

Hörhilfen – eine Übersicht

Vom konventionellen Hörgerät zum Cochleaimplantat

Die Prävalenz beidseitiger, wesentlicher Hörstörungen beträgt bereits bei Geburt etwas mehr als 1:1000. Für persistierende Schwerhörigkeiten, insbesondere für sensorineurale Hörstörungen oder Schalleitungsstörungen, welche chirurgisch nicht adäquat behandelt werden können, steht heute eine breite Palette von Hörhilfen zur Verfügung, darunter konventionelle Hörgeräte, Knochenleitungshörhilfen und Cochleaimplantate.

Martin Kompis

Schwerhörigkeiten sind häufig; rund 10 Prozent der Gesamtbevölkerung industrialisierter Länder leiden an einer wesentlichen, beidseitigen Schwerhörigkeit (1, 2). Die Prävalenz nimmt mit dem Alter stark zu. Aber bereits im Kindesalter sind Schwerhörigkeiten nicht selten: Etwas mehr als 1 von 1000 Kindern leidet bereits bei Geburt an einer beidseitigen, wesentlichen Schwerhörigkeit (3, 4).

Nicht oder nicht genügend behandelte Schwerhörigkeiten im Kindesalter können sich auf verschiedenen Ebenen negativ auswirken. Der Spracherwerb kann verzögert sein oder sogar ganz ausbleiben, die Schulbildung, später die Berufsausbildung und der Einstieg ins Berufsleben werden erschwert. Zusätzlich werden, wie bei Erwachsenen auch, soziale Kontakte beeinträchtigt.

Viele Schwerhörigkeiten im Kindesalter sind glücklicherweise passager, zumindest einigermaßen mild, mittelohrbedingt und lassen sich verhältnismässig gut medikamentös oder chirurgisch behandeln (5–8). Für alle andern Hörstörungen, bei welchen dies nicht zutrifft, sind Hörhilfen die Therapieform der Wahl.

MERKSÄTZE

- ❖ Bei kongenitaler, sprachrelevanter Schwerhörigkeit sollte innert 6 Monaten eine Hörhilfe angepasst werden.
- ❖ Es gibt für praktisch jede Hörstörung eine geeignete Hörhilfe.
- ❖ Die Betreuung endet nicht mit dem Abschluss der Hörgeräteanpassung.

Indikationen

Hörhilfen bei Kindern sind sicher dann indiziert, wenn eine beidseitige, sprachrelevante Hörstörung besteht, die nicht innert nützlicher Frist medikamentös oder chirurgisch behandelt werden kann. Dies betrifft vor allem sensorineurale Schwerhörigkeiten, welche überwiegend cochleär, also innenohrbedingt, sind (9). Aber auch bei persistierenden Schalleitungsschwerhörigkeiten, welche beispielsweise aufgrund einer Gehörgangsatresie oder einer Missbildung der Gehörknöchelchen auftreten, sind geeignete technische Hörhilfen die Therapie der Wahl.

Die Versorgung erfolgt heute früh. Als Richtwert sollte ein Kind mit einer kongenitalen, sprachrelevanten Schwerhörigkeit im Alter von 6 Monaten mit Hörhilfen versorgt sein. Da die Diagnose als Folge des Neugeborenenhörscreenings (3) heute meist bereits in den ersten Lebensmonaten erfolgt, ist ein Beginn des Gebrauchs von Hörhilfen bereits im Alter von beispielsweise 4 Monaten nichts Ungewöhnliches mehr.

Aber nicht nur beidseitige Schwerhörigkeiten werden versorgt. Eine einseitige Schwerhörigkeit oder Taubheit bei normalem Hörvermögen auf dem Gegenohr wurde lange Zeit als eine eher geringfügige, nicht therapiebedürftige Störung angesehen. Neuere Studien belegen aber gerade im Kindesalter wesentliche Nachteile, insbesondere in der Schule (10–12). Heute stehen uns je nach Art der Ausprägung des Hörverlusts verschiedene hörprothetische Optionen zur Verfügung. Erwähnt sei hier als Beispiel das knochenverankerte Hörgerät, um den sogenannten akustischen Kopfschatteneffekt zu mindern (13–15). *Abbildung 1* zeigt vier wichtige Kategorien im Schema, *Abbildung 2* je ein Beispiel eines solchen Gerätes. Die Tabelle fasst die Funktion und die häufigsten Indikationen zusammen.

Konventionelle Hörgeräte

Mit Abstand am häufigsten kommen konventionelle Hörgeräte (*Abbildung 1A* und *2A*) zur Anwendung (16). Bei diesen Geräten wird der einfallende Schall von einem oder mehreren Mikrofonen aufgenommen, im Gerät verarbeitet und verstärkt über einen kleinen Hörer in den äusseren Gehörgang abgestrahlt. Aufgrund der Art der Schallzuführung werden diese Geräte auch Luftleitungshörgeräte genannt.

Während bei Erwachsenen und Jugendlichen ab der Pubertät Bauformen wie zum Beispiel die kleinen Im-Ohr-Geräte zum Einsatz kommen können, werden bei jüngeren Kindern ausschliesslich Hinter-dem-Ohr-Geräte (HdO) verwendet, wie sie in den Abbildungen gezeigt sind. Wegen der noch sehr engen und sich verändernden (da wachsenden) Gehörgänge sind Im-Ohr-Geräte hier ungeeignet.

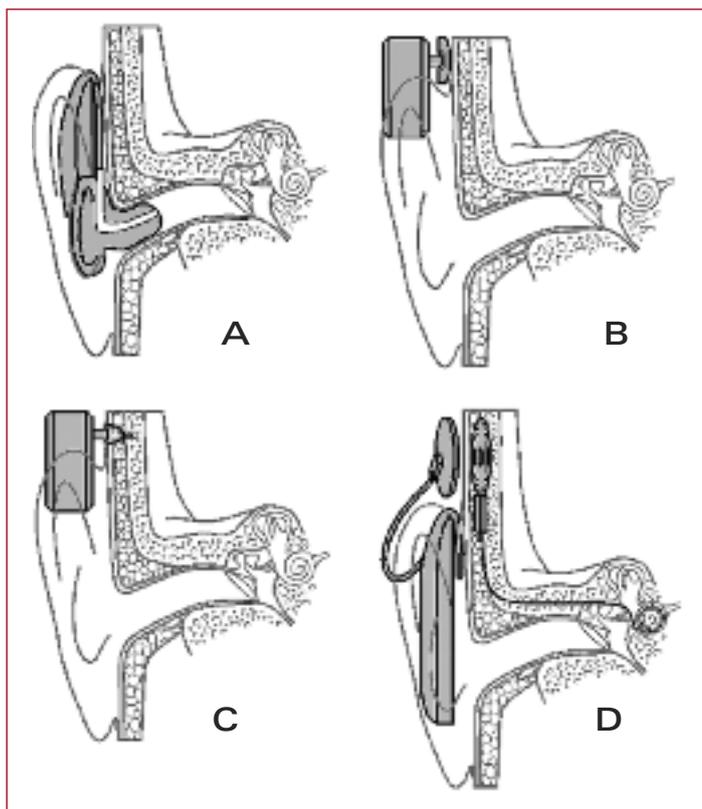


Abbildung 1: Schematische Darstellung verschiedener Hörhilfen. A: konventionelles Hinter-dem-Ohr-Hörgerät; B: Knochenleitungshörgerät; C: knochenverankertes Hörgerät mit perkutanem Titanimplantat; D: Cochleaimplantatsystem mit externem Sprachprozessor mit Sender und dem Implantat mit einem intracochleären Elektrodenstrang

Die wichtigste Funktion dieser Hörgeräte ist die Verstärkung des einfallenden Schalls. Der Verlauf der Verstärkung ist individuell an den Hörverlust des versorgten Ohrs angepasst. So wird bei Frequenzen, bei welchen die Hörstörung ausgeprägt ist, eine höhere Verstärkung eingestellt als in einem Frequenzbereich mit einem kleineren Hörverlust (16). Die Verstärkung ist nicht fix, sondern abhängig vom Eingangsspegel des einfallenden Schalls: Leise Signale werden stärker verstärkt als laute (Kompression). Einige moderne Hörgeräte verfügen zudem über einen Algorithmus zur Frequenzkom-

pression, bei welchem höherfrequente Eingangssignale zu tieferen Frequenzen hin verschoben werden (17). Hörgeräte sind bei sensorineuralen Schwerhörigkeiten, welche höchstens hochgradig sind (also noch nicht höchstgradig oder an Taubheit grenzend), die therapeutische Option der Wahl. Aber auch bei gemischten Schwerhörigkeiten oder Schallleitungsschwerhörigkeiten mit intaktem Trommelfell und einem normalen äusseren Ohr können sie sinnvoll und hilfreich sein.

Knochenleitungshörgeräte

Knochenleitungshörgeräte können bei Schallleitungsschwerhörigkeiten eingesetzt werden. Dies ist insbesondere dann indiziert, wenn der äussere Gehörgang für die Schallzuführung nicht ausgenutzt werden kann, beispielsweise aufgrund einer Gehörgangsatresie oder bei chronischer Otorrhö. Die Abbildungen 1B und 2B zeigen diese Art der Versorgung im Schema und ein Gerät als Beispiel.

Die Schallübertragung erfolgt über einen Knochenhörer (Vibrator), welcher mittels eines Bügels (Abbildung 2B) oder eines weichen textilen Kopfbandes hinter dem Ohr an den Knochen gepresst wird. Der Schall gelangt über Knochenleitung zum Innenohr. Damit ist der Nutzen der Versorgung vom Zustand des äusseren Gehörgangs und des Mittelohrs unabhängig.

Knochenleitungshörgeräte werden häufig bei Gehörgangsatresien ab etwa dem 6. Lebensmonat verwendet. Nachteilig kann sein, dass das Gerät aufgrund des Tragebandes sehr gut sichtbar ist und der Schallwandler mit einem gewissen, nicht allzu grossen, aber permanenten Druck an den Knochen gepresst werden muss, damit die Versorgung einwandfrei funktioniert. Dies kann unangenehm sein und bei Kindern unter 6 Monaten lokale Verformungen verursachen.

Knochenverankerte Hörgeräte

Der Indikations- und Einsatzbereich der knochenverankerten Hörhilfen, die zum Teil besser unter den Produktnamen Baha® oder Ponto® bekannt sind, ist denen der Knochenleitungsgeräte ähnlich (18). Das Prinzip ist in Abbildung 1C dargestellt, ein Beispiel des äusseren Teils eines solchen Systems in Abbildung 2C.

Tabelle 1:

Funktionsprinzipien und Indikationen verschiedener Hörhilfen

Art der Hörhilfe	Funktionsprinzip	Wichtigste Indikationen
konventionelle Hörgeräte (= Luftleitungshörgeräte)	Luftleitung Zuführung eines verstärkten und verarbeiteten akustischen Signals über den äusseren Gehörgang (leicht-, mittel- oder hochgradig)	sensorineurale Schwerhörigkeit, Schallleitungsschwerhörigkeit
Knochenleitungshörgeräte	Knochenleitung Schallzuführung (Vibration) durch die intakte Haut über Knochenhörer	Schallleitungsschwerhörigkeit
knochenverankerte Hörgeräte	Knochenleitung Schallzuführung (Vibration) über perkutanes Implantat	Schallleitungsschwerhörigkeit oder einseitige Taubheit
Cochleaimplantate	elektrische Stimulation über einen Elektrodenstrang in der Cochlea	beidseitige höchstgradige Schwerhörigkeit oder Taubheit



Abbildung 2: Beispiele einiger Hörhilfen (nur extern getragene Teile). A: konventionelles Hinter-dem-Ohr-Hörgerät; B: Knochenleitungshörgerät, hier an einem Tragebügel. Alternativ wird häufig ein textiles Kopfband zur Befestigung benutzt; C: Knochenverankertes Hörgerät (Baha); D: Sprachprozessor eines Cochleaimplantatsystems mit Sendespule. Grössenvergleich: Das Streichholz ist 5 cm lang.

Cochleaimplantate

Die wohl spektakulärste Art der hörprothetischen Versorgung ist die Cochleaimplantation (19). Sie ist in *Abbildung 1D* schematisch dargestellt, *Abbildung 2D* zeigt ein Beispiel der äusserlich getragenen Teile eines solchen Cochleaimplantatsystems. Bei dieser Versorgung wird die Funktion des gesamten Ohrs, einschliesslich des Innenohrs, durch eine elektronische Hörhilfe ersetzt. Sie kommt bei höchstgradigen oder an Taubheit grenzenden Schwerhörigkeiten zum Einsatz, also dann, wenn selbst mit der besten konventionellen Hörgeräteversorgung kein genügendes Sprachverstehen mehr erreicht werden kann (20).

Cochleaimplantatsysteme bestehen aus zwei Teilen: einem implantierbaren Empfänger/Stimulator und einem extern getragenen Sprachprozessor. Der einfallende Schall wird durch das Mikrofon des hinter dem Ohr getragenen Sprachprozessors aufgenommen, dort verarbeitet und in ein kodierte elektrisches Signal umgewandelt. Dieses wird über eine Sendespule (runde, über ein Kabel verbundene Einheit in den *Abbildungen 1D* und *2D*) und transkutan, also durch die intakte Haut, zum Implantat gesendet. Das Implantat empfängt das Signal, dekodiert es und stimuliert über einen Elektrodenstrang in der Cochlea die am nächsten liegenden neuronalen Strukturen, welche im normal hörenden Ohr ihre Information von den inneren Haarzellen erhalten. Das Implantat enthält keine eigene Energiequelle, es wird laufend über den Sender des extern getragenen Sprachprozessors versorgt. Der Vorgang erfordert etwas mehr Energie als der Betrieb eines normalen Hörgerätes. Durch die zusätzlichen Batterien ist der externe Sprachprozessor denn auch etwas grösser (*Abbildung 2D* und *Abbildung 2D*).

Cochleaimplantate sind deutlich teurer als konventionelle Hörgeräte. Durch die Implantation kann zudem ein eventuell vorhandenes Restgehör unter Umständen irreversibel verloren gehen. Das Sprachverstehen mit einem Cochleaimplantatsystem ist trotz aller Fortschritte dem eines normalen Ohres immer noch unterlegen. Aus all diesen Gründen sind Cochleaimplantate nur bei ausgeprägten Schwerhörigkeiten indiziert. Dort sind sie aber therapeutisch äusserst wertvoll und heute nicht mehr wegzudenken. Über 80 Prozent der Kinder mit Cochleaimplantaten erlernen gesprochene Sprache einschliesslich

Im Gegensatz zu Knochenleitungshörgeräten wird hier vorgängig in einem kleinen Eingriff retroaurikulär ein perkutanes Titanimplantat eingesetzt. Das kleine Implantat koppelt den Sprachprozessor mit dem eingebauten Knochen vibrator akustisch sehr effizient an den Knochen des Schädels. Neben der besseren akustischen Ankopplung entfällt so nicht nur die Notwendigkeit eines Kopfbandes oder eines Tragebügels; es ist nun auch kein Anpressdruck mehr notwendig, was den Tragekomfort erhöht.

Für eine Implantation muss die Schädeldecke an der Implantationsstelle genügend dick sein, was meist etwa ab dem 5. Lebensjahr, und oft schon früher, gegeben ist. Es gibt Hörsysteme, bei denen das gleiche Gerät zuerst an einem Trageband und später, nach einer Implantation, direkt am Implantat weiter genutzt werden kann. Dies ist im Vergleich der *Abbildungen 1B* und *1C* schematisch dargestellt. Eine minimale tägliche Pflege des aus der Haut ragenden Implantates ist notwendig, um Infekten vorzubeugen.

Tabelle 2:

Kurze Kontrolle einer Hörgeräteversorgung in der Praxis

Otoskopie	Trommelfell (intakt? Belüftung des Mittelohrs?) Gehörgang (Zerumen? Otitis externa? Druckstellen durch Ohrpassstück?) Ohrmuschel, besonders Concha (Druckstellen durch Ohrpassstück oder Hörgerät?)
Visuelle Gerätekontrolle	Schallzuführung frei von Zerumen und intakt? Fester Sitz von Winkelstück, Schallschlauch und Ohrpassstück? Batteriefach intakt und ohne Korrosionsspuren? Gehäuse ohne Brüche oder Risse?
Rückkopplungstest	Hörgerät einschalten (oder einschalten lassen). Häufig ist die Batteriefachtür gleichzeitig der Schalter. Falls einstellbar, hohe Lautstärke wählen. Gerät zwischen die Hohlhände legen. Bei den meisten (aber nicht allen!) funktionstüchtigen Geräten ertönt nun ein Rückkopplungssignal (Pfeifen oder ein äquivalentes Geräusch).

lokaler Dialekte auf dem gleichen Weg wie ihre normal hörenden Spielgefährten und können eine normale Schule besuchen.

Vor der Versorgung ...

Bevor eine Versorgung mit einer Hörhilfe begonnen werden kann, muss die Hörstörung diagnostiziert und in Art und Ausmass so gut wie möglich messtechnisch erfasst werden. Je kleiner das Kind, desto schwieriger ist die Diagnose und desto grösser ist der Stellenwert spezialisierter objektiver Hörprüfungen wie otoakustischer Emissionen (OAE) oder der Ableitung akustisch evozierter Potenziale (AEP) (16). Diese Diagnostik ist eine typische Aufgabe der audiologischen Abteilungen grösserer HNO-Zentrumskliniken. Ausgesprochen wertvoll im Dienste einer möglichst frühen Erfassung kongenitaler Hörstörungen ist das Neugeborenen-Hörscreening, welches in der Regel in den ersten Tagen nach der Geburt durchgeführt wird (3).

Die Diagnose einer Schwerhörigkeit erfolgt heute meist früh und wird von den Eltern ganz unterschiedlich aufgenommen. Es ist wichtig, die Eltern gut zu informieren, die Situation nicht zu dramatisieren – es gibt immerhin heute für praktisch jede Hörstörung eine geeignete Hörhilfe –, aber klar auf die Notwendigkeit eines frühen Therapiebeginns hinzuweisen. Grundsätzlich kann die Diagnose einer Schwerhörigkeit des eigenen Kindes jedem jungen Elternteil vor allem in der Anfangsphase Mühe bereiten. Besonders schwierig kann dies für Familien sein, welche aus einem Kulturkreis stammen, in dem eine Schwerhörigkeit als Makel und die Sichtbarkeit der Hörhilfen als grosses Problem angesehen wird.

Ist eine Hörgeräteversorgung indiziert, werden die Kosten in der Schweiz in aller Regel von der Invalidenversicherung übernommen. Die Versicherungsleistungen für Kinder sind grosszügiger bemessen als bei Erwachsenen. Der Beitrag für Hörgeräte ist höher, und auch die Kosten einer Cochleaimplantation werden zumindest im Kindesalter auch für beide Ohren übernommen.

... während der Versorgung ...

Die Hörgeräteversorgung bei Kindern muss in der Schweiz zwingend durch besonders ausgebildete und zertifizierte Pädakustiker durchgeführt werden. Diese sind entweder in Hörgerätefachgeschäften oder an grösseren Zentrumskliniken tätig. Bei der Auswahl der Hörgeräte ist auf deren Eigenschaften zu achten. So sollte ein Audioeingang vorhanden sein, um Zusatzgeräte anschliessen zu können. Auch sollten die Hörgeräte über eine genügende Verstärkungsreserve verfügen.

Cochleaimplantatversorgungen werden an einem der fünf Implantationszentren Basel, Bern, Genf, Luzern und Zürich durchgeführt. Während und auch nach der Versorgung werden die Kinder vom zuständigen audiopädagogischen Dienst betreut.

... und nach der Versorgung mit einer Hörhilfe

Mit dem Abschluss der Hörgeräteanpassung ist die Betreuung bei Weitem nicht beendet. Zu jedem Zeitpunkt können Motivationskrisen bei Kindern oder Eltern auftreten, bei welchen sie eine gute Unterstützung und Begleitung benötigen. Der Wert einer guten Unterstützung durch den Kinderarzt oder den Hausarzt ist kaum zu überschätzen.

Hörgeräte sind nur dann nützlich, wenn sie funktionstüchtig sind, auch wirklich getragen werden und an die gegebene Hörstörung angepasst sind. Eine erste, cursorische Kontrolle der Hörgeräte kann ohne jegliche Hilfsmittel in weniger als einer Minute durchgeführt werden (*Kasten*) (21). Zu beachten ist, dass es zunehmend Hörgeräte gibt, welche auch bei einwandfreier Funktion kein Rückkopplungssignal abgeben. Als nächstkomplexere, aber immer noch einfache Kontrollmethode kann das Hörgerät mit einem sogenannten Stetho-clip, einer Abhörvorrichtung, die an ein Stethoskop erinnert, abgehört werden. Bei Knochenleitungshörgeräten und knochenverankerten Hörgeräten kann das Gerät (Mikrofon) sanft angeblasen werden, worauf man die resultierende Vibration des Ausgangswandlers mit den Fingern fühlt. Defekte Geräte sollten sofort repariert oder ersetzt werden, bevor eine Entwöhnung einsetzen kann.

Mindestens einmal jährlich, bei kleinen Kindern und bei neu entdeckten Schwerhörigkeiten öfter, sollte eine Kontrolle des Hörvermögens und des Hörgerätes auf der audiologischen Abteilung erfolgen. So kann auf eine Progredienz der Schwerhörigkeit, auf ein technisches Problem oder auch auf eine Überlagerung mit einer neu aufgetretenen Belüftungsstörung zeitgerecht reagiert werden.

Wegen des Wachstums des äusseren Gehörgangs muss das Ohrpassstück vor allem bei Kleinkindern immer wieder erneuert werden. Nach fünf bis sechs Jahren sind fast alle Geräte so stark abgenutzt, dass sie ersetzt werden müssen.

Bei Kindergarten- und Schuleintritt sollte die Verwendung einer drahtlosen Übertragungsanlage zum besseren Verständnis der unterrichtenden Person besprochen werden.

Schlussfolgerungen

- ❖ Mit einer Prävalenz von etwas über 1:1000 sind beidseitige, wesentliche kongenitale Hörstörungen nicht selten.
- ❖ Für viele dieser Hörstörungen sind Hörhilfen die Therapieform der Wahl.
- ❖ Die geeigneten Abklärungsstellen sind audiologische Abteilungen der HNO-Kliniken grösserer Zentrumsstädte.
- ❖ Je nach Art und Ausmass der Hörstörung stehen konventionelle Hörgeräte, Knochenleitungshörhilfen, knochenverankerte Hörgeräte oder Cochleaimplantate zur Verfügung. Sie ermöglichen heute selbst bei sehr ausgeprägten Schwerhörigkeiten meist eine gute Sprachentwicklung und den Besuch der normalen Schule. ❖

Prof. Dr. med. Dr. sc. techn. Martin Kompis
Universitätsklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten
(HNO), Kopf- und Halschirurgie
Inselspital
3010 Bern
E-Mail: martin.kompis@insel.ch

Danksagung: Ich danke den Mitarbeitern der Kinderaudiologie des Inselspitals Bern J. Bernath, C. Huber, M. Krebs, M. Siegrist, C. Schmid und T. Wieland für ihre wertvollen Anregungen und Kommentare.

Literatur unter www.arsmedici.ch.

Erstpublikation in «Schweizer Zeitschrift für Pädiatrie» 2/14.

Literatur:

1. Roth TN, Hanebuth D, Probst R. Prevalence of age-related hearing loss in Europe: a review. *Eur Arch Otolaryngol* 2011; 268: 1101–1107.
2. Johansson MSK, Arlinger SD. Prevalence of hearing impairment in a population in Sweden. *Int J Audiol* 2003; 42: 18–28.
3. Schmuziger N, Veraguth D, Probst R. Das allgemeine Neugeborenenhörscreening – eine stille Revolution: *Praxis* 2008; 97: 1015–1021.
4. Metzger D, Pezier TF, Veraguth D. Evaluation of universal newborn hearing screening in Switzerland 2012 and follow-up data for Zurich. *Swiss Med Wkly* 2013; 143: w13905.
5. Satre TJ, Nashelsky J. Treatments for persistent otitis media with effusion. *Am Fam Physician* 2005; 71: 529–530.
6. Lambert E, Roy S. Otitis media and ear tubes. *Pediatr Clin North Am* 2013; 60: 809–826.
7. Linder T. Otitis media. *Pädiatrie* 2014; 2: ... (in dieser Ausgabe, beim Umbruch zu ergänzen)...
8. Gysin C. Tonsillektomie und Adenotomie. *Pädiatrie* 2014; 2: ... (in dieser Ausgabe, beim Umbruch zu ergänzen)...
9. Seifert E, Brosch S, Dinnesen AG, Keilmann A, Neuschaefer-Rube C, Goldschmidt O, Nickisch A, Reuter W, Röhrs M, Tigges M: Periphere Hörstörungen im Kindesalter. *HNO* 2005; 53: 376–382.
10. Lieu JE. Speech-language and educational consequences of unilateral hearing loss in children. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2004; 130: 524–530.
11. Lieu JE, Tye-Murray N, Fu Q. Longitudinal study of children with unilateral hearing loss. *Laryngoscope* 2012; 122: 2088–2095.
12. Noh H, Park YG. How close should a student with unilateral hearing loss stay to a teacher in a noisy classroom? *Int J Audiol* 2012; 51: 426–432.
13. Stewart CM, Clark JH, Niparko JK. Bone-Anchored Devices in Single-Sided Deafness. *Adv Otorhinolaryngol* 2011; 71: 92–102.
14. Christensen L, Richter GT, Dornhoffer JL. Update on Bone-Anchored Hearing Aids in Pediatric Patients With Profound Unilateral Sensorineural Hearing Loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 2010; 136: 175–177.
15. Krempaska S, Koval J, Schmid C, Pfiffner F, Kurz A, Kompis M. Influence of directionality and maximal power output on speech understanding with bone anchored hearing implants in single sided deafness. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2014, im Druck.
16. Kompis M: *Audiologie*. Huber, Bern, 3. Auflage 2013.
17. Glista D et al. Evaluation of nonlinear frequency compression: clinical outcomes. *Int J Audiol* 2009; 48 (9): 632–644.
18. McDermott AL, Sheehan P. Paediatric Baha. *Adv Otorhinolaryngol* 2011; 71: 56–62.
19. Russell JL, Pine HS, Young DL. Pediatric cochlear implantation: expanding applications and outcomes: *Pediatr Clin North Am* 2013; 60: 841–863.
20. Fitzpatrick EM, Olds J, Gaboury I, McCrae R, Schramm D, Durieux-Smith A. Comparison of outcomes in children with hearing aids and cochlear implants. *Cochlear Implants Int* 2012; 13: 5–15.
21. Kompis M. Hörstörungen. In: Stoppe G, Mann E (Hsg.): *Geriatrische Hausärzte*. Huber, Bern, 2009: 179–186.