

Anpassung und Verifizierung bei Hörsystemen mit SoundRecover

Einführung

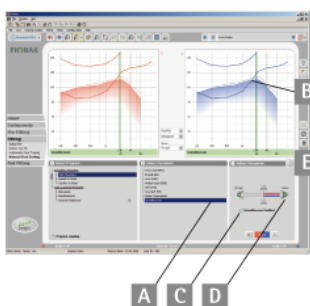
Herkömmliche Hörsystemtechnologie kann die Hörbarkeit von hohen Frequenzen aufgrund von Verstärkungs- und/oder Rückkopplungseinschränkungen begrenzen. In einigen Fällen kann die eingeschränkte Hörbarkeit der hohen Frequenzen den Nutzen oder die Performance der Hörsystemanpassung beeinträchtigen.

Die effektive Hörsystemanpassung für Kinder mit Hörminderung auf den hohen Frequenzen ist wichtig, weil die Kinder Sprech- und Sprachfertigkeiten entwickeln müssen. Kürzliche Studien deuten darauf hin, dass Kinder mit Hörminderung erst deutlich später Reibungslaute bilden (Moeller, Hoover, Putman, et al., 2007; Stelmachowicz, Pittman, Hoover, et al., 2004). Diese Verzögerung kann durch eine schlechtere Hörbarkeit hochfrequenter Signale bei herkömmlichen Hörsystemen verursacht werden. Die geringste Spektralspitze von /s/, einem wichtigen Fone bei der Entwicklung von Sprechen und Sprache, liegt zwischen 2,9 kHz und 8,9 kHz (Boothroyd and Medwetsky, 1992). Die herkömmliche Verstärkung bietet möglicherweise keine aus-

reichende Hörbarkeit bei Konsonanten, wie /s/, /th/, /f/, /sch/ und /t/, bei einem Hochtondiagonalabfall.

Die mehrkanalige nichtlineare Frequenzkompressions-Technologie (SoundRecover) ist eine neue Strategie, mit der Hochfrequenzöne in Regionen mit einer größeren Hörbarkeit transferiert werden. Die digitale Signalverarbeitung wird zur separaten Regelung von SoundRecover in den niedrigeren bzw. höheren Frequenzbereichen verwendet. Der Niederfrequenzbereich bleibt unkomprimiert, die natürlichen Formantverhältnisse der Sprache bleiben erhalten. Die höheren Frequenzen durchlaufen eine vom Arzt justierbare SoundRecover-Verarbeitung, wobei Hochfrequenzöne (wie z. B. /s/) auf eine niedrigere Frequenz gebracht werden. Studien im Hinblick auf eine solche Technologie haben deutliche Verbesserungen bei der Spracherkennung, sowohl für Erwachsene als auch für Kinder, gezeigt (Simpson, Hersbach and McDermott, 2005; Glista, Scollie, Bagatto, Seewald and Johnson, wird derzeit geprüft), allerdings kann die individuelle Anpassung eine wichtige Determinante für den Vorteil darstellen (Scollie, Parsa, Glista, Bagatto, Wirtzfeld, Seewald, wird derzeit geprüft).

Fitting > SoundRecover in iPGF



SoundRecover

A Die SoundRecover Einstellungen sind in allen SoundFlow Hörprogrammen identisch, manuellen Hörprogrammen können jedoch unterschiedliche SoundRecover Einstellungen zugewiesen werden. Zur Feinabstimmung von SoundRecover wählen Sie in der manuellen Feinabstimmung das Hörprogramm «Ruhige Umgebung» oder ein manuelles Hörprogramm.

B Im Wiedergabekurvendiagramm wird durch die dunkelgrüne Linie die Grenzfrequenz von SoundRecover dargestellt. SoundRecover hat keine Auswirkungen auf Frequenzen unterhalb dieser Linie. Die ursprünglichen Frequenzen werden grau dargestellt und durch die neuen Frequenzen in hellgrün ersetzt.

C SoundRecover lässt sich durch Klicken in das Kontrollkästchen «SoundRecover aktiviert» aktivieren bzw. deaktivieren.

D Um die SoundRecover Einstellung zu ändern - die Wirkung zu erhöhen oder zu verringern - klicken Sie auf den Stärker- oder Schwächer-Steller. Grenzfrequenz und Kompressionsverhältnis werden über dem roten Balken für das rechte Ohr und unter dem blauen Balken für das linke Ohr angezeigt. Die grüne Zeile stellt den von iPGF empfohlenen Wert dar.

E Die Schaltfläche SoundRecover Status zeigt an, ob die Funktion aktiviert ist.

Gemäß der Natur der Signalverarbeitung können herkömmliche Verifizierungsansätze einer Modifizierung bedürfen. Insbesondere Hochfrequenztonmessungen können bei Hörsystemen mit SoundRecover anders erscheinen, als wenn sie mit einer herkömmlichen Verstärkung verglichen werden. Dieser Artikel gibt einen Überblick über ein klinisches Protokoll zur elektroakustischen Verifizierung von SoundRecover-Hörsystemen unter Verwendung von Sprache als Testsignal und bietet einen Leitfaden hinsichtlich der Beschränkungen von sprachfremden Testsignalen. Die beim Audioscan Verifit abgeschlossenen Verifizierungsbeispiele umfassen Phonak Naída V UP-Geräte mit SoundRecover.

Fallbeispiel: Ein symmetrischer Hochtondiagonalabfall mit einem Hochfrequenz-Sinustonmittelwert auf dem besseren Ohr (HF-PTA) von 103 dB HL. Die von iPFG generierten SoundRecover Einstellungen für diesen Fall betragen 3000 Hz (Abschaltfrequenz) und 4:1 (NFC-Kompressionsrate).

Erster Schritt: Eine präzise automatische pädiatrische Anpassung (zur Verifizierung mit Erwachsenen geben Sie Ihre bevorzugten Anpassformeln ein. Lesen Sie dann weiter bei: «zweiter Schritt»)

Geben Sie Audiogramm, Alter und andere wichtige Beurteilungsdaten in die NOAH- oder iPFG Stand-Alone-Software sowie in den gewählten Hörsystemanalysator ein (der Audioscan Verifit dient in diesem Artikel zu Demonstrationszwecken). Stellen Sie sicher, dass dieselben DSL-Anpassungsparameter in beiden Systemen ausgewählt wurden.

Beispiel: Verwenden Sie die «DSL v5.0 Kind»-Sollwerte in beiden Systemen. Geben Sie das Messergebnis für den RECD in das iPFG ein. Legen Sie in iPFG eine automatische Anpassung an. Beispiele für Anpassungsdaten, die in die Stand-Alone-Software von iPFG und Audioscan Verifit eingegeben wurden, finden Sie in den Abbildungen 1 bis 5.

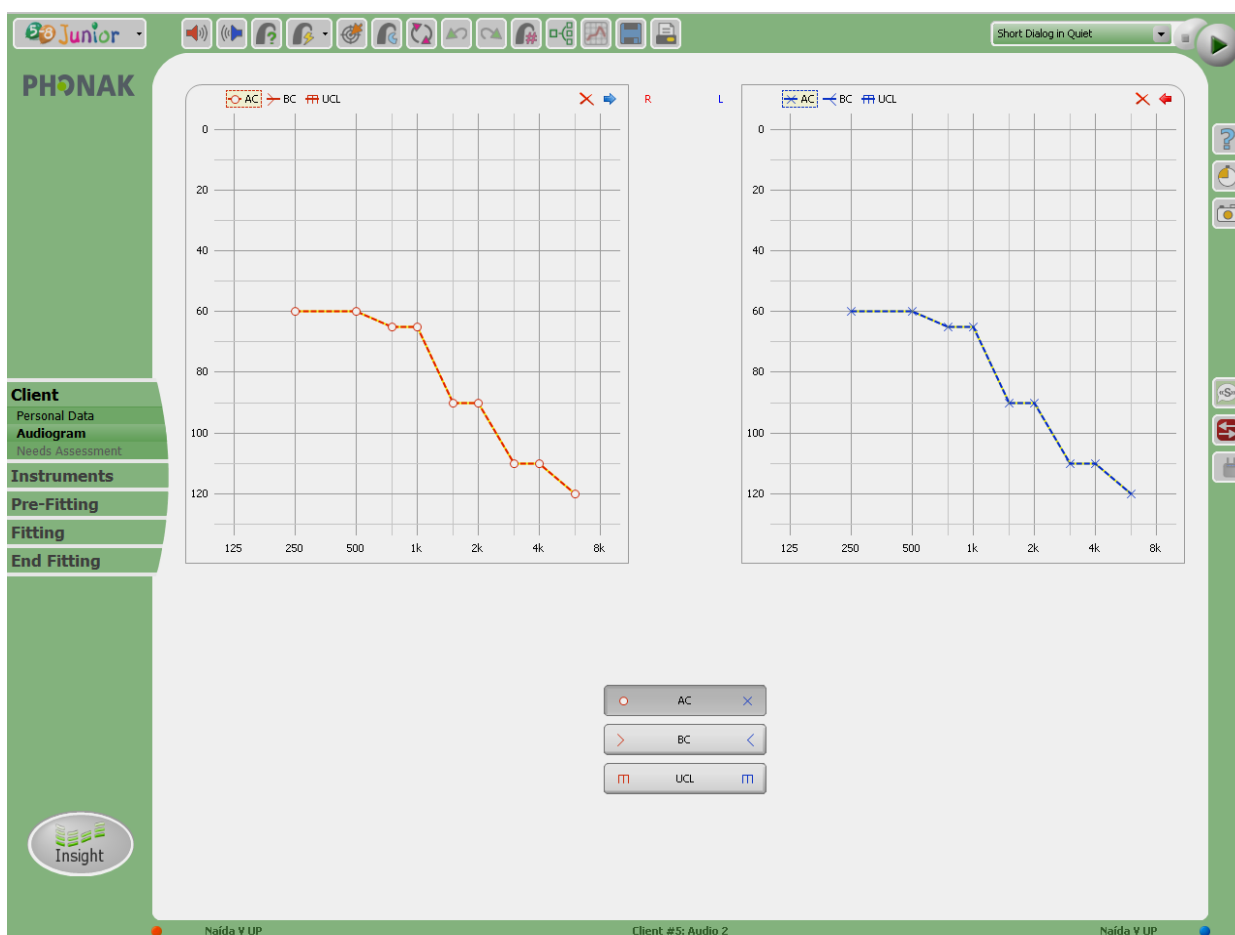


Abb. 1: Eingegebene audiometrische Daten für eine binaurale Anpassung

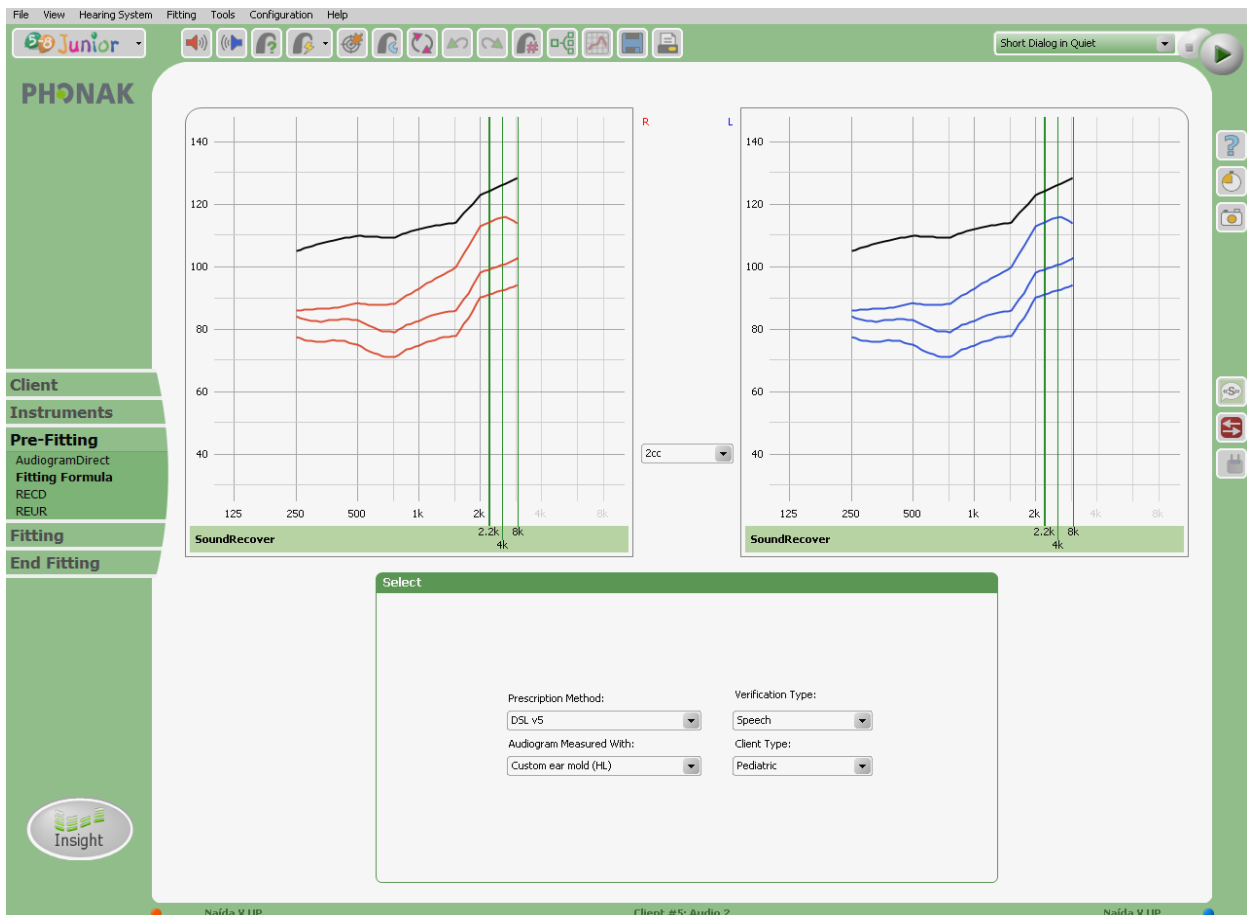


Abbildung 2: In iPFG angegebene zulässige Methode, Kupplung für die Schwellenwertmessung, Verifikationstyp (z. B. Signalwahl) und Kundentyp

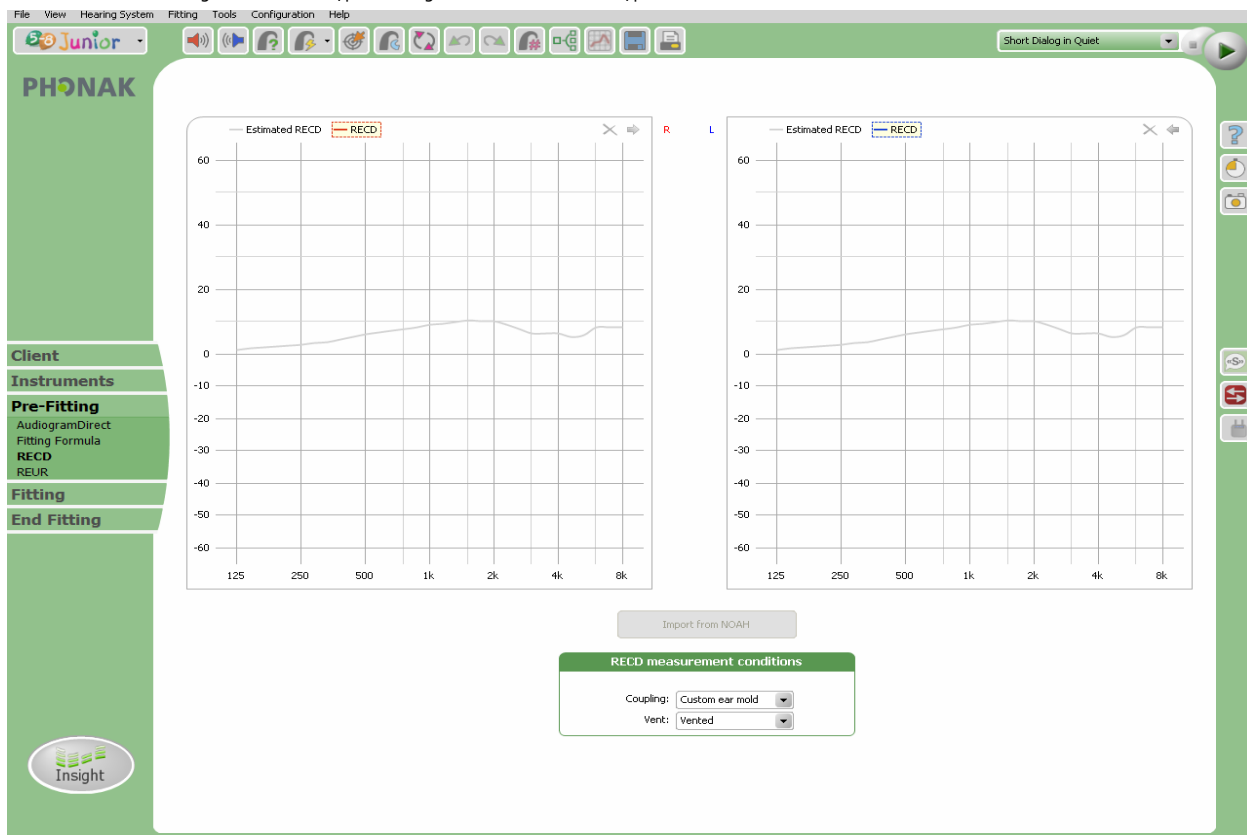


Abbildung 3: iPFG prognostiziert den RECD-Wert (Real-Ear-To-Coupler Difference) sowie die Kupplungs-/Belüftungsmessbedingungen

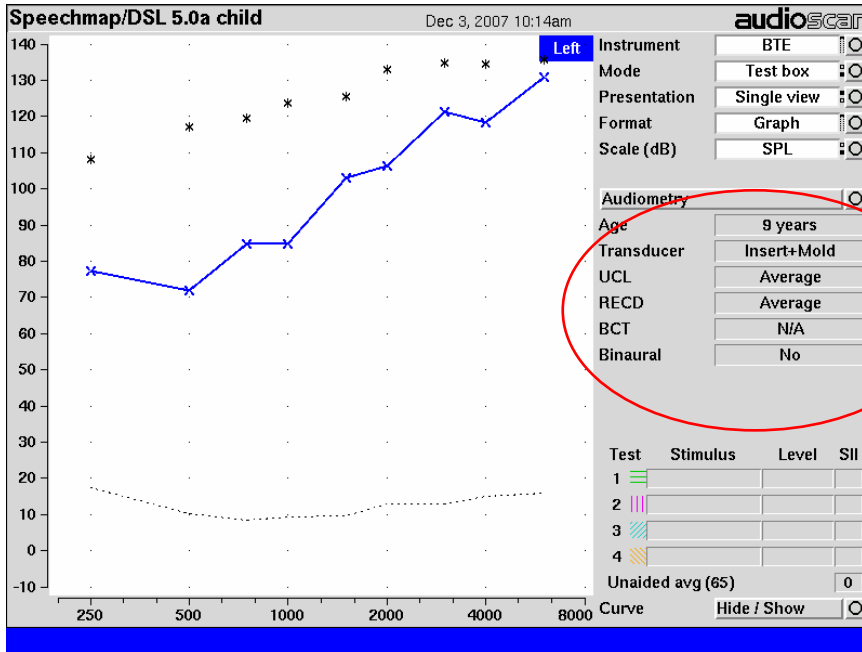


Abbildung 4: Eingegebene audiometrische Daten für die linke Seite und zulässige Methode in Audioscan Verifit.

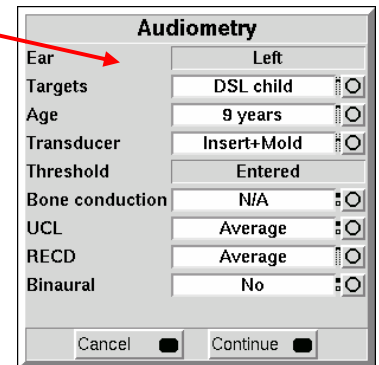


Abbildung 5: Eingegebener Kupplungstyp, Kundentyp, RECD-Daten und andere relevante Anpassungsdaten in Audioscan Verifit.

Zweiter Schritt: Individualisierte Verifizierung

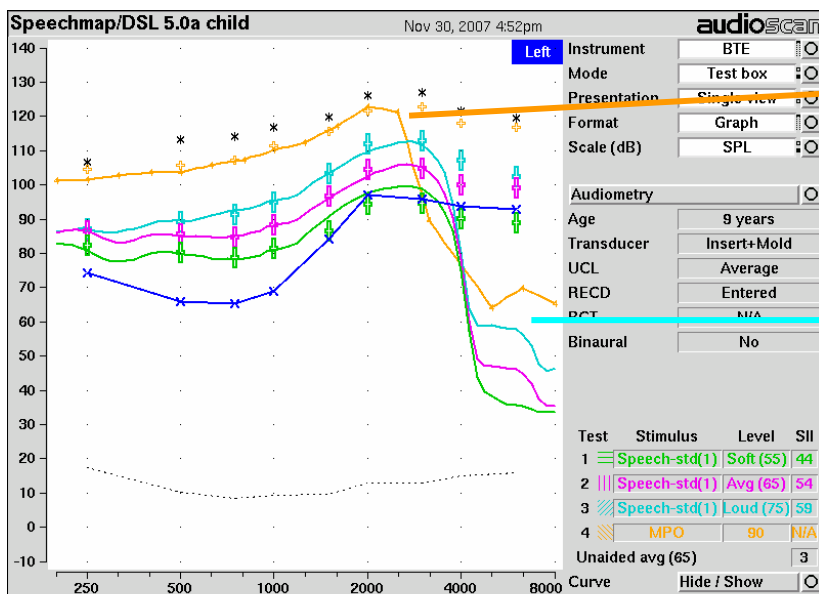
Verbinden Sie das Hörsystem mit der Kupplung für die S-REM (Simulated-Real-Ear Measurement) oder im Fall einer REM (Real-Ear Measurement) mit dem Ohr und verifizieren Sie Folgendes:

(1) Entspricht die Messung des MPO (Maximum Power Output, maximalen Leistungsausgangs) dem Sollwert?

Verwenden Sie Schmalbandsignale bei 90 dB SPL, interpretieren Sie die Einhaltung der Sollwerte jedoch nur unterhalb der SoundRecover Abschaltfrequenz (d. h. 3000 Hz). Der MPO erscheint insofern anders zu sein als bei der herkömmlichen Signalverarbeitung, da er bei Aktivierung von SoundRecover in den hohen Frequenzen abrupt abbricht (siehe Abbildung 6).

(2) Ist die Sprache zielgenau?

Messen Sie die Reaktion für weiche (d.h. 55 dB SPL), mittlere (d.h. 65 dB SPL) und laute (d.h. 75 dB SPL) Sprachsignale und beurteilen Sie die Reaktion. Der obere Rand des Durchlassbands des Hörsystems scheint möglicherweise eine niedrigere Frequenz zu haben als normal, insbesondere, wenn eine aggressivere SoundRecover Abschaltfrequenz verwendet wird. Dies gibt an, dass die Frequenzkompressionsverarbeitung bei der Anpassung aktiviert ist. Beurteilen Sie die Sollwertehaltung innerhalb des Durchlassbandes des Geräts. (Abb. 6).



Connect coupler and instrument to coupler microphone. Select one of Test 1 through Test 4.

Abbildung 6: Verifizierungsergebnisse für den Verifit für Naida, automatisch an DSL v5.0a- Sollwerte angepasst. SoundRecover ist aktiv.

Der MPO zeigt deutlich die Abschaltfrequenz (darüber ist keine Interpretation möglich)

LTASS ist in der Frequenz gesenkt. Geringe Verzerrungsenergie in den Höhen messbar (Messkurve liegt unterhalb der Zielkurve).

(3) Ist die Klangqualität akzeptabel?

Wenn SoundRecover aktiviert ist, ist die Klangqualität der Sprache möglicherweise anders als bei der herkömmlichen Verarbeitung:

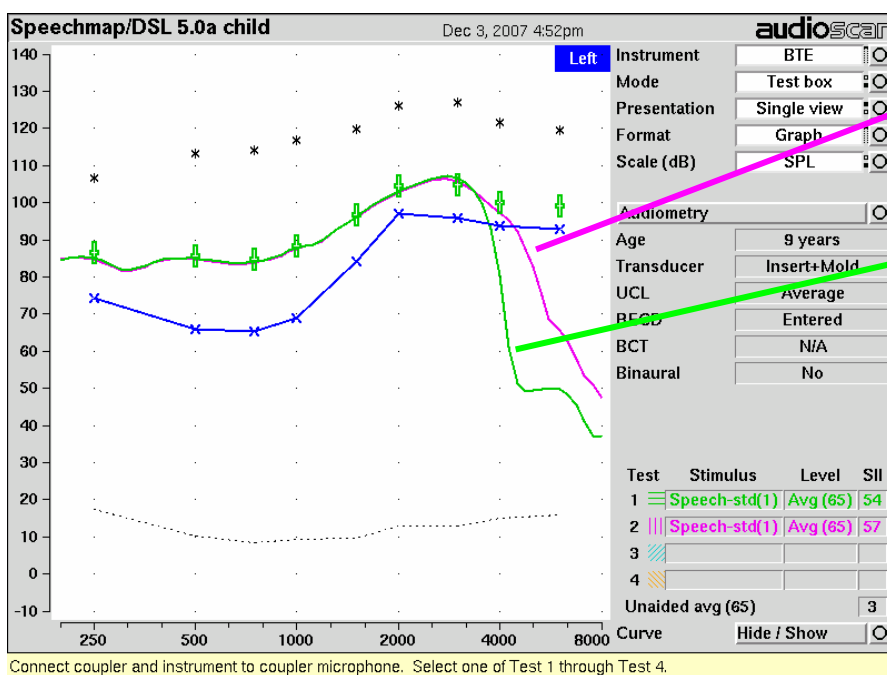
a. Für die Fone */s/* und */sch/* wurde möglicherweise die Frequenz gesenkt und das Fone */s/* kann leicht sch-artig klingen (wie ein mildes Lispeln). Wenn der Klang */s/* jedoch vollkommen wie */sch/* klingt (wie ein starkes Lispeln), ist möglicherweise eine Justierung erforderlich, um die Stärke von SoundRecover zu verringern.

b. Die Vokale und/oder der Vokaltone ist möglicherweise leicht verändert, obgleich jeder Vokal noch immer eindeutig erkennbar ist und nicht mit anderen Vokalen verwechselt werden sollte.

c. Diese Veränderungen treten eher auf, wenn die Stimme des Redners höher ist. Die Stimme einer Frau oder eines Kindes ist möglicherweise eher betroffen als die eines Mannes. Moderne Sprachmessungen (nachfolgend dargestellt) können Fälle identifizieren helfen, in denen SoundRecover möglicherweise zu unerwünschter Foneverwirrung beiträgt.

Dritter Schritt (optional): Was macht SoundRecover mit der Sprache?

Messen Sie das unterstützte LTASS (Long-Term-Averaged Speech Spectrum, Langzeitmittel-Sprachspektrum) mit und ohne SoundRecover, um die Gesamtwirkung auf die Ausgangsbandbreite von Sprache zu beobachten (Abbildung 7). Beachten Sie, dass der Bandpass bei der Messung mit SoundRecover eine geringere Frequenz aufweist.



Unterstützter LTASS
OHNE SoundRecover

Unterstützter LTASS MIT
SoundRecover

Abbildung 7: Unterstütztes LTASS (Long Term Average Speech Spectrum) mit und ohne SoundRecover.

Moderne Sprachmessungen

Verwenden Sie Ihre Stimme als Testsignal und messen Sie die Hörsystemreaktion während Sie ein nachhaltiges Fonem (z. B. /s/ und /sch/) zur Beurteilung der Hörbarkeit von hohen Frequenzen bilden (Abb. 8 und 9). Diese Messung kann mit und ohne die aktive SoundRecover Funktion durchgeführt werden, um die Hörbarkeit verschiedener interessierender Foneme zu verdeutlichen.

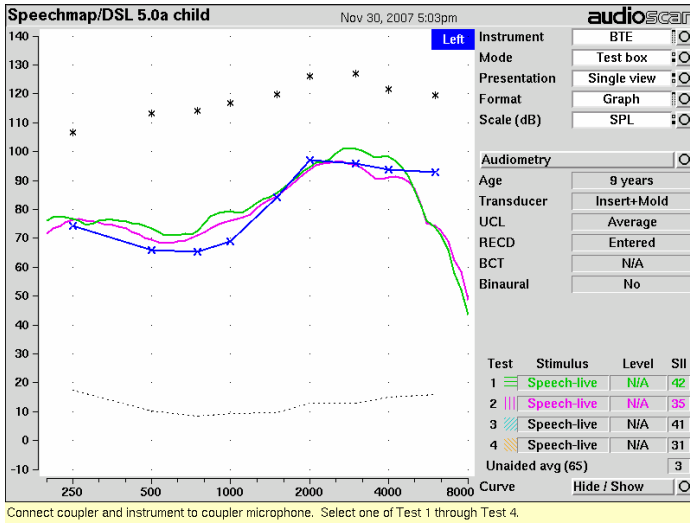


Abbildung 8: Die erfasste Live-Sprache für das Fonem /sch/ (grün) und das Fonem /s/ (pink) OHNE SoundRecover. /sch/ ist kaum hörbar, /s/ ist unhörbar.

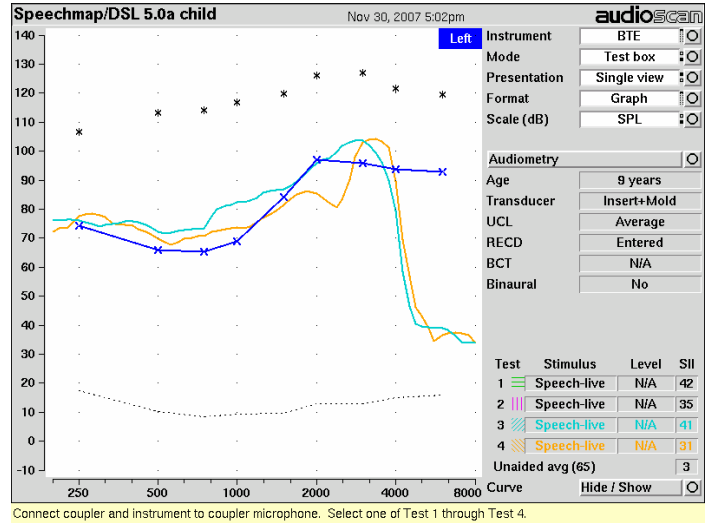


Abbildung 9: Die erfasste Live-Sprache für das Phonem /sch/ (blau) und das Phonem /s/ (orange) MIT SoundRecover. Beide Klänge sind nun hörbar.

Wenn SoundRecover aktiviert ist, ist die Interpretation der Sinustonmessung (z. B. mit einem Swept-Tonsignal) beeinträchtigt. Die Messung oberhalb der Abschaltfrequenz ist nicht gültig (Abbildungen 10 und 11). Aus diesem Grund ist die Sinustonverifizierung nicht für den Sollwert-Abgleich empfohlen, wenn SoundRecover aktiviert ist; sie kann jedoch verwendet werden, um zu überprüfen, ob SoundRecover aktiviert bzw. deaktiviert ist (z. B. durch einen Vergleich der Messwerte der beiden Messungen; beachten Sie die großen Änderungen oberhalb der angegebenen Abschaltfrequenz).

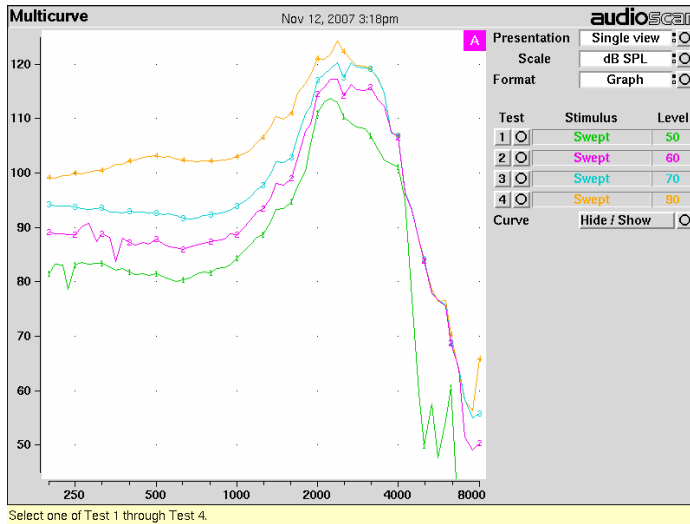


Abbildung 10: Swept-Sinustonmessergebnisse OHNE aktivierte SoundRecover Funktion, mit erkennbarem Spitzenausgang im hohen Frequenzbereich.

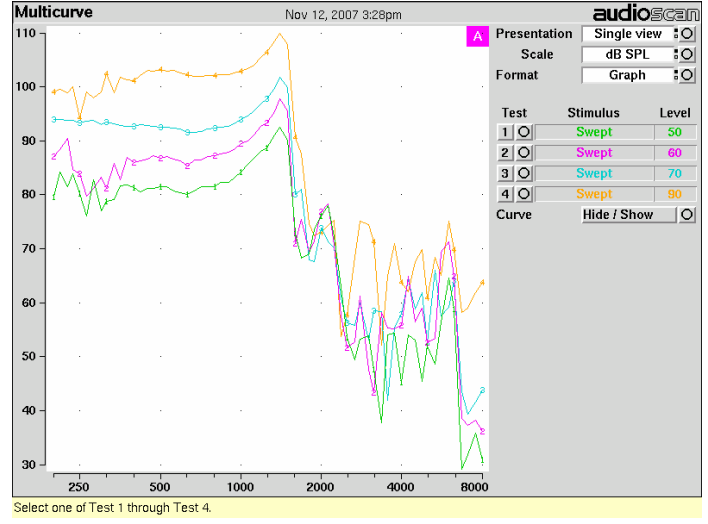
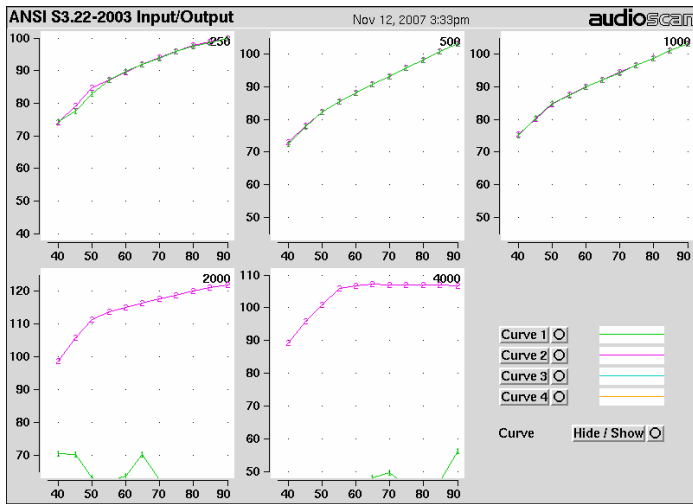


Abbildung 11: Swept-Sinustonergebnisse MIT SoundRecover für dieselbe Anpassung. Der Spitzenausgang wurde transferiert und die Messung "fällt" oberhalb der Abschaltfrequenz (1600 Hz) "ab".

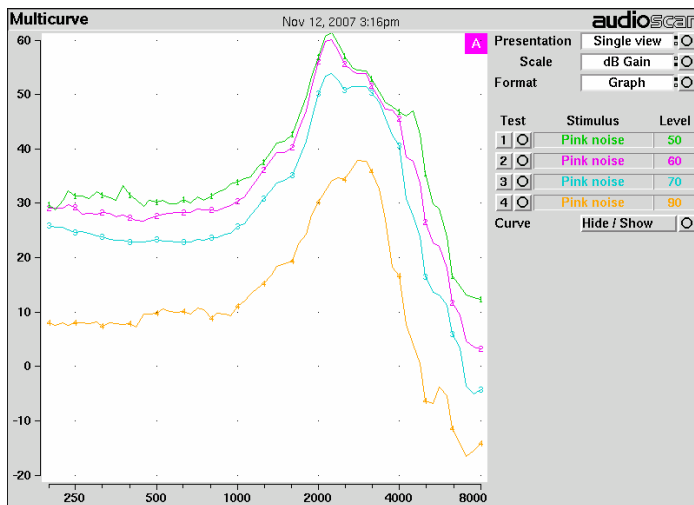


Test complete. Select one of Curve 1 through Curve 4.

Abbildung 12: Eingangs-/Ausgangsplots mit tonalem Signal gemessen, MIT (grün) und OHNE (pink) SoundRecover. E/A-Plots oberhalb der Abschaltfrequenz (1600 Hz) sind mit SoundRecover nicht gültig.

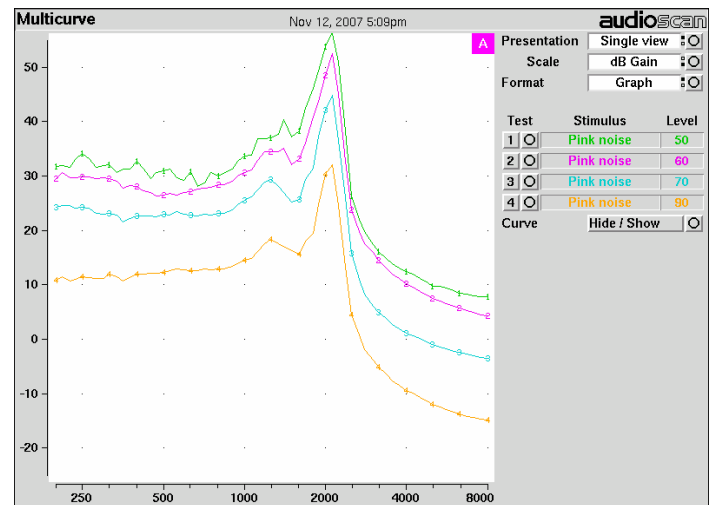
Verifizierung der Sprachklänge:

Wenn SoundRecover aktiviert ist, ist die breitbandige Prüfung mit sprachgewichteten Klängen gültig, spiegelt jedoch nur die verarbeitungsspezifische schmale Ausgangsbandsbreite wider. Dies kann innerhalb des komprimierten Passbandes des Geräts zur Demonstration der Wirkung von SoundRecover sowie zur Evaluierungsanpassung an die Zielpersonen eingesetzt werden (Abbildungen 13 und 14). Befolgen Sie zur Evaluierungsanpassung an die Zielpersonen dieselben Schritte wie bei den Sprachtests.



Select one of Test 1 through Test 4.

Abbildung 13: Elektroakustische Messung von rosa Rauschen OHNE SoundRecover.



Select one of Test 1 through Test 4.

Abbildung 14: Rosa Rauschen MIT SoundRecover gemessen. Beachten Sie, dass die Reaktion bei den niedrigen Frequenzen gleich ist, jedoch eine Kompression über die Abschaltfrequenz (1600 Hz) erfolgt – die Ausgangsbandsbreite wird deutlich geschmälert.

Referenzen

Boothroyd, A., and Medwetsky, M.S. (1992). Spectral Distribution of /s/ and the Frequency Response of Hearing Aids. *Ear and Hearing*, 13(3), 150-157.

Glista, D., Scollie, S., Bagatto, M., Seewald, R., and Johnson, A. (in review). Evaluation of nonlinear frequency compression II: Clinical outcomes. *Ear and Hearing*.

Moeller, M. P., Hoover, B., Putman, C., Arbataitis K., Bohnenkamp, G., Peterson, B., et al. (2007). Vocalizations of infants with hearing loss compared with infants with normal hearing: part I - phonetic development. *Ear and Hearing*, 28(5), 605-627.

Scollie, SD, Parsa, V, Glista, D, Bagatto, M, Wirtzfeld, M, Seewald, R (in review). Evaluation of Nonlinear Frequency Compression I: Fitting Rationale. *Ear and Hearing*.

Simpson, A., Hersbach, A.A., and McDermott, J. (2005). Improvements in Speech Perception with an Experimental Nonlinear Frequency-Compression Hearing Device. *International Journal of Audiology*, 44:281-292.

Stelmachowicz, P.G., Pittman, A.L., Hoover, B.M., Lewis, D.E., and 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, 556-562.