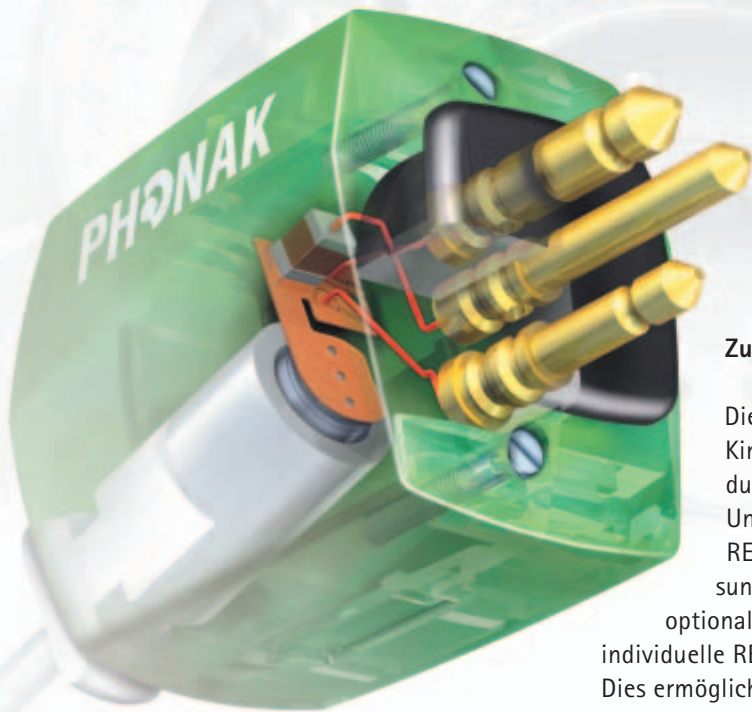


RECDdirect für Supero™



Zusammenfassung

Die akustischen Verhältnisse im Gehörgang von Kindern, aber auch von Erwachsenen, variieren stark durch die Form und Größe des Gehörganges. Diese Unterschiede können bei Hörgeräteanpassungen mit RECD-Standardwerten die Genauigkeit der Anpassung beeinträchtigen. Mit RECDdirect hat Phonak ein optionales Anpasswerkzeug für Supero entwickelt, welches individuelle RECD-Daten einfach, schnell und zuverlässig misst. Dies ermöglicht eine genauere Anpassung in einem Schritt mit minimaler, aktiver Kooperation des Kunden. Die RECDdirect Messung ist in die Anpasssoftware integriert. Eine akustisch optimale Anpassung ist dadurch einfach, schnell und mit geringem Geräteaufwand möglich.



+



+



+



=



PHONAK

hearing systems

Kein Gehörgang ist gleich

Sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen kann der Gehörgang erheblich variieren. Die Größe und die Form des Gehörganges beeinflussen den Schallpegel am Trommelfell, der durch ein Hörgerät erzeugt wird. Je kleiner der Gehörgang und damit das Restvolumen, umso größer wird der Pegel am Trommelfell. Dadurch kann die im 2-cm³-Kuppler gemessene Übertragungskurve eines Hörgerätes deutlich vom tatsächlichen Schallpegel am Trommelfell abweichen. Eine optimale Hörgeräteversorgung sollte daher die individuellen akustischen Eigenschaften des Gehörgangs berücksichtigen.

Was ist eine RECD-Messung und warum ist diese so wichtig?

Eine RECD (Real-Ear-To-Coupler Difference)-Messung bestimmt die Differenz zwischen der Übertragungskurve des Hörsystems im Kuppler und der Übertragungskurve des Hörsystems vor dem Trommelfell mit eingesetztem Hörgerät bzw. Ohrpassstück.

Mit der individuell gemessenen RECD kann einerseits die jeweilige Gehörgangscharakteristik bereits in die Vorberechnung der Hörgeräte einfließen und so den Aufwand von Feinadjustierungen verringern. Andererseits kann die Hörgeräteeinstellung am Kuppler verändert und verifiziert werden, was besonders bei der Kinderanpassung wichtig ist. Damit wird das Risiko reduziert, dass das Hörsystem zu viel oder zu wenig verstärkt.

Für die Messung einer RECD benötigt man eine spezielle Ausstattung (2-cm³-Kuppler, Einsteckhörer oder Hörgerät, In-Situ Messausrüstung) und eine zusätzliche RECD-Software. Um die gemessene RECD dann für die Vorberechnung zu nutzen, wird eine Importmöglichkeit in die Anpasssoftware oder eine manuelle Eingabemöglichkeit benötigt.

Zur Messung der RECD sind zwei Schritte notwendig. Zunächst wird die Übertragungsfunktion des Einsteckhörers oder des Hörgerätes als Referenzschallquelle im 2-cm³-Kuppler gemessen. Anschließend wird die Übertragungsfunktion derselben Schallquelle vor dem Trommelfell des verschlossenen Ohres gemessen. Die Differenz dieser beiden Kurven ergibt die individuelle RECD (Abbildung 1).

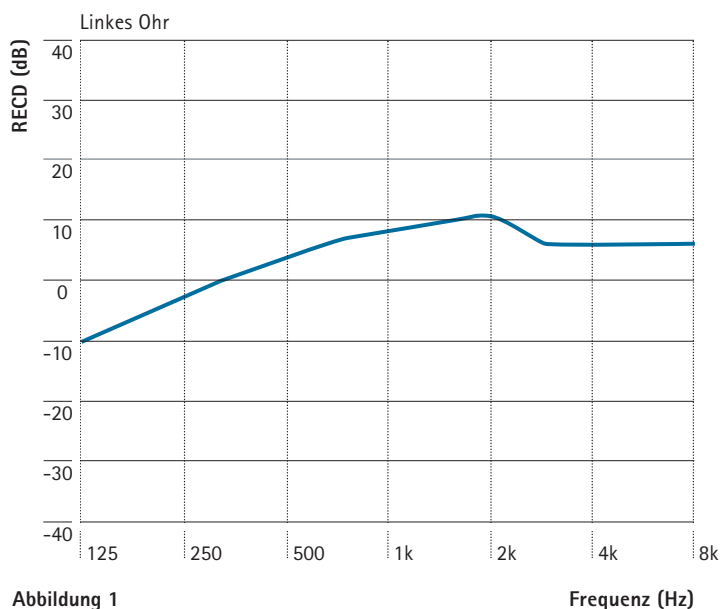


Abbildung 1

Individuell gemessene RECD eines Erwachsenen. Abweichungen über oder unter der 0 dB SPL Differenzlinie weisen auf höhere oder niedrigere Pegel am Ohr verglichen zum Kuppler hin.

In modernen Hörsystemen werden für die Vorberechnung der Verstärkung Durchschnittswerte der RECD verwendet. Diese Durchschnittswerte sind altersabhängig, da die Gehörgänge von Kindern viel kleiner als die von Erwachsenen sind, und sich entsprechend größere Abweichungen zur Kupplermessung ergeben.

Aber auch die individuellen RECDs von Erwachsenen können durch die Variation in Form und Größe des Gehörgangs von der durchschnittlichen RECD abweichen. Besonders groß ist dieser Effekt natürlich bei Kindern. Hier können die individuellen RECDs bei Kindern gleichen Alters erheblich variieren. Daher sind RECD-Messungen gerade bei Kindern für eine optimale Hörgeräteanpassung unentbehrlich.

Das Beispiel eines 8 Monate alten Kindes in Abbildung 2 zeigt, wie wichtig RECD-Messungen besonders in der Kinderanpassung sind. Der Unterschied zwischen der Kupplermessung und dem mit individueller RECD vorhergesagten Schallpegel am Trommelfell beträgt in diesem Beispiel bis zu 17 dB, mit einem maximalen Schallpegel von 147 dB statt der erwarteten 130 dB bei 2 kHz (Seewald, 1995).

In zahlreichen Studien wurde gezeigt, dass sich besonders im ersten Lebensjahr die akustischen Verhältnisse des Gehörganges des Kindes sehr stark verändern (z.B. Feigin et al., 1989; Keefe et al., 1993; Scollie et al., 1998; Westwood & Bamford, 1995). Wenn ein Kind wächst, so wächst auch die Länge und das Volumen des Gehörganges. Dies hat einen großen Einfluss auf das Restvolumen des verschlossenen Ohres. Dieses Volumen in Verbindung mit der Eingangsimpedanz des Mittelohres bestimmt die RECD. Bei Babys wird die RECD zusätzlich durch die Impedanz der Gehörgangswand beeinflusst. Die Variationen individuell gemessener RECDs für verschiedene Altersgruppen sind in Abbildung 3 illustriert. Mit zunehmendem Alter verringern sich die Streuungen allmählich. In einem Alter von ungefähr 5 Jahren nähert sich die durchschnittliche RECD der eines Erwachsenen an.

Ein weiterer Faktor, der die akustischen Verhältnisse im Gehörgang beeinflussen kann, sind Paukenröhrchen. Studien haben gezeigt, dass bei 24–35% der Kinder mit sensorineuralem Hörverlust auf Grund von Mittelohrentzündungen Paukenröhrchen eingesetzt werden (Das, 1990; Broockhouser, 1993).

Der Einfluss von Paukenröhrchen auf die RECD wurde von Martin et al. (1997) untersucht. Es wurden 16 Kinder im Alter von 4–7 Jahren mit Paukenröhrchen und als Kontrollgruppe 16 Kinder im gleichen Alter ohne Mittelohrbefund untersucht.

In Abbildung 4 zeigt sich deutlich, dass die mittlere RECD der mit Paukenröhrchen versorgten Kinder im Frequenzbereich unter 750 Hz ungefähr 10–15 dB geringer ist als bei Kindern mit normalem Mittelohrbefund. Das bedeutet, dass Kinder mit Paukenröhrchen bei einer Hörsystemanpassung deutlich mehr Verstärkung in den tiefen Frequenzen benötigen als Kinder ohne Röhrchen.

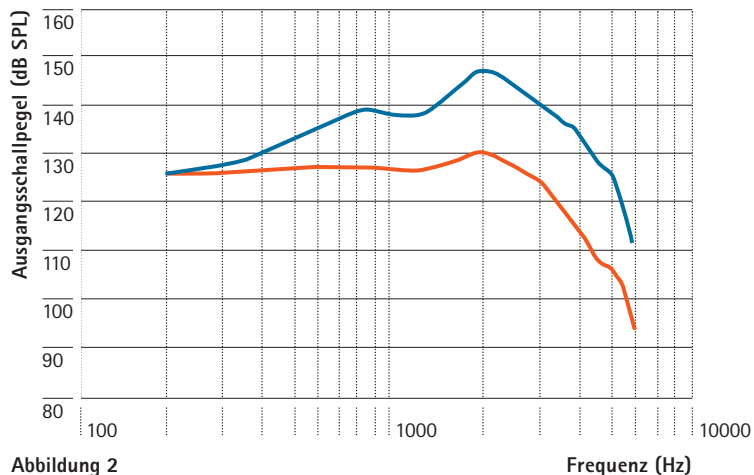
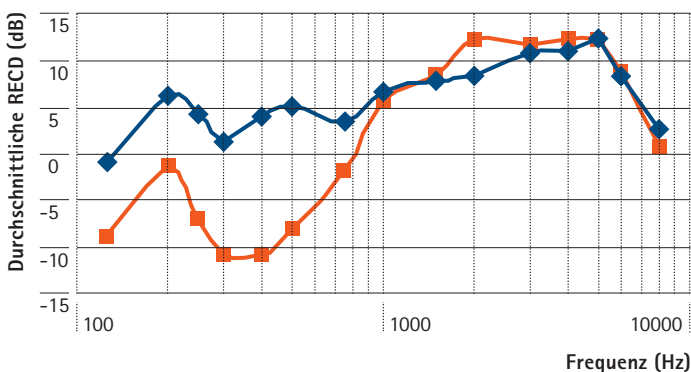


Abbildung 2
Die SSPL90-Kurve als Funktion der Frequenz für ein Hörgerät, das einem acht Monate alten Kind angepasst wurde, gemessen in einem HA-2-2-cm³-Kuppler (rote Kurve). Zudem ist der prognostizierte In-Situ-Sättigungsfrequenzgang (RESR) für das betreffende Hörgerät eingezeichnet (blaue Kurve).

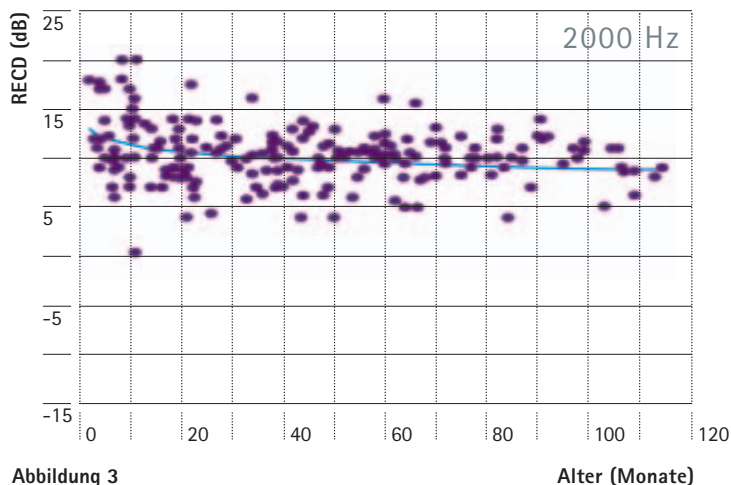


Abbildung 3
Individuell gemessene RECDs von Kindern im Alter von 1 bis 120 Monaten bei einer Frequenz von 2000 Hz (Bagatto et al., 2002). Mit zunehmendem Alter nimmt die Streuung ab.

Abbildung 4
Vergleich der gemittelten RECDs von Kindern mit Paukenröhrchen (rote Kurve) und Kindern ohne Röhrchen (blaue Kurve). (Martin et al., 1997)

◆ Kontrollgruppe ohne Röhrchen
■ Kontrollgruppe mit Röhrchen



Abbildung 5
RECDdirect Messanordnung

Auch dieses Beispiel unterstreicht die Notwendigkeit einer individuell gemessenen RECD, um den akustischen Verhältnissen im Gehörgang Rechnung zu tragen.

Trotz dieser Erfahrungen werden in der heutigen Praxis nur selten routinemässige RECD-Messungen durchgeführt. Ursache hierfür ist zum einen die aufwändige Messung, zum anderen die Notwendigkeit von zusätzlichen Messgeräten und entsprechender Software.

Deshalb hat Phonak für das Supero Hörsystem das Anpasswerkzeug RECDdirect entwickelt. Ziel dabei war, die Messung erheblich zu vereinfachen, d.h. in einem Schritt durchführbar zu machen, und gleichzeitig die Messdauer sowie die Notwendigkeit zusätzlicher Ausrüstung auf ein Minimum zu reduzieren.

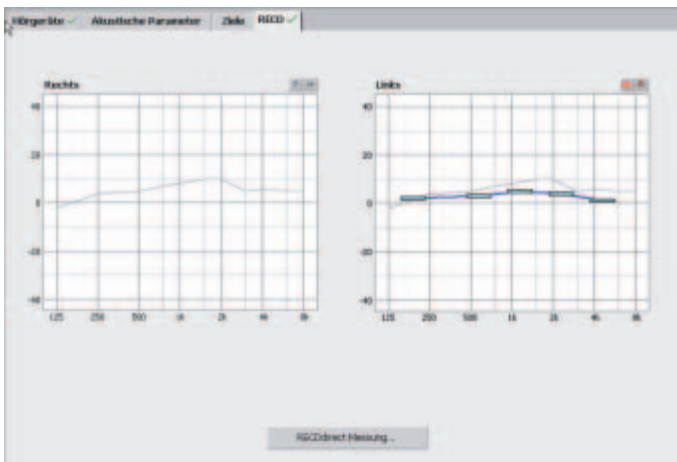


Abbildung 6
Darstellung der RECD-Messung für das linke Ohr in der PFG-Anpasssoftware.

- Individuell gemessene RECDdirect eines Erwachsenen
- Durchschnittliche RECD eines Erwachsenen

RECDdirect – das neue Anpasswerkzeug für Supero

RECDdirect ist eine einfache und sehr schnelle Messprozedur zur Bestimmung der individuellen RECD für das Supero Hörsystem. Man benötigt lediglich das RECDdirect Modul und einen Sondenschlauch (Abbildung 5). Darüber hinaus ist kein weiteres Testequipment notwendig, was die Durchführung erheblich vereinfacht und für mehr Anwender zugänglich macht. Die RECDdirect Messung ist in die Anpasssoftware integriert und kann so während des Anpassvorgangs durchgeführt werden. Für die Messung der RECD wird das mit Supero verbundene Ohrpassstück zusammen mit dem Sondenschlauch in den Gehörgang eingesetzt. Die Messung wird über die Anpasssoftware gestartet und nach einer durchschnittlichen Messdauer von 5 Sekunden auf dem Bildschirm sichtbar. Abbildung 6 zeigt die Darstellung der RECD-Messung in der Anpasssoftware.

Durch die Integration in die Software werden die gemessenen RECD-Werte direkt für die Vorberechnung verwendet. Das Supero Hörsystem selbst dient als Schallquelle für die Messung und erzeugt ein Breitbandrauschen von 70–75 dB SPL. Ein Einsteckhörer wird dadurch überflüssig. Die Erzeugung des Testsignals ist unabhängig vom Hörverlust, aber abhängig vom Alter. Das ist besonders wichtig bei kleinen Kindern, denn durch die kleineren Gehörgänge muss weniger Schallleistung erzeugt werden, um im Ohr 70–75 dB SPL zu erreichen. So wird sichergestellt, dass das Testsignal nie zu laut werden kann. Da die Kupplerwerte des Supero bekannt sind, entfällt die sonst erforderliche Kupplermessung für den Anwender. Der nötige Aufwand für die Bestimmung der individuellen RECD wird dadurch erheblich reduziert.

Validierung von RECDdirect

Präskriptive Anpassformeln zur Vorberechnung wie z.B. DSL oder NAL geben in Abhängigkeit vom Hörverlust eine bestimmte Zielverstärkung vor. Wird keine individuelle RECD gemessen, so wird dabei von altersabhängigen Durchschnittskurven für die RECD ausgegangen. Je nach individueller Abweichung zur Durchschnittskurve kann es daher zu mehr oder weniger starken Abweichungen von der gewünschten Zielverstärkung kommen. Die Zielverstärkung, die dem Ausgleich des Hörverlustes dient, wird so durch die individuellen akustischen Gegebenheiten des Gehörgangs überlagert.

Eine umfangreiche Studie untersuchte, inwieweit diese Abweichungen von der gewünschten Zielverstärkung durch RECDdirect verringert werden. Als Anpassziel wurde DSL[i/o] (Cornelisse et al., 1995) gewählt. Die Verstärkungs-Vorberechnung von Supero wurde unter Berücksichtigung der alters-

abhängigen RECD-Durchschnittskurve sowie mit RECDdirect durchgeführt. Die Kontrolle der Zielverstärkung erfolgte jeweils durch Messung der Insertion Gain. Die Abweichungen zur gewünschten DSL-Zielkurve sind in Abbildung 7 dargestellt.

Es ist deutlich zu sehen, dass mit der RECDdirect Messung geringere Abweichungen von der Zielverstärkung erreicht werden, welches eine genauere Anpassung bedeutet. Auffallend ist aber ebenso, dass diese Werte auch viel weniger streuen. Das bedeutet, dass jede einzelne Anpassung mit RECDdirect eine genauere Anpassung ermöglicht, als unter Verwendung der durchschnittlichen RECD.

Neben den Vorteilen durch einfache Verfügbarkeit, einfache Handhabbarkeit, geringen Messaufwand und geringe Messzeit, ergibt sich ein weiterer entscheidender Vorteil. Durch die Verwendung des individuellen Ohrpasstückes während der RECDdirect Messung wird die im Alltag vorliegende akustische Ankopplung optimal berücksichtigt.

Da die gemessene RECD nicht unabhängig vom Messsystem ist (Munro & Salisbury, 2002), wird die Genauigkeit der Messung erhöht, wenn der gleiche Hörer und das gleiche Ohrpasstück für die Messung und die akustische Übertragung an das Ohr verwendet werden.

Mittlere Abweichungen zur DSL-Zielverstärkungskurve

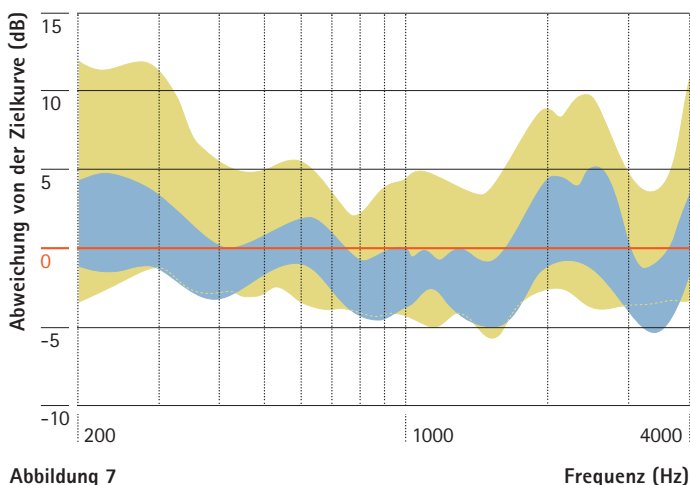


Abbildung 7

Supero Anpassungen mit und ohne RECDdirect. Die Abbildung zeigt die gemessene Abweichung von der DSL-Zielkurve (rote Linie), wenn die altersspezifische durchschnittliche RECD (grün) bzw. die RECDdirect Messung (blau) in die Vorberechnung eingeht. Mit RECDdirect ist die Anpassung an die Zielkurve genauer und die Streuungen sind deutlich geringer als bei der durchschnittlichen RECD.

- Abweichung von der Zielkurve unter Nutzung der Durchschnittsdaten
- Abweichung von der Zielkurve unter Nutzung der RECDdirect Daten

Einfluss verschiedener Sondenschlauchpositionierungen auf die Messgenauigkeit

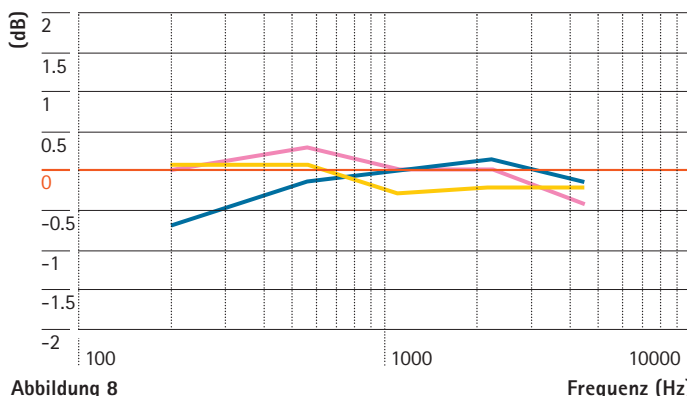


Abbildung 8

Effekt verschiedener Sondenschlauch-Positionierungen. Dargestellt ist die mittlere Abweichung zur Referenzmessung (Schlauchende 5 mm hinter Zapfenende des Ohrpasstückes).

- 2 mm
- 7 mm
- retest 5 mm
- 5 mm (Referenz)

Effekt der Sondenschlauch-Positionierung

Die exakte Position des Sondenschlauches im Gehörgang ist nicht kritisch für die RECDdirect Messung. Abbildung 8 zeigt den Effekt verschiedener Sondenschlauch-Positionierungen auf die RECDdirect Messung.

Dazu wurden verschiedene Sondenschlauchplatzierungen vorgenommen und jeweils die RECDdirect Messung durchgeführt. Die Referenz-Position des Sondenschlauches wurde so gewählt, dass das Schlauchende 5 mm über die Spitze des Gehörgangszapfen des Ohrpasstückes hinaus im Gehörgang lag. Zum Vergleich wurden Messungen mit 2 mm, 7 mm, sowie Wiederholungsmessungen mit 5 mm durchgeführt. In Abbildung 8 ist die Abweichung von der 5 mm Referenzmessung (0 dB Linie) zu sehen. Mit einer Abweichung von maximal 1 dB ist kein signifikanter Einfluss der Schlauchposition auf die RECDdirect Messung zu erkennen.

Für eine einfache Handhabbarkeit ist die Test/Retest Genauigkeit, also die Abweichung zwischen aufeinanderfolgenden Messungen am selben Ohr entscheidend. Wird die Ohrpasstück- und Sondenschlauch-Positionierung zwischen den einzelnen Messungen nicht verändert, erreicht man eine Abweichung von lediglich 0.5 dB. Verändert man dagegen die Ohrpasstück- und Sondenschlauch-Positionierung zwischen den einzelnen Messungen, d.h. Ohrpasstück und Sondenschlauch werden aus dem Ohr herausgenommen und erneut eingesetzt, kann eine Abweichung von 1 dB zur vorhergehenden Messung entstehen. Die Test/Retest Genauigkeit ist somit sehr hoch.

Zusammenfassung (siehe Titelseite)

Bibliographie

M.P. Bagatto, S.D. Scollie, K.S. Moodie, R.C. Seewald, B.M. Hoover (2002). Development Of Real-Ear-To-Coupler Difference Predictions as a Function of Age for Two Coupling Procedures. *Journal of the American Academy of Audiology*, 13(8): 407-415

P.E. Brookhouser, D.W. Worthington, J.K. William (1993). Middle ear disease in children with sensorineural hearing loss. *Laryngoscope*, 103: 371-8

L.E. Cornelisse, R.C. Seewald, D.G. Jamieson (1995). The input/output (i/o) formula: A theoretical approach to the fitting of personal amplification devices. *Journal of the Acoustical Society of America*, 97(3): 1854-64

V.K. Das (1990). Prevalence of otitis media with effusion in children with bilateral sensorineural hearing loss. *Archives of Disease in Childhood*, 65: 757-9

H. Dillon (2001). *Hearing Aids*. New York: Thieme

J. Feigin, J. Kopun, P. Stelmachowicz, M. Gorga (1989). Probe-tube microphone measures of ear-canal sound pressure levels in infants and children. *Ear & Hearing*, 10(4): 254-258

D. Keefe, J. Bulen, K. Arehart, E.M. Burns (1993). Ear-canal impedance and reflection coefficient in human infants and adults. *Journal of the American Academy of Audiology*, 94(5): 2617-2638

K.J. Munro and V.A. Salisbury (2002). Is the real-ear to coupler difference independent of the measurement earphone? *International Journal of Audiology*, 41: 408-413

H.C. Martin, K.J. Munro, D.H. Langer (1997). Real Ear to coupler differences in children with grommets. *British Journal of Audiology*, 31: 63-69

S. Scollie, R. Seewald, L. Jenstad (1998). DSL questions & answers: Age-appropriate norms for RECDs with earmolds. *DSL Newsletter*, 3(1): 2

R.C. Seewald (1995). Die DSL-Methode zur Anpassung von Hörgeräten bei Kleinkindern und Kindern. *Phonak Focus* No. 20

G. Westwood and J. Bamford (1995). Probe-tube microphone measures with very young infants: real ear to coupler differences and longitudinal changes in real ear unaided response. *Ear & Hearing*, 16(3): 263-273

