

Konsenspapier der DGPP zur Hörgeräte-Versorgung bei Kindern, Vers. 4.0

(verabschiedet auf der DGPP-Jahrestagung am 12.9.2002 in Erlangen, revidiert und erweitert auf der DGPP-Jahrestagung am 14.9.2006 in Heidelberg, 27.9.2007 in Innsbruck, 20.9.2012 in Bonn und 19.9.2019 in Göttingen)

Erarbeitet durch: Th. Wiesner, Hamburg; A. Bohnert, Mainz; A. Limberger, Aalen;
C. Massinger, München; A. Nickisch, München

Ergänzungen durch: K. Fleischer, Hamburg; A. Nickisch, München; E. Kruse, Göttingen; M. Heinemann, Mainz;
R. Schönweiler, Lübeck

I. Personale Voraussetzungen

Die Hörgeräte-Versorgung bei Kindern ist von zahlreichen Faktoren abhängig: vom Alter des Kindes, vom Grad und Art der Schwerhörigkeit, vom Verhalten des Kindes und seiner Eltern, vom sozialen Umfeld des Kindes und seiner Familie, vom Zeitpunkt des Auftretens der Hörstörung sowie vom gleichzeitigen Vorliegen anderer Behinderungen. Die Hörgeräte-Versorgung bei Kindern soll so früh wie möglich (d.h. nach aktuellem Wissensstand bis zum 4-6 Lebensmonat bei angeborenen Hörstörungen) angestrebt werden, damit es nicht durch unzureichende Stimulation der sinnesspezifischen Nervenbahnen und –zentren zu einer unnötigen und vermeidbaren Deprivation kommt. Dies gilt insbesondere bei angeborenen und früh erworbenen Hörstörungen, da im ersten Lebenshalbjahr wichtige Reifungsprozesse in der Hörfunktion ablaufen, die für die spätere auditive und sprachliche Kompetenz von entscheidender Bedeutung sind.

Aufgrund der vielfältigen Einflussfaktoren ist die Hörgeräte-Versorgung bei Kindern eine multidisziplinäre Aufgabe und erfordert eine enge Kooperation aller Beteiligten, zu denen neben den Eltern vor allem Ärzte (Fachärzt*innen für Phoniatrie und Pädaudiologie und bzw. für Sprach- Stimm- und kindliche Hörstörungen), Audiolog*innen, Päd-Akustiker*innen, spezialisierte audiologische Assistent*innen, Hörgeschädigtenpädagog*innen und Logopäd*innen sowie Psycholog*innen gehören. Für eine erfolgreiche Hörgeräte-Anpassung ist bei Kindern ein gutes Teamwork aller Beteiligten unter Einbindung der Eltern notwendig. Alle an der Hörgeräte-Versorgung beteiligten Fachleute müssen für diese Aufgabe eine spezielle Ausbildung und Erfahrung besitzen. Insbesondere sind neben einer theoretischen Zusatzausbildung (für Hörgeräteakustiker eine anerkannte Weiterbildung zum Pädakustiker) auch ausreichende praktische Erfahrungen im Umgang mit Säuglingen und Kleinkindern im Rahmen der Diagnostik, Beratung und Hörgeräte-Anpassung notwendig.

II. Technische und audiometrische Voraussetzungen

Die unverzichtbare Basis für eine erfolgreiche Hörgeräte-Versorgung ist die vorausgehende gründliche Hördiagnostik, insbesondere eine frequenzspezifische Ermittlung der Hörschwelle. Die Hörschwellendaten sind soweit als möglich durch Einschätzungen des Resthörfeldes, sprachaudiometrische Messungen und im Rahmen der Hörgeräteanpassung um eine Ermittlung der akustischen Übertragungsparameter des Außenohres/Gehörgangs zu ergänzen (s. Anhang Mindestausstattung). Der Umfang der erhebbaren Daten und die Genauigkeit der erhobenen Daten ist stark abhängig vom Entwicklungsalter und/oder der Kooperationsfähigkeit des Kindes. Es werden deshalb im Folgenden für verschiedene Altersgruppen die nach dem heutigen Stand der Technik für eine Hörgeräte-Anpassung notwendigerweise zu erhebenden Daten zusammengefasst:

a) Entwicklungsalter 0 – 6 Monate (Abfolge der Untersuchungen)

Anamnese und HNO-Befund einschl. Ohrmikroskopie

Subjektive Audiometrie:

- Obwohl Hörschwellenangaben in diesem Alter noch nicht ausreichend sicher erhebbare sind, sind die Hörreaktionsschwellen jedoch als Plausibilitätskontrolle der BERA und als Vergleichsbasis für die Hörgeräteanpassung unverzichtbar.
- Für eine seitengetrennte Luftleitungsmessung sind Einsteckhörer zu verwenden
- KL-Messungen liefern häufig in dieser Altersgruppe Hörreaktionen in einem leiseren Bereich als Luftleitungs- oder Freifeld-Messungen.

Hochfrequenztympometrie (1000Hz Sondenton) oder gemittelte Breitband-Tympometrie

Otoakustische Emissionen (TEOAE und DPOAE)

Frequenzspezifische ERA mit Einsteckhörern zur Hörschwelleneinschätzung in zumindest 2 Frequenzbereichen (z.B. 500 Hz und 2000-4000Hz):

- für eine detaillierte Darstellung siehe auch „Phoniatriisch-pädaudiologischer Konsensus zu einem Universellen Neugeborenen Hörscreening in Deutschland“ und Empfehlungen der AG-ERA zum Einsatz objektiver Hörprüfmethoden im Rahmen der pädaudiologischen Bestätigungsdiagnostik nach nicht bestandenen Neugeborenen-Hörscreening“:
- BERA mittels Knochenleitungshörer bei Verdacht auf SLS
- Die aus den Messungen erhaltene primäre Information ist vor der Weitergabe von der untersuchenden Stelle zu verwertbaren Angaben (dB Hörverlust) aufzuarbeiten.
- Es muss erkennbar zwischen Reizantwortschwelle (Reaktionsschwelle, Detektionsschwelle oder Potentialschwelle) und daraus abgeleiteter Hörschwelle (*estimated*

hearing loss, in der anglo-amerikanischen Literatur häufig mit „*dB eHL*“ bezeichnet) unterschieden werden.

- Übermittlung der Art des bei der Hörschwellenmessung verwendeten Wändlers (z. B. Kopfhörer, Einsteckhörer, Lautsprecher) damit aus den Hörschwellenwerten der korrespondierende Schalldruck am Trommelfell des Kindes errechnet werden kann.
- Aus den überschwelligen Parametern der BERA sollten Aussagen zur Art der Hörstörung (Schalleitungsschwerhörigkeit, Schallempfindungsschwerhörigkeit, Auditorische Synaptopathie/Neuropathie), zum Reifungszustand sowie zur Dynamik der Hörverarbeitung (Recruitment) abgeleitet werden.

b) Entwicklungsalter: älter als 6 Monate (Abfolge der Untersuchungen)

Anamnese und HNO-Befund einschl. Ohrmikroskopie

Subjektive Audiometrie:

- Anbahnung und Anwendung der visuell konditionierten Ablenkaudiometrie
- Für die seitengesetzte Luftleitungsmessung sind wenn möglich Einsteckhörern zu verwenden (mit Otoplastik, wenn vorhanden).

Tympanogramm

Ggf. Stapediusreflexe

Otoakustische Emissionen (TEOAE und DPOAE)

BERA: s. o.

c) Entwicklungsalter: älter als 2 Jahre (Abfolge der Untersuchungen)

Anamnese und HNO-Befund einschl. Ohrmikroskopie

Subjektive Audiometrie:

- Ggf. noch visuell konditionierte Ablenkaudiometrie
- Anbahnung Spielaudiometrie

Tympanogramm

Stapediusreflexe

Otoakustische Emissionen (TEOAE und DPOAE)

Ggf. BERA, dann s. o.

d) Entwicklungsalter ab 3-4 Jahren

Subjektive Audiometrie: Spielaudiometrie (möglichst seitengesetzte Messung mit Einsteckhörern und Otoplastiken, wenn vorhanden)

+ s.o. + alters- und sprachentwicklungsabhängige Sprachaudiometrie (Freifeld und über Kopfhörer)

e) Entwicklungsalter ab 7 Jahren

+ s.o. + Hörfeldskalierung

Ziel der genannten diagnostischen Maßnahmen im Hinblick auf die Hörgeräte-Anpassung, ist eine frequenzspezifische Einschätzung/Festlegung der Hörschwelle und die Ermittlung weiterer individuell zu berücksichtigender Voraussetzungen (z.B. Mehrfachbehinderung, Fehlbildungen ...).

Mit dem Einverständnis der Sorgeberechtigten und unter Einhaltung der Datenschutzbestimmungen sind die jeweils aktuellen Hörschwellendaten allen an der Hörgeräte-Anpassung Beteiligten, ggf. mit zusätzlichen interpretatorischen Hinweisen, zur Verfügung zu stellen.

Eine weitere Voraussetzung für eine erfolgreiche Hörgeräte-Anpassung ist eine die Hörgeräte-Anpassung begleitende Hör-Sprach-Frühförderung. Hör-Sprach-Frühfördermaßnahmen dienen zusätzlich einer kontinuierlichen Anleitung und Information der Eltern, und die während der Förderstunden gewonnenen Beobachtungen stellen eine weitere wertvolle Hilfe bei der Einschätzung des Hörvermögens mit und ohne Hörgerät dar. Die regelmäßigen Termine (anfänglich zumindest wöchentlich) mit dem Kind und den Betreuungspersonen ermöglichen darüber hinaus wertvolle Hinweise auf sonstige Verarbeitungs- und Wahrnehmungsleistungen des Kindes. Mit Hör-Sprach-Frühfördermaßnahmen sollte deshalb wie mit der Hörgeräte-Anpassung umgehend nach Diagnosestellung begonnen werden (d.h. möglichst im ersten Lebenshalbjahr). Falls notwendig sollten die Eltern bei der Findung und Kontaktaufnahme mit einer geeigneten Hörfrühförderstelle unterstützt werden.

III. Hörgeräte-Anpassung

- a) Entsprechend den audiometrischen Daten, insbesondere auch der frequenzspezifischen Hörschwelle, erfolgt die Voreinstellung der Hörgeräte aufgrund von Anpassregeln, die sowohl das individuelle Alter des Kindes als auch die individuellen Transferfunktionen des äußeren Ohres berücksichtigen. Die individuellen Transferdaten des äußeren Ohres sind über eine RECD-Messung oder – wenn möglich – eine In-situ-Messung zu ermitteln. Eine Umrechnung der Hörschwellendaten in anpassungsrelevante Daten wird darüber hinaus durch die Verwendung von Einsteckhöreren (Insert-Kopfhörern) – wenn möglich in Verbindung mit der individuellen Otoplastik - weiter verbessert. Von den heutzutage zur Verfügung stehenden Anpassformeln erfüllt vorzugsweise das DSL v.5-Verfahren die vorgeannten Forderungen. (Diese Empfehlung ist in regelmäßigen zeitlichen Abständen, d. h. alle 1½ - 2 Jahre, zu überprüfen.)
- b) Die Hörgeräte-Versorgung erfolgt bei einseitigen Hörstörungen einohrig und bei beidseitigen Hörstörungen in der Regel beidohrig (wenn keine klinischen Kontraindikationen bestehen). Bei der Hörgeräte-Auswahl sind folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- Besonders robuste Hörgeräte (bekannter und im Einsatz bei Kindern erprobter Marken) mit einem guten und schnellen Hersteller-Service,
- in einem weiten Rahmen einstellbare digitale Hörgeräte aktueller Technologie mit mindestens 8 Frequenz- und Kompressionskanälen und wenn möglich einer binauralen Signalverarbeitung, sodass die korrekten interauralen Zeit- und Lautstärkeunterschiede erhalten bleiben.
- „rückkopplungsfeste“ und verzerrungsarme Hörgeräte mit einem wirkungsvollen Rückkopplungsauslöschungssystem, das zusammen mit einer geeigneten Otoplastik zu einer möglichst geringen Begrenzung der Verstärkung führt.
- Hörgeräte mit einem Datalogging System zur Dokumentation des Trageverhaltens und als Information über die Hör-Umgebung des Kindes
- Hörgeräte mit Audio-Eingang
- Hörgeräte mit induktivem Eingang (T-Funktion), da dies die technisch einfachste Lösung der Ankopplung in Veranstaltungsräumen darstellt, aber auch im Hinblick auf den Einsatz induktiv angekoppelter Funk-Übertragungsanlagen in Sonderschulen
- Hörgeräte, für die kinderspezifisches Zubehör verfügbar ist: Kinder-Hörwinkel, Poti-Deaktivierung, Batteriefach-Sicherung, visuelle Rückmeldung (LED) für die Bezugsperson über den Hörsystem- Betriebszustand oder bidirektionale Fernbedienung, an der der jeweilige aktuelle Status des Hörsystems abgelesen werden kann
- ausreichende Verstärkungsreserve von mindestens 10 dB
- nur Hörgeräte, mit denen bereits ausreichende Erfahrungen im Erwachsenenbereich (oder mit älteren, rückmeldungsfähigen Kindern) bestehen
- Hörgeräte mit einem guten Feuchtigkeitsschutz, sodass das Eindringen von Schweiß und wenn möglich auch Wasser (beim Duschen/Schwimmbad) möglichst weitgehend verhindert wird.
- wünschenswert sind Hörgeräte mit kindspezifischen Steuerungsalgorithmen für adaptive Richtmikrofonsysteme und Störschallunterdrückungssysteme (siehe Kapitel IV.x Einsatz von ergänzenden Hörgerätefeatures)
- wünschenswert sind Hörgeräte mit Möglichkeiten der multimodalen Ankopplung (Streaming). Bei Schulkindern und insbesondere bei Jugendlichen stellen die Möglichkeiten der multimodalen Ankopplung ein zunehmend wichtigeres Auswahlkriterium dar.
- neben fachlichen und ausstattungstechnischen Anforderungen haben einige Mindestanforderungen an die Hörgeräte, jedoch in sehr unterschiedlicher Weise (z.B. bei einigen Krankenkassen der Audioeingang, bei anderen alternativ die Versorgung mit einem Streamer), Eingang gefunden in die Verträge zur Hörgeräteversorgung bei Kindern zwischen Hörgeräteakustikern und den Krankenkassen.

In der Regel erfolgt die Ausprobe von mehr als einem Hörgerät (vergleichende Anpassung). Wird von diesem Vorgehen abgewichen (z. B. in der Säuglings-Hörgeräte-Anpassung), ist dies speziell zu begründen und nur bei der Anpassung eines Hörgerätes mit ausreichender Verstärkungsreserve (≥ 10 dB) und einer Auswahl unterschiedlicher Begrenzungssysteme zulässig.

- c) Um einen sicheren Sitz und eine reproduzierbare akustische Ankopplung zu gewährleisten, erfolgt die Ankopplung des Hörgerätes an das Ohr des Kindes durch eine individuell angefertigte Otoplastik. Für die Fertigung gut sitzender und rückkopplungsfreier Otoplastiken bedarf es:
- Einer Ohrabformung, die den 2. Gehörgangsknick mit abformt, sodass insbesondere bei mehr als mittelgradigen Schwerhörigkeiten eine Otoplastik gefertigt werden kann, deren Gehörgangsteil bis an den 2. Knick heranreicht und die Schallaustrittsöffnung sicher in Richtung Trommelfell zeigt.
 - Bei Babys ggf. gemeinsame Abformung durch Hörgeräteakustiker und Arzt
 - Eine spezielle Absprache mit dem anfertigenden otoplastischen Labor, dass die Kinderotoplastiken nur durch wenige besonders erfahrene Mitarbeiter und unter einer gesonderten Qualitätskontrolle erfolgt
 - Ausnutzung aller akustischen Möglichkeiten an der Otoplastik: z.B. Bohrungen, Dämpfungselemente, Filter usw.
 - Bei vorhandenen Rückkopplungen sollte durch eine Dichtigkeitsmessung der Otoplastik (s. Ausstattungsliste) objektiviert werden, ob Undichtigkeiten der Otoplastik als Ursache in Frage kommen und damit eine Neuanfertigung der Otoplastiken notwendig wird. – Eine Optimierung der Otoplastik hat immer Vorrang vor dem Einsatz von Rückkopplungsauslöschungssystemen in den Hörgeräten!
 - Schallschläuche mit einem geringen Durchmesser (z.B. Slimtube aus kosmetischen Gründen bei Jugendlichen) sollten bei Kindern weitgehend vermieden werden. Sollten derartige Schläuche trotzdem verwendet werden, muss sichergestellt werden, dass die notwendigen Verstärkungszielwerte im Hochtonbereich weiterhin erreicht werden. Diese Überprüfung ist in der Regel nicht durch eine Kupplermessung möglich, sondern muss im Rahmen einer In-situ-Messung erfolgen.– Bei einem ausreichend großen Gehörgang und passender Hörerkabellänge können durch die Verwendung eines externen Hörers, der direkt in der Otoplastik platziert wird, ein dem Slimtube vergleichbarer kosmetischer Effekt bei jedoch wesentlich besseren Übertragungseigenschaften erreicht werden. Das Hörerkabel und der externe Hörer erfordern jedoch eine ausreichend vorsichtige Handhabung des Hörsystems durch das Kind.

- d) Die Eltern sind in den Hörgeräte-Anpassprozess mit einzubeziehen. Sie müssen umfassend informiert werden über den Ablauf der Hörgeräte-Versorgung, über die Hörgeräte und ihre Bedienung. Die Eltern müssen durch Schulung und Beratung in die Lage versetzt werden, aktiv an der Hörgeräte-Anpassung mitzuarbeiten, indem sie ihr Kind gezielt im Hinblick auf sein Hör- und Kommunikationsverhalten beobachten und diese Beobachtungen mit den beteiligten Fachleuten austauschen. Die mündliche Beratung und Information der Eltern ist durch schriftliches Informationsmaterial zu ergänzen. Zur Unterstützung der Eltern bei ihren Beobachtungen sind strukturierte Beobachtungsbögen und spezifische Fragebögen einzusetzen (s. Anhang). Ein Kontakt zu einer Hör-Frühfördereinrichtung ist mit Diagnosestellung, spätestens mit Beginn der Hörgeräte-Versorgung, zu vermitteln. Es sollte sichergestellt werden, dass dieser Kontakt auch zustande kommt. Die Eltern sind über Selbsthilfe-Verbände und zusätzliche Informationsquellen zu informieren.

Mit Beginn der Hörgeräte-Versorgung sind die Eltern zur täglichen Wartung und Überprüfung der Hörgeräte anzuleiten. Hierzu sind sie mit Reinigungs- und Pflegemitteln sowie einem Batterie-Tester und einem Stethoclip auszustatten (eine entsprechende Ausstattung ist bei Abschluss der Anpassung/Verordnung zur überprüfen). Bewährt hat sich darüber hinaus die Ausstattung mit einem elektrischen Trockengerät, das wesentlich wirksamer ist als die Verwendung von Trockenkapseln. Durch die tägliche Verwendung eines Trockengerätes können feuchtigkeitsbedingte Schäden (z.B. an den Wandlern oder Korrosion an den Batteriekontakten) deutlich reduziert werden.

IV. Erfolgskontrolle im Rahmen der Hörgeräte-Anpassung bei Kindern

- a) Verifikation der Einstellung (Messung am Hörgerät):

Die Einstellung der Hörgeräte ist anhand von technischen Messungen, die die individuelle Transferfunktion des Ohres berücksichtigen, zu überprüfen (RECD- oder In-situ-Messung). Hierbei sind zu überprüfen, wie mittlere, leise und laute Sprache in das Resthörfeld des Kindes übertragen werden. So kann in übersichtlicher Form die durch den Einsatz des Hörsystems erzielte „Hörbarkeit“ von Sprache dokumentiert werden. Dabei kann folgendermaßen vorgegangen werden¹:

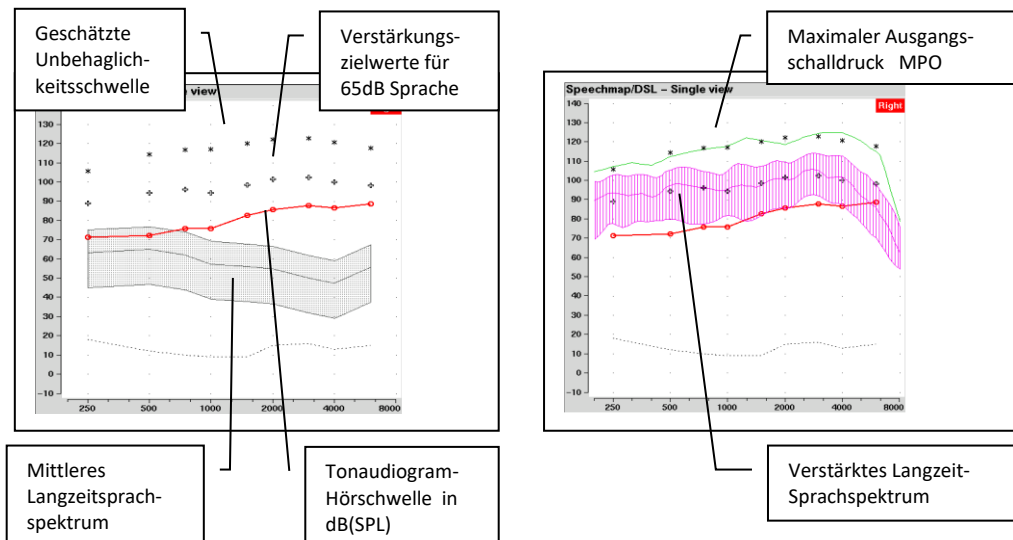
¹ Empfehlung der AK „Perzentile“ (EUHA/AHA), Stand 08.07.2011:
<http://www.euha.org/i/index.php?page=LeitfadenPerzentilanalyse&lang=de&session=b1cca3c10ce4de04c27b8c1b9afc9d2a>
Text modifiziert für die Hörsystemanpassung bei Kindern durch Siegrid Meier, Lübeck

1. Überprüfung der Grundverstärkung: Präsentation eines 50 dB ISTS (internationales Sprachtestsignal), dabei soll das LTASS (mittleres Langzeitsprachspektrum) auf die Zielkurve für 50 dB Eingangssignal (eines für Kinder evaluierten Anpassalgorithmus wie DSL 5) angepasst sein. – Die Verwendung eines 50 dB ISTS basiert auf einer Empfehlung der EUHA. Alternativ empfiehlt die kanadische Arbeitsgruppe der UWO ein 55 dB ISTS. Bei Verwendung des 55 dB ISTS Eingangssignals können die Ergebnisse auch zur Kalkulation des SII im Rahmen des Qualitätsmanagements genutzt werden (siehe unten).
2. Überprüfung der Kompression: Präsentation eines 65 dB ISTS, dabei soll das LTASS auf die Zielkurve für ein 65 dB Eingangssignal (entsprechend einem für Kinder evaluierten Anpassalgorithmus wie DSL 5) angepasst sein. Weiterhin sollte das 30. Perzentil zumindest im Frequenzbereich um 1 kHz oberhalb der Hörschwelle liegen.
3. Präsentation von 80 dB (oder 75 dB laut UWO) ISTS, dabei soll das LTASS auf die Zielkurve für 80 dB (oder 75 dB) Eingangssignal angepasst sein. Weiterhin darf das 99. Perzentil die Zielwerte für den MPO und damit auch für die Unbehaglichkeitsschwelle nicht überschreiten. Bei Schalleitungsschwerhörigkeitskomponenten können Überschreitungen im Einzelfall vorkommen, wenn diese im subjektiven Toleranztest sicher toleriert werden.
4. Kontrolle des maximalen Ausgangsschalldruckpegels (MPO): Präsentation eines 90 dB Schmalbandsignals (z.B.: EUHA-MPO-Signal), dabei sollen die Messwerte auf den MPO Zielwerten (entsprechend eines für Kinder evaluierten Anpassalgorithmus wie DSL 5) liegen und die gemessene bzw. geschätzte Unbehaglichkeitsschwelle nicht überschreiten. Bei Schalleitungsschwerhörigkeitskomponenten können Überschreitungen im Einzelfall vorkommen, wenn diese im subjektiven Toleranztest sicher toleriert werden.

Eine unzureichende Übertragung z.B. leiser Sprachanteile oder von Sprachanteilen im Hochtonbereich ist zu begründen.

Es sollten nur noch Messsysteme zur Anwendung kommen, die als Messsignal reale Sprachsignale (ISTS: International Speech Test Signal) nutzen, da technische Simulationen des Langzeitsprachspektrums mit Rausch- und Tonsignalen zu ungewollten Effekten mit den sprachsensitiven Regelsystem in den Hörgeräten führen können.

Eine besonders übersichtliche Darstellung des Übertragungsverhaltens des Hörsystems (an Hand der Perzentilanalyse) in Bezug zur Hörschwelle des Patienten erfolgt im SPLogramm:



b) Validierung der Anpassung (Messung am Patienten mit dem Hörgerät):

Die Möglichkeiten der audiometrischen Überprüfung des Anpass-Erfolges (Validierung) mit den Hörsystemen sind wiederum altersabhängig. Bei jungen Kindern in den 1-2 Lebensjahren bietet sich hierzu meist nur die Ermittlung einer Hörschwelle mit den Hörsystemen an (Aufblähkurve). Die Aufblähkurve hat dabei die wichtige Funktion als Plausibilitätskontrolle der Hörbarkeit leiser Signale. Die Aufblähkurve liefert jedoch keine Informationen über das Übertragungsverhalten mittellauter und lauter Signale. Die für die Aufblähkurve in der Regel verwendeten Stimuli (Wobbeltöne oder Schmalbandgeräusche) können von Verarbeitungsalgorithmen moderner Hörsysteme fälschlicherweise als Störgeräusche klassifiziert werden und spiegeln in einem solchen Fall nicht das Verstärkungsverhalten des Hörsystems für Sprache wieder. Die Aufblähkurve ist deshalb ungeeignet, um als alleinige Messung die Qualität einer Hörsystemanpassung zu beurteilen. Die beste Absicherung einer guten Hörbarkeit von Sprache stellt in den ersten Lebensjahren eine valide und auch subjektiv regelmäßig überprüfte Hörschwelle in Verbindung dem Nachweis des Erreichens der Verstärkungszielwerte und der Zielwerte für den maximalen Ausgangsschalldruck durch ein SPLogramm/Perzentilen Messung dar.

Bei Kindern ab dem Alter von 2 ½ bis 3 Jahren können dann erste sprachaudiometrische Messungen zu Erfolgskontrolle genutzt werden.

Um auch subjektiv abzusichern, dass die Unbehaglichkeitsschwelle des Kindes mit dem Hörsystem nicht überschritten wird, sollte bei allen Kindern ein „Toleranztest“ für laute Geräusche durchgeführt werden.

Entsprechend den Altersstufen sind folgende Maßnahmen vorzusehen:

Entwicklungsalter 0 – 6 Monate:

Otoskopie + Hochfrequenztympanometrie

Subjektive Plausibilitätskontrolle beobachtungsaudiometrisch mit i.R. überschwelligen Hörreaktionen (im freien Schallfeld, ggf. seitengetreunt für Wobbeltöne, Schmalbandrauschen und komplexe Alltagssignale wie Musik in möglichst kalibrierter Lautstärke und bekanntem Frequenzumfang oder auch kalibrierten Sprachlauten des Ling-6(HL) Test).

„Toleranztest“ (unter Verwendung von breitbandigen komplexen Signalen sowie einigen impulsartigen Signalen sollten auch bei 90 dB keine eindeutigen Abwehrreaktionen, die über ein deutliches „Erstaunen“ hinausgehen bzw. bei impulsartigen Signalen kein reizsynchrones Augenzwinkern auftreten)

Entwicklungsalter älter als 6 Monate:

Otoskopie + Tympanometrie

Plausibilitätskontrolle: anstelle überschwelliger Hörreaktionen sollte zunehmend eine Aufblähkurve durch eine visuell konditionierte Ablenkaudiometrie angestrebt werden,

„Toleranztest“ (s.o.)

Entwicklungsalter älter 2 Jahre:

Otoskopie + Tympanometrie.

Plausibilitätskontrolle: Anstelle der visuell konditionierten Ablenkaudiometrie sollte zunehmend eine Aufblähkurve durch eine Spielaudiometrie angestrebt werden + komplexe Alltagssignale wie Musik in möglichst kalibrierter Lautstärke und bekanntem Frequenzumfang oder auch kalibrierten Sprachlauten des Ling-6(HL) Test,

„Toleranztest“ (s.o.)

Entwicklungsalter älter als 3 Jahre:

Otoskopie + Tympanometrie

Plausibilitätskontrolle: spielaudiometrische Aufblähkurve

„Toleranztest“ (s.o.),

Anstreben einer sprachaudiometrischen Überprüfung

Bei speziellen Fragestellungen (z.B. ausgeprägtes Recruitment) Ergänzung durch Hörfeldskalierung ab dem 7.Lebensjahr möglich

- c) Die o. g. technischen und audiometrischen Messungen werden ergänzt durch Beobachtungen aus dem Alltag (wobei zumindest für das letztendlich abzugebende Gerät eine Mindest-Tragezeit von 4 Wochen vorzusehen ist). Die Beobachtung der Bezugspersonen sollten neben einem Gespräch mit den Eltern auch durch strukturierte Fragebögen unterstützt werden. Für regelmäßige Kurz-Kontrollen im Alltag (z.B. zu Hause, Frühförderung,

Schule) bei Kindern älter als 3 Jahre bietet sich der 5-Laute-Test nach LING an. (s.a. Anhang)

- d) Ergänzung durch Rückmeldung aus mitbetreuenden Institutionen (Hörfrühförderung, Kindergarten, Schule). Vor Verordnung einer Hörhilfe im Vorschulalter ist ein zumindest kurzer persönlicher Austausch mit mitbetreuenden Institutionen anzustreben. Während des Hörgeräte-Anpasszeitraumes empfiehlt sich eine strukturierte Rückmeldung in Form eines Fragebogens, z. B. in vierwöchigen Abständen (s. Anhang-Fragebogen)

IV.x Einsatz von ergänzenden Signalverarbeitungsfunktionen

Digitale Hörsysteme bieten neben der Verstärkungsfunktion eine Reihe von zusätzlichen Features, die z.B. störende Nebengeräusche herausfiltern und eine leichtere und klarere Verständlichkeit von Sprache und damit eine Verringerung der Höranstrengung ermöglichen können. Andererseits muss das schwerhörige Kind neben der Sprachwahrnehmung auch die Detektion, Identifizierung und Bedeutung relevanter Alltagsgeräusche erlernen, die möglicherweise durch solche Algorithmen abgedämpft werden. Der Einsatz und insbesondere der Zeitpunkt des Einsatzes von Algorithmen und technischen Features, die die Zusammensetzung des akustischen Signals verändern, werden deshalb bei Kindern seit Jahren kontrovers diskutiert. Im Schwerpunkt der Diskussion (und mancher Forschungsvorhaben der letzten Jahre) stehen insbesondere:

- Störschallunterdrückungssysteme: Die Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass Störschallunterdrückungssysteme geeignet sind, die Geräuschbelastung und Höranstrengung auch bei Kindern zu reduzieren. Negative Effekte auf die Sprachwahrnehmung haben sich in diesen Studien nicht gezeigt. Trotzdem sollten die Hörsysteme über möglichst viele Frequenzkanäle verfügen, in denen unabhängig voneinander Störschall durch das Störschallunterdrückungssystem gezielt reduziert werden kann. Darüber hinaus bedarf es einer präzisen Klassifizierung von Hörsituationen (s.u.), sodass z.B. Musik als Musik und nicht als Geräusch klassifiziert und heruntergeregelt wird. Berichte von erfahrenen Hörgerätenutzern zeigen, dass die Klassifizierungssysteme und das automatische Regelverhalten der Hörgeräte bei weitem noch nicht perfekt arbeiten, sodass es weiterhin dazu kommen kann, dass wichtige Geräusche aber auch Sprache und Musik entgegen den Bedürfnissen des Benutzers unvorhersehbar herab geregelt werden. Solche Regelungsfehler können derzeit jedoch nur angegangen werden, wenn das Kind bereits in der Lage ist diese Probleme gezielt zurückzumelden. – Vor dem Hintergrund der nordamerikanischen und australischen Studienergebnisse tendiert die Mehrzahl der Kollegen in Deutschland dazu, Störschallunterdrückungssysteme bei Kleinkindern nicht vor Vollendung des 1. Lebensjahres bzw. erst bei einem Anstieg von Störschallsituationen (zum Beispiel beim Start

des Krippenbesuches) zu aktivieren, umso den Kleinkindern eine Chance zu geben ihre Geräusch-Umwelt besser kennen und erkennen zu lernen. Andererseits sind die Wirksamkeit von Störschallunterdrückungssystemen und damit auch potentielle negative Einflüsse auf die Geräuscherkennung im Alltag wahrscheinlich deutlich geringer als manche audiometrischen Ergebnisse bei älteren Kindern oder Erwachsenen erwarten lassen. Somit ist ein Einsatz von Störschallunterdrückungssystemen auch bei Kindern im 1. Lebensjahr insbesondere bei hochgradigen Schwerhörigkeiten, bei denen es auf jeden SNR-Gewinn ankommen kann, nicht grundsätzlich auszuschließen.

- Adaptive Richtmikrofone: Bei Kindern sollten nur adaptive Richtmikrofonsysteme zum Einsatz kommen, deren Richtwirkung in ruhigen Situation automatisch abgeschaltet wird und die in Störschallsituationen sicherstellen, dass dominante Sprecher, die sich seitlich oder hinter dem Kind befinden, auch verstanden werden können. – Forschungsergebnisse haben nachgewiesen, dass adaptive Richtmikrofonsysteme auch bei Kindern das wirkungsvollste Feature zur Verbesserung des Nutz-Störschall Verhältnis beim Hören mit Hörsystemen darstellen.
- Hörsituationsabhängige automatische Programmwahl: Da Kinder nicht in der Lage sind situationsabhängig Hörprogramme umzuschalten, sind Kinder auf smarte (und zukünftig ggf. auch lernfähige) Klassifizierungsalgorithmen in Hörsystem angewiesen, die (zukünftig auch altersabhängig) für das Kind relevante Hörsituationen (z.B. Lärm/Kita/Schule/Klassenraum/Pause, Arm der Mutter, ein Sprecher versus mehrere Sprecher, Musik) erkennt und die Einstellungen des Hörsystems (frequenz- und eingangsschalldruckabhängig Verstärkung und Ausgangsschalldruck, Störschallunterdrückung; Richtmikrofone ...) situationsentsprechend anpasst.
- Reduzierung von Windgeräuschen möglichst in Verbindung mit einer Anhebung des Sprachsignals bei Windgeräuschen: Diese Funktion soll z.B. beim Fahrradfahren wesentlich zum Hörkomfort aber auch zur Wahrnehmung von Warnhinweisen im Straßenverkehr beitragen. Sie kann aber auch dazu führen, dass neben den Windgeräuschen andere gegebenenfalls sicherheitsrelevante Geräusche zu stark herab geregelt werden. Es bietet sich deshalb an, die Funktion der Windgeräuschreduzierung erst dann zu erwägen, wenn Kinder aktiv über Windgeräusche (z.B. beim Fahrradfahren) klagen und im Rahmen einer Ausprobe auch über mögliche Probleme berichten können. – Ergänzend kann auch der Einsatz einer drahtlosen Funkübertragungsanlage beim Fahrradfahren die Erreichbarkeit des Kindes für die Bezugsperson zusätzlich absichern.
- Frequenzerniedrigungssysteme: Siehe hierzu das nachfolgende Kapitel IVxx

Weniger kontrovers und im Allgemeinen als sinnvoll erscheinen folgende Features:

- Rückkopplungsunterdrückungssysteme ermöglichen bei geringgradigen und mittelgradigen Schwerhörigkeiten eine Belüftung der Otoplastik, ohne dass es dadurch zu Rückkopplungen kommen muss. Bei Babys und Kleinkindern mit hochgradigen (an Taubheit grenzenden) Schwerhörigkeiten können die Zielwerte für die Verstärkung und den maximalen Ausgangsschalldruck trotz optimierter Otoplastiken häufig nur durch den Einsatz wirkungsvoller Rückkopplungsmanagementsysteme erreicht werden. Beim Einsatz von Rückkopplungsmanagementsystemen ist darauf zu achten und messtechnisch zu überprüfen, dass die Gesamtverstärkung trotz des Einsatzes des Rückkopplungsmanagementsystems erhalten bleibt. (Sie auch die Kapitel Hörgeräteauswahl, Otoplastik, Frequenzerniedrigungssysteme.)
- Binaurale Signalverarbeitung: Sie erfolgt durch eine drahtlose Kopplung des rechten und linken Hörsystems und ermöglicht u.a. den Erhalt von Signalunterschieden zwischen den beiden Ohren, die für ein Richtungshören wichtig sind. Die Binaurale Signalverarbeitung kann aber auch die Wirksamkeit von adaptiven Richtmikrofonsystemen mit mehreren Mikrofonen und Algorithmen zur Erkennung von Hörsituationen sowie zur Steuerung von Störschallunterdrückungssystemen wesentlich erweitern.
- Wasserabweisende/wasserdichte Hörsysteme: Eine wirkungsvolle Abdichtung der Gehäuse und der Einsatz wasserdichten Membranen schützen die Hörsysteme vor dem Eindringen von Feuchtigkeit (z.B.: aggressivem Schweiß oder Regen, aber auch der versehentlichen Dusche oder dem Untertauchen im Planschbecken).
- Visuelle Rückmeldung über den Funktionszustand des Hörsystems für die Bezugspersonen: Eine LED oder eine **bidirektionale** Fernbedienung ermöglichen den Bezugspersonen eine Kontrolle des Hörsystemfunktionszustands und bei der bidirektionalen Fernbedienung auch das gezielte Verändern der Verstärkung oder ein Umschalten eines Hörprogramms. – Andererseits sollten alle akustischen Kontrollsignale des Hörsystems, die nur vom Kind hörbar wären, bei jungen Kindern abgeschaltet werden, da sie sonst ohne Nutzen nur zur Irritation des Kindes führen.
- Automatisches Erkennen eines Telefons in der Nähe eines Hörsystems und die Übertragung des Telefonsignals in beide Hörsysteme (bei einer drahtlosen Zusammenarbeit beider Hörsysteme): Diese Funktion ist relevant für Kinder, die bereits selbst telefonieren können. Sie muss jedoch bei Babys abgeschaltet werden, da es sonst auf dem Arm der Bezugsperson schnell zu ungewollten Interferenzen mit dem Telefon der Bezugsperson kommen kann.
- Drahtlose Verbindungen, die über eine Funkmikrofonfunktion hinausgehen, können z.B. eine direkte Verbindung zwischen den Hörsystemen und einem Smartphone herstellen und über eine Smartphone App können so u.a. eine bidirektionale Fernbedienung realisiert oder auch vom Kind „verlorene“ Hörsysteme wieder lokalisiert werden.

- **Data-Logging:** Data-Logging in den Hörsystemen ermöglicht dem Fachmann einen Überblick über den Hörgerätegebrauch und die Verteilung von Hörsituationen, in denen das Hörgerät benutzt wurde, sowie gegebenenfalls welche Programmooptionen wie häufig vom Hörsystem genutzt wurden. Diese Daten können sowohl zur Optimierung der Hörgeräteeinstellung, bei Fragen zur Aktivierung zusätzlicher Hörgerätefeatures (zum Beispiel Störschallunterdrückungssystem) und in der Beratung der Bezugspersonen genutzt werden. – Einen noch besseren Überblick über die unterschiedlichen Hörsituationen des Kindes und die sich daraus ergebende Kommunikationssituationen bieten Aufzeichnungen des LENA®-Systems, das jedoch von den individuellen Hörsystem unabhängig ist und deshalb das Trageverhalten und die verwendeten Hörprogramme nicht aufzeichnen kann (<http://www.lenafoundation.org>).

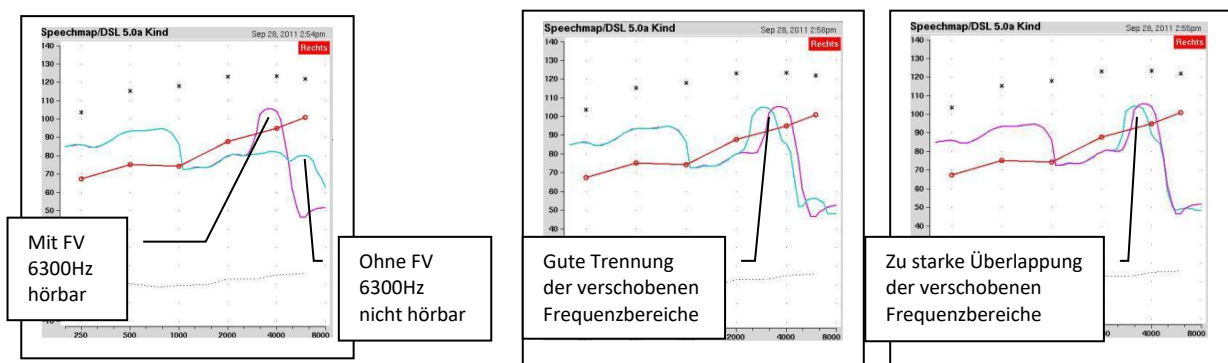
Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass manche der o.g. Features nur im Bereich der High-End Hörgeräte zu finden sind und die Wirksamkeit mancher Algorithmen im Bereich kostengünstigerer Geräteserien vielfach nur in reduzierter Form angeboten werden.

IV.xx Anpassung und Überprüfung von Hörsystemen mit Frequenzerniedrigungsverfahren:

Frequenzerniedrigungstechniken können hilfreich sein, um Sprachlaute im Hochtonbereich, die anderweitig nicht ausreichend verstärkt werden können, für ein Kind doch noch hörbar zu machen. Dies trifft insbesondere bei hochgradigen Schwerhörigkeiten im Hochtonbereich zu. Wie zuvor dargestellt muss im Rahmen einer Anpassung immer geprüft werden, ob eine ausreichende und rückkopplungsfreie Übertragung im Hochtonbereich erreicht wird. Erst wenn dies nicht möglich ist, sollte der Einsatz von Frequenzerniedrigungsverfahren geprüft werden. Für die Voreinstellung und für das Feintuning von Hörsystemen mit einem Frequenzerniedrigungsverfahren wurde von Scollie und Glista ein pädiatrisches Anpassverfahren entwickelt. Dieses Verfahren ist für alle Frequenzerniedrigungstechniken einsetzbar.

Die Hörgerätevoreinstellung erfolgt zunächst mit ausgeschalteter Frequenzerniedrigungstechnik entsprechend den oben aufgeführten Prinzipien anhand der genannten kindgerechten Anpassalgorithmen von DSL 5. Bei ausgeschalteter Frequenzerniedrigungstechnik wird zunächst versucht, die Verstärkungszielwerte (aus einem der beiden genannten Anpassverfahren) so gut wie möglich zu erreichen. Nach Ermittlung der RECD wird mit Hilfe der Perzentilenanalyse (SPLogram) unter Verwendung des ISTS-Signals dann in der Messbox oder in einer In-situ-Messung geprüft, ob die Verstärkungszielwerte und damit eine ausreichende Hörbarkeit hochfrequenter Sprachlaute erreicht werden konnten.

Wenn die Verstärkungszielwerte im Hochtonbereich und damit eine ausreichende Hörbarkeit für hochfrequente Sprachlaute nicht erreicht werden konnten, sollte zunächst überlegt werden, ob mit einem anderen Hörsystem die notwendige Verstärkung bereitgestellt werden kann. Falls dieses nicht zu erwarten ist, wird die Frequerniedrigungstechnik im Hörgerät aktiviert. Nach der Aktivierung der Frequerniedrigungstechnik im Hörgerät ist in der Messbox mit geeigneten Signalen, z. B. einem speziell gefilterten Sprachsignal zu überprüfen, in welchem Umfang und bis zu welchem Frequenzbereich durch die Frequerniedrigungstechnik Sprachlaute hörbar gemacht werden können. Dabei ist auch zu prüfen, ob unterschiedliche Frequenzbänder im Hochtonbereich so verschoben werden, dass sie auch nach der Verschiebung in ihrem Frequenzmaximum noch von einander zu unterscheiden sind (siehe auch Beispiel Abbildung):



Bei einigen Messsystemen kann auch durch den Einsatz eines kalibrierten /s/ und /sh/ oder auch von selbst vorgesprochenen Sprachlauten am Bildschirm des Messsystems visuell überprüft werden, ob z. B. die Sprachlaute /s/, /sch/ mit der Frequerniedrigungstechnik unterscheidbar bleiben. Da selbst vorgesprochenen Sprachlaute weder in der Lautstärke noch in der Frequenz genau definiert sind, sollte möglichst ein exakt reproduzierbares Signal wie oben beschrieben verwendet werden. Falls die Frequenzmaxima unterschiedlicher Frequenzbänder im Hochtonbereich nach der Frequerniedrigung zu stark überlappen, sollte eine Veränderung der Trennfrequenz, des Kompressionsverhältnisses und/oder der Verstärkung im Hochtonbereich versucht werden, um das Übertragungsverhalten im oben genannten Sinne zu optimieren.

Soweit möglich, sollte der Gewinn durch Frequerniedrigungsverfahren bzw. ein Vergleich mit/ohne Erniedrigungsverfahren mittels subjektiver Hörtestverfahren überprüft (validiert) werden. Hierfür steht bisher im deutschsprachigen Raum nur der Phoneme Perception Test zur Verfügung, der jedoch nur für Erwachsene evaluiert wurde. Eine Version des Phoneme Perception Test, die für den Einsatz bei jüngeren Kindern speziell adaptiert wurde, steht wei-

terhin aus. Alternativ kommt der Einsatz der Lautdetektion und Lautdifferenzierung im A&E in Frage, der jedoch in Deutschland bisher kaum eine Verbreitung gefunden hat.

Es ist nicht auszuschließen, dass Menschen, bei denen Hörsysteme mit Frequenzerniedrigungsverfahren angepasst wurden, durch diese Techniken in ihrem Hören so geprägt werden, dass eine Umversorgung auf andere Techniken in der Zukunft u. U. sehr erschwert sein kann. Daher sollten Frequenzerniedrigungsverfahren nur bei nachgewiesenem Bedarf und Hörgewinn gezielt eingesetzt werden (in der Regel ist der Frequenzerniedrigungsalgorithmus in den damit ausgestatteten Hörgeräten ein- und ausschaltbar und somit sind diese Hörsysteme sowohl mit als auch ohne Frequenzerniedrigung einsetzbar). [spezielle Literaturhinweise s.u.]²

²Auriemma, J., Kuk, F., Lau, C., Marshall, S., Thiele, N., Pikora, M., et al. (2009). Effect of linear frequency transposition on speech recognition and production of school-age children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 20(5), 289-305.

Glista, D., and Scollie, S. (November, 2009). Modified verification approaches for frequency lowering devices. *Audiology Online*. Retrieved from http://www.audiologyonline.com/articles/article_detail.asp?article_id=2301

Glista, D., Scollie, S., Bagatto, M., Seewald, R., Parsa, V., & Johnson, A. (2009). Evaluation of nonlinear frequency compression: Clinical outcomes. *International Journal of Audiology*, 48(9), 632-644.

Stelmachowicz, P. G., Pittman, A. L., Hoover, B. M., Lewis, D. E., & Moeller, M. P. (2004). The importance of high-frequency audibility in the speech and language development of children with hearing loss. *Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery*, 130(5), 556-562.

Wolfe, J., John, A., Schafer, E., Nyffeler, M., Boretzki, M., & Caraway, T. (2010). Evaluation of non-linear frequency compression for school-age children with moderate to moderately-severe hearing loss. *Journal of the American Academy of Audiology*, 21(10), 618-628.

Acknowledgement: Diese Empfehlung zur Anpassung von Frequenzerniedrigungstechniken basiert auf dem: "Frequency-Lowering Hearing Aids Protocol Addendum and Support Document" von Susan Scollie, Danielle Glista, Marlene Bagatto, Sheila Moodie, Ontario Infant Hearing Program, April, 2011;

http://www.unimedizin-mainz.de/fileadmin/kliniken/kommunikation/Dokumente/Protokoll_Hoergeraeteanpassung_mit_Frequenzerniedrigungsverfahren.pdf

V. Abschluss der Hörgeräte-Verordnung

Die primäre Phase der Hörgeräte-Anpassung bei einem Kind kann dann abgeschlossen werden, wenn

- das Kind die Hörgeräte akzeptiert und ein rückkopplungsfreies, möglichst ganztägiges Tragen der Hörgeräte erreicht wurde,
- durch eine Perzentilen Messung/SPLogram technisch verifiziert und dokumentiert wurde,
 - dass mittellaute Sprache mit einer Dynamik von 30 dB in das Resthörfeld des Kindes übertragen wird.
 - dass auch die Übertragung lauter Sprachsignale bei einer guten Nutzung der Restdynamik erfolgt und gleichzeitig die gemessene (bzw. berechnete) Unbehaglichkeitsschwelle nicht überschritten wird.
 - dass auch für leise Sprachsignale die korrespondierenden Verstärkungszielwerte erreicht werden.
- Es muss ein Hörgewinn im Alltag und in den Hörfrühförder-Situationen feststellbar und dokumentiert (Validierung) sein.
- Der Hörgewinn durch die Hörgeräte ist audiometrisch durch den Vergleich der Daten mit und ohne Hörgeräte ton- und, wenn möglich, sprachaudiometrisch zu validieren und zu dokumentieren.

Alle auftretenden Probleme, die dauerhaft ein Tragen der Hörgeräte verhindern würden oder unzumutbar erschweren, sind vor einer abschließenden Hörgeräte-Verordnung auszuräumen.

Erfolgt der Abschluss einer Hörgeräte-Verordnung ohne audiometrische Dokumentation eines ausreichenden Hörgewinns, ist dies speziell zu begründen (Information der Eltern und Vermerk in der Akte).

Die abschließende Verordnung bei Hörgeräten bedeutet bei Kindern nicht den Abschluss des weiteren Anpassprozesses. Die audiometrischen Daten bei Kindern sind im weiteren Verlauf regelmäßig zu kontrollieren (z. B. bei Kleinkindern zumindest alle 3 Monate, später alle 6 Monate). Die Hörgeräte-Einstellung ist dabei den fortschreitenden Erkenntnissen über das Hörvermögen des Kindes sowie den sich verändernden anatomischen Bedingungen am Ohr (Wachstum) anzupassen. Dies erfordert auch eine regelmäßige (z. B. halbjährliche) Korrektur der In-situ-/bzw. RECD-Daten, jedoch immer nach Anfertigung neuer Otoplastiken sowie nach Einlage und Entfernung von Paukendrainagen bzw. Änderung des Mittelohrstatus.

Spätestens mit Abschluss der Hörgeräte-Verordnung sind die Eltern über Zubehör-Artikel und technische Anlagen, die ergänzend zu Hörgeräten bei Kindern eingesetzt werden, zu informieren (insbesondere über den Einsatz von drahtlosen Übertragungsanlagen, Anschlussmöglichkeiten an Radio, Fernsehen, Telefon usw.).

Spätestens mit Abschluss der Hörgeräte-Verordnung ist den Eltern ein „Hörgeräte-Pass“ auszuhandigen, der mindestens folgende Informationen enthält:

- Hörgeräte-Typ,
- Hörgeräte-Nr.,
- aktuelle Hörgeräte-Programmierung,
- Audiogramm mit und ohne Hörgerät,
- Otoplastik-Typ, -Material, -Ausführung (z. B. Hornschlauch, Filter usw.)
- Drahtlose Übertragungsanlage (FM-Anlage), bezüglich der Anpassung solcher Anlagen siehe:

<http://www.euha.org/assets/Uploads/Leitlinien/Expertenkreis-04-Hoerakustik/EUHA-Leitlinie-04-06-de.pdf>

<https://www.biap.org/de/recommandations/recommendations/tc-06-hearing-aids/228-rec-06-16-07-7-en-management-of-hearing-assistive-technology/file>

VI. Hörsystemversorgung bei geringgradiger Schwerhörigkeit

In Folge des Neugeborenen Hörscreenings werden zunehmend auch geringgradige oder gering-mittelgradige Schwerhörigkeiten innerhalb der ersten 6 Lebensmonate diagnostiziert. Andererseits bestehen gerade für diese Schwerhörigkeitskategorie innerhalb der ersten Lebensmonate besondere diagnostische Unsicherheiten u.a. auch bzgl. der Frage, ob es sich um eine permanente Hörstörung handeln wird. Sowohl Reifungsprozesse in der Hörbahn als auch transiente Mittelohrbelüftungsstörungen sowie methodische Probleme in der Diagnostik können zu den genannten Unsicherheiten in der Einschätzung führen. In jedem Fall sollte jeder Verdacht einer geringgradigen Schwerhörigkeit zu regelmäßigen Hörprüfungskontrollen führen, sodass eine weitere Verschlechterung des Hörvermögens frühzeitig erkannt wird.

Retrospektiv konnte nachgewiesen werden, dass bei einigen Kindern auch geringgradige periphere Schwerhörigkeiten (> 20dB) zu gravierenden negativen Auswirkungen auf die Sprachentwicklung aber auch die zentrale Hörverarbeitung führen können [s. a. Literatur in Punkt 7 im Anhang]. Dabei wird davon ausgegangen, dass sich im Vergleich zu Erwachsenen bei Kindern bereits geringe Hörverluste negativ auswirken können, da Kinder im Rahmen der Hör-Sprachentwicklung die Detektion und Differenzierung von Geräuschen und Sprachlauten erst erlernen und dann als neuronale Muster abspeichern müssen. Andererseits zeigen die Daten, dass nicht alle Kinder selbst bei vergleichbaren Hörverlusten in gleicher Weise in ihrer Entwicklung betroffen sind. Offensichtlich spielen hierbei Kofaktoren wie z.B. sprachliche Begabungen oder zusätzliche Behinderungen/Teilleistungsprobleme eine mitentscheidende Rol-

le. Weiterhin liegen bisher weltweit über die neurophysiologischen Auswirkungen des Versorgungszeitpunktes bei geringgradigen Schwerhörigkeiten keine verlässlichen Daten vor.

Damit ist die Art und der Zeitpunkt einer Versorgung geringgradiger Schwerhörigkeiten bei jedem Kind eine individuell zu treffende Entscheidung, die zusammen mit den Bezugspersonen nach ausführlicher Beratung³ durch einen erfahrenen Pädaudiologen getroffen werden sollte. Bzgl. einer Empfehlung zum Zeitpunkt des Hörsystem Anpassversuches müssen insbesondere die Sicherheit der diagnostischen Einschätzung, die Frage einer neuronalen Reifung aber auch die mit einer Hörgeräteversorgung verbundene familiäre Belastung berücksichtigt werden.

Eine besondere Gruppe stellen dabei noch Kinder mit Mehrfachbehinderungen dar. Bei mehrfachbehinderten Kindern muss neben einem möglichen Gewinn durch eine Hörgeräteverstärkung auch deren häufig besondere Hörsituation mit einer meist gezielteren Ansprache aus kürzerem Abstand und deren oft eingeschränkte Fähigkeit, mehrere gleichzeitig einwirkende Höreindrücke verarbeiten zu können, berücksichtigt werden. Gerade bei geringgradigen Hörstörungen kann dies zu einer eher zurückhaltenderen Indikation einer Hörsystemversorgung führen.

Im Hinblick auf eine Hörsystemversorgung nicht mehrfachbehinderter Kinder lassen sich drei Kategorien einer geringgradigen bzw. gering-mittelgradigen Schwerhörigkeit unterscheiden:

- Hörschwellen 10 dB - 20 dB
- Hörschwelle beidseits > 25dB – 30dB
- Hörschwelle beidseits \geq 35dB – 40dB

1. Hörschwelle beidseits 10 - 20 dB

Es ist nicht auszuschließen, dass selbst Hörverluste von 10 -15 dB einen Einfluss auf das sensible Bedingungsgefüge der Hör-Sprachentwicklung bei Kindern haben. Neben der diagnostischen Problematik einen solchen Hörverlust bei Kindern im ersten Lebensjahr sicher von einem Normalgehör abzugrenzen, stehen therapeutisch eine Beratung der Eltern ggf. einschließlich eines prophylaktischen Elterntrainings zur sprachlichen Anregung des Kindes und regelmäßige Kontrollen der Hör-Sprachentwicklung im Vordergrund. Gegen eine zusätzliche Hörsystemversorgung spricht insbesondere im Kleinkindalter der damit verbundene erhebliche Aufwand (und Belastung) für die Familie, die fehlende Evidenz einer solchen Versorgung und das Eingeständnis, dass auf Grund der notwendigen Miniaturisierung insbesondere des Hörgeräte-Lautsprechers unvermeidbar die Qualität des übertragenen Signals durch eine

³Die Beratung sollte insbesondere die angestrebten Ziele aber auch die Grenzen einer Hörsystemversorgung bei einer geringgradigen Schwerhörigkeit aufzeigen einschließlich der sehr begrenzten Möglichkeiten für einen Erfolgsnachweis. Auch sollten für eine Versorgungsentscheidung das soziale Umfeld und die Motivation der Bezugspersonen ausreichend berücksichtigt werden.

Frequenzeinschränkung und Verzerrungen gemindert wird. Erst wenn der Lautstärkegewinn den Signalqualitätsverlust überwiegt, ist ein Gewinn durch eine Hörsystemversorgung zu erzielen. Bei älteren Kindern kann den genannten negativen Effekten zumindest in Teilen durch eine offene Versorgung entgegengewirkt werden. Weiterhin können sich im Schulalter z.B. bei fluktuierenden Hörschwellen oder zusätzlichen Problemen in der Hörverarbeitung auch technische Hilfen (z.B. drahtlose Übertragungsanlagen / FM-Anlagen ohne den Einsatz von Hörgeräten) zur Verbesserung des Nutzstörerschallverhältnisses anbieten.

2. Hörschwelle beidseits >25dB – 30dB

Vorrang in dieser Kategorie haben zunächst die Absicherung der Diagnose und der Hörschwelle sowie aufgrund des Risikos einer Progredienz der Hörstörung die regelmäßige Überprüfung der Hörschwellen in Abständen von ca. 3-6 Monaten. Bei ausreichend abgesicherten Hörschwellen kann für diese Kategorie der Versuch einer Hörsystemversorgung angeboten werden. Bei früherkannten Kindern empfiehlt sich nach derzeitigem Erfahrungs- und Kenntnisstand der Beginn eines solchen Anpassversuchs auf Grund o.g. Überlegungen zum Ende des ersten Lebensjahres. Wenn möglich sollten jedoch bereits zum Zeitpunkt der Verdachtsdiagnose begleitende Hörfrühfördermaßnahmen veranlasst werden, auch ohne dass mit einer Hörsystemversorgung begonnen wurde.

Sobald sprachaudiometrische Untersuchungen möglich sind, können auffällige Befunde für leise Sprache (z.B. für einsilbige Wörter bei 50 dB) auch bei einer mittleren Hörschwelle zwischen 20-25dB Befunde eine Indikation zu einem Hörsystemanpassversuch darstellen.

Zum Einsatz kommen sollten nichtlineare Hörsysteme mit einem niedrigen Kniepunkt der Kompressionsregelung, sodass insbesondere leisere Schallanteile für das Kind zusätzlich nutzbar gemacht werden können. In der Regel wird insbesondere eine Verstärkung im Hochtonbereich zur Verbesserung des Signal-Rausch-Abstandes für die eher intensitätsarmen Konsonanten im Hochtonbereich angestrebt. Trotzdem muss, solange auf Grund der Enge des Gehörgangs noch keine offene Versorgung effektiv möglich ist, eine breitbandige Übertragung sichergestellt werden, sodass der Verschlusseffekt der Otoplastik einschließlich des Verlustes der offenen Ohrverstärkung, der sog. "Real Ear unaided Gain" (REUG), mitausgeglichen werden muss. Zur Überprüfung der Hörgeräteeinstellung sollte, unter Berücksichtigung der individuellen RECD-Werte, durch ein SPLogramm nachgewiesen werden, dass auch das Langzeitsprachspektrum für leise Sprache ausreichend (d. h. entsprechend den Zielwerten nach DSL 5 für leise Sprache von 50 dB oder 55 dB) übertragen wird. Weiterhin sollte zur Absicherung eines ausreichenden Verstärkungseffektes durch Abhören des Gerätes mit den Lauten des LING-Testes eine subjektive Gegenprobe erfolgen. Für eine Verordnung der Hörsysteme sollte neben einer guten Akzeptanz durch das Kind und durch die Familie, die beobachteten Hörreaktionen im Alltag, in der Frühfördersituation und bei der audiometrischen

Überprüfung im Freifeld zumindest den Hörreaktionen ohne Hörsystem entsprechen und auf keinen Fall eine Verschlechterung zeigen.

Auch bei diesen Hörverlusten zwischen 25 - 30 dB kann, bei älteren Kindern, mit primären Problemen im Schulbereich der Einsatz einer drahtlosen Übertragungsanlage/FM-Anlage (auch ohne Hörgeräteversorgung) der effektivste Ansatz zur Verbesserung des Nutz-Störschallverhältnisses und damit zur Verbesserung des Sprachverständnisses in der Klassensituation darstellen.

3. Hörschwelle beidseits \geq 35dB – 40dB

Bei ausreichend abgesicherten Hörverlusten größer 35 dB sollte entsprechend dem Vorgehen bei mittelgradigen Schwerhörigkeiten der Beginn einer Hörsystemversorgung so früh wie möglich d.h. bei Kindern nach dem Neugeborenen Hörscreening innerhalb des ersten halben Lebensjahres erfolgen. Bei sicher ausgeschlossenen höhergradigen Hörstörungen kann es jedoch im Grenzbereich von 35-40dB manchmal zu diagnostischen Unsicherheiten kommen (z.B. bei Verdacht auf Mittelohrbelüftungsproblemen), die ein Zuwarten rechtfertigen können. In diesen Fällen sollte jedoch alles unternommen werden (ggf. einschließlich der Veranlassung einer frühen Paukendrainage), eine ausreichende diagnostische Sicherheit zu erzielen, sodass in jedem Fall eine Verschiebung des Beginns einer Hörsystemanpassung über das erste Lebensjahr hinaus vermieden wird. Bei Hörsystemanpassungen im Grenzbereich von 35-40dB Hörverlust sollten auch die im vorangehenden Abschnitt genannten Empfehlungen zum Vorgehen und zur Erfolgskontrolle eingehalten werden.

VII. Hörsystemversorgung bei einseitiger Schwerhörigkeit

Auch einseitige Schwerhörigkeiten werden in Folge des Neugeborenen Hörscreenings zunehmend innerhalb der ersten 6 Lebensmonate diagnostiziert. Einseitige Schwerhörigkeiten führen insbesondere zu Einschränkungen des Richtungsgehörs und in Folge zu Sprachverständnisproblemen unter schwierigen Hörbedingungen insbesondere unter Störgeräuschbedingungen. Gut dokumentiert sind bei Kindern die möglichen langfristigen Auswirkungen mit einem Schulversagen bei bis zu 30% der Kinder. Über die neurophysiologischen Auswirkungen des Versorgungszeitpunktes liegen bei einseitigen Schwerhörigkeiten bisher keine verlässlichen Daten vor. Trotzdem zeigt die Erfahrung, dass eine jahrelange Nicht- bzw. Unterversorgung eines Ohres zu Deprivationserscheinungen auf dem unversorgten Ohr führt. Deshalb sollte eine Versorgung einseitiger Hörstörungen nach entsprechender ausführlicher Be-

ratung der Eltern⁴ und einer Abwägung, der mit einer Hörgeräteversorgung verbundenen familiären Belastung, so früh wie möglich erfolgen. Nach derzeitigem Erfahrungs- und Kenntnisstand wird z.Zt. der Versuch einer Hörsystemversorgung vor/mit Ende des ersten Lebensjahres empfohlen. Damit sollte zum Versorgungszeitpunkt auch eine gut abgesicherte Diagnose selbst für gering- und mittelgradige Schwerhörigkeiten vorliegen. Die vorausgehende objektive und subjektive Diagnostik sollte bei seitengetrenten Messungen auf Grund der besseren interauralen Dämpfung mit Einsteckhörern erfolgen und die Diagnostik als auch die subjektiven Überprüfungs-messungen sollten Messungen unter Vertäubung einschließen. Bei Aufblähkurven bietet sich eine Vertäubung der Gegenseite ebenfalls über Einsteckhörer an. Im Hinblick auf eine Hörsystemversorgung lassen sich drei Typen einseitiger Schwerhörigkeiten (jeweils bei Normalhörigkeit der Gegenseite) unterscheiden:

- Typ A: Einseitige SES 30 - 60 dB
- Typ B: Einseitige SES > 60 dB
- Typ C: Einseitige SLS (Atresie)

Vorgehen bei Typ A:

- Indikationsbereich: einseitige SES, HV 30 – 60 (70) dB
Eine Hörgeräteversorgung in einem leiseren Bereich als 30 dB ist i.R. nicht mehr effektiv. Bei Schwerhörigkeiten von 30-60 dB gelingt es i.R., das Hörvermögen auf der schlechteren Seite so weit anzuheben, sodass es bzgl. der Lautstärke in den Bereich des besser hörenden Ohres kommt und damit bei frühzeitiger Hörgeräteversorgung innerhalb der ersten 3 Lebensjahre das Erlernen eines binauralen Hörens möglich wird.
- Versorgung mit Luftleitungshörgerät (i.R. HdO)
- Anpassung und technische Überprüfung entsprechend o.g. Prinzipien bei der beidseitigen Versorgung (Absatz III-V). Bei der Überprüfung des Hörgewinns sind, wann immer möglich, auch Messungen unter Vertäubung einzubeziehen. Der Einsatz von Fragebogensystemen ist sehr zu empfehlen (s.u.). Ein Abschluss der Hörgeräteanpassung und eine Verordnung der Hörgeräte sollte nur bei ausreichender Akzeptanz der Hörgeräte durch Kind und Eltern sowie ausreichend langer Tragedauer (von Ausnahmefällen abgesehen: ganztägig) erfolgen.

⁴ Die Beratung sollte insbesondere die angestrebten Ziele aber auch die Grenzen einer Hörsystemversorgung bei einer einseitigen Schwerhörigkeit aufzeigen einschließlich der sehr begrenzten Möglichkeiten für einen Erfolgsnachweis. Auch sollten für eine Versorgungsentscheidung das soziale Umfeld und die Motivation der Bezugspersonen ausreichend berücksichtigt werden.

Vorgehen bei Typ B:

- Indikationsbereich: einseitige SES, HV > 60dB
- Versorgung:
 - Bei Schwerhörigkeiten > 60 dB gelingt es in der Regel nicht mehr, das Hörvermögen auf der schlechteren Seite so weit anzuheben, so dass es bzgl. der Lautstärke in den Bereich des besseren Ohres kommt und damit in den Gesamthörprozess einbezogen wird. So ist i.R. keine Wiederherstellung eines binauralen Hörens mehr zu erwarten, trotzdem kann in Einzelfällen ein Hörgeräteanpassversuch auch bei Hörverlusten von 70 – 80 dB noch sinnvoll sein und zu einer besseren akustischen Erreichbarkeit von der schlechter hörenden Seite führen.
 - ab Schulalter: schwerhörigenpädagogische Beratung der Klassenlehrer*in, Verbesserung der raumakustischen Bedingungen und Versorgung mit einer drahtlosen Übertragungsanlage / FM-Anlage⁵ (ggf. bereits in speziellen Kindergartensituationen)
 - CROS-Versorgung ist nur in speziellen Fällen bei differenzierter Mitarbeit des Kindes vertretbar, da in diffusen Störschallsituationen auch eine Verschlechterung des Sprachverständnisses regelhaft auftreten kann. Ein ausreichend reflektierter Geräteansatz ist von Seiten des Kindes i.R. frühestens ab dem Jugendlichenalter vorstellbar.
 - Die Chance auf Schaffung der Voraussetzungen für eine zumindest teilweise Wiederherstellung eines binauralen Hörens kann eine Cochlea-Implantat Versorgung darstellen. – Tierexperimentelle Forschungsergebnisse sprechen für ein sensibles Zeitfenster, in dem das Richtungsgehör erlernt werden kann. Derzeit wird ein Versorgungszeitpunkt vor Vollendung des 3. Lebensjahr empfohlen.

Vorgehen bei Typ C:

- Indikationsbereich: einseitige permanente Schalleitungsschwerhörigkeit (SLS) z.B. bei Gehörgangsatresie
- Versorgung:
 - Knochenleitungshörsystemversorgung: Eine Ankopplung kann erfolgen:

⁵Je nach Hörsituation und Persönlichkeit des Kindes können dabei persönliche FM-Anlagen (z.B. Ankopplung über Kopfhörer, Mini-Empfänger in offener Versorgung, Kleinlautsprecher auf dem Pult des Kindes) oder auch Schallfeldanlagen mit einem oder mehreren Lautsprechern in der Klasse, die für das Kind effektivste Lösung zur Verbesserung des Nutzstörschallverhältnisses darstellen.

- über einen Bügel oder ein Stirnband, über die ein ausreichender Anpressdruck des Knochenleitungshörers erzielt werden muss
 - über eine Klebeverbindung oder eine transkutane Magnetkopplung mit einer unter der Haut implantierten Metallplatte. Diese transkutanen Ankopplungen ermöglichen in der Regel nur einen sehr begrenzten maximalen Ausgangsschalldruck von 50-55 dB
 - ab dem Vorschulalter auch durch ein knochenverankertes Hörgerät: Fixierung z.B. mittels einer transkutanen Schraube bzw. bei ausreichender Knochendicke ab 5 Jahre die Versorgung mit einem teilimplantierbaren Knochenleitungshörsystem (z.B Bone Bridge®, Soundbridge®).
- Wenn noch ein Restgehörgang vorhanden ist, sollte auch der Versuch einer Luftleitungshörgeräteversorgung unternommen werden.
 - Bzgl. des Versorgungsalter s.o.. Erschwerend kommen bei der Knochenleitungsversorgung die Probleme der mechanischen Ankopplung hinzu, deshalb wird bei der einseitigen SLS ein Versorgungsbeginn zum Ende des 1 Lebensjahres empfohlen.

VIII. Kombination von Cochlea Implantat (CI) und Hörgerät (HG)

Übergang von einer beidseitigen Hörgeräteversorgung zu einer CI-Versorgung

Das Ziel einer jeden frühen apparativen Versorgung ist eine ausreichende Anregung der auditiven Verarbeitungsstrukturen in der besonders sensiblen Phase der Hörbahnreifung in den ersten Lebensmonaten. Dies beinhaltet auch, dass sobald deutlich wird, dass das Resthörvermögen selbst bei einer Versorgung mit hochverstärkenden Hörgeräten nicht ausreicht, um eine ausreichende Anregung der zentralen Verarbeitungsstrukturen sicherzustellen, die Indikation einer Cochlea-Implantat-Versorgung umgehend zu prüfen ist. Hierbei können folgende Eckwerte für eine Indikationsabwägung in den ersten Lebensmonaten hilfreich sein:

- Indikationsbereich: Hörverlust beidseits bei 250 und 500 Hz > 60dB, ab 1kHz > 90dB
- Kein ausreichender Gewinn mit hochverstärkenden Hörgeräten (Verstärkung bei 500Hz > 50dB und 2000Hz > 60dB sowie 4000Hz möglichst auch > 60dB, jeweils verifiziert durch RECD-Messung):
 - Keine Hörreaktionen (audiometrisch und anamnestisch durch Eltern und Frühförderung), sowie keine Hörsystem-Akzeptanz,
 - oder nur geringe Reaktionen (VRA- Aufblähkurven-Schwelle) > 50 dB bei 1000 - 4000Hz, trotz mindestens 3 monatiger Tragezeit > 5 Std./Tag

→ dann ggf. auch Abkürzen der Hörgeräteausprobe → CI-Abklärung → ggf. Versorgung bereits innerhalb des 2. Lebenshalbjahres

- bei allen hochgradig oder an Taubheit grenzenden schwerhörigen Kleinkindern, die nach dem Neugeborenenhörscreening innerhalb der ersten 6 Lebensmonate hörgeräteversorgt wurden, muss spätestens zum Ende des 1. Lebensjahres eine Bilanz der bisherigen Hör- und Kommunikationsentwicklung erfolgen. Bei einem ungenügenden Hörgewinn durch das Hörgerät (trotz kontinuierlicher Optimierung) muss die Indikation einer Cochlea-Implant-Versorgung geprüft werden.
- Bei älteren Kindern mit einer progredienten Schwerhörigkeiten können eine Verschlechterung der sprachaudiometrischen Ergebnisse mit optimierten Hörsystemen (mit einem Einsilberversändnis < 50%) eine CI-Indikation unterstützen.
- Z.n. Meningitis mit V.a. beginnende Obliteration der Cochlea ergibt sich die Indikation zu einer sofortigen Cochlea-Implantat-Versorgung. Es sollte deshalb jedes Kind nach einer Meningitis engmaschig audiometrisch kontrolliert werden, zumindest 1, 2, 6 und 12 Monate nach dem ersten Hörtest, der so früh wie möglich nach Beginn der Meningitis erfolgt sein soll. Wenn sich ein Hörverlust entwickelt, muss umgehend ein MRT der Cochlea erfolgen.

Bimodale Versorgung mit CI auf der einen und Hörgerät auf der anderen Seite:

Vielfältige Erfahrungen der letzten Jahre zeigen, dass in einer Reihe von Fällen trotz einer einseitigen CI-Versorgung eine Versorgung der Gegenseite mit einem Hörgerät sinnvoll sein kann. Vielfach ergänzt sich für den Patienten dabei das mehr tiefenbetonte Hören über das Hörgerät und die bessere Höhenübertragung durch das CI zu einem volleren Klangbild.

Günstige Voraussetzungen für eine erfolgreiche bimodale Versorgung:

- Ausreichendes Restgehör auf der nicht CI-versorgten Seite, so dass mit dem Hörgerät allein noch ein Einsilberversuchen im Sprachaudiogramm erzielt werden kann und in Kombination von CI und Hörgerät es zu keiner Verschlechterung des Gesamtsprachverstehens kommt.
- Hörgeräteeinstellung so, dass mit dem Hörgerät primär der Tieftonbereich bis 1000 Hz und mit dem CI der Hochtonbereich oberhalb 1000 Hz übertragen wird. Darüber hinaus sollte mit dem HG ein Lautheitseindruck vergleichbar zum CI angestrebt werden (Balancing). Hierzu eignen sich besonders Verfahren der Hörfeldskalierung. – Hörsysteme, die einen direkten Datenaustausch mit dem CI ermöglichen, erlauben zusätzlich die ansonsten sehr unterschiedlichen Regelzeiten der Kompressionssysteme des Hörsystems und des Cochlea Implants aneinander anzugleichen. Bei jungen Kindern,

bei denen ein Balancing durch eine Hörfeldskalierung noch nicht möglich ist, sollte die Hörgeräteversorgung auf der Gegenseite des CI fortgesetzt werden:

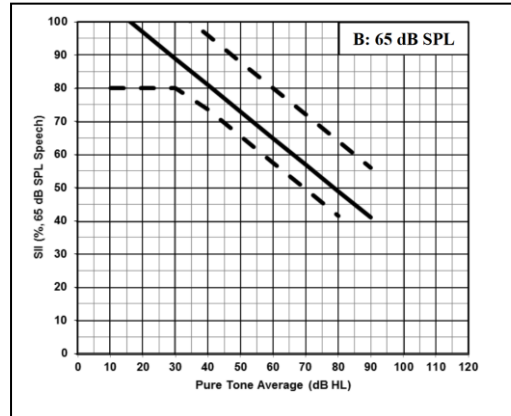
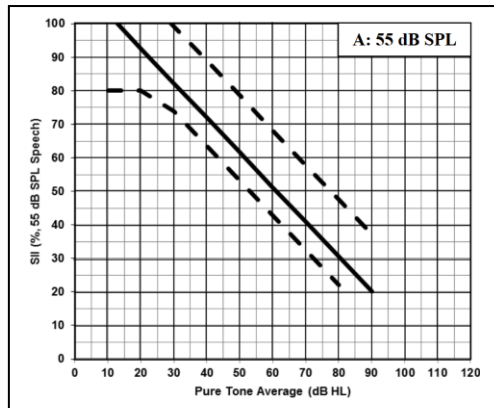
- wenn schon eine Akzeptanz der Hörgeräte vor der Cochleaplantation vorhanden war und
- wenn bei optimaler Hörgeräte-Einstellung (s.o. RECD-Messung und SPLogramm) die Akzeptanz für das Hörgerät auch in Verbindung mit dem CI erhalten bleibt.

IX. Überlegungen zu einer einrichtungsübergreifenden Qualitätssicherung

Auswertungen des National Centre for Audiology der University of Western Ontario haben gezeigt, dass die Qualität der Hörgeräteanpassung ohne eine einrichtungsübergreifende Qualitätssicherung mit verbindlichen und aus den vorhandenen Daten einfach erlebbaren Qualitätsparametern einer großen Streuung unterliegt. Das in Kanada eingeführte System zur Qualitätssicherung knüpft an das oben ausführlich beschriebene Verifikationsverfahren zur Messung der durch das Hörsystem erzielten Hörbarkeit von Sprache an. Eine quantitative Beschreibung der erzielten Hörbarkeit ist durch den Sprachverständlichkeit Index (SII) möglich. Er lässt sich aus dem Ergebnis der Perzentilenmessung/SPLogramm berechnen und wird von vielen In-situ-Meßsystemen bereits eingangsschalldruckabhängig angezeigt. Da der erzielbare Sprachverständlichkeitsindex abhängig ist vom Ausmaß der Hörstörung, ist es sinnvoll, dass die Zielwerte für den SII in Abhängigkeit von der Hörschwelle vorgeben werden (siehe Diagramm der Normwerte für Kinder von 0-6 Jahren für die Eingangsschalldruckpegel von 55dB und 65 dB). Für die Verwendung der Diagramme werden benötigt:

- Hörgeräteanpassung nach DSL 5 mit Abweichungen weniger als 5 dB von den Zielwerten
- Berechnung des mittleren Hörverlustes auf der Basis von 500 Hz, 1000 Hz und 2000 Hz
- Tabelle für den Eingangsschalldruck von 55 dB: Eintragen des Sprachverständlichkeitsindex für Sprache von 55 dB in Abhängigkeit vom mittleren Hörverlust
- Tabelle für den Eingangsschalldruck von 65 dB: Eintragen des Sprachverständlichkeitsindex für Sprache von 65 dB in Abhängigkeit vom mittleren Hörverlust

Werte für den SII, die in beiden Tabellen jeweils zwischen den beiden gestrichelten Linien liegen, erfüllen das geforderte elektro-akustische Qualitätskriterium. – Mit dem skizzierten Verfahren wäre ein internes und externes Qualitätsmanagement kindlicher Hörgeräteanpassungen und ein einrichtungsübergreifendes Benchmarking möglich aber auch die Festlegung eines elektro-akustischen Mindeststandards für eine Hörgeräteanpassung vor der Entscheidung über eine CI-Versorgung.



Normwerte für den Sprachverständlichkeitsindex mit einem Hörsystem für ein Sprachsignal von 55 dB und von 65 dB im Bezug zum mittleren Hörverlust: Die durchgezogene Linie bezeichnet den mittleren Sprachverständlichkeitsindex für hörgeräteversorgt Kinder im Alter von 0-6 Jahren. Die unterbrochenen Linien bezeichnen das Konfidenzintervall um den Mittelwert von einer Standardabweichung nach oben bzw. nach unten.

https://www.dslio.com/wp-content/uploads/2016/10/Aided-SII-Normative-Values_App-A.pdf

Rückfragen an:

Dr. Thomas Wiesner

Abteilung für Phoniatrie und Pädaudiologie, Werner-Otto-Institut gGmbH,

Bodenschwinghstr. 23, 22337 Hamburg, Tel: (040) 5077-3116; Fax: (040) 5077-3191;

Email: twiesner@werner-otto-institut.de

ANHANG

1. Mindestausstattungs-Voraussetzungen im Hinblick auf die Hörsystemanpassung und Überprüfung, auch in Kooperationen zwischen der medizinisch/audiologischen Einrichtung und dem/r Pädakustiker*in

Raumgröße >10 m², kein Durchgangszimmer

Störschall < 40 dB

Kindgerechte Sicherheitsvorkehrungen

Kindgerechte Ausstattung/Möblierung

Audiometer mindestens der Klasse II [Norm IEC 645(4)]

Unterschiedliche Signalarten: mindestens: Wobbel, SB-Rauschen, gefilterte kindgerechte Geräusche

Möglichkeit einer Hochfrequenz-Audiometrie wünschenswert

Freifeld-Lautstärke: 100dB (Minimum 90 dB_{SPL})

Mindestens 3 Lautsprecher im Freifeld, Möglichkeit zur Präsentation von Sprache im Störgeräusch

Impedanz-Messgerät, incl. Stapediusreflexe

In-situ-Messplatz, RECD-Messmöglichkeit, Messbox mit SPLogram-Darstellung und/oder Perzentilanalyse der Übertragung des mittleren Langzeit Sprachspektrums, mind. DSL v.5 und NAL-NL2 in Originalimplementierung

Skalierungsverfahren

Pädagogisches Spielzeug und Bildmaterial

Kinder-Sprachaudiometrietests mit + ohne Bildmaterial (z.B. Mainzer, Göttinger, OLKI, OLKISA, AAST, MATCH , Freiburger)

BERA, frequenzspezifische BERA

Gerät zur Messung der Dichtigkeit von Otoplastiken:

Otoakustische Emissionen (DPOAE und TEOAE)

Ausstattung zur visuell konditionierten Ablenkaudiometrie. („Kindertisch“)

Spielaudiometrieausstattung

Binokulares Ohrmikroskop

2. LING-Test

Der 6-Laute-Test (Ling-Test) ist ein praktisches Verfahren, zur orientierenden und schnellen Überprüfung der Hörerätfunktion. Die Laute [m], [u], [a], [i], [sch] und [s] decken den Frequenzbereich aller Phoneme gut ab. Diese 6 Laute werden in das Hörgerä-

temikrofon gesprochen während man das Hörgerät selbst über ein Stethoclip abhört. Dabei sollten alle 6 Laute gut erkennbar und unverzerrt übertragen werden. Weiterhin können die 6 Laute dem Kind mit dem Hörgerät vorgesprochen werden, dann lässt sich feststellen,

- welche dieser Laute das Kind hören kann (Prüfreaktion z.B.: Das Kind klatscht mit den Händen)
- welche dieser Laute es unterscheiden kann (Prüfreaktion z.B.: Das Kind kann den Laut wiederholen).

3. Fragebogen zur HG-Anpassung bei Kindern - Modul 1 (Entwicklungsalter 0-2 Jahre, bzw. Kinder, die noch nicht selbst sprechen):

4. http://www.unimedizin-mainz.de/typo3temp/secure_downloads/27121/0/8a01f2dc6bf564aa20d29ee65597fddea4ffe3a3/UMZ_HN_FB_Komm_Beobachtungsfragebogen_Kinder_20150614.pdf

5. Fragebogen zur HG-Anpassung bei Kindern - Modul 2 - Teil 1 und Teil 2 (Entwicklungsalter 3-5 Jahre)

http://www.unimedizin-mainz.de/typo3temp/secure_downloads/27121/0/8a01f2dc6bf564aa20d29ee65597fddea4ffe3a3/UMZ_HN_FB_Komm_Eltern-Fragebogen_HoergeraeteverSORgung_Teil_1_20150614.pdfhttp://www.unimedizin-mainz.de/typo3temp/secure_downloads/27121/0/4148a55d324e464ee6f34ee166e8031c84ee296b/Frageb_english_Mod2.pdf

5. Fragebogen zur HG-Anpassung bei Kindern im Schulalter – Modul3

https://www.ph-heidelberg.de/fileadmin/isp-abteilungen/isp-abt-hoergesch/template/Modul_3_E_HAK_mit_ohne_FM.pdf

6. Interdisziplinäres Dokumentationssystem

Ein Vorschlag für ein interdisziplinäres Dokumentationssystem „das Hörbuch“ wurde in Hamburg interdisziplinär erarbeitet: <http://www.werner-otto-institut.de/>

7. Literatur zu Auswirkungen geringgradiger Hörstörungen bei Kindern

Bess FH (1985) The minimally hearing-impaired child. *Ear Hear.* 6, 43-47

Bess FH (1999) School-aged children with minimal sensorineural hearing loss. *Hear J* , 52, 10-16

Bess FH, Dodd-Murphy J, Parker, RA (1998) Children with minimal sensorineural hearing loss: prevalence, educational performance and functional status. *Ear Hear*, 19, 339-354

Browning JM, Buss E, Flaherty M, Vallier T, Leibold LJ, (2019) Effects of Adaptive Hearing Aid Directionality and Noise Reduction on Masked Speech Recognition for Children Who Are Hard of Hearing, *Am J Audiol.* 2019 Mar 15;28(1):101-113

Burgener GW, Mouw JT (1982) Minimal hearing loss´ effect on academic/intellectual performance of children Study one. *Hear Instr* 33, 7-8, 17.

Burgener GW, Mouw JT (1982) Minimal hearing loss´ effect on academic/intellectual performance of children Study two. *Hear Instr* 33, 14- 16.

Crandell CC (1993) Speech recognition in noise by children with minimal degrees of sensorineural hearing loss. *Ear Hear.* 14, 210-216

Davis JM, Efenbein J, Schum, R, Bentler RA (1986) Effects of mild and moderate hearing impairments on language, educational and psychosocial behaviour of children. *J Speech Hear Disord* 51: 53-62

Kaderavek JN & Pakulski LA (2002) Minimal hearing loss is not minimal. *Teaching Exceptional Children* 34: 14-18

Kiese-Himmel C & Ohlwein S (2003) Characteristics of children with mild hearing impairment. *Folia Phoniatri et Logopaedica* 55: 70-79.

Kral A, Hubka P, Heid S, Tillein J. (2013) Single-sided deafness leads to unilateral aural preference within an early sensitive period, *Brain.* 2013 Jan;136(Pt 1):180-93

Merkus, P., et al. (2010). "Dutch Cochlear Implant Group (CI-ON): Consensus Protocol on Postmeningitis Hearing Evaluation and Treatment." *Otology & Neurotology* 31(31): 1281-1286.

Nozza RJ (1997) The effects of mild hearing loss on infant auditory function. In: Rossetti LM & Kile JE: Early intervention for special populations of infants and toddlers. San Diego, London: Singular Publishing Group, p. 77-90.

Roush R & Jones C Finding the right fit: Pediatric hearing aid coupling options for children *Pediatric Focus* 2, May 2018

Ramkalawan TW & Davis AC (1992) The effects of hearing loss and age of intervention on some language metrics in young hearing-impaired children. *Br J Audiol* 26: 97-107

Schmitt N Winkler A Boretzki M Holube I A Phoneme Perception Test Method for High-Frequency Hearing Aid Fitting. *J Am Acad Audiol*. 2016 May;27(5):367-79. doi: 10.3766/jaaa.15037.

Snik A, auditory implants Where do we stand at present? <http://www.snikimplants.nl>

Wiesner T Uttenweiler V (2018) Kapitel 17 Hörgeräteversorgung bei Kindern, in Götte K Nicolai T Pädiatrische HNO-Heilkunde 2nd Edition, Elsevier: 135-150

Wolfe J, Duke M, Schafer E, Jones C, Rakita L, (2017) Evaluation of Adaptive Noise Management Technologies for School-Age Children with Hearing Loss, *J Am Acad Audiol*. 2017 May;28(5):415-435

Young C & McConell F (1957) Retardation of vocabulary development in hard of hearing children. *Except Child* 23: 368-370

8. Literatur zur Anpassung von Hörsystemen mit Frequenzerniedrigungsverfahren:

Auriemmo, J., Kuk, F., Lau, C., Marshall, S., Thiele, N., Pikora, M., et al. (2009). Effect of linear frequency transposition on speech recognition and production of school-age children. *Journal of the American Academy of Audiology*, 20(5), 289-305.

Scollie, S., Glista, G.O, Bagatto, M., Moodie, S. (2011) Frequency-Lowering Hearing Aids Protocol Addendum and Support Document, Ontario Infant Hearing Program, April, 2011; http://www.unimedizin-mainz.de/fileadmin/kliniken/kommunikation/Dokumente/Protokoll_Hoergeraeteanpassung_mit_Frequenzniedrigungsverfahren.pdf

Glista, D., and Scollie, S. (November, 2009). Modified verification approaches for frequency lowering devices. Audiology Online. Retrieved from http://www.audiologyonline.com/articles/article_detail.asp?article_id=2301

Glista, D., Scollie, S., Bagatto, M., Seewald, R., Parsa, V., & Johnson, A. (2009). Evaluation of nonlinear frequency compression: Clinical outcomes. International Journal of Audiology, 48(9), 632-644.

Stelmachowicz, P. G., Pittman, A. L., Hoover, B. M., Lewis, D. E., & Moeller, M. P. (2004). The importance of high-frequency audibility in the speech and language development of children with hearing loss. Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery, 130(5), 556-562.

Wolfe, J., John, A., Schafer, E., Nyffeler, M., Boretzki, M., & Caraway, T. (2010). Evaluation of non-linear frequency compression for school-age children with moderate to moderately-severe hearing loss. Journal of the American Academy of Audiology, 21(10), 618-628.

8. Abkürzungen

AŞE®	Auditory Speech Sound Evaluation (Otoconsult)
AG-ERA	Arbeitsgemeinschaft- ERA der deutschen HNO-Gesellschaft
AAST	Adaptiver Auditiver Sprach Test (F.Coninx, IfAP/Solingen)
BERA	Brainstem Evoked Response Audiometry
CROS	Contralateral Routing of Signals
DSL	Desired Sensation Level
DPOAE	Distorsionsprodukt Otoakustischer Emissionen
ERA	Evoked Response Audiometry
EUHA	Europäische Union der Hörakustiker e.V.
HL	Hearing Loss
In-situ	In-situ-Messung (Sondenmikrofonmessung)
ISTS	International Speech Test Signal (Internationales Sprachtestsignal)

LTASS	Longterm Average Speech Signal
MATCH	Mainzer Audiometric Test for Children
MPO	Maximum Power Output (maximaler Ausgangsschalldruck)
OLKI	Oldenburger Kinder Reimtest
OLKISA	Oldenburger Kinder Satztest
RECD	Real Ear to Coupler Difference
S II	Sprachverständlichkeitsindex
SES	Schallempfindungsschwerhörigkeit
SLS	Schalleitungsschwerhörigkeit
SNR	Signal to Noise Ratio (Signalrauschabstand)
SPL	Sound Pressure Level
TEOAE	Transitorisch evozierte Otoakustische Emissionen
UWO	University of Western Ontario
VRA	Visual Reinforcement Audiometry (visuell konditionierte Ablenkaudiometrie)