem Kopfnicken belohnt werden. Zum Ausschluss einer retrokochleären Schwerhörigkeit stehen neben den Ermüdungs- und Rekrutmenttests der *Stapediusreflextest* (vgl. B 3.1.3, S.21) und die *BERA* (vgl. B 3.2.1, S. 24) zur Verfügung. Mit dem *Freiburger Sprachverständnistest* wird das Sprachverstehen überprüft, wobei der Grad und Zeitpunkt des Eintritts der Schwerhörigkeit, sowie das soziale Milieu und die Intelligenz des Kindes berücksichtigt werden müssen. (50)

Bei Kindern kann man ab dem fünften bis sechsten Lebensjahr eine *Lautheitsskalierung* durchführen, da die Kinder bereits unterschiedliche Schallsignale ihrer Lautheit nach sortieren können. Die kindgerechte Messanordnung könnte so aussehen, dass die Kinder aus einem Körbchen Holzklötzchen unterschiedlicher Dicke herausnehmen, wobei die Dicke des Klötzchens mit der Lautheit des Tones zunimmt.

3.2.5 Altersunabhängige Untersuchungen bei Kindern

Die Messung der *akustisch evozierten Hirnstammpotentiale* ist das Verfahren, das neben der Bestimmung der otoakustischen Emissionen zum objektiven Nachweis eines Hörschadens angewendet wird, da auch schon geringfügige Veränderungen des Gehörs zu abweichenden Mustern der abgeleiteten Potentiale führen. Es wird zur Hörprüfung bei Säuglingen, Kleinkindern und nicht kooperativen Kindern angewendet, wenn diese schlafen, sediert oder in Narkose sind. Dem Patienten werden sowohl 35 dB laute Klicks

als auch kurze gauß- oder trapezförmig modulierte Tonimpulse mit zunehmender Lautstärke angeboten, wobei der Untersucher nach dem kleinsten Schallpegel sucht, bei dem noch Hirnstammpotentiale nachweisbar sind. (49)

Aus den abgeleiteten Reizantworten lassen sich für die Hörgeräteanpassung entscheidende Größen wie z.B. der für die Bestimmung der nötigen Verstärkung bedeutsame Hörverlust für Klick-Reize, sowie der Frequenzverlauf der Hörschwelle bestimmen, der für die Festlegung des Frequenzgangs des Hörgerätes wichtig ist. Durch die Interpretation und Umsetzung von Amplituden und Latenzen der jeweiligen überschwelligeren Reizantworten werden Anhaltspunkte gewonnen, die als Kriterien für die Begrenzung des maximalen Ausgangspegels und die Auswahl der automatischen Verstärkungsregelung (vgl. B 2.1.4, S. 12) herangezogen werden können. Bei der Auswertung der akustisch evozierten Potentiale muss man beachten, dass ihre Latenzzeiten auch vom Reifungsgrad der Hörbahn abhängig sind, und bis zum Alter von 2 Jahren im Vergleich mit Untersuchungen an erwachsenen Patienten physiologische Latenzverlängerungen bestehen. (49) Mit der Entwicklung dieser Untersuchungsverfahren ist es möglich geworden, einen schwerwiegenden Hörverlust frühzeitig zu erkennen, seine Ausmaße einzuschätzen und eine frühzeitige Rehabilitation einzuleiten.

4. Testverfahren zur Überprüfung einer Hörgeräteanpassung

Nach der Hörgeräteanpassung ist es wichtig zu überprüfen und festzustellen, ob das ausgewählte Gerät tatsächlich das für den Patienten am besten geeignetste ist. Erst durch die optimale Einstellung ist der Weg zu wirklicher Compliance und Akzeptanz möglich. Die deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde hat in Zusammenarbeit mit der ADANO (Arbeitsgemeinschaft Deutscher Audiologen und Neurootologen, www.hno.org/adano) Richtlinien für eine integrierte, qualitätskontrollierte Hörgeräteversorgung in Deutschland erarbeitet, die der Qualitätssicherung der Hörgeräteverordnung und -anpassung dienen sollen.

4.1 Überprüfung der Hörgeräteanpassung bei Erwachsenen

Nachdem sich der Patient für eines der Probergeräte entschieden hat, muss zunächst der Anpassbericht des Hörgeräteakustikers vom HNO-Arzt überprüft werden, in dem die Ergebnisse und Einstellungen der im Rahmen der vergleichenden Anpassung gestesteten Probergeräte festgehalten wurden. Der HNO-Arzt sollte dann den Patienten nach seiner subjektiven Zufriedenheit mit den neuen Hörgeräten fragen, ob für ihn die Verstärkung in verschiedenen Situationen (besonders im Störgeräusch) ausreichend ist, ob er mit dem Klang zufrieden und mit der Handhabung des Gerätes vertraut ist, wie die Höranstrengung ist und ob Rückkopplungen auftreten (43). Diese *subjektive Bewertung* des Hörerfolgs geschieht mittels entsprechender Frageinventare, durch welche dem Patienten alltägliche Situationen vor Augen geführt werden, die er bewerten soll. Anhand der Antworten des Patienten werden u.U. Mängel aufgedeckt, die dann bei der Feinanpassung berücksichtigt oder durch Einübung in einem speziellen Hörtraining behoben werden können.

Der Hals-Nasen-Ohrenarzt prüft den Sitz der Otoplastik und schlägt dem Patienten Modifikationen wie z.B. Zusatzbohrungen zur Verbesserung des Tragekomforts vor.

Durch eine *In-situ-Messung* wird das tatsächliche, frequenzbezogene Übertragungsverhalten des Hörgerätes über ein direkt in den Gehörgang eingeführtes Sondenmikrophon überprüft. So ist es möglich, z.B. anatomisch bedingte Resonanzeffekte oder durch die Länge des Schallschlauchs bedingte Veränderungen zu entdecken und bei der Feineinstellung zu berücksichtigen. Mit der In-situ-Messung kann bei einem Eingangsschalldruck von 80 bis 90 dB SPL (Sound pressure level) objektiv gemessen werden, in welchen Frequenzen die Unbehaglichkeitsschwelle des Patienten überschritten wird (43).

Durch *Sprachverständlichkeitsmessungen* im freien Schallfeld z.B. mit dem Freiburger Einsilbertest oder dem Göttinger Satztest bei 65 dB SPL (Sound pressure level) wird der Erfolg für das Sprachverständnis mit dem neuen Hörgerät getestet. Zusätzlich ist bei der Überprüfung der Hörgeräteanpassung eine Verstehensprüfung *im Störgeräusch* wichtig, um einen möglichst realitätsnahen Höreindruck zu haben. Das Störgeräusch wird dazu am besten über mehrere Lautsprecher, die seitlich und hinter dem Patienten angeordnet sind, mit einer Lautstärke von 60 dB SPL angeboten. Bei beidohriger Hörgeräteversorgung wird das Sprachverstehen sowie insbesondere das *Richtungshören* überprüft, um die Akzeptanz und das Hörergebnis zu optimieren.

Die Überprüfung der Hörgeräteanpassung erfolgt speziell bei mehrkanaligen digitalen Geräten mittels *Hörfeldskalierung* im freien Schallfeld (vgl. B 3.1.5, S. 22). Die Zone der angenehmsten Lautheit sollte bei gut angepassten Hörgeräten in allen Frequenzen bei 75 dB (± 5 dB) liegen.

Der HNO-Arzt entscheidet über die Beantragung von zusätzlichen technischen Hilfsmitteln, die dem Patienten das Hören in bestimmten Situationen erleichtern können, wie z.B. eine Funkhöranlage, Telefonzusatzgeräte etc. (43).

4.2 Überprüfung der Hörgeräteanpassung bei Kindern

Die Überprüfung der Hörereinstellungen braucht gerade bei Kindern viel Erfahrung und Geduld, da sich das kindliche Gehör noch in einem Reifungsprozess befindet und sich daher schnell verändert und zusätzlich durch zu starke Belastung geschädigt werden kann. Wie auch bei Erwachsenen wird die Frequenzfeinanpassung mit einer *In-situ-Messung* überprüft. Besonders bei Kindern entwickeln sich im Gehörgang unvorhersehbare Resonanzeffekte, die die Übertragungseigenschaften des Hörgerätes stark beeinflussen. In Abhängigkeit vom Alter des Kindes wird die Erfolgskontrolle mit denselben Testverfahren durchgeführt, die auch zum Nachweis einer Schwerhörigkeit eingesetzt werden (vgl. B 3.2, S. 23).

Besonders wichtig bei der Hörgeräteüberprüfung von Kindern ist der *Toleranztest* (Reaktion des Kindes auf lautes Händeklatschen), der dem Akustiker hilft, eine Überverstärkung auszuschließen. Als Auslösungsschwelle für den *Stapediusreflex* gilt bei Kindern eine Lautstärke von 70 dB HL. Wird diese Schwelle unterschritten, muss die Verstärkung durch das Hörgerät neu reguliert werden.

Durch den Vergleich der BERA-Potentialkennlinien des Patienten mit und ohne Hörgerät wird deutlich, wie gut der Hörschaden durch das Gerät kompensiert wird und wo noch Verbesserungen nötig sind. (46)

Beim Kind gilt ebenso wie beim Erwachsenen die subjektive Zufriedenheit mit den Hörgeräten als gutes Maß für die Qualität der Anpassung. Zufriedenheit äußert sich z.B. darin, dass das Kind die Geräte gerne trägt und seine Sprachentwicklung Fortschritte macht.

Wichtige Hinweise für den Erfolg des Hörgerätes können auch von Personen aus dem Umfeld des Kindes gegeben werden, die es täglich erleben und beobachten, ob und wie es mit den Hörgeräten zurechtkommt. Zu ihrer Unterstützung kann ihnen als

Hilfestellung ein Beobachtungsbogen mitgegeben werden, der die wichtigsten Aspekte abfragt, und zur Optimierung der Hörgeräteanpassung herangezogen werden kann. (56)

5. Arbeit des Hörgeräteakustikers

Bei der Versorgung eines Patienten mit Hörgeräten kommt es auf die bewährte Zusammenarbeit von Hals-Nasen-Ohren-Arzt und Hörgeräteakustiker an. Zunächst wird ein Abdruck von der anatomischen Form des Cavum conchae und des Beginns des äußeren Gehörgangs z.B. aus Silikonkautschuk gemacht, nach dem ein individuelles Ohrpassstück angefertigt wird. Der Hörgeräteakustiker nimmt dann die Anpassung der Hörgeräte, meist in mehreren Sitzungen, auf der Grundlage der `vergleichenden Hörgeräteanpassung´ mit mehreren Geräten vor. Die Grundprinzipien der `vergleichenden Hörgeräteanpassung´ wurden durch die Kommission „Audiometrie und Hörprothetik“ der Arbeitsgemeinschaft deutschsprachiger Audiologen und Neurootologen (ADANO) festgelegt (www.hno.org/adano). Nach der ersten Anpassung erfolgt eine mehrwöchige Phase der Adaptation mit jedem in die engere Auswahl gezogenen Hörgerät. Nach dieser Auswahl- und Gewöhnungsphase überzeugt sich der verordnende Hals-Nasen-Ohren-Arzt von der ausreichenden Verbesserung des Kommunikationsvermögens des Patienten und der Zweckmäßigkeit der Hörhilfe, meist mit einer abschließenden sprachaudiometrischen Untersuchung (mit Hörgerät).

Die Suche nach einem passenden Hörgerät kann langwierig sein. Sie erfordert viel Erfahrung und immer wieder neues Hinhören und Reagieren auf die subjektiven Eindrücke des Patienten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Hörgeräteanpassung ein dynamischer Prozess ist, der individuell geplant und gesteuert werden muss, um die Kommunikation des schwerhörigen Patienten so weit wie möglich zu normalisieren und sicherzustellen, dass die Schallwiedergabe durch das Hörgerät akzeptiert wird.

C. Methodik

Im folgenden Abschnitt werden die zur Erprobung des neuen Supero 412-Hörgerätes durchgeführte klinische Studie und die dabei verwendeten Fragebögen vorgestellt.

1. Vorstellung des Studienablaufs

Den Patienten wurde neben weiteren Testgeräten im Rahmen einer Hörgeräteanpassung ohne spezielles Studien-Setup auch die Erprobung des Sample-Hörgerätes Typ Supero 412 der Firma Phonak angeboten. Es handelte sich dabei um ein volldigitales HdO-Gerät mit Software (vgl. B 2.3, S. 17), das noch vor der allgemeinen Markteinführung stand. Für die Prototypen wurde das Innenleben des Phonak Supero 412 Gerätes in das Gehäuse des schwächeren, aber bereits auf dem Markt befindlichen Hörgerätes Supero 411 eingebaut.

Bei den ersten Terminen wurden mit den Patienten die Fragebögen (Oldenburger Inventar, Phonak Supero pre-launch quality assessment, CHILD) durchgegangen, wobei es darauf ankam, die Zufriedenheit mit den momentan getragenen Geräten festzuhalten. Neben Tonaudiogramm, Freifeldmessung mit Hörgerät und Würzburger Hörfeld war auch eine In-situ-Messung geplant, um die Funktion der bisher getragenen Hörgeräte zu überprüfen und um so für die später durchgeführten Messungen mit dem Supero 412-Gerät Vergleichsmessungen zu erhalten. Dann erfolgte die Anpassung der Phonak Supero 412-Hörgeräte, die den Patienten zur Eingewöhnung und Erprobung mit nach Hause gegeben wurden. Nach einem weiteren Feinadjustierungstermin und einer etwa vierwöchigen Probephase wurden die Patienten erneut anhand der Fragebögen befragt, diesmal zu ihrer Zufriedenheit mit den neuen Geräten. Aus dem Vergleich der Antworten jeweils zu den alten und neuen Geräten ließen sich der subjektive Zufriedenheitszugewinn bestimmen wie auch die Ergebnisse der Messungen überprüfen. Alle für die Studie notwendigen Untersuchungen und Befragungen wurden in den Räumen der audiologischen Abteilung der Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten im Klinikum Großhadern durchgeführt.

2. Patientengut

Das Patientengut dieser Studie bestand aus achtzehn Personen, zehn Kindern und acht Erwachsenen, deren Alter zum Zeitpunkt der Studie zwischen einem und 77 Jahren lag. Aufgeteilt in die verschiedenen Altersgruppen ergibt sich folgendes Bild (s. Tab.3):

Altersgruppe	Anzahl der zugehörigen Patienten
Kleinkinder <i>bis 3 Jahren</i>	5 Patienten
Kinder <i>von 3 bis 18 Jahren</i>	5 Patienten
Erwachsene <i>von 18 bis 50 Jahre</i>	3 Patienten
Erwachsene <i>über 50 Jahre</i>	5 Patienten

Tab. 3: Darstellung der Altersgruppen

Da ein erwachsener, über 50 Jahre alter Patient während der Laufzeit der Studie verstarb, kann er bei der Auswertung der Ergebnisse nicht berücksichtigt werden.

Die Patienten kamen aus verschiedenen Gründen in die audiologische Abteilung: zur Routine-Hörgeräteüberprüfung, wegen der Abklärung einer Cochlear Implantat-Versorgung oder wegen Unzufriedenheit mit ihrem bisher getragenen Hörgerät bzw. zur Neuanpassung eines Hörgerätes. Sie wurden in diesem Rahmen in die Studie aufgenommen und bekamen die Supero 412-Hörgeräte angepasst. Bis auf drei der Kleinkinder waren die Patienten bereits mit Hörgeräten versorgt, 15 binaural und zwei nur monaural.

3. Ausmaß der Schwerhörigkeit der Patienten

Um das Patientenkollektiv beschreiben zu können, werden in Tab. 4 die bei den Untersuchungen festgestellten Hörverluste der Patienten angegeben. Der Übersichtlichkeit wegen werden die einzelnen Patientenohren getrennt aufgelistet.

Grad des Hörverlustes	Patientenohrenanzahl
Taubheit ohne gesicherte Hörreste	6
Taubheit mit gesicherten Hörresten	17
Hochgradige oder an Taubheit grenzende Innenohrschwerhörigkeit	8
Mittelgradige oder geringgradige Innenohrschwerhörigkeit	3
Gesamtzahl:	34

Tab. 4: Hörverluste der Patienten

Zur Bestimmung der Hörschwelle wurde bei den Patienten, die über drei Jahre alt waren (n = 12) ein Tonaudiogramm durchgeführt, bei den jüngeren fünf Patienten wurde die Hörschwelle mittels BERA-Untersuchungen festgestellt.

Die Ergebnisse der Audiogrammuntersuchungen (vgl. Tab. 5) bzw. BERA-Untersuchungen (vgl. Tab. 6) sind im folgenden getrennt für die rechten und linken Ohren detailliert aufgeführt. Die Tonaudiometrie wurde mit einem kommerziellen Audiometer („Auritec AT 330“) durchgeführt.

Luftleitungs-Hörverlust in dB (HL) in die einzelnen Frequenzen im Audiogramm in kHz													
rechtes Ohr							linkes Ohr						
Name	0,25 kHz	0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	6 kHz	0,25 kHz	0,5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	6 kHz	
B.J.	58	68	80	90	95	▪	35	55	75	75	75	80	
B.V.	100	85	90	80	82	98	70	88	88	92	80	98	
E.D.	58	62	78	128	▪	110	30	58	75	118	▪	▪	
G.M.	10	48	80	110	110	108	10	18	70	105	105	107	
K.M.	85	80	90	85	95	80	78	80	90	105	▪	▪	
K.L.	75	80	88	90	82	112	80	85	90	82	90	100	
M.T.	▪	28	48	72	100	▪	15	20	35	15	80	85	
O.S.	70	80	100	95	105	95	90	80	85	95	95	▪	
P.B.	115	120	120	125	▪	▪	108	125	130	▪	▪	▪	
P.A.	10	10	10	15	102	98	50	50	65	75	▪	▪	
R.W.	mit Cochlear Implant versorgt						45	62	95	▪	▪	▪	
S.D.	60	70	80	85	90	▪	60	70	80	85	95	▪	

▪ = Wert nicht messbar (Verlust zu hoch – Verstärkungsgrenze des Audiometers überschritten)

Tab. 5: Luftleitungshörverluste der Patienten in dB (HL) anhand des Audiogramms

Die Hörverluste waren über das ganze Patientenkollektiv hinweg relativ gleichmäßig verteilt und zeigen meist beidseits eine zu höheren Frequenzen hin progrediente Absenkung der Hörschwelle, die zum Teil über der Leistungsgrenze des Audiometers lagen.

Folgende Tabelle gibt die mit der BERA gemessenen Hörverluste der fünf Kleinkinder wieder, die aufgrund ihres Alters nicht in der Lage waren, eine Tonaudiogrammuntersuchung mitzumachen:

Messungsergebnisse der akustisch evozierten Hörnerven- und Hirnstammpotentiale in dB (HL)				
	Rechtes Ohr		Linkes Ohr	
	Tonimpulse bei 500 Hz	Klicks bei 2-4 kHz	Tonimpulse bei 500 Hz	Klicks bei 2-4 kHz
B.M.	70	115	75	115
M.C.	▪	▪	80	110
U.J.	▪	▪	▪	▪
P.N.	85	115	50	75
R.L.	80	115	▪	115

▪ = Wert nicht messbar (Verlust zu hoch)

Tab. 6: Hörschwellergebnisse der BERA der Kleinkinder in dB (HL)

Die BERA-Untersuchungen wurden im Spontanschlaf oder in Kurznarkose durchgeführt.

Im nächsten Kapitel werden die Fragebögen vorgestellt, die an die Patienten ausgegeben wurden. Sie erfassten die Zufriedenheit der Patienten mit der jeweiligen Versorgung ihrer Schwerhörigkeit.

4. Erfassung der Zufriedenheit anhand der Fragebogen

Oft tritt bei schwerhörigen Patienten eine Diskrepanz zwischen dem gemessenen Hörverlust im Audiogramm und der subjektiven Wahrnehmung der Hörstörung auf. Dies mag zum einen daran liegen, dass das Tonaudiogramm meist in schallgedämpften Räumen erstellt wird und somit unter idealen Messbedingungen in der Regel nur die Ruhehörschwelle bestimmt. Zum andern gibt es häufig überschwellige Fehlhörigkeiten, die durch Verzerrung wie z.B. beim Recruitment, durch Störgeräuscheinflüsse wie z.B. beim „Cocktail-Party-Effekt“ nach E.C. Cherry (9) oder auch durch das binaurale Hören mit seitendifferentem Hörverlust entstehen.

Außerdem sind sich die Patienten auf ganz unterschiedliche Weise ihrer Schwerhörigkeit bewusst, da die Psyche einen bedeutenden Einfluss auf die Akzeptanz einer Schwerhörigkeit hat. So wird z.B. ein Patient seine Schwerhörigkeit verharmlosen, ein anderer sich als dadurch sehr beeinträchtigt präsentieren. Aus diesen Gründen ist es wichtig, bei der Hörgeräteauswahl und -anpassung ein geeignetes Fragebogeninventar zu verwenden, das verschiedene Situationen beinhaltet und bereits getestet und bewertet wurde.

In dieser Studie wurde zur Selbsteinschätzung der alltäglichen Beeinträchtigungen durch den Hörverlust der Fragebogen „Oldenburger Inventar“ herangezogen. Parallel dazu wurden noch der „Phonak - Supero pre-launch quality assessment“ (Qualitätseinschätzungs-Bogen vor Marktzulassung) und, speziell für Kinder, der „C.H.I.L.D.-Fragebogen“ verwendet, die im folgenden vorgestellt werden. Im Anhang sind sie in der Form abgedruckt sind, wie sie an die Patienten ausgegeben wurden (vgl. H 1, S. 82 ff).

Zur Übersicht dient Tab. 7, die die einzelnen Fragebögen kurz charakterisiert. Im Text folgt eine detaillierte Beschreibung.

	Oldenburger Inventar	Phonak- Supero pre-launch quality assessment	CHILD - Fragebogen
Ziel	Erfassung des Kommunikationsvermögens in Ruhe und im Störschall sowie der Belästigung durch Ohrgeräusche und des Richtungshörvermögens	Beurteilung der Hörgeräte unter den Gesichtspunkten Verstehen in Ruhe und Störgeräusch, Lautstärke, Klang, sowie unter Beachtung allgemeinerer Aspekte: Signaltonwahrnehmung, Rückkopplungen, Größe, Batteriedauer, Schwierigkeiten bei Handhabung	Einschätzung der Hörgeräte durch die Kinder und Ergänzung ihrer Aussagen durch die Antworten der Eltern auf dieselben Fragen, Aspekte des Hörens in Ruhe, im Störgeräusch und über Distanz
Zielgruppe	unabhängig von Alter und Grad des Hörverlustes einsetzbar	unabhängig von Alter und Grad des Hörverlustes einsetzbar	ausgelegt für Kinder zwischen 3 und 12 Jahren und ihre Eltern
Anzahl der Fragen	21	21	15
Antwortformat	fünf geschlossene Antwortmöglichkeiten (immer, oft, manchmal, selten, nie)	15 Fragen mit geschlossenen Antwortmöglichkeiten, sechs Fragen mit Freitextantworten	Punktevergabe nach eigenem Schema (vgl. Understand-o-meter, D 3, S. 51)
Quelle	Holube (20)	Phonak AG	Anderson, Smaldino (1)

Tab. 7: Übersicht über die im Rahmen der Studie verwendeten Fragebögen

4.1 Oldenburger Inventar - Fragebogenvorstellung

Für diese Studie erschien der Fragebogen „Oldenburger Inventar“ am geeignetsten, um die von den Patienten im Alltag empfundene Kommunikationsstörung zu quantifizieren und die daraus resultierenden Einschränkungen zu erkennen. Die Antworten zu den Vorgeräten bzw. den neu angepassten Hörgeräten lassen sich gut gegenüberstellen, da leicht nachvollziehbare Situationen, die für die Erfassung der Bedeutung einer Hörstörung eine große Relevanz haben, verständlich abgefragt werden.

Das Oldenburger Inventar besteht aus 21 Fragen, die sich grob in die fünf Bereiche „Verstehen ohne Störgeräusch“ (Fragen 1, 6, 11, 16, 20), „Verstehen mit Störgeräusch“ (Fragen 2, 7, 12, 17, 21), „Psychosoziale Hörbeeinträchtigung“ (Fragen 5, 8, 10, 15, 19), sowie „Richtungshören“ (Fragen 3, 13, 18) und „Tinnitus“ (Fragen 4, 9, 14) einteilen lassen. Um Beantwortungstendenzen bei den Befragten zu vermeiden, werden die Fragen des Frageinventars sowohl negativ als auch positiv formuliert und thematisch in

gemischter Reihenfolge gestellt. Als Antwortmöglichkeiten werden fünf Kategorien angeboten: „immer“, „oft“, „manchmal“, „selten“, „nie“. Um die Auswertung zu erleichtern, wurde in Anlehnung an Holube (20) jeder Antwortmöglichkeit ein Punktwert zugeordnet, wobei die Antwort, die ein Normalhörender geben würde, mit 5 Punkten bewertet wurde. Demzufolge entspricht die Antwort Normalhörender bei positiv gestellten Fragen der Antwortmöglichkeit „immer“, und bei negativ formulierten Fragen der Antwortmöglichkeit „nie“.

Der Fragebogen wurde von Kießling (28) wissenschaftlich und praktisch bewertet. Er wurde für die vorliegende Studie angepasst, da ein Vergleich der Antworten mit und ohne Hörgerät (wie im Original vorgesehen) aufgrund der starken Hörverluste der an der Studie teilnehmenden Patienten unwesentlich erschien. Vielmehr kam es auf die Bevorzugung eines Hörgerätes an, um den Unterschied zwischen den Aussagen zum alten bzw. neuen Hörgerät offensichtlicher zu machen. Der Fragenkomplex „Tinnitus“ wurde bei der Auswertung nicht berücksichtigt, da er im Bezug auf die Fragestellung der Studie von geringem Aussagewert ist. Die Fragen lauteten - geordnet nach Fragenkomplexen - folgendermaßen (vgl. Tab. 8):

Fragenkomplex 1: Sprachverstehen ohne Störgeräusch

1. Können Sie Radiosendungen bei Zimmerlautstärke mühelos verstehen?
2. Können Sie in einem ruhigen Zimmer hören, wenn das Telefon oder die Türklingel klingelt?
3. Können Sie das Öffnen einer Tür hören, wenn Sie sich in einem ruhigen Raum aufhalten?
4. Sie gehen in einer ruhigen Gegend mit jemandem spazieren. Können Sie sich problemlos unterhalten?
5. Können Sie sich mit einem Menschen in ruhiger Umgebung unterhalten, auch wenn Sie ihn nicht sehen können?

Fragenkomplex 2: Sprachverstehen mit Störgeräusch

1. Können Sie telefonieren, während der Fernseher läuft?
2. Sie sind mit mehreren Personen zusammen in einem Raum. Haben Sie Schwierigkeiten, die Gespräche um Sie herum zu verstehen?
3. Sie befinden sich in einem gut besuchten Lokal oder auf einer Party. Können Sie sich ohne Schwierigkeiten unterhalten?
4. Sie fahren im Auto, Bus oder Zug. Können Sie sich mühelos unterhalten?
5. Sie befinden sich in einem Raum, in dem Schreibmaschinen klappern bzw. Musik oder sonstige Geräusche zu hören sind. Können Sie sich ohne Schwierigkeiten unterhalten?

<p>Fragenkomplex 3: Psychosoziale Aspekte</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Fühlen Sie sich durch die Schwierigkeiten mit Ihrem Gehör in Ihrem sozialen oder persönlichen Leben beeinträchtigt? 2. Wie häufig bemerken Sie im täglichen Leben Ihre Schwerhörigkeit? 3. Fühlen Sie sich gelangweilt oder bedrückt, wenn Sie Schwierigkeiten haben, einer Unterhaltung zu folgen? 4. Glauben Sie, dass Ihre Mitmenschen sich lustig darüber machen, wenn Sie etwas nicht richtig gehört haben? 5. Wie häufig haben Sie das Gefühl, dass Ihre Mitmenschen undeutlich reden?
<p>Fragenkomplex 4: Richtungshören</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Sie sind in der Stadt als Fußgänger unterwegs und hören plötzlich lautes Reifenquietschen. Wissen Sie sofort, aus welcher Richtung das Geräusch kam? 2. Sie befinden sich mit mehreren Personen in einem Raum. Es spricht Sie jemand an, den Sie nicht sehen können. Können Sie sagen, von wo aus diese Person spricht? 3. Es spricht Sie jemand an. Kommt es vor, dass Sie den Kopf in die falsche Richtung drehen?
<p>Fragenkomplex 5: Tinnitus</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wie häufig haben Sie ein Geräusch in Ihrem Kopf oder in Ihren Ohren (z.B. Ohrensausen)? 2. Kommt es vor, dass Sie von einem Geräusch im Ohr (z.B. Ohrensausen) wach werden? 3. Bedrückt es Sie, ein Geräusch im Ohr zu haben (z.B. Ohrensausen)?

Tab. 8: Übersicht der einzelnen Fragenkomplexe des Oldenburger Inventars

4.2 Phonak- Supero pre-launch quality assessment - Fragebogenvorstellung

Zusätzlich zu dem Fragebogen „Oldenburger Inventar“ wurde in der Studie als Orientierungshilfe zur allgemeinen Bewertung der Hörgeräte ein von der Firma Phonak nur für die Hörgeräte des Supero-Typs zusammengestellter Fragebogen ausgegeben, der die Kundenzufriedenheit noch vor der offiziellen Markteinführung erfassen sollte. Er besteht aus fünfzehn geschlossenen Fragen und sechs Fragen mit Raum für Freitextantworten.

Die Fragen beziehen sich auf grundlegende Einschätzungen wie das Verstehen in Ruhe und im Störgeräusch sowie die Beurteilung der Lautstärke des Hörgerätes. Darüber

hinaus werden auch Fragen nach der Beurteilung der Klangqualität, des Klanges der eigenen Stimme, der Hörbarkeit von Bestätigungs- und Warntönen sowie zur Erfassung von speziellen Situationen, in denen Rückkopplungen oder anderweitige Probleme mit der Handhabung des Hörgerätes auftraten, gestellt. Ein weiterer interessanter Gesichtspunkt, der durch den Phonak-Fragebogen erfasst wird, ist der Energieverbrauch des Hörgerätes, der sich in Form von Batteriekosten für den Patienten auswirkt.

Die Antwortmöglichkeiten sind unterschiedlich: bei zehn Fragen stehen jeweils drei bis fünf Antwortmöglichkeiten zur Auswahl, drei Fragen sind geschlossene Ja/Nein-Fragen, und eine dritte Gruppe von sechs Fragen erfordert Freitextantworten (vgl. H 1.2, S. 84).

4.3 CHILD-Fragebogen - Fragebogenvorstellung

Ein speziell für Kinder im Alter von drei bis zwölf Jahren entwickelter, aus dem Englischen übersetzter Fragebogen ist der „Children’s Home Inventory for Listening Difficulties“ (CHILD)-Fragebogen (1). Er besteht aus fünfzehn Fragen, die jeweils vom schwerhörigen Kind selbst und von einem Elternteil beantwortet werden, um eine gewisse Kontrolle über die Richtigkeit der Aussagen zu erhalten. Den Fragen geht immer die Beschreibung einer Situation voraus, in die sich das Kind oder die Eltern hineinversetzen können, um sie dann zu bewerten. Solche Situationen sind z.B. das Verstehen im Störgeräusch, in Ruhe, bei Ablenkung und über Distanz. Über eine Skala, das sogenannte „Understand-o-meter“, kann der Antwort, die auf eine Frage gegeben wird, ein bestimmter Punktwert (1 bis 8) zugeordnet werden, der ebenfalls mit einem kurzen Text umschrieben ist. (Z.B. wird der Antwort „sehr schwierig“ als Erklärung folgendes zugefügt: „Manchmal weiß ich nicht sofort, dass jemand spricht, verpasse das meiste der Nachricht.“) Aus der mit dem „Understand-o-meter“ ermittelten Punktesumme aller Fragen wird der Durchschnittswert errechnet und bei einer nochmaligen Durchführung des Tests als Vergleichswert herangezogen.

5. Vergleich der apparativen Untersuchungen

Bei jedem der siebzehn an der Studie teilnehmenden Patienten sollte der Hörerfolg durch die neuen Supero 412-Geräte zusätzlich zur Erfassung der subjektiven Meinung anhand der Fragebögen auch durch Messmethoden geprüft werden, wie sie in der Hörgeräteüberprüfung üblich sind (In-situ-, Freifeld-, Sprachabstands- und Hörfeldmessungen sowie für die Kleinkinder auch durch Screening-Untersuchungen) und die im theoretischen Teil bereits vorgestellt wurden (vgl. B 3, S. 19 bzw. B 4, S. 27).

D. Ergebnisse

1. Oldenburger Inventar - Fragebogenauswertung

Sieben erwachsene Patienten und fünf Kinder ab sieben Jahren beantworteten den Fragebogen „Oldenburger Inventar“ zu den Erfahrungen mit ihren Vorgeräten. Die weiteren fünf an der Studie teilnehmenden Patienten waren auf Grund ihres jungen Alters dazu noch nicht in der Lage, die Fragen aussagekräftig zu beantworten.

Nach einer Eingewöhnungsphase, in der sich die Patienten an das Supero 412-Hörgerät gewöhnen konnten, wurden sie gebeten, das „Oldenburger Inventar“ noch einmal auszufüllen, jetzt unter Berücksichtigung ihrer Erfahrungen mit dem neuen Hörgerät. Durch den Vergleich der beiden Aussagen lassen sich Rückschlüsse auf die Zufriedenheit mit den unterschiedlichen Geräten ziehen. Der aus drei Fragen bestehende Bereich „Tinnitus“ des Originalfragebogens wurde bei der Analyse nicht berücksichtigt, da dieses Thema im Rahmen der vorliegenden Studie von untergeordneter Wichtigkeit war.

Die Ergebnisse der Patientenbefragung werden nach den einzelnen Fragenkomplexen („Verstehen ohne Störgeräusch“, „Verstehen mit Störgeräusch“, „psychosoziale Faktoren“ und „Richtungshören“, Fragenzuordnung vgl. C 4.1, S. 36) geordnet und in Grafiken zusammengefasst wiedergegeben. Holube konnte zeigen, dass die einzelnen Fragen von dem Fragekomplex als solchem abhängig sind. Insofern gehen bei der Beschränkung auf die Betrachtung der Komplexe als Zusammenfassung des ähnlichen Frageninhalts keine wichtigen Informationen verloren (20).

Sämtliche Diagramme in den Abbildungen der folgenden Abschnitte sind ähnlich aufgebaut: die Antwortmöglichkeiten des Fragebogens („immer“, „oft“ etc.) wurden vereinfacht, indem die Bezeichnungen an den Diagrammachsen umbenannt wurden („sehr gut“ bis „sehr schlecht“) und als Antwortmöglichkeiten auf die zum jeweiligen Fragenkomplex gehörende Frage (z.B. „Wie komme ich mit den Hörgeräten in Ruhe/im Störgeräusch etc. zurecht?“) aufgefasst werden sollen. Die unterschiedlichen Einschätzungskategorien der Patienten sind auf der vertikalen, ihre Verteilungshäufigkeit auf der horizontalen Achse angegeben. Die Anzahl der befragten Patienten ist in jedem Diagramm konstant ($n = 12$). Die Zahlen hinter den jeweiligen Diagrammbalken entsprechen der Anzahl der Patienten, die diese Bewertung abgegeben haben (in Prozent). Da es bei der Ergebnisauswertung auf Veränderungen der Bewertungs-

tendenzen ankam, wurden die Antworten „sehr gut“ und „gut“ (‘zufrieden’) bzw. „sehr schlecht“ und „schlecht“ (‘unzufrieden’) der Einfachheit halber zusammengefasst angegeben, wodurch deutlicher wurde, mit welchem Hörgerät die Patienten zufriedener waren. Der Name des Oldenburger Inventars wird im folgenden mit „Old. Inv.“ abgekürzt.

1.1 Analyse der Zufriedenheit der Patienten mit der momentanen Versorgung

Um die Zufriedenheit der Patienten insgesamt mit der bisherigen Versorgung ihrer Hörstörung zu überprüfen, wurde das „Oldenburger Inventar“ (Old. Inv.) während des ersten Termins mit den Patienten durchgesprochen und ein Überblick über die Einschätzung der alltäglichen Beeinträchtigung durch die Hörstörung und deren Ausgleich durch die momentan getragenen Hörgeräte gewonnen. Die im folgenden widergegebenen Diagramme zeigen die Ergebnisse in übersichtlicher Form.

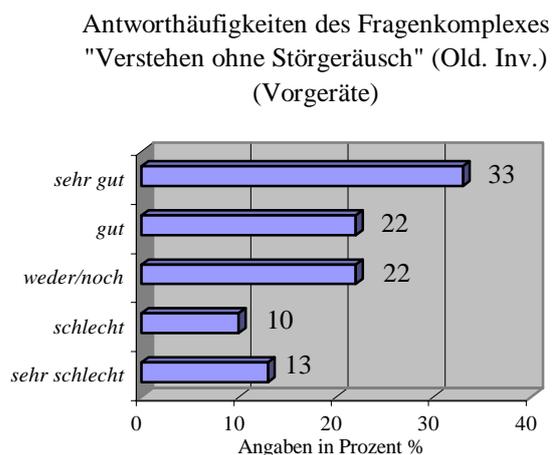


Abb. 5: „Verstehen ohne Störgeräusch“, Vorgeräte – Old. Inv.

Das Diagramm in Abb. 5 beschreibt die Bewertung des Hörens in Ruhe mit den bisher getragenen Hörgeräten (Vorgeräten). Über die Hälfte (55%) der befragten Patienten sind mit ihren momentanen Geräten zufrieden, wenn sie sich in ruhiger Umgebung unterhalten oder fernsehen, und gaben sehr gute bis gute Bewertungen ab. Sie können das Telefon und die Türklingel sowie das Öffnen einer Tür in einem ruhigen Raum hören; 23% der Befragten sind unzufrieden.

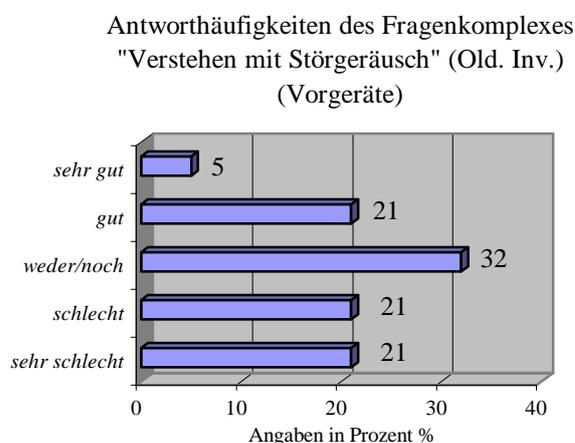


Abb. 6: „Verstehen mit Störgeräusch“, Vorgeräte – Old. Inv.

Das Diagramm in Abb. 6 zeigt deutlich, dass das Verstehen mit Störgeräusch im Vergleich zum Verstehen ohne Störgeräusch mit den bisher getragenen Geräten eingeschränkter ist. Für 42% der Befragten ist das Ergebnis nicht einmal befriedigend. Sie haben Schwierigkeiten bei der Unterhaltung, wenn viele Nebengeräusche vorhanden sind, so z.B. auch unterwegs, im Bus oder Zug.

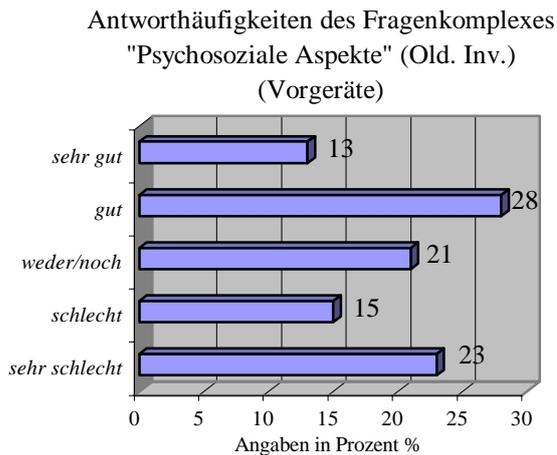


Abb. 7: „Psychosoziale Aspekte“, Vorgeräte – Old. Inv.

Bei der Beurteilung der psychosozialen Aspekte im Zusammenhang mit der Hörgeräteversorgung ist die Häufigkeitsverteilung innerhalb der einzelnen Antwortmöglichkeiten ausgeglichen (vgl. Diagramm in Abb. 7). Je nach Veranlagung und Persönlichkeitsstruktur kommt der Patient besser oder schlechter mit seiner Hörbehinderung zurecht.

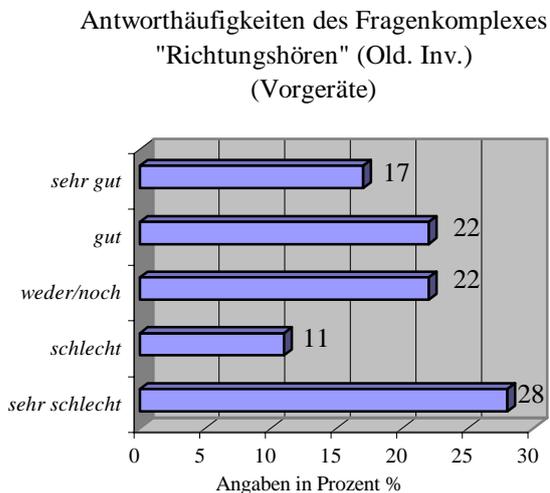


Abb. 8: „Richtungshören“, Vorgeräte – Old. Inv.

Das Diagramm in Abb. 8 zeigt, dass bei den Fragen zum Richtungshören alle Antwortmöglichkeiten ausgeschöpft wurden. Das Richtungshören ist bei 39 % der Patienten gravierend eingeschränkt. Die Patienten drehen dann z.B. den Kopf in die falsche Richtung, wenn sie von hinten seitlich angesprochen werden und können Schallquellen nicht sicher orten.

1.2 Vergleich der Vorgeräte mit Phonak Supero 412

In diesem Kapitel wird auf den Vergleich der Vorgeräte mit dem neuen Supero 412-Hörgerät näher eingegangen. Alle 12 Patienten ab sieben Jahren, die das „Oldenburger Inventar“ zu Beginn der Studie zu ihren Erfahrungen mit den bisher getragenen Hörgeräten ausgefüllt hatten, haben den gleichen Fragebogen noch einmal ausgefüllt, nachdem sie die Supero 412-Geräte probeweise getragen haben. Die Ergebnisse dieser Befragung sind in den folgenden Diagrammen festgehalten. Die dunkleren Diagrammbalken in den folgenden Abbildungen entsprechen der Häufigkeit der

Antworten der Patienten auf die Fragen zu ihren Vorgeräten, die helleren Balken geben die Häufigkeit der Antworten zu den neuen Phonak-Geräten des Typs Supero 412 wider. Der Übersichtlichkeit wegen wurde der Schwerpunkt wieder auf die Fragenkomplexe gelegt. Eine detaillierte Darstellung der Antworthäufigkeiten der einzelnen Fragen des Oldenburger Inventars findet sich im Anhang (vgl. H 2.1, 89).

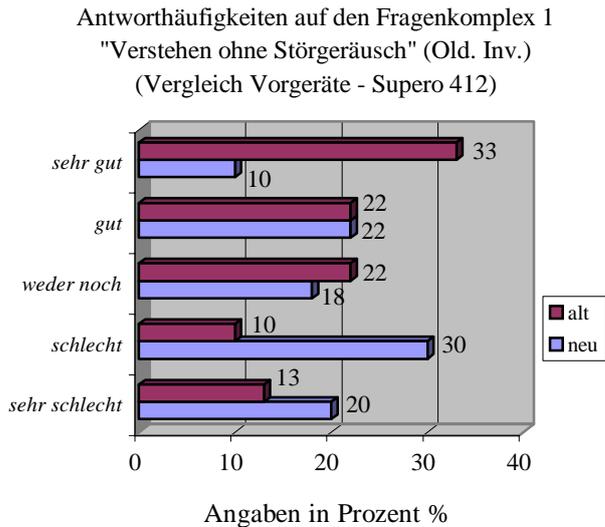


Abb. 9: Diagramm „Verstehen ohne Störgeräusch“, Vergleich

Nebstehendes Diagramm (vgl. Abb. 9) zeigt eindeutig, dass die Patienten mit dem Supero 412-Gerät in ruhigen Situationen nicht zufrieden waren. 55% der Befragten gaben auf die Fragen des Old. Inv. zum Verstehen ohne Störgeräusch für die alten Geräten eine gute bis sehr gute Zufriedenheit an. Auf die Fragen zu den neuen Supero 412-Geräten gaben nur noch 32% der Patienten gute bzw. sehr gute Beurteilungen ab.

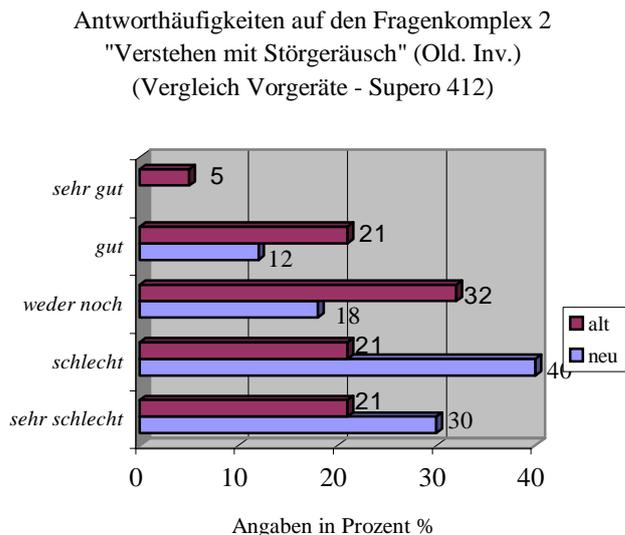


Abb. 10: Diagramm „Verstehen mit Störgeräusch“, Vergleich

Bei der Analyse des Hörens im Störgeräusch anhand der Beantwortung der Fragen des Oldenburger Inventars ergibt sich, dass der Anteil der schlechten bis sehr schlechten Beurteilungen von 42% mit den Vorgeräten auf 70% mit den neuen Supero 412-Geräten angestiegen ist.

Antworthäufigkeiten auf den Fragekomplex 3
 "Psychosoziale Aspekte" (Old. Inv.)
 (Vergleich Vorgeräte - Supero 412)

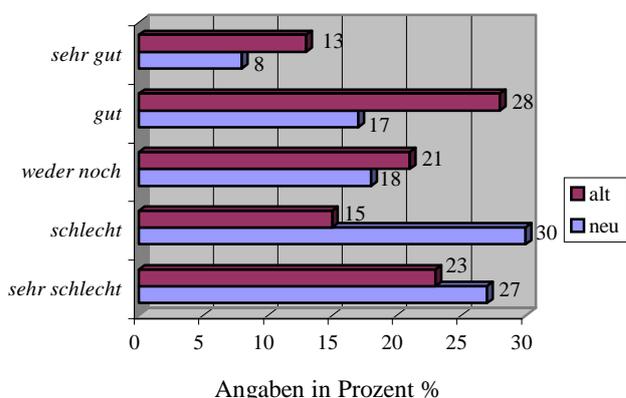


Abb. 11: Diagramm „Psychosoziale Aspekte“, Vergleich

Auch bei den Fragen nach dem Vergleich der Einschätzung der psychosozialen Auswirkungen der Hörstörung ergibt sich eine eindeutige Tendenz zur Bevorzugung der alten Geräte gegenüber den Supero 412-Geräten. Dies spiegelt eine zusätzliche psychische Belastung der Patienten durch die neuen Hörgeräte wider. Der Anteil der guten bis sehr guten Einschätzungen der Hörgeräte durch die Patienten fiel mit den neuen Hörgeräten von 41 auf 25%.

Antworthäufigkeiten auf den Fragenkomplex 4
 "Richtungshören" (Old. Inv.)
 (Vergleich Vorgeräte - Supero 412)

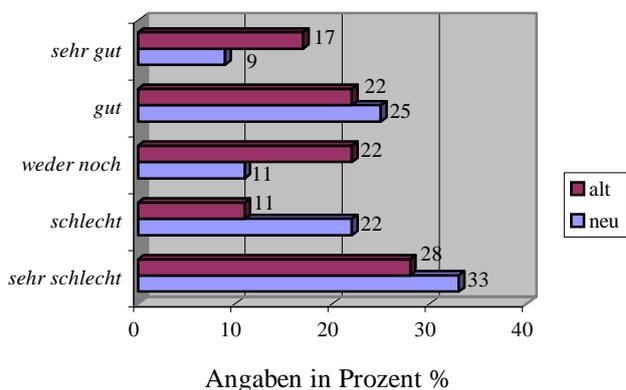


Abb. 12: Diagramm „Richtungshören“, Vergleich

Auf die Fragen des Oldenburger Inventars nach dem Richtungshören gaben einige Befragte ebenfalls eine Verschlechterung mit den neuen Supero 412-Geräten der Firma Phonak an: bezogen auf die Vorgeräte wurde das Richtungshören von 39% der Befragten mit schlecht bzw. sehr schlecht beurteilt; im Bezug auf die neuen Supero-Geräte gaben 55% der Patienten eine schlechte bis sehr schlechte Einschätzung ab.

Das folgende Kapitel widmet sich der Auswertung des zweiten der drei ausgegebenen Fragebögen und stellt die Ergebnisse vor.

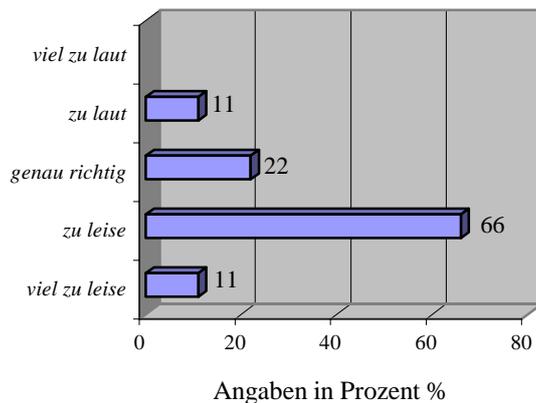
2. Phonak – Supero pre-launch quality assessment - Fragebogenauswertung

Der zweite Fragebogen, Phonak – Supero 412 Qualitätseinschätzungs-Bogen vor Markteinführung (pre-launch quality assessment, im folgenden kurz `Phonak-Fragebogen´ genannt, bzw. `Phon. Frgb.´ abgekürzt (vgl. C 4.2, S. 38)) wurde von vier Erwachsenen und fünf Kindern, die älter als sieben Jahre waren, zuerst zu den bisher getragenen Hörgeräten und, nach einer Probephase, auch zu den neuen Supero 412-Geräten beantwortet. (Drei erwachsene Patienten lehnten die Beantwortung weiterer Fragebögen ab, weil sie mit den neuen Supero 412-Hörgeräten nicht zurecht kamen. Dies erklärt, warum nicht wie im Falle des Oldenburger Inventars alle zwölf erwachsenen bzw. jugendlichen Patienten diesen Fragebogen beantworteten. Die restlichen fünf an der Studie teilnehmenden Patienten waren noch zu jung, um die Fragen adäquat beantworten zu können.) Aus der Gruppe der Patienten, die den Phonak-Fragebogen beantwortet haben, haben sich später vier für das Supero 412-Gerät entschieden, fünf dagegen.

2.1 Analyse der Zufriedenheit der Patienten mit der momentanen Versorgung

Zur Veranschaulichung der Ergebnisse des Phonak-Fragebogens dienen die nachstehenden Diagramme, die die wichtigsten Resultate wiedergeben. Die Einteilung der Achsen („sehr zufrieden“, „zu laut“ etc.) entspricht den Antwortmöglichkeiten des Fragebogens, die Balkenlänge entspricht der Häufigkeit der jeweiligen Antwort. Um die Übersicht nicht durch zu viele Diagramme zu verlieren, wurde aus den 15 geschlossenen Fragen des Phonak-Fragebogens eine Auswahl mit den für die Studie wesentlichen Aspekten, die noch nicht durch das Oldenburger Inventar erfasst wurden, herausgegriffen. Die Ergebnis-Diagramme der hier nicht aufgeführten Fragen sind im Anhang (vgl. H 2.2, S. 93) abgedruckt.

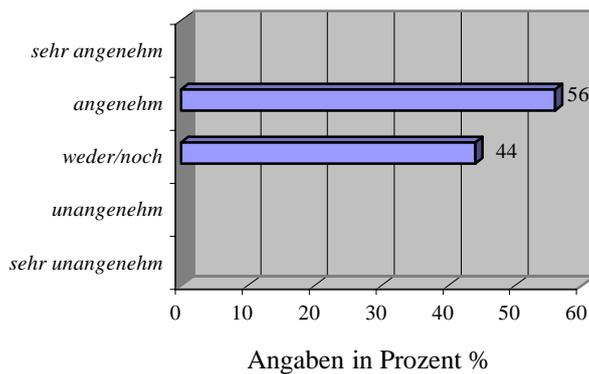
"Bitte beurteilen Sie die Lautstärke insgesamt!" (Phon. Frgb. - Vorgeräte)



Auf die Frage nach der Einschätzung der Lautstärke ihrer bisherigen Hörgeräte, antwortete die Mehrheit (66%) der Patienten mit „zu leise“ (vgl. Diagramm in Abb. 13). Lediglich 22% sind mit der Lautstärke des Gerätes zufrieden.

Abb. 13: Diagramm „Lautstärke“, Phon. Frgb., Vorgeräte

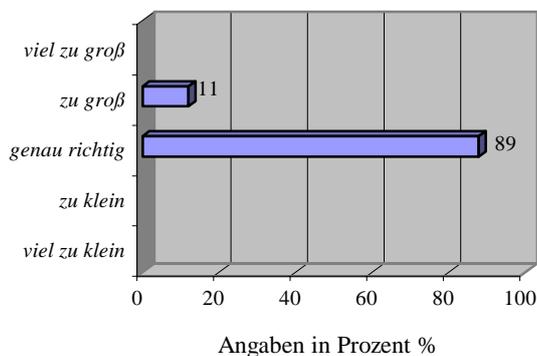
"Bitte beurteilen Sie die Klangqualität im Allgemeinen!" (Phon.Frgb. - Vorgeräte)



Die Beantwortung der Frage nach der Klangqualität zeigt, dass der Klang der bisher getragenen Hörgeräte von 56% der Patienten als angenehm empfunden wird, 44% sind der Klangqualität gegenüber indifferent (vgl. Abb. 14).

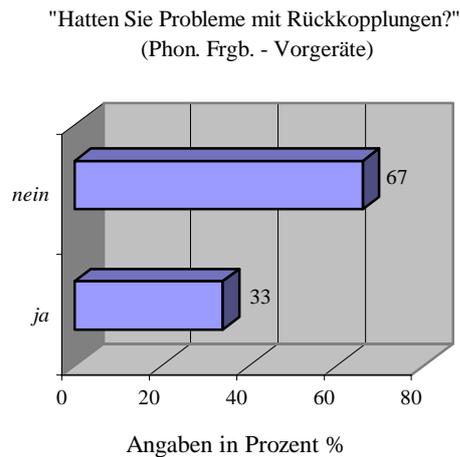
Abb. 14: Diagramm „Klangqualität“, Phon. Frgb., Vorgeräte

"Wie beurteilen Sie die Größe des Hörsystems?" (Phon. Frgb. - Vorgeräte)



Die Größe der bisher getragenen Hörgeräte bezeichnen 89% der Befragten als genau richtig. Lediglich 11% stören sich daran (vgl. Abb. 15).

Abb. 15: Diagramm „Größe“, Phon. Frgb., Vorgeräte



Über das Auftreten von Rückkopplungen beklagten sich 33% der Befragten. Bei 67% der Patienten traten hingegen keine übermäßigen Rückkopplungen auf (vgl. Abb. 16).

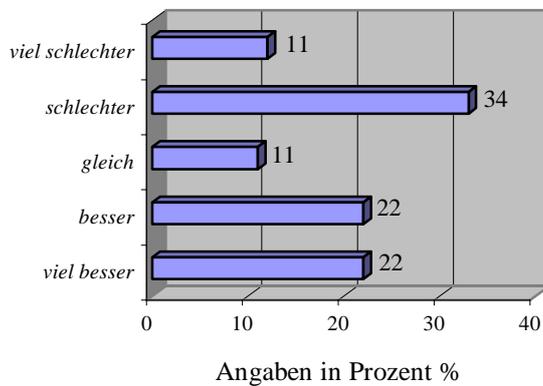
Abb. 16: Diagramm „Rückkopplungen“, Phon. Frgb., Vorgeräte

Zusammenfassend lässt sich also im Hinblick auf die Zufriedenheit der Patienten mit den bisher getragenen Hörgeräten festhalten, dass für die Mehrheit der Patienten das Verstehen in Ruhe gut möglich ist und dass das Verstehen im Störgeräusch als schwierig bewertet wird. Die Lautstärke der Vorgeräte wird meist als zu leise empfunden. Mit dem Klang ihrer Hörgeräte ist ein Großteil der Patienten zufrieden.

2.2 Vergleich der Vorgeräte mit Phonak Supero 412

Von den neun Patienten, die den Phonak-Fragebogen bereits zu ihren Vorgeräten beantwortet hatten, wurde nach einer Gewöhnungsphase ein zweites Exemplar dieses Fragebogens bezüglich der neuen Supero 412-Hörgeräte beantwortet. Die Häufigkeitsverteilung der einzelnen Antwortmöglichkeiten wird wieder in Form von Diagrammen dargestellt.

"Wie beurteilen Sie Supero im Vergleich zu Ihrem vorherigen Hörsystem?"
(Phon. Frgb. - Supero 412)

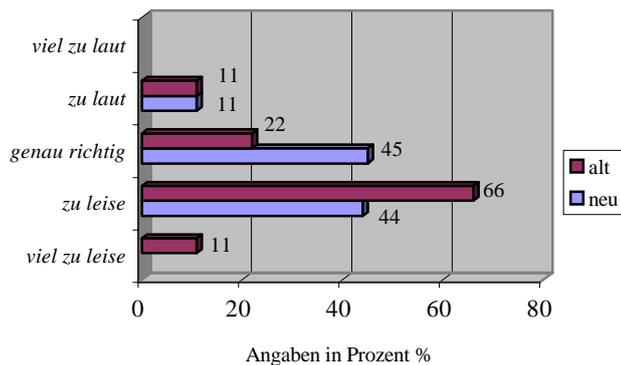


Im direkten Vergleich bewerteten 45% der Patienten das Supero 412-Gerät als schlechter bzw. viel schlechter als ihr vorheriges Hörsystem (vgl. Abb. 17). Dem gegenüber befanden 44% der Patienten das neue Gerät als besser oder sogar viel besser als ihre Vorgeräte. Lediglich 11% der Befragten empfanden keinen Unterschied.

Abb. 17: Diagramm „Gesamtbeurteilung Supero 412“, Phon. Frgb.

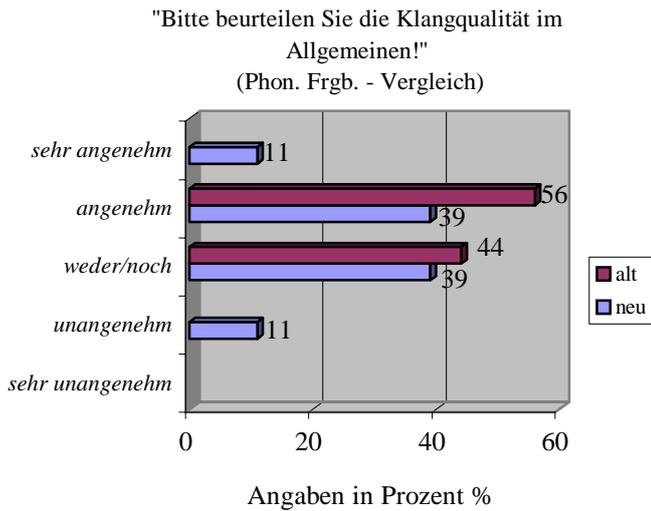
Schlüsselt man das Ergebnis bezogen auf die einzelnen Fragen detailliert auf, so ergeben sich die in den folgenden Diagrammen festgehaltenen Werte für den Vergleich der Vorgeräte mit den Supero 412-Geräten. Die dunkleren Balken der Diagramme beziehen sich auf die Antworthäufigkeiten bei der Befragung zu den alten Geräten, die helleren Balken geben die Häufigkeit der jeweiligen Antwortmöglichkeit bezogen auf die neuen Supero 412-Geräte wider.

"Bitte beurteilen Sie die Lautstärke insgesamt!"
(Phon. Frgb. - Vergleich)



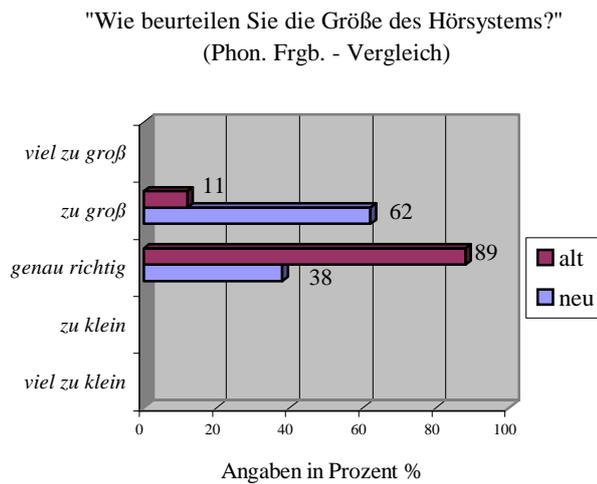
Betrachtet man das Diagramm in Abb. 18 mit den Angaben zur Beurteilung der Lautstärke der Hörgeräte, so fällt auf, dass der Prozentsatz der Antwort „(viel) zu leise“ mit dem neuen Gerät von 77% um 33% auf 44% sinkt. Um diesen Prozentsatz nimmt die Häufigkeit der Antwortmöglichkeit „genau richtig“ bzw. „zu laut“ zu.

Abb. 18: Diagramm „Lautstärke“, Phon. Frgb., Vergleich



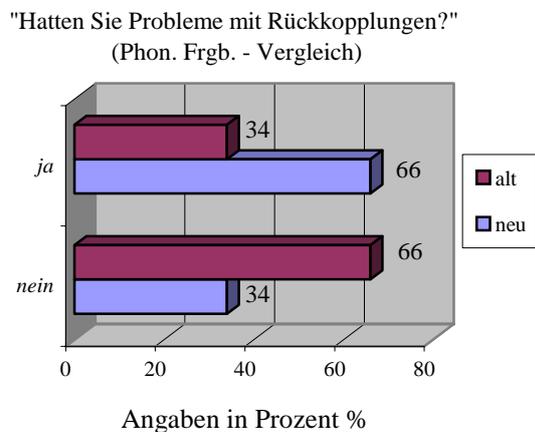
Die Frage nach der Klangqualität zeigt eine uneinheitliche Bewertung des neuen Hörgerätes, da gleich viele Patienten den Klang des Supero 412-Gerätes als angenehm bzw. sehr angenehm wie unangenehm bzw. sehr unangenehm empfanden (vgl. Diagramm in Abb. 19).

Abb. 19: Diagramm „Klangqualität“, Phon. Frgb., Vergleich



Die Größe des Supero 412-Gerätes wird im Vergleich zu den Vorgeräten eindeutig als zu groß bewertet. Die Häufigkeit der Antwort „zu groß“ stieg von 11% mit den alten Geräten auf 62% für das neue Hörgerät (vgl. Abb. 20).

Abb. 20: Diagramm „Größe“, Phon. Frgb., Vergleich



Das Diagramm in Abb. 21 zeigt, dass die Patienten beim Tragen des neuen Supero-412 Hörgerätes um 22% häufiger Probleme mit Rückkopplungen hatten, als mit ihren vorherigen Geräten.

Abb. 21: Diagramm „Rückkopplungen“, Phon. Frgb., Vergleich

Einige Patienten nutzten die Möglichkeit, *persönliche Kommentare* zu den neuen Supero 412-Hörgeräten zu machen, von denen hier eine Auswahl wiedergegeben werden soll.

So schilderte eine Mutter auf die Frage nach persönlichen Anmerkungen den individuellen Hörerfolg ihres Sohnes. Sie berichtete z.B., dass er, seitdem er die neuen Geräte trage, so sprechen könne, als wäre er ein normalhörendes Kind. Sein Interesse für die Sprache sei geweckt worden und er erkundige sich jetzt öfter nach den Artikeln der Wörter und der richtigen Grammatik. Seitdem das Kind mit Supero 412-Geräten versorgt sei, singe es plötzlich und habe an der morgendlichen Stuhlkreisrunde des Kindergartens Freude, bei der viel geredet und zugehört werde.

Ein weiteres Kind kommt in der Schule jetzt ohne FM-Anlage (Frequenz-Modulations-Anlage) zurecht, es will die alten Hörgeräte gar nicht mehr sehen. Eine kleine Patientin war glücklich darüber, dass sie zum ersten Mal in ihrem Leben die Vögel und Grillen singen und beim Spaziergehen die eigenen Schritte hören konnte.

Andere Patienten bemängelten hingegen das Auftreten von permanenten Rückkopplungen, das sie sehr störe und ihr Verstehen beeinträchtige. Die übermäßige Verstärkung der Nebengeräusche war für einige Patienten sehr unangenehm. Schwierigkeiten mit der Handhabung des Supero 412-Hörgerätes ergaben sich besonders für ältere Patienten bei der Betätigung der Wippe (Lautstärkereger). Hingewiesen wurde auch auf das zu leichte, unbeabsichtigte Umschalten der Programme, sowie auf die unsichere Arretierung des Batteriefachs. Der *Energieverbrauch* wurde im Vergleich zu den Vorgeräten als niedriger angegeben.

3. CHILD-Fragebogen - Fragebogenauswertung

Der C.H.I.L.D.-Fragebogen (1) wurde von vier Kindern (6, 7, 11 und 14 Jahre), die in der Altersstufe waren, für die der Fragebogen ausgelegt ist (3 bis 12 Jahre, vgl. C 4.3, S. 39) bzw. ihren Eltern ausgefüllt. Die 14-jährige Patientin entsprach von ihrem Entwicklungsstand her dem Alter von 9 Jahren und wurde deswegen dieser Gruppe zugeordnet. Drei der vier Kinder, die den C.H.I.L.D.-Fragebogen (im folgenden abgekürzt mit CHILD) beantwortet haben, haben sich schließlich für eine Versorgung mit dem neuen Supero 412-Hörgerät entschieden.

Zur Erleichterung der Auswertung wurde jeder Antwortmöglichkeit von 1 bis 8 des Understand-o-meters (UOM) ein Prozentwert zugeordnet, der das Sprachverständnis und Hörvermögen deutlicher ausdrückt (vgl. Tab. 7). Ein Normalhörender würde nach dieser Übertragung auf ein hundertprozentiges Verstehen kommen.

Das Understand-o-meter ist im folgenden übersichtlich abgedruckt:

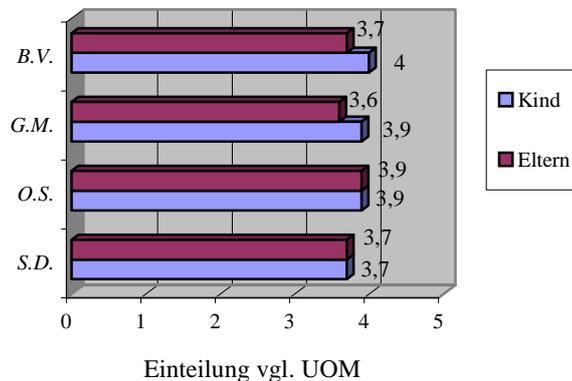
Bezeichnung des UOM	Umschreibung (UOM)	Verständnis [in %]
8 sehr gut	Höre jedes Wort, verstehe alles	100
7 gut	Höre alles, verpasse einen Teil eines Wortes, verstehe trotzdem alles	90
6 ziemlich gut	Höre fast alle Wörter und verstehe gewöhnlich alles	75
5 okay, aber nicht einfach	Höre fast alle Wörter, manchmal verstehe ich etwas falsch	60
4 es ist sehr schwer, aber gewöhnlich verstehe ich	Höre die meisten Wörter, verstehe mehr als die Hälfte des Gesagten	45
3 manchmal verstehe ich, manchmal nicht	Höre die meisten Wörter, verstehe weniger als die Hälfte des Gesagten	30
2 sehr schwierig	Manchmal weiß ich nicht sofort, dass jemand spricht, verpasse das meiste der Nachricht	15
1 Huh?	Bekomme nicht mit, dass jemand spricht, verpasse die ganze Nachricht	0

Tab. 7: Zuordnung der Antwortmöglichkeiten des UOM (Understand-o-meter) zu einem Prozentwert

3.1 Analyse der Zufriedenheit der Patienten mit der momentanen Versorgung

Der CHILD-Fragebogen wurde sowohl von den Kindern als auch von ihren Eltern beantwortet. In Abb. 22 sind die durchschnittlichen Ergebnisse aller Fragen des CHILD-Fragebogens aufgeteilt nach „Kinderantworten“ und „Elternantworten“ angegeben. Aufgrund der weitgehenden Übereinstimmung wurde in den folgenden Diagrammen zwischen den Antworten der Kinder und denen ihrer Eltern bei der Wiedergabe der Ergebnisse nicht mehr unterschieden (vgl. Abb. 22).

Bewertung "Verstehen insgesamt mit der momentanen Versorgung" (CHILD - Vorgeräte)



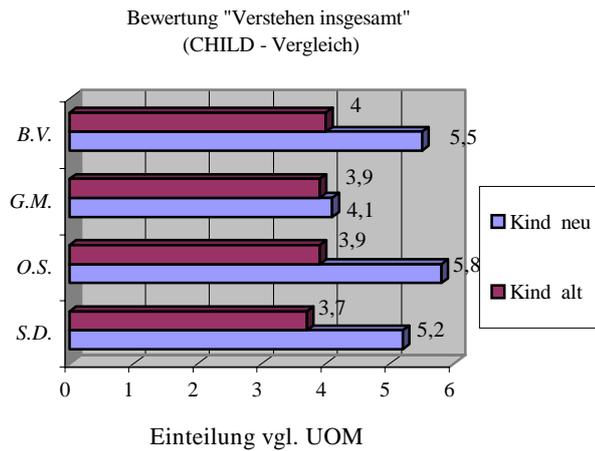
Das Diagramm in Abb. 22 gibt die Bewertungen des Verstehens mit den bis zum Beginn der Studie getragenen Hörgeräten wieder. Auffallend ist die Übereinstimmung der Bewertungen der Hörsituation von *Eltern und Kindern*. Der durchschnittlich angegebene Wert beträgt 3,8 [UOM], das heißt demnach, dass sich die Kinder „schwer tun, aber gewöhnlich verstehen“ (vgl. UOM., S. 51).

Abb. 22: Diagramm „Verstehen insgesamt“, CHILD, Vorgeräte

Die genauere Aufschlüsselung der gewonnenen Daten in verschiedenen Hörsituationen wird im folgenden Abschnitt als direkter Vergleich zwischen den Vorgeräten und dem Supero 412-Hörgerät wiedergegeben.

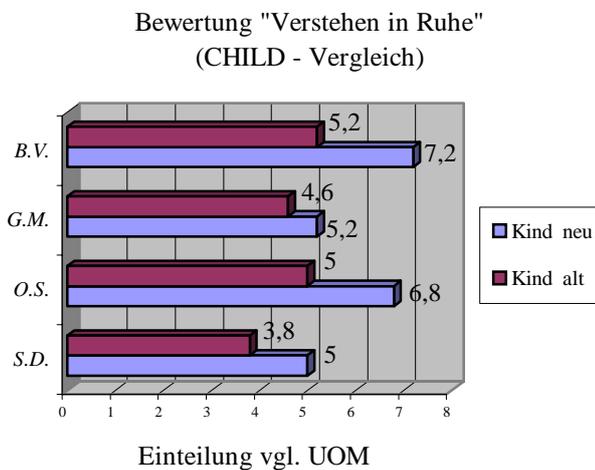
3.2 Vergleich der Vorgeräte mit Phonak Supero 412

Um die Unterschiede zwischen den Vorgeräten der Patienten und dem Supero 412-Gerät deutlicher darstellen zu können, werden die Ergebnisse eines jedes Patienten bei der Beurteilung anhand des CHILD-Fragebogens in Form von Diagrammen wiedergegeben, wobei die dunkleren Balken jeweils für die Antworten zu den bisherigen Hörgeräten stehen. Die 15 einzelnen Fragen des Fragebogens (vgl. H 1.3, S. 87) wurden (bis auf Frage 8) den folgenden drei Kategorien zugeordnet: „Verstehen in Ruhe“ (Frage 1, 3, 4, 5, 15), „Verstehen im Störgeräusch“ (Frage 2, 6, 9, 12, 14) und „Verstehen über Distanz“ (Frage 7, 10, 11, 13), und dann zusammengefasst ausgewertet. Frage 8 (vgl. H 1.3, S. 87) konnte von keinem der Kinder beantwortet werden, da sie morgens alle von ihren Eltern geweckt werden.



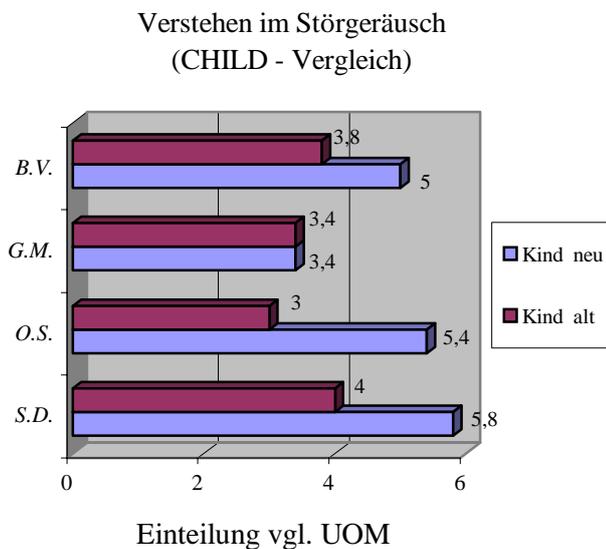
Das Diagramm in Abb. 23 veranschaulicht das durchschnittliche Ergebnis der Beantwortung des gesamten CHILD-Fragebogens durch die Kinder. Die Bewertungen der neuen Hörgeräte verbessern sich im Mittel um 1,3 Skalenschritte [UOM] oder einem umgerechneten Verstehenszuwachs von 19,5%.

Abb. 23: Diagramm „Verstehen insgesamt“, CHILD, Vergleich



Das Diagramm in Abb. 24 zeigt die Angaben der Kinder zum Verstehen in ruhiger Umgebung. Mit den neuen Hörgeräten Supero 412 werden bessere Bewertungen erreicht. Übertragen auf die UOM-Skala verbessern sich die Einschätzungen um 0,6 bis 2 Skalenschritte (Mittelwert 1,4).

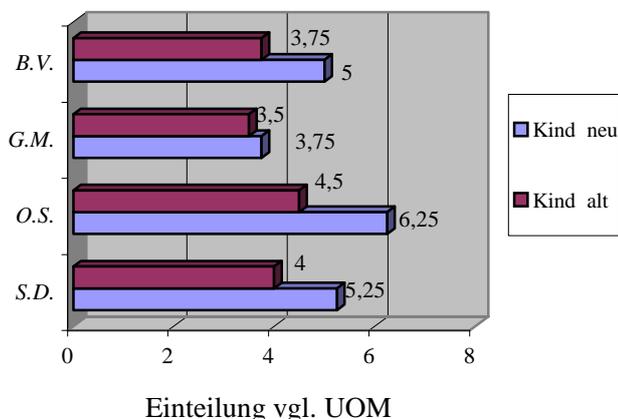
Abb. 24: Diagramm „Verstehen in Ruhe“, CHILD, Vergleich



Das Verstehen im Störgeräusch wird von den Patienten mit den Supero 412-Hörgeräten um durchschnittlich 1,35 Skalenschritte [UOM] besser beurteilt als mit den Vergleichsgeräten (vgl. Abb. 25).

Abb. 25: Diagramm „Verstehen im Störgeräusch“, CHILD, Vergleich

Verstehen über Distanz
(CHILD - Vergleich)



Das Verstehen über Distanzen hinweg wie z.B. beim Spielen auf dem Spielplatz oder wenn das Kind von einem anderen Raum aus gerufen wird, ist eine schwierige Situation, die durch das neue Hörgerät Supero 412 für die Kinder etwas leichter wird. Allerdings ist dabei die Verbesserung im Vergleich mit den durchschnittlichen Ergebnissen der anderen Fragekategorien am geringsten (Mittelwert 1,11, vgl. Abb. 26).

Abb. 26: Diagramm „Verstehen über Distanz“, CHILD, Vergleich

Folgende Tabelle (Tab. 8) fasst die Verbesserung des Verstehens nach den Ergebnissen der Auswertung des CHILD-Fragebogens zusammen und gibt nach entsprechender Berechnung und Übersetzung die Prozentwerte an, die den effektiven Verstehensgewinn durch die Supero 412-Geräte ausdrücken.

Name	Antworten zum Vorgerät			Antworten zu Supero 412			Ergebnisse	
	Bewertung Kind	Bewertung Eltern	Differenz	Bewertung Kind	Bewertung Eltern	Differenz	Durchschn. Differenz Vorgeräte-Supero 412	Verbesserung des Verstehens
B.V.	4,0	3,7	0,3	5,5	5,3	0,2	1,55	23,3 %
G.M.	3,9	3,6	0,3	4,1	3,9	0,3	0,25	3,8%
O.S.	3,9	3,9	0	5,8	5,8	0	1,9	28,5 %
S.D.	3,7	3,7	0	5,2	5,2	0	1,5	22,5 %

Tab. 8 : Auswertung der Hörverbesserung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das neue Supero 412-Hörgerät im Vergleich zu den alten Geräten durchschnittlich um 1,3 Skalenschritte [UOM] besser beurteilt wurde, das entspricht umgerechnet einem Verstehenszuwachs von durchschnittlich 19,5 %. Aus Tabelle 8 kann man entnehmen, dass das Supero 412-Hörgerät eine Verbesserung des Verstehens um bis zu maximal 28,5% bewirkt. Besonders zu erwähnen ist die Fragekategorie „Verstehen im Störgeräusch“, bei der die Bewertung mit den Supero 412-Hörgeräten am meisten gestiegen ist (vgl. Diagramm in Abb. 25).

4. Auswertung der objektiven Hörgeräteüberprüfungsverfahren

Wie ursprünglich geplant, sollte bei jedem der 17 Patienten der Hörerfolg durch die neuen Supero 412-Geräte zusätzlich zur Erfassung der subjektiven Meinung anhand der Fragebögen auch durch Messmethoden geprüft werden, wie sie in der Hörgeräteüberprüfung üblich sind (In-situ-, Freifeld-, Sprachabstands- und Hörfeldmessungen sowie für die Kleinkinder auch durch Screening-Untersuchungen).

Da die Ergebnisse dieser Messungen z.T. sehr unterschiedlich ausgefallen sind und mehrere Messungen nicht durchgeführt werden konnten, da z.T. Kontrollmessungen z.B. von den Patienten selbst abgelehnt wurden oder auch von technischer Seite her nicht sinnvoll durchzuführen waren, werden die Ergebnisse für jeden Patienten getrennt aufgeführt und im folgenden Kapitel wiedergegeben. Die Reihenfolge der Patienten ist alphabetisch.

B.J., 16 Jahre, Schüler

Bereits nach dem Ausfüllen des Oldenburger Inventars und des Phonak-Fragebogens war die ablehnende Haltung des 16-jährigen Patienten gegenüber dem Supero 412- Hörgerät erkennbar, die zusammen mit einem leider während der Anpassungsphase aufgetretenen Hörsturz rechts zum vorzeitigen Abbruch der Studie führte.

Bei der Anpassung des neuen Supero 412-Hörgerätes konnte der Patient sehr präzise Angaben zu Veränderungswünschen machen, aber das Gerät war nicht zufriedenstellend zu programmieren. So konnte z.B. die Verstärkung im Tieftonbereich trotz Mehrkanaltrennung des Hörgerätes nicht unabhängig genug von der Verstärkung im Hochtonbereich reguliert werden, und der subjektiv dumpfe Klang des Hörgerätes war trotz umfangreicher Feinanpassung nicht ausreichend beeinflussbar. Eine mit dem alten Hörgerät durchgeführte Freifeldmessung mit dem Freiburger Sprachtest ohne Störgeräusch ergab beidseits 100% Verstehen für Einsilber bzw. im Störschall 15%.

Mit dem neuen Gerät konnte das Verstehen nicht verbessert werden.

Wegen der zusätzlich neu aufgetretenen, nicht gerätebedingten Hörverschlechterung durch einen rechtsseitigen Hörsturz und der darauffolgenden Beendigung der Studie war die Wiederholung und somit ein Vergleich der In-situ-Messungen bzw. Hörfeld und Freifeldmessungen nicht möglich.

B.V., 14 Jahre, Schülerin

Die Auswertung der Fragebögen (Oldenburger Inventar, Phonak-Fragebogen) ergab eine positive Bewertung des Supero 412-Hörgerätes durch die 14-jährige Patientin. Die Testergebnisse sprachen allerdings nicht eindeutig für einen Hörgewinn mit den neuen Geräten. So ergaben sich bei den Würzburger Hörfeldmessungen nahezu identische Kurvenverläufe und auch die In-situ-Messungen fielen für beide Geräte beinahe gleich aus, das Supero 412-Gerät war sogar etwas schwächer. Eine vergleichende Sprachverständnisprüfung im Freifeld mit dem Freiburger Sprachverständnistest ergab mit den alten Hörgeräten beidseits 60% für Einsilber, bei der Testung des neuen Gerätes ergaben sich lediglich 35% Sprachverstehen für Einsilber (Testung bei 65dB, ohne Störgeräusch). Allein bei der Sprachabstandsmessung schien das Supero 412-Gerät besser zu sein: Mit den Vorgeräten war Umgangssprache aus 4 m Entfernung verständlich; unter gleichen Bedingungen konnte die Patientin mit den Supero 412-Geräten Umgangssprache bereits aus 6 m Entfernung verstehen.

Obwohl die Messergebnisse nicht eindeutig waren, einige technische Schwierigkeiten auftraten (z.B. dass die Sample-Geräte zwischenzeitlich ausfielen und eine Kompatibilität mit bereits vorhandener FM-Anlage (Sennheiser 2013 PPL) nicht gegeben war), entschied sich die Patientin - trotz des geringeren Hörgewinns, der auch durch die Anpassungsuntersuchungen bestätigt wurde - vor allem wegen des subjektiv klaren Klanges für das neue Supero 412-Hörgerät, obwohl es ihr anfangs etwas zu groß war. Die Patientin konnte im Verlauf sogar bessere schulische Leistungen mit dem Supero 412-Gerät erzielen, wie die Mutter erzählte.

B.M., 3 Jahre, Kleinkind

Bei diesem Kleinkind konnten als aussagekräftige Vergleichsuntersuchungen zwischen den einzelnen Probegeräten bei der Hörgeräteanpassung lediglich die In-situ-Messungen sowie die Screening-Untersuchungen herangezogen werden. Die In-situ-Messungen waren wegen der ohrpassstückbedingten, permanenten Rückkopplungen, die nicht zu beherrschen waren, leider nur begrenzt auswertbar, wiesen aber tendenziell darauf hin, dass das Supero 412-Gerät für den Patienten besser geeignet sein könnte. Bei den Screening-Untersuchungen konnten mit den Vergleichsgeräten unterschiedliche Reaktionen auf akustische Reize festgestellt werden: auf Geräusche z.B. eines Tamburins sowie auf einen ohrnah gesprochenen Satz reagierte B.M. mit den Vorgeräten aus einer

Entfernung von 3,5 m prompt, mit den Supero 412-Hörgeräten erfolgte hingegen keine eindeutige Reaktion. Da ein Hörerfolg mit Phonak Supero 412 auch über eine längere Gewöhnungsphase hin ausblieb, wurde ein anderes Gerät bevorzugt, Oticon Sumo HdO.

E.D., 39 Jahre, Angestellte

Schon aufgrund der Angaben der 39-jährigen Patientin in den Fragebögen ergab sich bereits der Eindruck, dass die neuen Supero 412-Hörgeräte im Vergleich zu den Vorgeräten relativ ähnlich eingeschätzt, allerdings im Störgeräusch subjektiv deutlich schlechter beurteilt wurden. Bei der Hörgeräteanpassung traten ständig Rückkopplungen auf, die die Messungen beeinträchtigten, von der Patientin selbst allerdings nicht wahrgenommen wurden. Sie empfand die Verstärkung der Nebengeräusche als besonders unangenehm, und beklagte den harten und hallenden Klang des Supero 412-Hörgerätes im Vergleich zu ihrem Vorgerät („Das Gerät knallt ständig. Die Sprache geht unter im Krach.“, Aussagen von Fr. E.D.). Der subjektive Klangeindruck war auch durch mehrere Umprogrammierungen nicht zu verbessern. Da die Rückkopplungen bei gut sitzendem Ohrpassstück trotz des Rückkopplungsmanagements der Supero 412-Hörgeräte weiterhin nicht beherrschbar blieben, und die Patientin das Hörgerät klanglich ablehnte, waren weitere Untersuchungen (In-situ-Messung, Freifeldmessung oder Hörfeld-Untersuchung) nicht möglich und auch nicht sinnvoll.

Während der Anpassung der Supero 412-Geräte traten weitere technische Fehler auf und ein Sample-Gerät musste wegen eines technischen Defektes ausgetauscht werden, allerdings leider ohne Verbesserung der o.g. Probleme. Die Anpassung wurde schließlich mit einem anderen Gerät, nämlich Siemens Triano SP fortgesetzt.

G.M., 11 Jahre, Schülerin

Die Patientin kritisierte bereits in den Fragebögen die zu starke Hervorhebung der Nebengeräusche durch die neuen Supero 412-Geräte, wodurch das Sprachverständnis stark beeinträchtigt wurde. („Ich mag die Geräte nicht. Sie (die Sprache) sollte stärker sein.“).

Die Analyse der vergleichenden Messungen bestätigte den Eindruck der Patientin. Die In-situ-Messungen zeigten für das Vorgerät Sonoforte 331X (fünf Jahre alt), einen breitbandigen, für das Supero 412-Hörgerät hingegen einen dem Hörverlust entsprechenden, steileren Verlauf der Kennlinien. Die Ergebnisse der Hörfeldskalierung zu den Vorgeräten und zu Supero 412 unterschieden sich kaum, nur im Tieftonbereich wird das Vorgerät etwas höher skaliert, was sich in den Ergebnissen der In-situ-Messung

widerspiegelt. Bei der Freifeldmessung des Sprachverstehens im Freiburger Sprachverständnistest hatten sich für die alten Geräte 60% Einsilberversuchen bei 65% dB Sprachschallpegel ergeben, mit den Supero 412-Hörgeräten verstand G. M. nur 50% unter gleichen Bedingungen. Die Einstellungen ließen sich trotz mehrfacher, umfangreicher Feinanpassungen nicht zufriedenstellend verändern, so dass sich die Patientin gegen das Supero 412-Hörgerät entschied. Unangenehm war der 11-jährigen Patientin auch die Größe des Hörsystems. Interessanterweise ergaben sich wie bei B.M. auch bei dieser Patientin wieder Schwierigkeiten mit der Kompatibilität der FM-Anlage (d.h. Frequenz-Modulationsanlage) in der Schule.

K.M., 77 Jahre, Rentnerin

Die Ergebnisse der Fragebögen sprechen für die Supero 412-Geräte. Die Patientin empfindet sie als stärker im Vergleich zu den Vorgeräten. Die Anpassuntersuchungen ermöglichen den Vergleich einer Freifeldmessung des Freiburger Sprachverständnistestes, bei der die Patientin mit den alten Geräten 40% Verstehen für Einsilber erreichte. Mit den neuen Supero 412-Geräten verbesserte sich das Ergebnis auf 80% Einsilberversuchen bei 65 dB. Leider hat sich im Verlauf der Hörgerätefeinanpassung der Gesundheitszustand der weit entfernt wohnenden Patientin stark verschlechtert, so dass sie nicht mehr zum Hörgeräteakustiker kommen konnte und es leider nicht mehr möglich war, die Hörgeräte durch Sprachverständnisuntersuchungen sowie In-situ- und Hörfeldmessungen weiter zu evaluieren. Die 77-jährige Patientin kam anfangs mit den kleinen Bedienelementen nicht zurecht, hat sich dann aber daran gewöhnt, so wie auch daran, dass ihre eigene Stimme ihr zunächst zu laut vorkam.

K.L., 72 Jahre, Rentnerin

Die Patientin kam, wie aus den Fragebögen deutlich hervorgeht, mit den Supero 412-Geräten nicht zurecht, da ihr der Klang unangenehm war und sich der erforderliche Verstärkungsbedarf nicht ihren Wünschen entsprechend einstellen ließ. Die Geräte waren subjektiv entweder zu leise oder, nach Korrektur unsererseits, wiederum subjektiv zu laut eingestellt. Zudem kam sie wiederholt ohne die dringend erforderlichen korrigierten Ohrpassstücke zu den Terminen, wodurch bei den Messungen störende Rückkopplungen auftraten. Deswegen konnten die Messungen mit dem Supero 412-Gerät im Vergleich zu den Vorgeräten nicht durchgeführt werden. Da sich die Probephase ohne Besserung schon zu lange hinzog, schied die Patientin aus der Studie aus und lehnte weitere Untersuchungen ab.

M.K., 2 Jahre, Kleinkind

Mit dem Phonak-Gerät Supero 412 konnte für die 2-jährige Patientin kein Hörgewinn erzielt werden, woraufhin die Eltern die Anpassung beendeten, ohne weitere Vergleichsuntersuchungen (In-situ-Messung, Screening) zuzulassen. Ihrer Ansicht nach war das Hörgerät zu schwach und außerdem zu groß, und sie entschlossen sich, zum Ausgleich der Schwerhörigkeit ihrer Tochter jetzt eine Cochlear Implantat-Versorgung anzustreben.

M.T., 36 Jahre, Angestellter

Die Auswertung der Fragebögen ergab dem Supero 412-Gerät gegenüber eine negative Einstellung des Patienten.

Die Schwierigkeiten des 35-jährigen Patienten mit den Hörgeräten hingen hauptsächlich damit zusammen, dass sich der hohe Verstärkungsbedarf in den oberen Frequenzen nicht ohne die Auslösung unbeherrschbarer Rückkopplungen programmieren ließ. Die Anpassung war nicht optimal möglich, da die Otoplastiken keine ausreichende Abdichtung zuließen. Die Rückkopplungen beeinträchtigten leider auch die Messungen, so dass die In-situ- und Hörfeldmessung mit den neuen Geräten nicht durchgeführt werden konnten. Ein direkter Vergleich zwischen dem neuen und dem alten Hörgerät war nur durch die Freifeldmessung mit dem Freiburger Sprachverständnistest möglich: Trotz der Rückkopplungsprobleme versuchte der Patient eine Freifelduntersuchung, bei der er mit den Vorgeräten beidseits 65% der Testwörter verstand, während er mit dem Supero 412-Hörgerät nur ein Verständnis von 60% erreichte. Außerdem gab der Patient subjektiv ein stark beeinträchtigtes Verstehen im Störgeräusch an. Der Patient möchte die Hörgeräteversorgung vorerst abbrechen, da auch das angepasste zweite Probegerät, Phonak Claro dAZ, IdO als unangenehm empfunden wurde und er besser ohne Hörgerät zurechtkommt.

O.S., 6 Jahre, Kind

Durch die Aussagen des 6-jährigen Patienten bzw. seiner Mutter in den Fragebögen kam eine positive Tendenz zu den neuen Supero 412-Hörgeräten zum Ausdruck. Das Richtungshören und das Verstehen im Störgeräusch waren durch die Supero 412-Hörgeräte subjektiv deutlich besser geworden, was auch z.T. anhand der Kontrollmessungen bestätigt werden konnte. Bei der In-situ-Messung ergab sich für das Supero 412-Hörgerät besonders für das rechte, schlechtere Ohr eine bessere

Verstärkungskurve; bei der Hörfeldskalierung wurden ebenfalls mit dem Supero 412-Hörgerät bessere Ergebnisse erzielt, obwohl die Hörfeldskalierung für das Kind eine schwierige Untersuchung war. Bei der Sprachabstandsmessung verstand O.S. mit den alten Geräten bei Umgangssprache aus 8 m Entfernung, mit den neuen Geräten betrug die Distanz 9 m unter gleichen Bedingungen. Aufgrund des deutlichen subjektiven Hörgewinns fiel die Entscheidung für die Supero 412-Geräte positiv aus.

P.B., 42 Jahre, Angestellte

Bei dieser 42-jährigen Patientin ergab sich anhand der Angaben zu den Fragebögen fast kein Unterschied in der Beurteilung des Supero 412-Gerätes im Vergleich zu dem Vorgerät. Die Patientin kommt mit den neuen Geräten nicht gut zurecht, sie seien ihr „zu kompliziert“. Die automatischen Supero 412-Geräte haben kein Potentiometer, wie sie es von ihren alten Geräten her kannte, sondern sind über den Wippschalter zu bedienen, was der Patientin Schwierigkeiten bereitete. Die Supero 412-Hörgeräte wurden von der Patientin auch wegen des Klanges abgelehnt, der Frau P.B. unangenehm war. Bei der Anpassung traten permanent Rückkopplungen auf, die auch nach Verschließen der Zusatzbohrung der Ohrpassstücke nicht zu beheben waren. Sie beeinträchtigten die In-situ-Messungen stark. Aus diesem Grund wurden Boxmessungen als Kontrollmessungen durchgeführt, bei deren Vergleich auffiel, dass die Frequenzverläufe der Verstärkungskurven der beiden getesteten Hörgeräte nahezu identisch sind. Im Tieftonbereich zeigte das Supero 412-Gerät etwas mehr Verstärkung als das Vergleichsgerät Phonak Super Front PPC 3. Die Untersuchungen bestätigten den von der Patientin subjektiv empfundenen geringeren Hörgewinn durch die Supero 412-Geräte von Phonak. Auch die Anpassung eines anderen Hörwinkels (HE3) als einen Versuch, das Verstehen mit dem neuen Gerät zu optimieren, brachte keine subjektive Verbesserung. Eine Hörfeld- und Freifeldmessung wurde mit der auf Blickkontakt angewiesenen Patientin nicht durchgeführt. Da die Leistungsgrenze des Supero 412-Gerätes bei der Anpassung erreicht wurde, ohne dass die Patientin einen ausreichenden Hörerfolg erzielen konnte, wurde die Anpassung beendet und die Patientin zur Cochlear Implant-Beratung einbestellt.

P.N., 3 Jahre, Kleinkind

Das dreijährige Kind reagierte nach Aussage der Mutter nicht so gut auf das Supero 412-Gerät wie auf andere Probegeräte, es habe sich die Geräte (wegen der Größe?) sogar selbst vom Ohr genommen. Die In-situ-Messungen und die Screening-Untersuchungen

zeigten leichte Unterschiede zwischen den Supero 412-Geräten und den Vergleichsgeräten, die eher für das Probeggerät Siemens Swing S 2, HdO, sprechen. Bei der Screening-Untersuchung reagierte P.N. allerdings mit den Supero 412-Geräten spontaner auf Testgeräusche. Leider traten trotz aller Mühe und ausführlicher Feinanpassung ständig Rückkopplungen auf, die sich nicht beeinflussen ließen. Nach einer 4-wöchigen Probephase wurde daher die Studie mit dem Supero 412-Gerät bei P.N. beendet und das Siemensgerät angepasst.

P.A., 61 Jahre, Rentner

Bei diesem Patienten mit stark seitendifferentem Gehör (rechtes Ohr besser als das linke) ergab sich aus den Fragebögen eine negative Einstellung zum Supero 412-Gerät, die hauptsächlich an den nicht beherrschbaren Rückkopplungen lag. Die Ergebnisse der Freifeldmessung allerdings sprachen trotzdem eindeutig für das Supero 412-Hörgerät: 75% der Einsilber im Freiburger Sprachverständnistest konnten mit dem Supero 412-Hörgerät auf dem linken Ohr verstanden werden im Vergleich zu 45% Sprachverstehen mit den alten Geräten (Oticon Digi Focus II Power). Allerdings haben die Supero 412-Geräte trotz der mehrfachen Anfertigung neuer Ohrpassstücke und präziser Feinanpassung ständig gepfiffen und somit weitere vergleichende Messungen unmöglich gemacht. Der Patient entschloss sich schließlich für ein anderes Hörgerät, nämlich Siemens Triano Super Power.

R.W., 62 Jahre, Angestellter

Aus den Antworten auf die Fragen-Inventare wurde deutlich, dass der 62-jährige Patient mit dem automatischen Hörgerät Supero 412 nicht zurecht kam und Schwierigkeiten mit der Handhabung hatte. Große Probleme ergaben sich beim Verstehen im lauten Nebengeräusch. Da der Patient den Klang des Supero 412-Hörgerätes als unangenehm empfand und sich für ihn trotz mehrfacher Versuche keine optimale Einstellung finden ließ, brach er die Studie ab, ohne dass die Vergleichsuntersuchungen (In-situ-, Freifeld-, Hörfeldmessungen) zum Supero 412-Hörgerät noch durchgeführt werden konnten. Bei Herrn R.W. wurde das Siemens Phoenix 203-Gerät angepasst.

R.L., 1 Jahr, Kleinkind

Die Supero 412-Hörgeräte haben während der Anpassung und der Probezeit trotz neuer Ohrpassstücke „immer gepfiffen“. Zudem war das einjährige Kind sehr unruhig und

wehrte sich gegen die Hör- und Messgeräte, weswegen oft keine aussagekräftigen Untersuchungen möglich waren. Der Versuch, eine In-situ-Messung durchzuführen, scheiterte bei der parallelen Einführung des Sondenschlauches neben dem Ohrpasstück an dessen akustischer Undichtigkeit. Die Screening-Untersuchungen fielen für das Vergleichsgerät besser aus als für das Supero 412-Gerät, womit Reaktionen auf verschiedene akustische Reize nicht bzw. selten und nur zögerlich auslösbar waren. Wegen des geringen Hörerfolgs bei einer an Taubheit grenzenden Hörstörung und mehreren erfolglosen Veränderungsversuchen der Einstellungen wurde die Anpassung des Supero 412-Gerätes beendet und das zweite Probergerät Phonak Sonoforte 331 X-L angepasst. Den Eltern wurde für die Zukunft eine Beratung zur Einsetzung eines Cochlear Implantates empfohlen.

S.D., 7 Jahre, Kind

Stellt man die Bewertungen der zu vergleichenden Hörgeräte durch den Patienten und seine Mutter in den Fragebögen einander gegenüber, so wird eine positive Tendenz des Patienten zum Supero 412-Hörgerät deutlich. Seine Bewertung für das Supero 412-Gerät nach dem CHILD-Fragebogen stieg von 3,64 auf 5,46 Punkte auf dem Understand-ometer (vgl. D 3, S. 51). Besonders eindeutig war laut Aussage der Mutter der Fortschritt beim spontanen Nachsprechen von Worten und beim Richtungshören. Das 7-jährige Kind war generell schwierig zu testen und bei den Untersuchungen unkonzentriert, so dass die Ergebnisse oft variierten und Untersuchungen wie z.B. das Würzburger Hörfeld nicht durchzuführen waren. Bei dem Vergleich der In-situ-Messungen ergab sich eine bessere, insgesamt breitbandigere Verstärkung durch das Supero 412-Hörgerät. Dabei muss man allerdings berücksichtigen, dass das Kind oft unruhig war und die Messergebnisse nicht unbedingt zuverlässig bewertet werden konnten. Erschwerend kam noch hinzu, dass die Sample-Geräte mehrfach aus technischen Gründen ausfielen. Nach Beheben der anfänglichen Probleme mit der FM-Anlage und dem Austauschen der defekten Studiengeräte waren Mutter und Kind mit der Anpassung des neuen Supero 412-Hörgerätes zufrieden und das Kind behielt die neuen Geräte.

U.J., 2 Jahre, Kleinkind

Der 2-jährige Patient kam im Rahmen der Cochlear Implantat-Versorgung des linken Ohres zur Hörgeräteanpassung der Gegenseite, die bei der BERA-Untersuchung keine Reizantworten brachte. Die Screening-Untersuchungen sprachen gegen einen Hörerfolg mit dem Supero 412-Gerät. Eine In-situ-Messung zur Objektivierung der Verstärkung des

Hörgerätes war nicht möglich, da das Kind zu unruhig war. Da ein Hörerfolg ausblieb, wurde den Eltern eine nochmalige Cochlear Implant-Beratung, diesmal für die rechte Seite, empfohlen.

E. Diskussion

Die Zufriedenheit der Patienten mit ihren Hörgeräten ist von mehreren Aspekten abhängig, z.B. wie lange sie bereits Hörgeräteträger sind, von den Erwartungen an ein Hörgerät, von der jeweiligen Persönlichkeit des Patienten, ihrer Akzeptanz der Geräte, aber auch der Klangqualität der Hörgeräte, den individuellen Hörsituationen und den Problemen mit der Handhabung der Geräte (57).

In der vorliegenden Arbeit ist die Akzeptanz des Phonak Hörgerätes Supero 412 durch die siebzehn Studienteilnehmer im Vergleich zu den Hörgeräten, die sie zuvor getragen haben („Vorgeräte“), untersucht worden.

Der Vergleich der Vorgeräte mit den Supero 412-Geräten wurde durch zwei Vorgehensweisen geführt: 1. Vergleich der neuen Supero 412-Hörgeräte mit der vorigen Versorgung durch die Patienten mittels drei altersentsprechenden Fragebögen, und 2. durch die Evaluierung der Hörgeräteanpassung durch entsprechende Kontrolluntersuchungen (In-situ-, Freifeld-, Sprachabstands- und Hörfeldmessungen sowie für die Kleinkinder auch durch Screening-Untersuchungen). Der Schwerpunkt der Arbeit liegt auf der Auswertung der Fragebögen.

Oldenburger Inventar

Für die vorliegende Studie und den direkten Vergleich der Vorgeräte mit den Supero 412-Geräten war der Fragebogen, das sogenannte „*Oldenburger Inventar*“ (vgl. C 4.1, S. 36), am aussagekräftigsten. Sieben Erwachsene und fünf Kinder zwischen sieben und siebzehn Jahren (z.T. mit Hilfe ihrer Eltern) beantworteten den Fragebogen zu beiden Geräten. Mit dem Oldenburger Inventar lassen sich unterschiedliche Hörsituationen beurteilen. Bei den Vorgeräten handelt es sich zu 34% um analoge zu 66% um digitale Hörgeräte. Das Supero 412-Hörgerät ist ein modernes, volldigitales Hörgerät mit aufwendigen Features (Störgeräuschunterdrückung, Mehrkanal-Technologie, MPO (Maximaler Ausgangsschalldruck)-Formung, Power Dynamik-Kontrolle, digitale Signalverarbeitungsstrategien, Rückkopplungskontrolle, Programmauswahl, vgl. B 2.3, S. 17). Um so erstaunlicher war es, dass nur vier von zwölf befragten Patienten das Supero 412-Gerät als besser eingestuft haben, die anderen acht Patienten haben sich für ihre Vorgeräte, oder, wie sich später herausstellte, für ein anderes Hörgerät entschieden.

In den Aussagen zum *Verstehen ohne Störgeräusch* tendierten die Patientenbewertungen deutlich zu den alten Geräten: 60% der Befragten waren mit ihrem bisherigen Hörsystem in Ruhe sehr zufrieden bzw. zufrieden. Eine entsprechend gute Bewertung erhielt das Supero 412-Gerät nur in 10% der Antworten. Dies liegt unter anderem daran, dass bei 47% der Patienten mit den neuen Geräten *Rückkopplungen* auftraten, die sie oder ihre Umwelt als störend empfunden haben. Die im Hörgerät integrierte duale Rückkopplungskontrolle brachte bei den Testpersonen keinen unmittelbaren Erfolg, und die Patienten litten z.T. trotz mehreren Umprogrammierungen und Erneuerung der Ohrpassstücke häufig unter Rückkopplungen. Als wichtige Schnittstelle hat das Ohrpassstück eine herausragende Bedeutung für das Zusammenspiel zwischen Hörgerät und Gehör des Patienten. Die Otoplastik sollte mit dem neuen Hörgerät eine Einheit bilden; beide sind sowohl an die Trage- und Klangbedürfnisse des Patienten als auch an seine audiologischen Kriterien sowie - besonders hier – an die möglichst situationsunabhängige akustische Dichtigkeit gebunden. (27) Andernfalls ist die Leistung des Hörgerätes nicht ausgeschöpft und sein Träger lehnt dieses ab, weil es pfeift und die Schallsignale verzerrt wiedergibt. Die Anpassung von optimalen Otoplastiken ist besonders bei Kindern aufwendig, weil sich der kindliche Gehörgang noch im Wachstum befindet, und die Otoplastik regelmäßig erneuert werden muss. Schlechte Ohrpassstücke behindern zudem die objektive Überprüfung des Hörgerätes und tragen dazu bei, dass die Ergebnisse nur eingeschränkt verwertbar sind. Auch bei den im Rahmen dieser Studie durchgeführten Messungen der Hörgeräte waren Störungen durch Rückkopplungen hinderlich.

Nach Abschluss unserer Untersuchungen konnten wir eruieren, dass das gehäufte Auftreten von Rückkopplungen auch dem Hersteller bekannt geworden war, der die Konfigurationsprogramme der Software für die Marktgeräte daraufhin geändert habe.

Bei 30% der Patienten konnte die *Lautstärke* nach dem gängigen Anpassverfahren und der in der Klinik verwendeten Münchner Methode nicht optimal eingestellt werden, da es zu Rückkopplungspfeifen kam oder die Nebengeräusche als zu störend empfunden wurden. Dadurch wurden die Hörgeräte z.T. als zu schwach empfunden, was bei der Beantwortung des Fragebogens „Oldenburger Inventar“ zu schlechteren Beurteilungen bereits beim Sprachverstehen in Ruhe führte.

Von den erfahrenen Hörgeräteträgern wurde auch kritisiert, dass das Supero 412-Gerät kein manuell zu regulierendes Potentiometer (Lautstärkeregler) hat, sondern eine über eine Wippe zu bedienende, automatische Lautstärkenregelung, die in Abhängigkeit vom

Eingangsschalldruck arbeitet. Einige Patienten hatten das Gefühl, dass die automatische Lautstärkeregelung für sie nicht so präzise wie eine manuelle Lautstärkeregelung sei.

Die schlechtere Beurteilung des Supero 412-Gerätes in ruhigen Verstehenssituationen zeigte sich besonders bei den Patienten, die vorher ein analoges Einkanal-Breitbandgerät benutzt hatten (66% der Patienten). Das digitale, das Frequenzspektrum in fünf Kanäle auflösende, Supero 412-Gerät berücksichtigt zwar die Frequenzcharakteristik und Verstärkungswahl deutlich besser als ein analoges Hörgerät, es kommt dadurch im Gegenzug auch zu anderen Klangeindrücken. Auch der Wechsel von linearer zu nicht-linearer Verstärkung erfordert eine Eingewöhnung der Patienten. (31) Diese Umhörprozesse brauchen im allgemeinen viel Zeit und Ermutigung, bis die Vorteile der modernen Technik richtig genutzt werden können.

Das *Verstehen mit Störgeräusch im Hintergrund* ist generell für Hörgeräteträger eine schwierige Situation, insbesondere bei den älteren Personen, die bereits eine zentrale Verarbeitungsstörung haben, aber auch bei ausgeprägter Schwerhörigkeit mit schlechter Diskrimination, wie sie bei den meisten unserer Patienten vorlag. Bei der Analyse der Aussagen der Patienten zum Fragenkomplex „Verstehen im Störgeräusch“ des Fragebogens „Oldenburger Inventar“ stieg der Prozentsatz der schlechten bis sehr schlechten Bewertungen beim Vergleich der alten Geräte mit den Supero 412-Geräten um über 60%. Dies ist ein überraschendes Ergebnis, zumal der Hersteller des neuen Supero 412-Hörgerätes mit der Option einer digitalen Störgeräuschunterdrückung wirbt, die in 5 Kanälen separat einstellbar ist (21). Trotz umfangreicher Feinanpassungen waren die Patienten oft mit dem Ergebnis nicht zufrieden und 24% der Patienten lehnten aus diesem Grund auch eine Versorgung mit dem Supero 412-Gerät ab.

Die Fragen des Oldenburger Inventars nach den *psychosozialen Aspekten* beschäftigen sich mit der vom Patienten empfundenen Beeinträchtigung durch die Schwerhörigkeit und das Tragen der Hörgeräte. Das neue Supero 412-Hörgerät wird von der Mehrheit der Befragten im Vergleich zu den Vorgeräten als eindeutig schlechter bewertet: Der Prozentsatz der schlechten bis sehr schlechten Bewertungen der alten Geräte betrug 20%, bei dem neuen Gerät beträgt er 66%.

Dies hängt zum Großteil an den oben genannten Gründen (unbeherrschbare Rückkopplungen, die den Patienten und die Umgebung stören; schlechtes Verstehen im Störgeräusch, das die Kommunikation beeinträchtigt; durch die Gehäusegröße zu auffällig) zusammen.

In Bezug auf das **Richtungshören** gaben 44% der Patienten bei der Befragung durch das Oldenburger Inventar eine subjektive Verschlechterung mit den Supero 412 -Geräten gegenüber den Vorgeräten an. Besonders beim „Ansprechen von hinten“ ergaben sich deutliche Unterschiede: Zu ihren Vorgeräten gaben 41% der Patienten auf diese Frage schlechte bzw. sehr schlechte Bewertungen an, die neuen Supero 412 -Geräten wurden von 67% der Befragten als sehr schlecht oder schlecht beurteilt. Schlechte Ergebnisse beim Richtungshören sind z.T. darauf zurückzuführen, dass hochgradig schwerhörige Patienten bereits in ruhigen Situationen oft auf Blickkontakt angewiesen sind, um überhaupt einem Gespräch folgen zu können. Es ist jedoch nicht verständlich, warum die digitalen Supero 412-Geräte schlechter abschnitten als die Vorgeräte.

Das Richtungshören mit Hörgeräten ist ein Problem, das am besten durch den Einsatz von Richtmikrofonen gelöst werden kann. Dies wurde von der Firma Phonak in dem - allerdings etwas leistungsschwächeren – Supero 412-Nachfolgemodell „Supero 413 AZ“ durch Aufrüstung mit der Audio Zoom-Technik realisiert. (22)

Supero 412 Qualitätseinschätzungs-Bogen

Der zweite Fragebogen, der gleichzeitig zum Oldenburger Inventar eingesetzt wurde, war der ***Supero 412 Qualitätseinschätzungs-Bogen vor Marktzulassung*** (Supero - pre-launch quality assessment) der Firma Phonak. Von den zwölf Patienten ab sieben Jahren beantworteten neun den Fragebogen jeweils für die alten und für die neuen Geräte, drei Patienten lehnten die Beantwortung dieses Fragebogens ab. Vier Patienten entschieden sich später für eine Versorgung mit den Supero 412 -Geräten.

Die Auswertung der Antworten hat gezeigt, dass die Zufriedenheit der Patienten mit den neuen Supero 412-Hörgeräten in *ruhigen Verstehenssituationen* im Vergleich zu den bisher getragenen Geräten etwas abgenommen hat, was die Ergebnisse der Analyse des Oldenburger Inventars bestätigt. In *geräuschvollen Umgebungen* hingegen sind nach Auswertung des Phonak-Fragebogens im Gegensatz zu den Ergebnissen des Oldenburger Inventars 12% der befragten Patienten mit dem Supero 412 -Gerät zufriedener. Dies hängt damit zusammen, dass drei Patienten bereits nach einer kurzen Probephase das neue Hörgerät ablehnten und zur Beantwortung eines zweiten Fragebogens nicht mehr zur Verfügung standen. Dadurch fiel das Gesamtergebnis zu Gunsten des Supero 412-Gerätes aus.

Der Anteil der Befragten, die die *Lautstärke* des neuen Supero 412-Hörgerätes im Vergleich zu ihrem Vorgerät als „genau richtig“ einstufen, stieg im Vergleich zu den Vorgeräten um 22%. Dies zeigt, dass die neuen Geräte den Verstärkungsbedürfnissen dieser Patientengruppe mehr entsprechen als die alten Geräte, allerdings nur bei Befragung mit dem Phonak-Bogen und nicht mit dem Oldenburger Inventar, bei dem drei Patienten mehr auf die Fragen geantwortet haben.

Der Phonak-Fragebogen beinhaltet im Gegensatz zum Oldenburger Inventar auch eine Bewertung der *Klangqualität* des Hörgerätes. Die Beurteilungen zwischen den Vorgeräten und dem Supero 412 neigten hinsichtlich der Klangqualität gleichmäßig zu besseren wie zu schlechteren Einschätzungen, so dass keine eindeutige Aussage getroffen werden kann. Der Parameter der Klangqualität spielte dadurch bei der Gesamtbeurteilung durch den Patienten, für welches Gerät er sich entschieden hat, zwar individuell eine Rolle, insgesamt fällt dies jedoch nicht ins Gewicht.

Besonders deutlich fiel hingegen die Bewertung der *Gehäusegröße* des neuen Supero 412-Hörgerätes aus, das 62% der Patienten als zu groß empfanden, wohingegen nur 38% der Patienten die Größe als „genau richtig“ beurteilten. Der Umfang des Hörgerätegehäuses ist durch die Anzahl der technischen Features bedingt, die einen gewissen Platzbedarf erfordern. Die Größe war auch für die Eltern der sehr jungen Patienten (unter drei Jahre), die nicht durch die Fragebögen erfasst werden konnten, das entscheidende Kriterium, weshalb in drei Fällen eine Versorgung mit dem Supero 412-Gerät nicht in Frage kam.

Im Fragebogen der Firma Phonak wurde direkt nach dem Auftreten von Rückkopplungen gefragt. Der beobachtete Anstieg der *Rückkopplungsprobleme* mit den neuen Geräten um 34% im Vergleich mit den alten Geräten ist u.a. auch auf die werkseitige Software-Programmierung zurückzuführen, die noch während der Laufzeit der Studie geändert wurde.

Im Rahmen der *Freitextantworten* auf einige Fragen des Phonak-Fragebogens wurden von den Patienten sowohl Hörverbesserungen als auch die Probleme mit dem Supero 412-Gerät geschildert (vgl. D 2.2, S. 47). Letztere bestanden z.B. in der störenden *Verstärkung von Nebengeräuschen*. Die *Schwierigkeiten mit der Handhabung*, die besonders von älteren Patienten berichtet wurden, ergaben sich besonders im Umgang mit der Wippe, die in den neuen Geräten den herkömmlichen Lautstärkeregler ersetzt, und deren Bedienung feinmotorische Genauigkeit und Fingerspitzengefühl erfordert. Die Neugestaltung des Reglers in Form der Wippe wurde von der Firma Phonak gewählt, um

das Innere des Hörgerätes äußeren Einflüsse gegenüber durch Vermeidung zusätzlicher Öffnungen widerstandsfähiger zu machen.

Ebenfalls bemängelt wurde der TacTronic-Schalter, der dem Wechseln der Programme dient, und mit dem sich die *Programme zu leicht verstellen* lassen. Zu diesem Einwand ist anzumerken, dass dieses Problem mit zunehmender Gewöhnung der Patienten an das neue Hörsystem lösbar sein dürfte.

Auf die Frage des Phonak-Fragebogens nach der Bewertung des *Energieverbrauches* des Supero 412 wurden im Vergleich zu den jeweiligen Vorgeräten eine durchschnittlich längere Lebensdauer der Batterie angegeben, was in finanzieller Hinsicht für den Hörgeräteträger ein angenehmer Vorteil ist.

C.H.I.L.D.-Fragebogen

Der dritte, speziell für Kinder verfasste ***C.H.I.L.D.-Fragebogen*** (vgl. C 4.3, S. 39) wurde von vier Kindern im Alter von sechs bis vierzehn Jahren und ihren Eltern beantwortet, von denen sich drei für das Supero 412-Hörgerät entschieden haben. Aufgrund dieses Verhältnisses fielen die Bewertungen allgemein positiver aus, als es in den beiden Fragebögen für Erwachsene der Fall war. Die Analyse der Ergebnisse zeigte, dass die Einschätzungen des Verstehens durch die Eltern und durch die Kinder selbst fast identisch waren, was die intensive Beobachtung und Beschäftigung der Eltern mit ihrem Kind und seiner Schwerhörigkeit widerspiegelt.

Die *durchschnittliche Zufriedenheit* bezogen auf das *Sprachverstehen mit den Vorgeräten* der Kinder ergab einen Wert von 3,8 auf der Understand-o-meter-Skala, UOM (vgl. D 3, S. 51). Das bedeutet, dass die Kinder ein durchschnittliches Verstehen von etwa 40% des Gesprochenen haben. Von den Eltern wurden die bisher getragenen Geräte genauso eingeschätzt. Aufgrund dieser guten Übereinstimmung wurden in der weiteren Auswertung der Zufriedenheit der Patienten in bestimmten Hörsituationen nur die vom Kind in den Fragebögen abgegebenen Beurteilungen berücksichtigt.

Das Verstehen „*Insgesamt*“ wird mit den *Supero 412-Geräten* im Vergleich zu den Vorgeräten um 1,3 Skalenschritte (UOM) besser bewertet, was umgerechnet einem Verstehenszuwachs von 19,5% entspricht. In einer anderen Hörgeräte-Feldstudie, die ebenfalls - unter Verwendung des CHILD-Fragebogens - zu dem Phonak Supero 412-Gerät durchgeführt wurde, fiel die Beurteilung des neuen Supero 412-Hörgerätes identisch aus (10): Die Antworten von zehn Kindern und ihren Eltern auf den CHILD-Fragebogen zum Vorgerät bzw. Testgerät wurden verglichen und die Auswertung ergab

einen durchschnittlichen, subjektiven Sprachverstehensgewinn von 20% (1,33 Skalenschritte des UOM).

Bei der Analyse des Verstehens in ausgewählten Hörumgebungen zeigte sich, dass das Verstehen von Sprache in *ruhigen Situationen* durch die jungen Patienten der vorliegenden Studie mit den neuen Geräten im Mittel um 1,4 Skalenschritte (UOM) besser beurteilt wurde als mit den Vorgeräten. Dies hängt damit zusammen, dass die Supero 412-Geräte hochverstärkende Hörsysteme sind, bei denen der Verstärkungsbereich in fünf unterschiedlichen Kanälen dem jeweiligen Hörverlust des Kindes entsprechend angepasst werden konnte, was von den Kindern gut toleriert wurde. Die befragten Kinder waren mit den Supero 412-Geräten besonders in Bezug auf das Verstehen im *Störgeräusch* zufrieden. Der mit der UOM-Skala ermittelte Bewertungsunterschied zwischen den bisher getragenen Geräten und den neuen Supero 412-Geräten entspricht umgerechnet einem Hörgewinn von bis zu 23%. Die einzeln abgefragten Situationen, in denen das neue Supero 412-Hörgerät besser bewertet wurde, waren z.B. ein Aufenthalt im Restaurant, eine Unterhaltung bei laufendem Fernseher oder ein lautes Spiel mit Freunden.

Mit den neuen Supero 412-Hörgeräten waren Situationen, in denen Verstehen über *Distanz* nötig ist für die Patienten am schwierigsten zu meistern. Aber auch hierbei zeigte sich eine bessere Einschätzung der Supero 412-Geräte im Vergleich zu den jeweiligen Vorgeräten (Verbesserung der Verstehensbewertung über Distanz um durchschnittlich 16,7%).

Apparative Hörgeräteüberprüfung

Parallel zum Vergleich der subjektiven Zufriedenheit der Patienten mit den unterschiedlichen Vorgeräten bzw. den Supero 412-Hörgeräten anhand der Fragebogenergebnisse wurde im Rahmen der Studie der Einfluss der neuen Hörsysteme auf das Gehör der Patienten durch *vergleichende audiometrische Messungen* untersucht. Im folgenden werden die Ergebnisse nach den einzelnen Überprüfungsverfahren geordnet aufgeführt.

Die Ergebnisse des Vergleichs der ***In-situ-Messungen*** bestätigen im Wesentlichen die Ergebnisse der Fragebögen, da sie bei den vier der siebzehn Patienten, welche die neuen Supero 412-Geräte subjektiv besser beurteilten, auch besser ausfielen. Bei den dreizehn Patienten, die die Supero 412-Geräte z.B. als schwächer oder den Vorgeräten

vergleichbar beurteilten, wurde dieses Ergebnis ebenfalls durch die In-situ-Messung bestätigt.

Die **Freifeldmessungen** des Freiburger Sprachverständnistestes entsprachen bei dem Großteil der untersuchten Patienten den in den Fragebögen abgegebenen Einschätzungen, d.h. im freien Schallfeld verstand ein Großteil der Patienten mit ihren bisherigen Geräten besser als mit den Supero 412-Geräten. Lediglich bei zwei Patienten fielen die Ergebnisse der Freifelduntersuchung nach dem subjektiven Urteil in den Fragebögen genau entgegengesetzt aus. In einem Fall bevorzugte die junge Patientin das Supero 412-Gerät, obwohl die Daten der Freifeldmessung keine Verbesserung des Hörvermögens zeigen konnten. Bei dem zweiten Patienten zeigte sich in der Freifeldmessung ein deutlich besseres Verstehen mit den Supero 412-Geräten, der Patient aber lehnte in den Fragebögen das neue Hörgerät in jeder Beziehung ab. Dies zeigt, dass die Aussagekraft der Methode der Hörgeräteüberprüfung mit der Freifeldmessung stark von der Untersuchungssituation und der Zuverlässigkeit der Angaben des (besonders jüngeren, u.U. unwilligen) Patienten abhängt und einige Erfahrung seitens des Untersuchers voraussetzt.

Bei der Lautheitsskalierung mit dem **Würzburger Hörfeld** zeigte sich bei den Patienten, bei denen ein Vergleich zwischen altem und neuem Hörgerät möglich war, dass die subjektive Einschätzung in den Fragebögen deutlich mit den Untersuchungsergebnissen übereinstimmte. Ebenso war es beim Vergleich der **Sprachabstandsmessungen**. Bei einigen Patienten waren allerdings die Vergleichsmessungen sowohl des Würzburger Hörfelds als auch des Sprachabstands mit den Supero 412-Geräten nicht durchführbar, da es die Patienten abgelehnten, an weiteren Untersuchungen teilzunehmen. Über die vorhandenen Ergebnisse ist im Rahmen der einzelnen Patientenbeschreibungen (vgl. D 4, S. 55) berichtet worden.

Im Rahmen dieser Studie wurde das neue Supero 412-Hörgerät auch fünf **Kleinkindern** unter drei Jahren angepasst. Es hat sich herausgestellt, dass für die Kinder unter drei Jahren auch der C.H.I.L.D.-Fragebogen nicht geeignet ist, da mit ihm Hörsituationen erfragt werden, die für Kleinkinder nicht in Frage kommen. Bei diesen Kindern wurden allerdings die Effekte der Hörgeräte im Rahmen von **Screening-Untersuchungen** untersucht, bei denen die Reaktionen der Kleinkinder auf elf kindgemäße Geräusche registriert wurden. Bei drei Kindern, bei denen auch die Eltern aufgrund ihrer Beobachtungen keinen Hörerfolg mit den neuen Supero 412-Geräten feststellten, fiel auch die Screening-Untersuchung für das neue Gerät negativ aus. Lediglich ein Kind

zeigte im Screening bessere Reaktionen mit dem Supero 412-Gerät. Allerdings sprachen bei diesem Kind ständig auftretende Rückkopplungen gegen eine Versorgung mit dem Supero 412-Gerät. Letztendlich stellte sich heraus, dass keines der an der Studie teilnehmenden Kinder unter drei Jahren von einer Anpassung des neuen Hörgerätes profitieren würde.

Zum Schluss der Diskussion soll besonders auf einige Faktoren eingegangen werden, die den *Ablauf* der Studie beeinflussten und die *Auswertbarkeit der Daten* einschränkten. Zum einen ergaben sich Schwierigkeiten mit dem neuen *Gerätemodell* und der *Technik*, die sich angefangen von defekten Studiengeräten über den Ausfall der Programmierungssoftware bis hin zu Schwierigkeiten bei der Verstärkungsregelung und dem Auftreten von unbeherrschbaren *Rückkopplungen* erstreckten. Bei der Hörgeräteüberprüfung in der Klinik ist man zum Erreichen eines optimalen Hörerfolges auf einen guten Hörgeräteakustiker angewiesen, der die Otoplastiken am Heimatort anpasst. Nicht alle an der vorliegenden Studie teilnehmenden Patienten waren bereit, sich für die Supero 412-Geräte neue Ohrpassstücke anpassen zu lassen, sondern die Geräte wurden mit den vorhandenen Otoplastiken überprüft. Es wurde primär davon ausgegangen, dass ein Ohrpassstück, welches für ein analoges oder digitales, nicht sehr hochwertiges Hörgerät angepasst wurde und bei diesen Geräten einwandfrei funktionierte, bei einem hochwertigen, digitalen Hörgerät mit spezieller Rückkopplungskontrolle geeignet sein müsste, selbst wenn dies eine teilweise höhere Verstärkung hatte. Dennoch traten mit den Supero 412-Geräten leichter Rückkopplungen auf, die die Messungen behinderten und sowohl den Tragekomfort als auch den Hörerfolg begrenzten. Selbst bei einer Patientin, bei der mehrere Ohrpassstücke mit unterschiedlichen Modifikationen (Zusatzbohrungen etc.) angefertigt wurden, kam es mit dem neuen Supero-Gerät zu Rückkopplungen, während sie mit den alten Hörgeräten keinerlei Probleme hatte. Zum anderen zeigten einige Patienten, die von den neuen Hörgeräten enttäuscht waren, nur noch wenig *Kooperationswillen*, wodurch die Vervollständigung der Messungen nicht mehr möglich war.

Die Schwierigkeiten, die bei der *Programmierung* der Hörgeräte auftraten, hingen einerseits damit zusammen, dass mit den Supero 412 Hörgeräten noch wenige bzw. unzureichende Erfahrungen vorlagen. Andererseits war den Anpassenden der Umgang mit den vielfältigen Möglichkeiten des neuen Hörgerätes noch nicht genügend vertraut.

Dies ist auch auf eine *unzureichende Schulung* seitens der Hörgerätefirma zurückzuführen, so dass die Möglichkeiten der Feinanpassung sicherlich bei einigen Patienten nicht voll ausgeschöpft werden konnten.

Um gute und reproduzierbare Untersuchungsergebnisse erbringen zu können, sind besonders *Kinder* auf eine ruhige und möglichst kindgerechte Untersuchungsatmosphäre angewiesen, die im Alltag einer großen Klinik nicht leicht herzustellen ist. Da die Klinik ein bekanntes Zentrum für Hörgeschädigte ist, nehmen die Patienten z.T. lange Anfahrtswege auf sich und müssen lange auf Termine warten. Dies ist bei einer Hörgeräteanpassung mit der Erprobung unterschiedlicher Einstellungen und möglichst zeitnaher Feinanpassung nicht besonders günstig.

Bei der vorliegenden Studie sind auf jeden Fall die geringen Fallzahlen zu berücksichtigen, mit denen eine repräsentative Aussage über das neue Supero 412-Hörgerät nur eingeschränkt möglich ist.

Als *Fazit* aus der Beschäftigung mit den schwerhörigen Patienten im Rahmen dieser Arbeit ist es ein Anliegen, einige Erkenntnisse festzuhalten. Ein wichtiger Aspekt im Zusammenhang mit der Hörgeräteversorgung ist die *Stigmatisierung* der Betroffenen durch ihre Schwerhörigkeit, die den Schwerhörigen das Bekenntnis zu ihrer Hörbehinderung und das Tragen von Hörgeräten nicht erleichtert. Die Patienten dieser Studie waren auf Grund ihres teils hochgradigen Hörverlustes unbedingt auf eine Versorgung mit Hörgeräten angewiesen und für fast alle ließ sich – wenn auch nicht immer mit dem Supero 412-Gerät – eine passende Versorgung finden, die vom Patienten akzeptiert wurde. In einer amerikanischen Studie konnte nachgewiesen werden, dass die Stigmatisierung durch die Schwerhörigkeit an sich bei schwerhörigen Patientinnen stärker war als die Stigmatisierung durch das Tragen von Hörgeräten (15).

Bei der Hörgeräteanpassung für *Kinder* ist in jedem Fall die Verantwortung zu betonen, welche die Eltern eines schwerhörigen Kindes für die Ausbildung und Stärkung seines Gehörs aber auch des Selbstbewusstseins haben. Durch geeignete Erziehungsmethoden und spezielles Training sollten sie ihrem Kind die Chance geben, seinen Möglichkeiten entsprechend die beste kognitive Entwicklung zu machen (32). Oft fällt den Eltern schon viel früher auf, dass das Gehör ihres Kindes eingeschränkt ist, aber bis zur Diagnosestellung vergeht dann meist noch viel Zeit.

Die Unterstützung der Eltern im Umgang mit der Schwerhörigkeit ihres Kindes ist sehr wichtig. Bei vielen Eltern kommt es auf grund der Behinderung des Kindes zu einschneidenden persönlichen und beruflichen Veränderungen (8, 41, 42).

Wichtig ist, dass Hörbehinderte jeden Alters in jeder Hinsicht umfassend betreut werden und erfahren können, dass sie trotz ihrer Einschränkung mit Hilfe von z.B. Hörgeräten eine Lebensqualität erreichen können, die mit der gesunder Personen vergleichbar ist (58).

F. Zusammenfassung und Ausblick

Das Hören ist eine der faszinierendsten Sinnesleistungen des Menschen, deren Bedeutung für die zwischenmenschliche Kommunikation wesentlich ist. Um hörbehinderten Menschen das Hören trotzdem zu ermöglichen, greift man auf Hilfsmittel wie z.B. Hörgeräte zurück. In einer prospektiv angelegten klinischen Studie wurde im Rahmen einer routinemäßigen Hörgeräteanpassung siebzehn meist hochgradig schwerhörigen Patienten das von der Schweizer Firma Phonak entwickelte, volldigitale Hörgerät Supero 412 angepasst, das sich zum Zeitpunkt der Studie noch nicht auf dem Markt befand, von der Firma jedoch bereits im Vorfeld als bahnbrechendes Gerät insbesondere für die Kinderversorgung empfohlen wurde.

Um den Eindruck des neuen Supero 412-Hörgerätes auf die Patienten im Alltag subjektiv zu erfassen, wurden drei für jeweils unterschiedliche Altersgruppen ausgelegte Fragebögen verwendet, in denen die Zufriedenheit der Patienten, die fast alle Erfahrung mit dem Tragen von Hörgeräten hatten, jeweils zu den Vorgeräten und den neuen Supero 412-Geräten festgehalten wurde. Durch apparative audiometrische Untersuchungsverfahren wurden die subjektiven Fragebogenergebnisse anschließend geprüft.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das neue Hörgerät Supero 412 von der Mehrheit der Studienteilnehmer im Vergleich mit ihrem bereits getragenen Hörgerät abgelehnt wurde. Die Gründe für die Ablehnung waren hauptsächlich das Auftreten von unbeherrschbaren Rückkopplungen - obwohl das neue Hörgerät über ein spezielles Rückkopplungskontrollsystem verfügt -, das mangelhafte Sprachverstehen durch verstärkte Nebengeräusche, die Größe des Hörgerätes, die Klangqualität sowie die schwierige Handhabung und Bedienung der digitalen Geräte. Programmierungsschwierigkeiten und technische Probleme traten bei der Anpassung auf, die damit zusammenhingen, dass die Geräte noch den Status der Prototypen hatten und erst im Laufe der Studienzeit für den Markt zugelassen wurden. Von den Patienten positiv beurteilt wurden die Fortschritte im alltäglichen Verstehen und das verbesserte Richtungshören. Ebenso wurden die Flexibilität durch die Möglichkeit, verschiedene Programme für unterschiedliche Hörsituationen einzustellen, sowie die Widerstandsfähigkeit des Hörgerätes gelobt.

Im Endeffekt wurde das Gerät nur von vier der siebzehn Patienten, wobei es sich um drei Kinder und einen Erwachsenen handelte, akzeptiert.

Da in der Zwischenzeit hochwertige digitale Hörgeräte mit besserer Technik, kleinem Gehäuse und ohne Rückkopplungspfeifen auch von der Firma Phonak auf den Markt gekommen sind, die in der Kinderversorgung sogar ohne Zuzahlung angeboten werden, kann nach den Ergebnissen unserer Studie das Supero 412-Gerät nicht empfohlen werden.

G. Literaturverzeichnis

1. Anderson KL, Smaldino JJ (2000) *CHILD: Children's Home Inventory for Listening Difficulties*. Herunterzuladen: <http://www.phonak.com/diagnostic>
2. Bess FH, Dodd-Murphy J, Parker RA (1998) *Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence, educational performance, and functional status*. *Ear Hear* 19(5): 339-54
3. Blankenhahn R (1993) *Hörgeräte-Ratgeber: mit Übungsprogramm. Wie arbeitet ein Hörgerät?* Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart Jena New York, S 38-62
4. Böhme G, Welzl-Müller K (1998) *Audiometrie. Historischer Überblick*. Verlag Hans Huber, Bern Göttingen Toronto Seattle, S 17-23
5. Böhme G, Welzl-Müller K (1998) *Audiometrie. Audiometrie im Erwachsenenalter. Sprachaudiometrie*. Verlag Hans Huber, Bern Göttingen Toronto Seattle, S 89-109
6. Böhme G, Welzl-Müller K (1998) *Audiometrie. Hörgeräte und Hörgeräteversorgung*. Verlag Hans Huber, Bern Göttingen Toronto Seattle, S 257-296
7. Briscoe J, Bishop DV, Norbury CF (2001) *Phonological processing, language, and literacy: a comparison of children with mild-to-moderate sensorineural hearing loss and those with specific language impairment*. *J Child Psychol Psychiatry* 42(3): 329-40
8. Burger T, Spahn C, Löhle E, Richter B (2004) *Psychosoziale Folgen für Familien mit einem hörgeschädigten Kind*. *Laryngo-Rhino-Otologie* 83 (2):18_1
9. Cherry EC (1953) *Some experiments on the recognition of speech with one and with two ears*. *J Acoust Soc Am* 25:975-979
10. Conda R, Tschorz J (2003) *Pädaudiologische Studie: Ein modernes High-Power-Hörgerät im Test*. *Hörakustik* 12: 82-86
11. Cone-Wesson B et al. (2000) *Identification of neonatal hearing impairment: Infants with hearing loss*. *Ear Hear* 21 (5): 488-507
12. Coninx F (2002) *Sekundäre Sprachentwicklungsstörungen bei Hörschädigungen*. In: Grohnfeldt M (Hrsg.) *Lehrbuch der Sprachheilpädagogik und Logopädie*, Kohlhammer-Verlag, Stuttgart, Band II, S 126 ff
13. Davis JM et al. (1986) *Effects of mild and moderate hearing impairments on language, educational and psychological behavior of children*. *J Speech Hear Disord* Feb;51(1): 53-62
14. Eggert A (1976/77) *Einführung in die Hörgeräte-Schaltungstechnik*. Hörgerätetechnik, Audio-Technik – Sonderreihe 1:21-27
15. Erler SF, Garstecki DC (2002) *Hearing loss- and hearing aid-related stigma: perceptions of women with age-normal hearing*. *Am J Audiol* 11 (2): 83-91

16. Gatehouse S, Naylor G, Elberling C (2003) *Benefits from hearing aids in relation to the interaction between the user and the environment*. Int J Audiol 42 (Suppl 1): 77-85
17. Hesse G (2004) *Hörgeräte im Alter – Warum ist die Versorgung so schwierig?* HNO 52: 321-328
18. Heyne KA (1976/77) *Dynamikkompression im Vergleich mit anderen Begrenzungssystemen*. Hörgerätetechnik, Audio-Technik – Sonderreihe 1:32-35
19. Holmes AE (2003) *Bilateral amplification for the elderly: are two aids better than one?* Int J Audiol 43 Suppl 2: 2 S 63-67
20. Holube I (1993) *Experimente und Modellvorstellungen zur Psychoakustik und zum Sprachverstehen bei Normal- und Schwerhörigen*. Dissertationsarbeit, Göttingen, S 102-112
21. Hörgerätedatenblatt der Firma Phonak: *Produkt-Information Supero 412*, Phonak AG, Stäfa, (Schweiz)
22. Hörgerätedatenblatt der Firma Phonak: *Produkt-Information Supero 413 AZ*, Phonak AG, Stäfa, (Schweiz)
23. Janssen Th (1996) *Otoakustische Emissionen (OAE)*. In: Lehnhardt E: *Praxis der Audiometrie*. Thieme, Stuttgart New York, S 83-112
24. Jereczek-Fossa BA et al. (2003) *Radiotherapy-induced ear toxicity*. Cancer Treat Rev 29 (5): 417-430
25. Kiese-Himmel C, Ohlwein S (2003) *Characteristics of children with permanent mild hearing impairment*. Folia Phoniatr Logop 55 (2): 70-79
26. Kießling J (2003) *Hörgerätetechnologie 2003 - Anspruch und Realität*. HNO-Nachrichten 4:32-34
27. Kießling J (1996) *Hörgeräteauswahl und –anpassung*. In: Lehnhardt E: *Praxis der Audiometrie*. Thieme, Stuttgart New York, S 198-227
28. Kießling J, Bachmann J, Margolf-Hackl S (1996) *Computergestützte Erfassung der subjektiv empfundenen Hörstörung und des daraus resultierenden Handicaps mit Hilfe von Frageinventaren*. Audiol Akustik 35: 110-123
29. Kinkel M, Koch J (2001) *Erste Auswertungen der KINDfit-Wissensbasis über Hörgeräte-Versorgungen*. In: *HörAspekte spezial - Informationen aus der Hörgeräteakustik für HNO-Ärztinnen und HNO-Ärzte*. KIND Hörgeräte, Kokenhorststr. 3-5, 30938 Großburgwedel/Hannover
30. Kuhnel V, Margolf-Hackl S, Kiessling J (2001) *Multi-microphone technology for severe-to-profound hearing loss*. Scand Audiol Suppl 52: 65-68
31. Kuk FK et al. (2003) *Evidence of acclimatization in persons with severe-to-profound hearing loss*. J Am Acad Audiol.14(2):84-99

32. Lauwerier L, de Chouly de Lenclave MB, Bailly D (2003) *Hearing impairment and cognitive development*. Arch Pediatr 10 (2): 140-146
33. Lehnhardt E (1996) *Praxis der Audiometrie, Physiologie und Pathophysiologie des Mittelohres*. Thieme, Stuttgart New York, S 37-43
34. Lehnhardt E (1996) *Praxis der Audiometrie, Physiologie und Pathophysiologie des Innenohres*. Thieme, Stuttgart New York, S 44-53
35. Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde, Kopf- und Halschirurgie zur Hörgeräteversorgung aus <http://www.hno.org>
36. Lenarz T et al. (2004) *Neugeborenenhörscreening: Ergebnisse der Hannover-Studie des BGM*. Laryngo-Rhino-Otologie, 83(2):3-8
37. Lesner SA (2003) *Candidacy and management of assistive listening devices: special needs for elderly*. Int J Audiol 42 Suppl 2: 2 S 68-76
38. Lunner T (2003) *Cognitive function in relation to hearing aid use*. Int J Audiol 42 (Suppl 1): 49-58
39. Massinger C, Lippert KL, Keilmann A (2004) *Verzögerung in der Hörbahnreifung – Differentialdiagnose bei Hörstörungen im Säuglingsalter*, HNO 52: 927-934
40. Naumann HH, Scherer H. (1998) *Differentialdiagnostik in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde*. Thieme, Stuttgart New York, S 65-67, 83-89
41. Rudolph M et al. (2004) *Kinder mit Sprachentwicklungsauffälligkeiten - Angst, Depressivität und Lebensqualität der Mütter*. HNO 52: 561-568
42. Russ SA et al. (2004) *Qualitative analysis of parents' experience with early detection of hearing loss*. Arch Dis Child. 89 (4): 353-358
43. Schorn K (2004) *Hörgeräteüberprüfung in der Praxis*. HNO 52: 875-885
44. Schorn K (1993) *The Munich screening programme in neonates*. Br J Audiol 27(2): 143-148
45. Schorn K, Stecker M (1994) *Untersuchungsmethoden. Funktionsprüfungen. Hörprüfungen. Sprachaudiometrie*. In: Naumann HH, Helms J, Herberhold C (Hrsg.) *Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis*. Thieme, Stuttgart New York, S 314-317
46. Schorn K, Stecker M (1994) *Hörgeräte. Hörgeräteanpassung im Kindesalter*. In: Naumann HH, Helms J, Herberhold C (Hrsg.) *Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis*. Thieme, Stuttgart New York, S 835-840
47. Schorn K, Stecker M (1994) *Hörgeräte. Das Hörgerät als technisches Hilfsmittel*. In: Naumann HH, Helms J, Herberhold C (Hrsg.) *Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis*. Thieme, Stuttgart New York, S 812-819

48. Schorn K, Stecker M (1994) *Untersuchungsmethoden. Funktionsprüfungen. Hörprüfungen. Impedanzaudiometrie*. In: Naumann HH, Helms J, Herberhold C (Hrsg.) *Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis*. Thieme, Stuttgart New York, S 328-330
49. Schorn K, Stecker M (1994) *Untersuchungsmethoden. Funktionsprüfungen. Hörprüfungen. Elektrische Reaktionsaudiometrie (ERA)*. In: Naumann HH, Helms J, Herberhold C (Hrsg.) *Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis*. Thieme, Stuttgart New York, S 330-337
50. Schorn K, Stecker M (1994) *Untersuchungsmethoden. Funktionsprüfungen. Hörprüfungen. Kinderaudiometrie*. In: Naumann HH, Helms J, Herberhold C (Hrsg.) *Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis*. Thieme, Stuttgart New York, S 337-346
51. Schorn K, Baumann U (1999) *Die Verbesserung der Hörgeräteanpassung mit digitalen Geräten und neuen Anpaßmethoden*. *Laryngo-Rhino-Otol.* 78:14-19
52. Schwerhörigenetz online:
<http://www.schwerhoerigen-netz.de/DSB/AKTUELL/NEWS/NEWS2000/news9.htm>
(14.06.2005)
53. Sininger YS, Doyle KJ, Moore JK (1999) *The case for early identification of hearing loss in children. Auditory system development, experimental auditory deprivation, and development of speech perception and hearing*. *Pediatr Clin North Am* 46 (1): 1-14
54. Strohm M (1994) *Traumatologie des Ohres*. In: Naumann HH, Helms J, Herberhold C (Hrsg.) *Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis*. Thieme, Stuttgart New York, S 647-663
55. Vortrag im Rahmen des Seminars des deutschen Berufsverbandes der Hals-Nasen-Ohrenärzte in Zusammenarbeit mit den Verbänden der Hörgeräteakustiker und der Hörgerätehersteller, Modul 2, 29.01.2003, Seite 23 (mit freundlicher Genehmigung von Hrn. Dr. med. H. Hoffmann)
56. v Wedel H (2001) *Technisch-audiologische Aspekte der Hörgeräteversorgung im ersten Lebensjahr*. <http://www.audiopaedagogik.de/audio.html> (Schriftreihe 2001 - 1)
57. Wong LL, Hickson L, McPherson B (2003) *Hearing aid satisfaction: what does research from the past 20 years say?* *Trends Amplif* 7(4):117-161
58. Wu HY, Chin JJ, Tong HM (2004) *Screening for hearing impairment in a cohort of elderly patients attending a hospital geriatric medicine service*. *Singapore Med J.* 45(2):79-84
59. Zenner HP (1994) *Physiologische und biochemische Grundlagen des normalen und des gestörten Gehörs*. In: Naumann HH, Helms J, Herberhold C (Hrsg.) *Oto-Rhino-Laryngologie in Klinik und Praxis*. Thieme, Stuttgart New York, S 81-231
60. Zhao Pj et al. (2003) *Hearing screening for high-risk newborns*. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 83 (4):285-288

H. Anhang zur Fragebogenauswertung

1. Fragebogenabdruck

Die Fragebögen sind in folgender Reihenfolge abgedruckt:

1. Oldenburger Inventar nach Holube (leicht modifiziert)
2. Phonak- Supero pre-launch quality assessment
3. CHILD- Fragebogen

Fragebogen "Oldenburger Inventar"

Dieser Fragebogen, das sogenannte *Oldenburger Inventar*, wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes in der Arbeitsgruppe "Medizinische Physik" entwickelt. Design und Test des Fragebogens sind in der Dissertation von Frau Dr. Holube (Holube, 1993), eine wissenschaftlich/praktische Bewertung ist bei Kießling et al. (Audiologische Akustik, 1996) nachzulesen. Für diese Studie wurde er leicht modifiziert.

Mit diesem Fragebogen können Sie herausfinden, inwieweit Sie eine Fehlhörigkeit empfinden. Alle Angaben werden streng vertraulich behandelt.

Zu den folgenden 21 Fragen stehen Ihnen jeweils fünf verschiedene Antwortmöglichkeiten zur Verfügung:

i = immer, **o** = oft, **m** = manchmal, **s** = selten, **n** = nie

1	Können Sie Radiosendungen mühelos bei Zimmerlautstärke verstehen?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2	Können Sie telefonieren, während der Fernseher auf Zimmerlautstärke läuft?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	Sie sind in der Stadt als Fußgänger unterwegs und hören plötzlich lautes Reifenquietschen. Wissen Sie sofort, aus welcher Richtung des Geräusch kam?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4	Wie häufig haben Sie ein Geräusch in Ihrem Kopf oder Ihren Ohren (z.B. Ohrensausen)?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5	Fühlen Sie sich durch die Schwierigkeiten mit Ihrem Gehör in Ihrem sozialen und persönlichen Leben beeinträchtigt?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6	Können Sie in einem ruhigen Zimmer hören, wenn das Telefon oder die Türglocke klingelt?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
7	Sie sind mit mehreren Personen zusammen in einem Raum. Haben Sie Schwierigkeiten, die Gespräche um Sie herum zu verstehen?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
8	Wie häufig bemerken Sie im täglichen Leben Ihre Schwerhörigkeit?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

9	Kommt es vor, dass Sie von einem Geräusch im Ohr (z.B. Ohrensausen) wach werden?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10	Fühlen Sie sich gelangweilt oder bedrückt, wenn Sie Schwierigkeiten haben, einer Unterhaltung zu folgen?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
11	Können Sie das Öffnen einer Tür hören, wenn Sie sich in einem ruhigen Raum befinden?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
12	Sie befinden sich in einem gut besuchten Lokal oder auf einer Party. Können Sie sich ohne Schwierigkeiten unterhalten?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13	Sie befinden sich mit mehreren Personen in einem Raum. Es spricht Sie jemand an, den Sie nicht sehen können. Können Sie sagen, von wo aus diese Person spricht?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
14	Bedrückt es Sie, ein Geräusch im Ohr zu haben (z.B. Ohrensausen) ?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
15	Glauben Sie, dass Ihre Mitmenschen sich lustig darüber machen, wenn Sie etwas nicht richtig hören?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
16	Sie gehen in einer ruhigen Gegend mit jemandem spazieren. Können Sie sich problemlos unterhalten?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
17	Sie fahren im Auto, Bus oder Zug. Können Sie sich mühelos unterhalten?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
18	Es spricht Sie jemand an. Kommt es vor, dass Sie den Kopf in die falsche Richtung drehen?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
19	Wie häufig haben Sie das Gefühl, dass Ihre Mitmenschen undeutlich reden?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20	Können Sie sich mit einem Menschen in ruhiger Umgebung unterhalten, auch wenn Sie ihn nicht ansehen?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
21	Sie befinden sich in einem Raum, in dem Schreibmaschinen klappern bzw. Musik oder sonstige Geräusche zu hören sind. Können Sie sich ohne Schwierigkeiten unterhalten?	i o m s n <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Supero pre-launch quality assessment

<p>Kunden-Fragebogen (evtl. auch zur telefonischen Durchführung)</p> <p>Dieser Fragebogen wurde für den Kunden entworfen und sollte vor und ein bis zwei Wochen nach der Anpassung ausgefüllt werden. Wir sind sehr an den ersten Eindrücken zu Supero interessiert. Persönliche Daten werden anonym analysiert und vertraulich für keinen anderen Zweck als der internen Qualitätskontrolle verwendet.</p> <p>Name des Patienten: _____ Datum: _____</p>
<p>Wie viel können Sie in ruhigen Umgebungen verstehen?</p> <p><input type="checkbox"/> nichts <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> die Hälfte <input type="checkbox"/> das Meiste <input type="checkbox"/> alles</p>
<p>Wie viel können Sie in geräuschvollen Umgebungen verstehen?</p> <p><input type="checkbox"/> nichts <input type="checkbox"/> wenig <input type="checkbox"/> die Hälfte <input type="checkbox"/> das Meiste <input type="checkbox"/> alles</p>
<p>Bitte beurteilen Sie die Lautstärke insgesamt?</p> <p><input type="checkbox"/> viel zu leise <input type="checkbox"/> zu leise <input type="checkbox"/> genau richtig <input type="checkbox"/> zu laut <input type="checkbox"/> viel zu laut</p>
<p>Bitte beurteilen Sie die Klangqualität im Allgemeinen</p> <p><input type="checkbox"/> sehr unangenehm <input type="checkbox"/> unangenehm <input type="checkbox"/> weder/noch <input type="checkbox"/> angenehm <input type="checkbox"/> sehr angenehm</p>
<p>Bitte beurteilen Sie den Klang Ihrer eigenen Stimme!</p> <p><input type="checkbox"/> sehr unangenehm <input type="checkbox"/> unangenehm <input type="checkbox"/> genau richtig</p>
<p>Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem Hörsystem in ruhigen Umgebungen?</p> <p><input type="checkbox"/> sehr unzufrieden <input type="checkbox"/> unzufrieden <input type="checkbox"/> weder/noch <input type="checkbox"/> zufrieden <input type="checkbox"/> sehr zufrieden</p>
<p>Wie zufrieden sind Sie mit Ihrem Hörsystem in geräuschvollen Umgebungen?</p> <p><input type="checkbox"/> sehr unzufrieden <input type="checkbox"/> unzufrieden <input type="checkbox"/> weder/noch <input type="checkbox"/> zufrieden <input type="checkbox"/> sehr zufrieden</p>
<p>Können Sie die Bestätigungstöne hören, wenn Sie das Programm wechseln?</p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>
<p>Hatten Sie Probleme mit Rückkopplungen / Pfeifen im Hörsystem?</p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>

Bitte schildern Sie die Situationen in denen Rückkopplungen auftraten:
Wie beurteilen Sie die Größe des Hörsystems?
<input type="checkbox"/> viel zu klein <input type="checkbox"/> zu klein <input type="checkbox"/> genau richtig <input type="checkbox"/> zu groß <input type="checkbox"/> viel zu groß
Wie lange hält die Batterie durchschnittlich?
_____ Tage
Können Sie den Signalton bei Batterieende hören?
<input type="checkbox"/> immer <input type="checkbox"/> meistens <input type="checkbox"/> oft <input type="checkbox"/> manchmal <input type="checkbox"/> nie
Wie zufrieden sind Sie mit dem Energieverbrauch Ihres Hörsystems?
<input type="checkbox"/> sehr unzufrieden <input type="checkbox"/> unzufrieden <input type="checkbox"/> durchschnittl. <input type="checkbox"/> zufrieden <input type="checkbox"/> sehr zufrieden
Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten mit der Handhabung oder dem Benutzen des Hörsystems? Bitte erläutern Sie diese detailliert:
Einsetzen / Herausnehmen:
Bedienelemente:
Wie beurteilen Sie Supero im Vergleich zu Ihrem vorherigen Hörsystem?
<input type="checkbox"/> viel besser <input type="checkbox"/> besser <input type="checkbox"/> gleich <input type="checkbox"/> schlechter <input type="checkbox"/> viel schlechter
Wenn Sie es schlechter beurteilen, bitte erläutern Sie die Unterschiede:
Haben Sie sich entschlossen das Supero Hörsystem zu kaufen?
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Wenn nicht, bitte erläutern Sie Ihre Gründe hierfür:
Andere Kommentare des Kunden:

C.H.I.L.D.

Children's Home Inventory for Listening Difficulties

Fragen, die von den Eltern zu beantworten sind

Name des Kindes: _____ Name der Eltern: _____ Datum: _____

Testen Sie die folgenden Situationen mit Ihrem Kind oder erinnern Sie sich wie Ihr Kind bei den verschiedenen Situationen reagiert hat. Jeder kennt Situationen, in denen er Schwierigkeiten hat, klar und deutlich zu verstehen. Wählen Sie die Kategorie des "UNDERST AND-O-METER", welche die Fähigkeiten Ihres Kindes am besten beschreibt. Dies kann sehr schwierig sein, aber versuchen Sie die Fähigkeiten Ihres Kindes so gut wie möglich einzuschätzen.

1. Setzen Sie sich neben Ihr Kind und schauen Sie zusammen in ein Buch, oder sprechen Sie über etwas vor Ihnen. Benutzen Sie dabei bekannte Wörter und eine normale Ausdrucksweise. Unterhalten Sie sich in ruhiger Umgebung und setzen Sie sich so zu Ihrem Kind, dass es nicht auf Ihr Gesicht schauen kann, während Sie sich unterhalten. Wie schwierig scheint es für ihr Kind zu sein, Sie zu hören und zu verstehen was Sie sagen?
2. Versammeln Sie sich mit Ihrer Familie zum Essen zu Hause oder in einem recht ruhigen Restaurant. Setzen Sie sich auf die gegenüberliegende Seite des Tisches von Ihrem Kind und stellen Sie ein paar Fragen zu einem Familienthema oder Ereignis. Wie schwierig scheint es für Ihr Kind zu sein, Sie zu hören und zu verstehen?
3. Gehen Sie in das Zimmer Ihres Kindes, wenn es leise spielt und sagen oder fragen Sie etwas. Sagen Sie nicht den Namen des Kindes oder versuchen Sie nicht erst seine Aufmerksamkeit zu erregen. Wie schwierig scheint es für Ihr Kind zu sein, Sie zu hören und zu verstehen?
4. Sehen Sie sich eine Fernsehsendung oder ein Video (keinen Zeichentrickfilm) mit Ihrem Kind an. Stellen sie Fragen über das, was gesagt wurde oder Geschehnisse in der Sendung, die durch Zuhören der Dialoge verstanden wurden. Wie schwierig scheint es für Ihr Kind zu hören und zu verstehen, was die Personen in der Sendung sagen? (Sendung ist ohne Untertitel)
5. Beobachten Sie ihr Kind beim spielen im Haus mit einem/r Freund/in, Bruder oder Schwester. Geben Sie Acht, wenn ein anderes Kind Ihr Kind bittet, etwas zu tun. Wie schwierig scheint es für Ihr Kind, die anderen Kinder zu hören und zu verstehen, wenn sie miteinander sprechen?
6. Wenn ihr Kind fernsieht oder mit einem lauten Spielzeug spielt, betreten Sie das Zimmer und sprechen mit Ihrem Kind ohne erst dessen Aufmerksamkeit zu erregen. Wie schwierig scheint es für Ihr Kind, Sie zu hören und zu verstehen, wenn Geräusche vom Fernseher oder Spielzeug kommen?
7. Rufen Sie den Namen Ihres Kindes aus einem anderen Raum, wenn Ihr Kind Sie nicht sehen kann. Wie schwierig scheint es für ihr Kind, Sie zu hören und zu begreifen, dass Sie rufen?
8. Benutzen Sie einen Radiowecker oder einen Wecker, wenn ihr Kind aufwachen soll. Wie schwierig scheint es für Ihr Kind, vom Klingeln des Weckers oder vom Radiowecker aufzuwachen? Wenn Sie keinen Wecker benutzen, wie schwierig ist es für ihr Kind nur von Ihrer Stimme aufzuwachen, ohne das Sie Ihr Kind berühren oder wachrütteln?
9. Beobachten Sie ihr Kind, wenn es mit einer Gruppe von Kindern im Haus spielt. Es ist laut. (Geburtstagsparty, usw.) Wie schwierig scheint es für Ihr Kind, die anderen Kinder während des Spieles zu verstehen?
10. Die Großeltern, ein Familienmitglied oder Freund möchte mit ihrem Kind am Telefon sprechen. Wie schwierig scheint es für Ihr Kind zu hören und zu verstehen was am Telefon gesagt wurde?
11. Beobachten Sie ihr Kind beim draußen spielen mit anderen Kindern. Wie schwierig ist es für Ihr Kind zu hören und zu verstehen, was die anderen Kinder sagen, wenn sie draußen spielen und nicht nah beieinander stehen?
12. Gehen sie in einen Supermarkt oder in ein Kaufhaus mit Ihrem Kind. Wenn Sie hinter Ihrem Kind stehen und es sich etwas anschaut, stellen Sie eine Frage. Wie schwierig scheint es für ihr Kind zu sein, Sie zu hören und zu verstehen was Sie sagen?
13. Gehen Sie in einen großen Raum mit Ihrem Kind und sprechen Sie mit ihm/ihr vom anderen Ende des Raumes. Wie schwierig scheint es für ihr Kind zu sein, Sie zu hören und zu verstehen was Sie sagen?
14. Fahren Sie im Auto mit Ihrem Kind auf dem Rücksitz. Sagen Sie oder fragen Sie ihr Kind vom Vordersitz aus etwas. Wie schwierig scheint es für Ihr Kind zu sein, Sie zu hören und zu verstehen was Sie gesagt haben?
15. Setzen Sie sich an einen ruhigen Platz, mit dem Gesicht zu Ihrem Kind und unterhalten Sie sich oder stellen Sie Fragen. Wie schwierig scheint es für Ihr Kind zu sein, Sie zu hören und zu verstehen was Sie sagen?

C.H.I.L.D.

Children' s Home Inventory for Listening Difficulties

Fragen, die vom Kind zu beantworten sind

Name: _____

Datum: _____

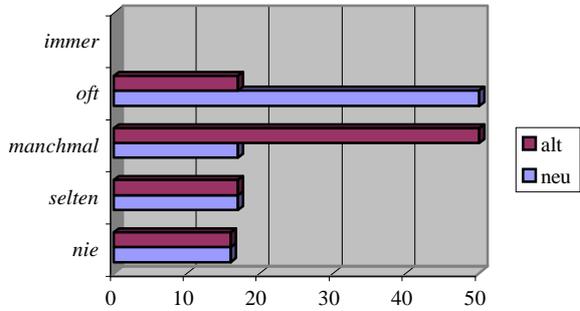
Versetze Dich in die folgenden Situationen. Wie leicht ist es für Dich zu hören und zu verstehen? Benutze das "UNDERSTAND-O-METER" um eine Beschreibung auszuwählen, die beschreibt wie einfach oder wie schwer es für Dich ist zu verstehen. Jeder hat einige Situationen in denen er Schwierigkeiten hat zu hören. Nur Du selbst weißt die richtige Antwort für Dich.

1. Du sitzt neben Deiner Mutter oder Deinem Vater. Ihr schaut zusammen in ein Buch oder ihr sprecht über etwas vor Dir. Du schaust nicht auf das Gesicht Deiner Mutter oder Deines Vaters während sie mit Dir sprechen. Es ist ruhig. Wie schwierig ist es für Dich, sie zu hören und zu verstehen was sie sagen?
2. Du sitzt mit Deiner Familie zusammen beim Essen zu Hause oder in einem Restaurant. Jemand kommt zum Tisch herüber und sagt etwas zu Dir oder stellt Dir eine Frage. Wie schwierig ist es für Dich zu hören und zu verstehen was gesagt wurde?
3. Du bist in Deinem Zimmer und spielst leise. Deine Mutter oder Dein Vater kommt ins Zimmer ohne Deinen Namen zu sagen oder Du bemerkst sie nicht, bevor sie etwas zu Dir sagen oder Dich etwas fragen. Wie schwierig ist es für Dich zu hören und zu verstehen was gesagt wurde, wenn jemand mit Dir spricht bevor Du ihn bemerkt hast?
4. Du siehst eine Fernsehsendung oder ein Video (kein Zeichentrickfilm). Wie schwierig ist es für Dich zu hören und zu verstehen was die Leute in der Fernsehsendung sagen? (ohne Untertitel)
5. Du spielst drinnen mit einem Freund, einem Bruder oder einer Schwester. Dieses Kind bittet Dich etwas zu tun. (z.B.: "Weißt Du wo Euer Jo Jo ist?") Wie schwierig ist es für Dich zu hören und zu verstehen, wenn Deine Freunde mit Dir sprechen?
6. Du schaust Fernsehen oder spielst mit einem lauten Spielzeug. Jemand kommt in den Raum und spricht mit Dir. Wie schwierig ist es für Dich die Person zu hören und zu verstehen, wenn gleichzeitig Geräusche vom Fernseher oder Spielzeug da sind?
7. Deine Mutter oder Dein Vater rufen Dich von einem anderen Raum. Du kannst sie nicht sehen und bist mit spielen oder Hausaufgaben machen beschäftigt. Wie schwierig ist es für Dich sie zu hören und zu wissen, dass sie Dich rufen?
8. Es ist Zeit zum aufstehen und sich für die Schule fertig zu machen. Wie schwierig ist es für Dich von einem klingelnden Wecker oder Radiowecker aufzuwachen? (Oder Deine Eltern wecken Dich ohne Dich zu berühren.)
9. Du spielst mit Deinen Freunden zu Hause. Es ist laut. Wie schwierig ist es für Dich die anderen Kinder zu verstehen, was die anderen Kinder sagen, wenn ihr in einer Gruppe spielt?
10. Du telefonierst mit Deinen Großeltern, einem Familienmitglied oder einem Freund. Wie schwierig ist es für Dich, jemanden am Telefon zu hören und zu verstehen?
11. Du spielst draußen mit anderen Kindern (Rad fahren, Ball spielen, Skateboard fahren, Spielplatz). Wie schwierig ist es für Dich die anderen Kinder zu hören und zu verstehen, wenn Du draußen bist und die anderen Kinder nicht in Deiner Nähe stehen?
12. Du bist in einem belebten Geschäft mit Deiner Mutter oder Deinem Vater. Du schaust Dir etwas an und Deine Mutter oder Dein Vater spricht hinter Dir. Wie schwierig ist es für Dich zu hören und zu verstehen was sie sagen?
13. Du bist mit Deiner Familie zu Hause. Deine Mutter oder Dein Vater spricht mit Dir vom anderen Ende eines großen Raumes. Wie gut kannst Du hören oder verstehen was gesagt wurde?
14. Du sitzt auf dem Rücksitz im Auto. Deine Mutter oder Dein Vater fährt und sagt etwas zu Dir. Wie gut kannst Du hören oder verstehen was gesagt wurde? (z.B.: "Wie war es in der Schule?", "Hast Du Hausaufgaben auf?")
15. Du sprichst mit einem Familienmitglied. Es ist ruhig und Du kannst das Gesicht sehen wenn er/sie spricht. Wie gut kannst Du hören oder verstehen was gesagt wurde?

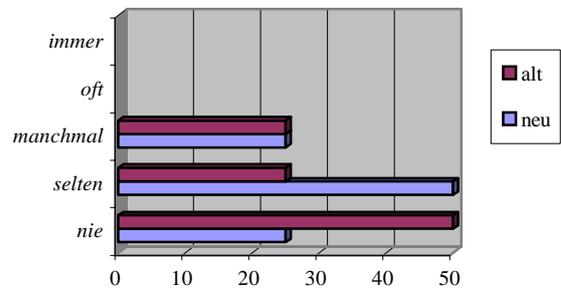
2. Antworthäufigkeiten

2.1 Antworthäufigkeiten der Fragen des Oldenburger Inventars (Angaben in Prozent)

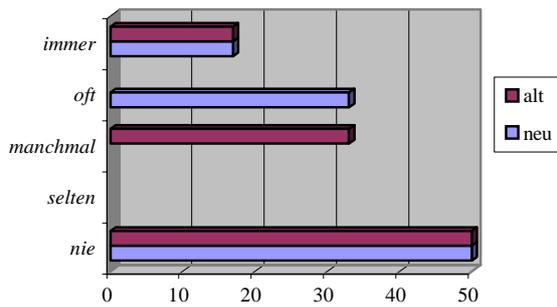
Antworthäufigkeiten auf Frage 1
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412,
Old. Inv.)



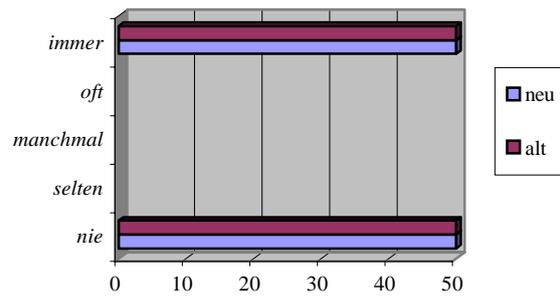
Antworthäufigkeiten auf Frage 2
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412,
Old. Inv.)



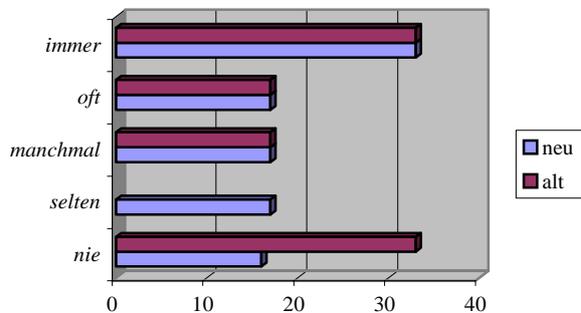
Antworthäufigkeiten auf Frage 3
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



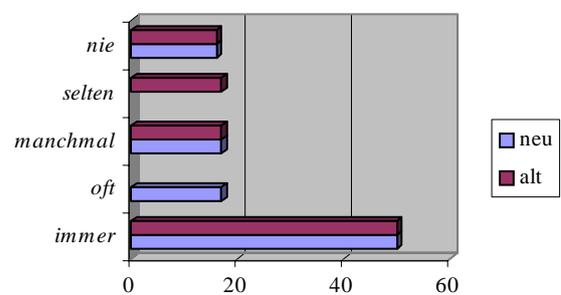
Antworthäufigkeiten auf Frage 4
(Vergleich - Supero 412)
Old. Inv.



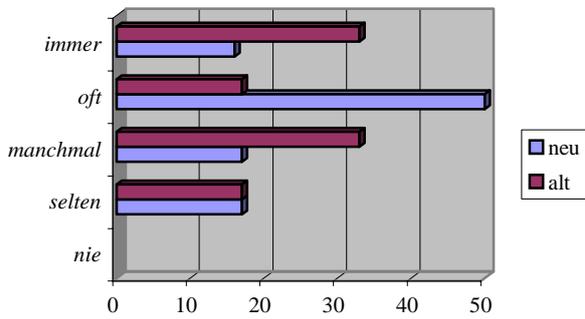
Antworthäufigkeiten auf Frage 5
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



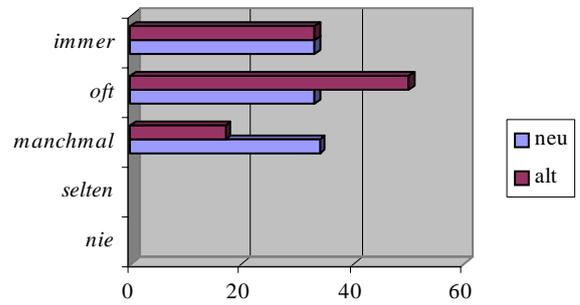
Antworthäufigkeiten auf Frage 6
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



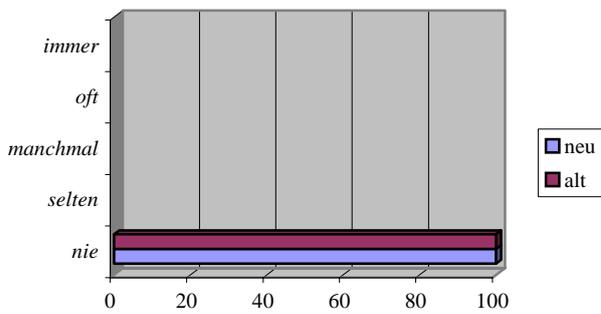
Antworthäufigkeiten auf Frage 7
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



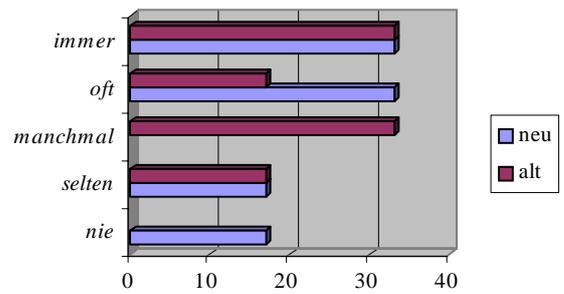
Antworthäufigkeiten auf Frage 8
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



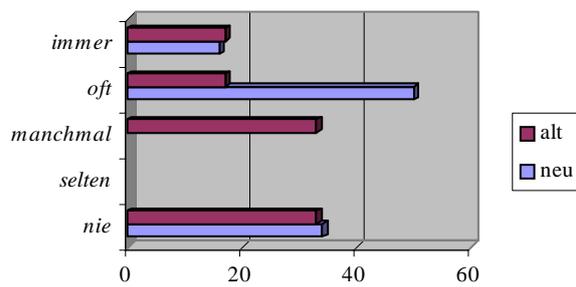
Antworthäufigkeiten auf Frage 9
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



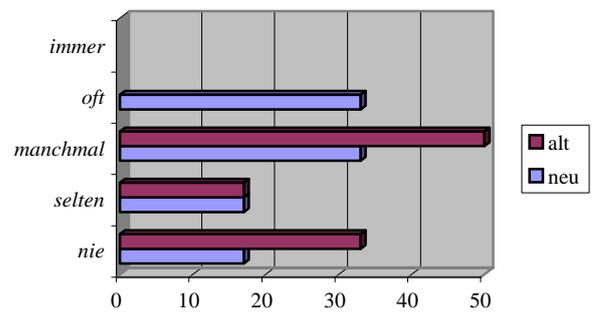
Antworthäufigkeiten auf Frage 10
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



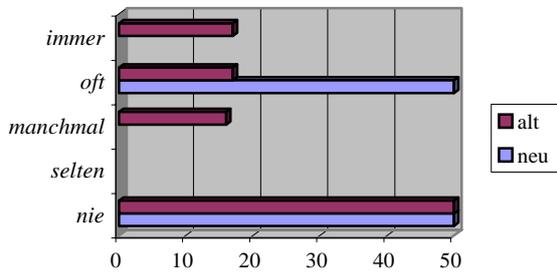
Antworthäufigkeiten auf Frage 11
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



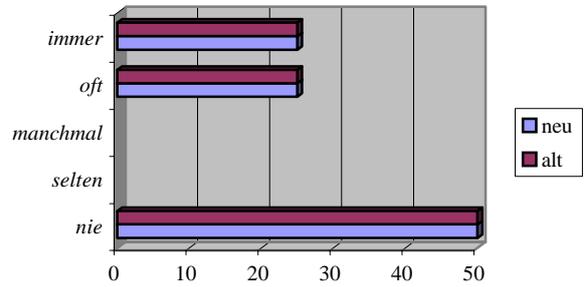
Antworthäufigkeiten auf Frage 12
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



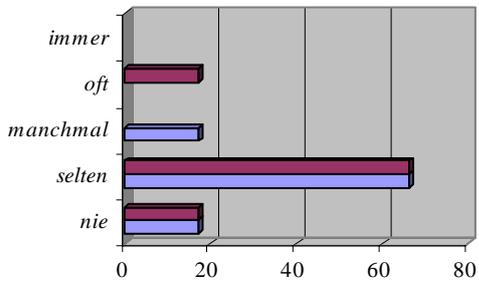
Antworthäufigkeiten auf Frage 13
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



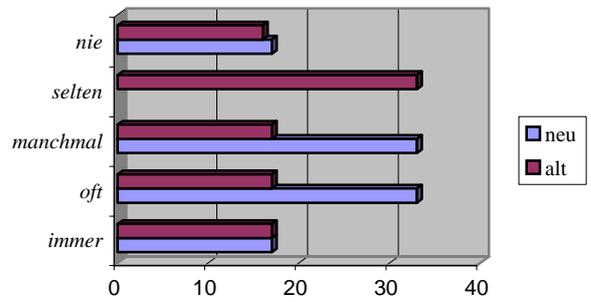
Antworthäufigkeiten auf Frage 14
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



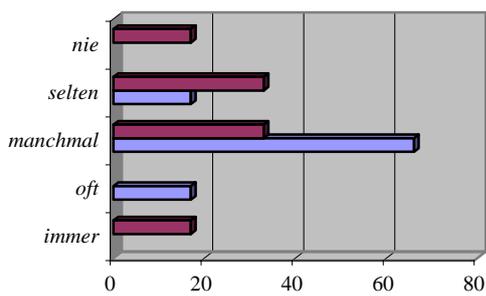
Antworthäufigkeiten auf Frage 15
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



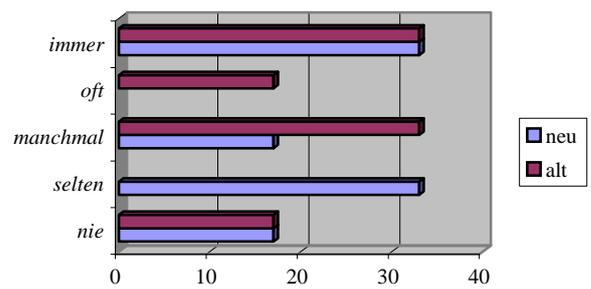
Antworthäufigkeiten auf Frage 16
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



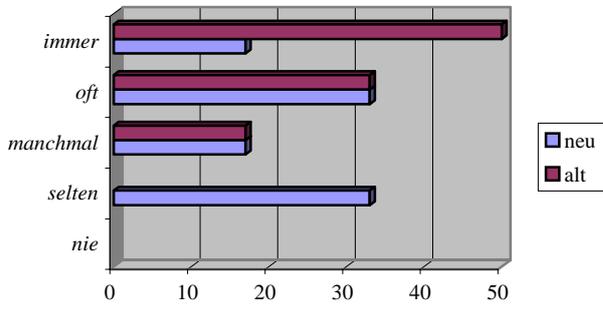
Antworthäufigkeiten auf Frage 17
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



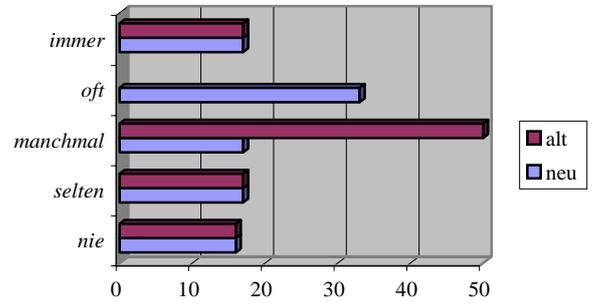
Antworthäufigkeiten auf Frage 18
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



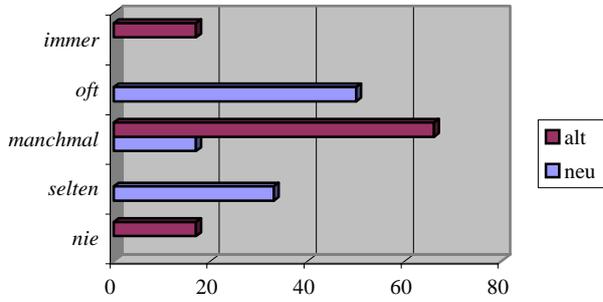
Antworthäufigkeiten auf Frage 19
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.



Antworthäufigkeiten auf Frage 20
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.

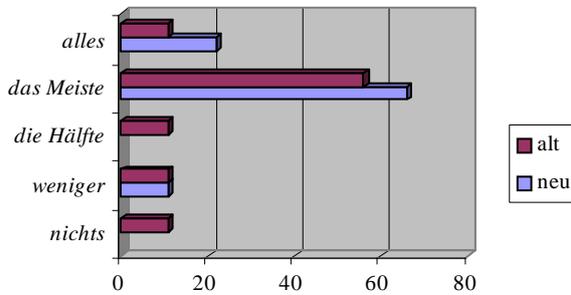


Antworthäufigkeiten auf Frage 21
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Old. Inv.

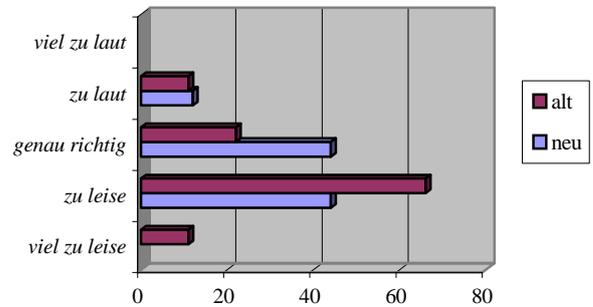


2.2 Antworthäufigkeiten des Phonak – prelaunch quality assessments (Angaben in Prozent)

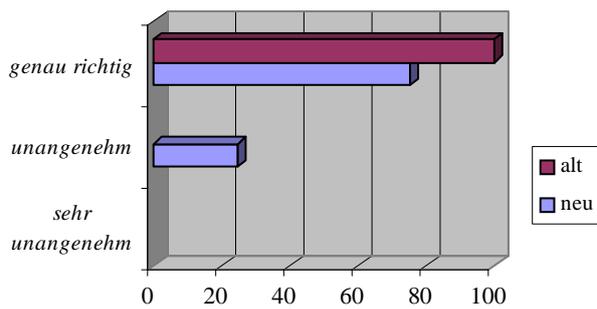
Wie viel können Sie in ruhigen Umgebungen verstehen?
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Phon. Frgb.



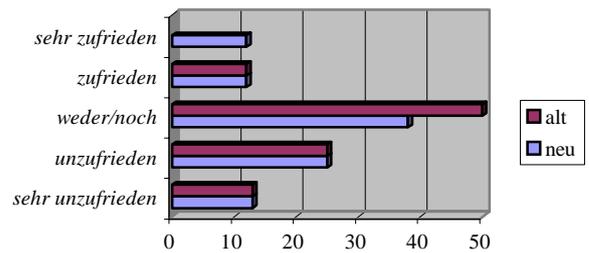
Bitte beurteilen Sie die Lautstärke insgesamt!
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Phon. Frgb.



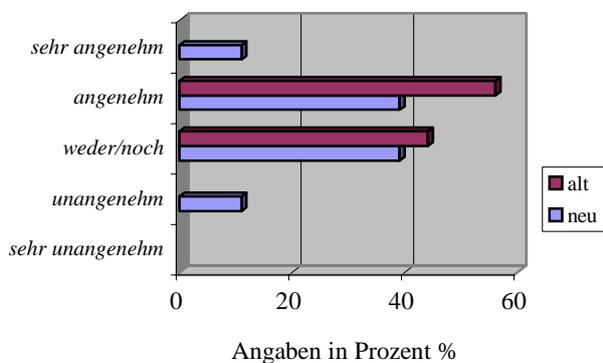
Bitte beurteilen Sie den Klang Ihrer eigenen Stimme!
(Vergleich Vorgeräte -Supero 412)
Phon. Frgb.



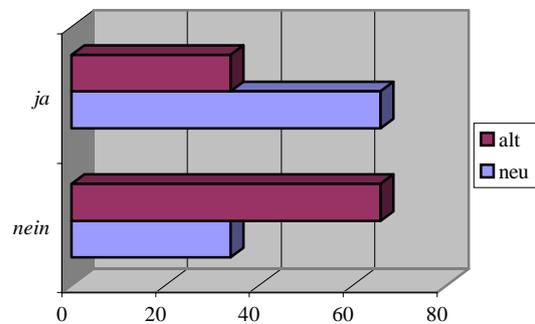
Wie zufrieden sind Sie mit dem Hörsystem in geräuschvollen Umgebungen?
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Phon.Frgb.



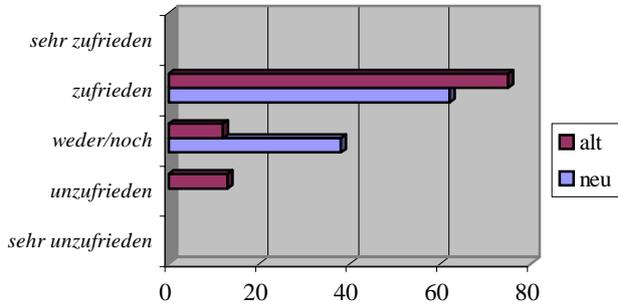
"Bitte beurteilen Sie die Klangqualität im Allgemeinen!"
(Phon.Frgb. - Vergleich)



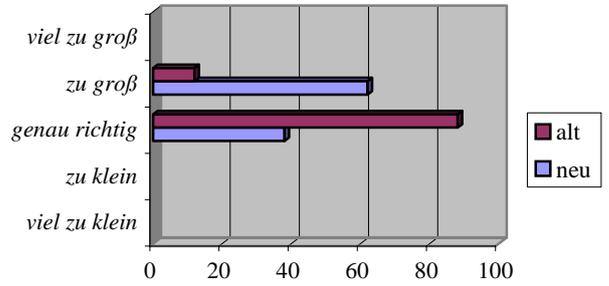
Hatten Sie Probleme mit Rückkopplungen?
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Phon. Frgb.



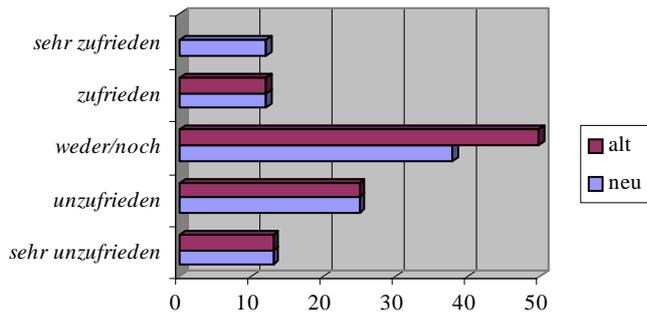
Wie zufrieden sind Sie mit dem Hörsystem
in ruhigen Umgebungen?
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Phon. Frgb.



Wie beurteilen Sie die Größe des Hörsystems?
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Phon. Frgb.



Wie zufrieden sind Sie mit dem Hörsystem in
geräuschvollen Umgebungen?
(Vergleich Vorgeräte - Supero 412)
Phon. Frgb.



Lebenslauf von Maren E. Tyrell

Persönliche Daten

geboren	am 11.04.1978 in Flensburg
Eltern	Dr. med. Rudolf und Dr. med. Hilde Tyrell (geb. Baumgarten)
Familienstand	unverheiratet
Staatsangehörigkeit	deutsch

Schulbildung

1984 - 1995	Grundschule und Gymnasium bis einschl. der 11. Klasse
1996 - 1998	Kollegstufe und Hochschulreife an der Deutschen Schule in Rom, Italien

Berufsausbildung

1995 - 1996	Praktikum im Hotelfach, Hagen/Westfalen.
1998 - 1999	Berufsfachschule für Hauswirtschaft, Kochel a.S. Abschlussprüfung zur Hauswirtschafterin

Hochschulbildung

1999 – 2005	Studium der Humanmedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität, München
29. 08. 2001	Ärztliche Vorprüfung
29. 08. 2002	Erster Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
30. 08. 2004	Zweiter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
2004 – 2005	Praktisches Jahr 1.Tertial: Kinderklinik des III. Ordens, München 2.Tertial: Krankenhaus München-Neuperlach 3.Tertial: Policlinico universitario Campus Bio-Medico/Rom, Italien
24. 10. 2005	Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung
11.11.2005	Approbation als Ärztin