

SoundRecover

Audiologischer Hintergrund

Für Menschen mit Hörminderung ist es besonders wichtig, hochfrequente Signale leicht und präzise wahrnehmen und unterscheiden zu können. Das Verstehen hochfrequenter Signale ist vor allem in den folgenden drei Bereichen entscheidend:

- **Sprachverständlichkeit:** Viele Laute oder Phoneme, die für die Sprachverständlichkeit wichtig sind, enthalten hochfrequente Komponenten. Im Englischen erkennt man z.B. normalerweise am Vorhandensein oder Nichtvorhandensein des Phonems /s/ am Ende eines Nomens, ob der Sprecher ein einzelnes Objekt meint oder mehrere. Je nach Alter und Geschlecht des Sprechers hat dieses Phonem eine spektrale Spitze zwischen 4 und 10 kHz. Bei Männern befindet sich die maximale Energie in der Regel zwischen 4 und 6 kHz und bei Frauen oft zwischen 7 und 10 kHz. Es gibt in jeder Sprache zahlreiche Sprachlaute, die sich nur unterscheiden lassen, wenn die hochfrequenten Komponenten des Signals deutlich hörbar sind (Simpson et al., 2005). Besonders für Kinder ist es wichtig, in der Phase des Spracherwerbs im Hochtonbereich hören zu können, um Sprache zu verstehen, zu lernen und sie richtig zu reproduzieren (Stelmachowicz et al., 2002).
- **Sprachverständlichkeit im Störgeräusch:** In einer lauten Hörumgebung ist es besonders schwierig, einen Sprecher zu verstehen. In einer solchen Hörsituation sind die hochfrequenten Anteile der Sprachsignale für die Sprachverständlichkeit entscheidend, da sie, im Gegensatz zu den tieffrequenten Anteilen, nicht so leicht von den relativ intensiven tieffrequenten Komponenten verbreiteter Lärmarten überlagert werden. Für die Sprachverständlichkeit in derartigen akustischen Umgebungen ist es daher besonders wichtig, die hochfrequenten Sprachsignale hören und unterscheiden zu können.
- **Lokalisierung:** Über die hochfrequenten Signale erhält ein Hörer zudem wichtige Informationen zur Lokalisierung der Schallquelle (Blauert, 1982). Eine wichtige Voraussetzung ist dabei, dass diese hochfrequenten Informationen auf beiden Ohren gehört werden (Dubno et al., 2002).

Audiologischer Hintergrund

Methoden zur Verstärkung der wichtigen hohen Frequenzen

Menschen mit Hochtonsteilabfall benötigen eine angemessene Verstärkung, um die hochfrequenten Sprachlaute hören zu können. Zu diesem Zweck werden zwei Methoden angewandt: Erweiterung der Bandbreite über 8 kHz und Frequenzverschiebung.

• Erweiterung der Bandbreite

Nach der herkömmlichen Methode, wird die Bandbreite des Hörgeräts erweitert und eine Hochtonverstärkung angewandt, um das Wahrnehmen und das Unterscheiden hochfrequenter Sprachlaute zu ermöglichen. Die herkömmlich verwendete Hochtonverstärkung stellt aber nicht nur in Bezug auf Dead Regions eine unzureichende Lösung dar:

- Die herkömmliche Methode der Bandbreitenerweiterung erfordert, vor allem in den hohen Frequenzen, eine weitaus höhere Verstärkung als die Methode der Frequenzkompression. Da die Empfindlichkeit des Hörers bei Frequenzen über 5 kHz abnimmt (Abb. 1), erfordert diese erhöhte Verstärkung eine drastische Erhöhung der Amplitude in diesem Hochtonbereich. Die Ausgangsstufe arbeitet dadurch im Grenzbereich, was wiederum zu Artefakten führt, die nicht digital eliminiert werden können.
- Die Verstärkung ist in dem Frequenzbereich am höchsten, in dem der zur Verfügung stehende Dynamikbereich am kleinsten ist. Da der Lautheitsausgleich in diesem Bereich viel höher ist, ist eine starke Amplitudenkompression erforderlich, was wiederum eine verminderte Klangqualität zur Folge hat.
- Im Allgemeinen empfinden Hörgeräteträger die hohen Frequenzen als unangenehmer als die tiefen Frequenzen. Selbst nicht allzu hohe Frequenzen können als unangenehm empfunden werden. Hohe Töne werden nicht als reine Töne, sondern eher als ein Summen wahrgenommen. Vor allem in den Frequenzbereichen, in denen der Hörverlust am stärksten ist (Moore and Tan, 2003).
- Das Auftreten von Rückkopplungen wird wahrscheinlicher. Eine Rückkopplungs-

unterdrückung kann teilweise Abhilfe schaffen, führt aber zu höherem Energieverbrauch und möglichen Artefakten.

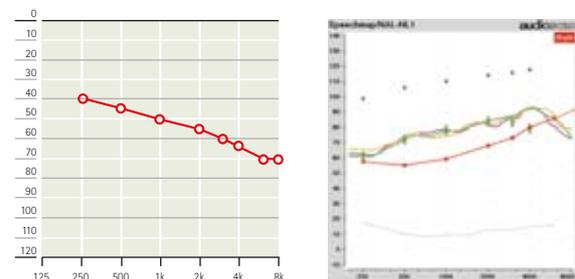


Abbildung 1

Auf der linken Seite ist ein mittelgradiger Hörverlust dargestellt. Das rechte Diagramm zeigt die Zielverstärkung von drei Hörgeräten mit mittlerer Power (mit Audioscan Verifit erstellt). Obwohl alle Hörgeräte über eine erweiterte Bandbreite bis zu 10 kHz verfügen, können sie nur Frequenzen bis zu 6 kHz ausreichend verstärken. Ab 6 kHz nimmt bei diesen Hörgeräten der Grad an Verstärkung ab. Die erforderliche Verstärkung wird von keinem Hörgerät erreicht, auch nicht von den Power-Modellen. Da diese Messung im Kuppler stattfand, ist davon auszugehen, dass die Ergebnisse von In-situ-Messungen sogar schlechter ausfallen würden. Daran zeigt sich, dass die erweiterte Bandbreite nicht am Trommelfell erreicht werden kann.

• Frequenzverschiebung

Diese Klangverarbeitungstechnik verschiebt die hochfrequenten Informationen in einen tieferen Frequenzbereich, in dem ein Schwerhöriger sie einfacher hören kann. Studien weisen darauf hin, dass diese frequenzverschiebenden Ansätze einen Nutzen für Erwachsene und Kinder mit Hochtonsteilabfall darstellen können und dass dieser Nutzen zwischen den Individuen variiert (siehe Übersicht bei Simpson et al., 2005). Die nicht-lineare Frequenzkompression SoundRecover von Phonak ist einer dieser Ansätze. SoundRecover komprimiert die Ausgangs-bandbreite des Signals in einem festgelegten Verhältnis und erweitert damit effektiv die wahrnehmbare Bandbreite,

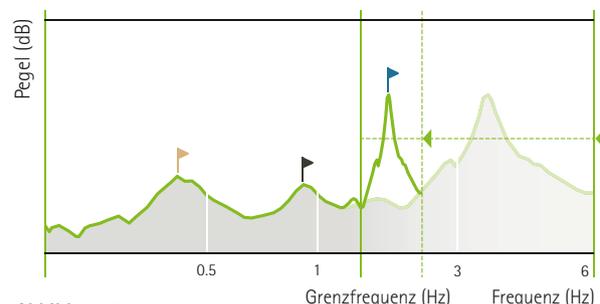


Abbildung 2

Der SoundRecover Algorithmus verschiebt die Signale in einen angrenzenden hörbaren Bereich, in dem sie verarbeitet und verstärkt werden können, ohne dabei die Hörbarkeit der tieffrequenten Signale zu beeinträchtigen.

Audiologischer Hintergrund

sodass die hochfrequenten Sprachkomponenten besser gehört und unterschieden werden können. Dies ist in Abbildung 2 dargestellt. Generell wird durch die Frequenzkompression das eingehende Signal in zwei Kanäle, die durch die Grenzfrequenz bestimmt werden, aufgeteilt. Der tieffrequente Kanal erfährt keine Frequenzkompression (wodurch die harmonische Struktur in diesem Frequenzbereich erhalten bleibt, um besser zwischen männlichen und weiblichen Stimmen unterscheiden zu können), während der hochfrequente Kanal in eine schmalere Bandbreite komprimiert wird. Dadurch werden die Frequenzen des Signals innerhalb des hochfrequenten Kanals verschoben (Simpson et al., 2005). In der Forschung ist man sich einig, dass die nichtlineare Frequenzkompression Erwachsenen und Kindern mit Hochtonsteilabfall eine bessere Sprachwahrnehmung ermöglicht, indem sie ihnen Zugang zu den hochfrequenten Signalen verschafft, auch wenn diese in den tiefen Frequenzen präsentiert werden (Bohnert et al., 2010; Glista et al., 2009; Glista et al., 2009; Simpson et al., 2005; Simpson et al., 2006; Wolfe et al., 2010, Wolfe et al., 2012).

Aufgrund der Verstärkungsprobleme, die bei Hörgeräten, die mit der erweiterten Bandbreite arbeiten, entstehen, hat sich Phonak entschieden, den Frequenzkompressionsalgorithmus SoundRecover in allen Phonak Hörgeräten zu verwenden, um effektiv die Hörbarkeit zu verbessern.

Vorteile für Hörgeräteträger

SoundRecover bietet nachweislich eine Vielzahl an Vorteilen:

- Verbesserte Wahrnehmung, Unterscheidung und Erkennung von Signalen
- Wesentliche Verbesserungen bei der Betonung und der Stimmqualität
- Bessere Sprachverständlichkeit in Ruhe und im Störgeräusch
- Verbessertes Hören hochfrequenter Sprachteile und bessere Sprachverständlichkeit (vor allem bei hohen Stimmen von Frauen oder Kindern, leisen Sprachsignalen und hochfrequenten Konsonanten wie /s/ oder /f/)
- SoundRecover bietet Vorteile für jede audiometrische Konfiguration

Blauert (1987) Räumliches Hören. Band 1: Verlag Hirzel, Stuttgart (1982)
Bohnert, A., Nyffeler, M. & Keilmann, A. (2010). Advantages of non-linear frequency compression algorithm in noise, *Eur Arch Otorhinolaryngol*;267(7):1045–1053.

Dubno JR, Ahistrom JB, Horwitz AR (2002) Spectral contributions to the benefit from spatial separation of speech and noise. *J Speech Lang Hear Res* 45:1297–1310.

Glista D, Scollie S, Bagatto M, Seewald R, and Johnson A (2009) Evaluation of nonlinear frequency compression: Clinical outcomes. *Int J Audiol*, 48(9): 632–44.

Glista, D., Scollie, S., Polonenko, M. & Sulkers, J. (2009). A comparison of performance in children with nonlinear frequency compression systems. *Hearing Review*, 2009; 16(12): 20–24.

Wolfe, J. and Adams, J. (2012). High-Frequency Amplification for Children with Mild Hearing Loss (PowerPoint slides). Moore BC, Tan CT, (2003) Perceived naturalness of spectrally distorted speech and music. *J Acous Soc Am* 114: 408–419.

Simpson A, McDermott HJ, Dowell RC (2005) Benefits of audibility for listeners with severe high-frequency hearing loss. *Hear Res* 210: 42–52.

Simpson A, Hersbach AA, McDermott HJ (2006) Frequency compression outcomes in listeners with steeply sloping audiograms. *Int J Audiol* 45(11): 619–29.

Stelmachowicz PG, Pittman AL, Hoover BM, Lewis DE (2002) Aided perception of /s/ and /z/ by hearing-impaired children. *Ear Hear* 23: 316–324.

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

Technische Beschreibung

Ziel von SoundRecover ist es, hochfrequente Signale bis zu ca. 10 kHz wieder hörbar zu machen. Dieser einzigartige Ansatz wurde entwickelt, um Frequenzen oberhalb einer definierten und anpassbaren Grenzfrequenz zu komprimieren. Der Grad der Kompression, die auf dieses Frequenzband angewandt wird, leitet sich aus dem Kompressionsverhältnis ab. Alle Frequenzen unterhalb der definierten Grenzfrequenz bleiben unverändert, sodass eine klare Klangqualität erhalten bleibt.

Oberhalb der Grenzfrequenz wird die Frequenzkompression mit zunehmender Höhe der Eingangsfrequenz verstärkt angewandt. In einer bestimmten Kompressionseinstellung wird z.B. die maximale Energie eines weiblichen /s/ (normalerweise ca. 9 kHz) stärker als die maximale Energie eines männlichen /s/ (5 kHz) zur Grenzfrequenz verschoben, wobei die korrekte Frequenzanordnung beibehalten wird.

Die Kompression erfolgt ohne Verzögerung, sodass weder Zeitkonstanten erforderlich sind noch Artefakte entstehen. Abbildung 3 zeigt die Wiedergabekurve der Frequenzverschiebung einer nichtlinearen Frequenzkompression (SoundRecover). Bei diesem Beispiel liegt die Grenzfrequenz bei 1758 Hz und das Kompressionsverhältnis ist 2,9:1.

Dadurch ist es möglich, die maximale Eingangsfrequenz $f_{IN,max}$, die von der Samplingrate der maximalen Ausgangsfrequenz $f_{OUT,max}$ abhängt, mithilfe der folgenden Formel zu berechnen:

$$f_{OUT,max} = f_{IN,max} \cdot \frac{1}{CR} \cdot f_{Cutoff}^{1-\frac{1}{CR}}$$

In der aktuellen SoundRecover Version kann die Grenzfrequenz individuell, in Abhängigkeit vom Hörverlust, zwischen 1,5 kHz und 6 kHz, eingestellt werden. Das Kompressionsverhältnis wird automatisch auf einen Wert zwischen 1,5:1 und 4:1 angepasst, abhängig von der gewählten Grenzfrequenz.

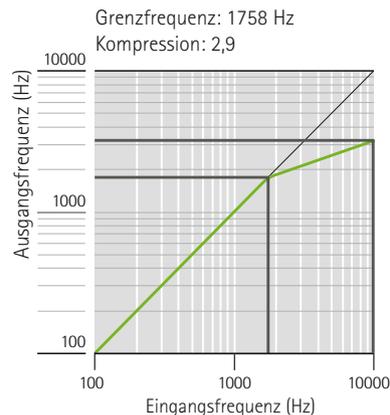


Abbildung 3
Wiedergabekurve einer nichtlinearen Frequenzkompression (SoundRecover) bei einer Grenzfrequenz von 1758 Hz und einem Kompressionsverhältnis von 2,9:1.

Technische Beschreibung

Die Grenzfrequenz und das Kompressionsverhältnis sind in der Anpasssoftware Phonak Target standardmäßig zusammengefasst dargestellt, um zur Vereinfachung eine SoundRecover-Einstellung zu erhalten, die der Hörgeräteakustiker bei Bedarf anpassen kann. Diese Einstellung ist vom Hörverlust des Hörgeräteträgers abhängig. Im Fall eines asymmetrischen Hörverlusts wird der SoundRecover-Wert auf Basis des besseren Ohrs ermittelt und an beiden Hörgeräten eingestellt. Dadurch werden auch Verwechslungen bei der Wahrnehmung von links und rechts vermieden.

Die Stärke der Frequenzkompression kann nach Bedarf erhöht oder verringert werden. Je tiefer die Grenzfrequenz und je höher das Kompressionsverhältnis, desto stärker die angewandte Frequenzkompression. Um eine schwächere Frequenzkompression zu erreichen, sollte eine höhere Grenzfrequenz und ein geringeres Kompressionsverhältnis eingestellt werden.

In allen Phonak Hörgeräten beträgt die Eingangsbandbreite der Frequenzkompression 10 kHz. Das bedeutet, dass die höchste Frequenz, die das Hörgerät wahrnimmt, 10 kHz beträgt. Alle akustischen Informationen bis zu 10 kHz werden verarbeitet und dem Ausgangssignal hinzugefügt, unabhängig von der eingestellten Stärke der Frequenzkompression. Die Frequenz, der die maximale Eingangsfrequenz zugewiesen ist (10 kHz), ist die so genannte „Obere Grenzfrequenz“. Oberhalb der oberen Grenzfrequenz gibt das Hörgerät keine Klänge wieder. Die obere Grenzfrequenz ist in den Verstärkungs- oder Ausgangskurven der Phonak Target leicht zu erkennen. Anhand der oberen Grenzfrequenz können wir sehen, welcher Frequenz 10 kHz zugewiesen ist, und die nutzbare Hörbarkeit bestimmen, die mit herkömmlicher Verstärkung erreicht werden kann. Phonak Target berücksichtigt dies in der Vorberechnung automatisch. Im Zweifelsfall wird die obere Grenzfrequenz konservativ eingestellt, d.h. höher. Die obere Grenzfrequenz wird anhand der Grenzfrequenz und des Kompressionsverhältnisses bestimmt.

Klinische Evidenz

SoundRecover ist der am meisten untersuchte Frequenzverschiebungsansatz der Hörgerätebranche. Zahlreiche Studien haben in den letzten Jahren bestätigt, dass SoundRecover die Sprachverständlichkeit in Ruhe und im Störgeräusch verbessert, und dies bei allen Altersgruppen, Hörverlustgraden und audiometrischen Konfigurationen (auch bei asymmetrischen Konfigurationen).

Sprachverständlichkeit

Nyffeler (2008b) belegte, dass SoundRecover die Sprachverständlichkeit verbessert. Elf Erwachsene mit mittel- bis hochgradiger Innenohrschwerhörigkeit, die mit SoundRecover versorgt wurden, zeigten über die Zeit eine Verbesserung der Sprachverständlichkeit in Ruhe und im Störgeräusch. Die Testpersonen wurden zu Beginn der Studie evaluiert, wobei sie ihre eigenen Hörgeräte trugen. Im Anschluss trugen sie mindestens zwei Monate lang Phonak Naída Hörgeräte mit aktiviertem SoundRecover. Ihre Hörleistung wurde mithilfe von objektiven und subjektiven Tests, die an fünf Überprüfungssitzungen im Verlauf der Studie durchgeführt wurden, bewertet. Die Sprachverständlichkeit im Störgeräusch wurde mithilfe des Oldenburger Satztests (OLSA) gemessen, wobei das Phonak Naída mit SoundRecover jeweils mit dem eigenen Hörgerät der Testperson verglichen wurde. Die subjektiven Eindrücke der Testpersonen wurden mithilfe eines Fragebogens ermittelt.

Nach einer zweimonatigen Nutzung wurden Tests durchgeführt, die ergaben, dass SoundRecover nicht nur das Auftreten von Rückkopplungen und unangenehme Lautheit verhinderte, das bei starker Hochtonverstärkung auftreten kann, sondern auch die Sprachverständlichkeit stärker als die Hörgeräte der Testpersonen verbesserte. Die subjektiven Bewertungen zeigten, dass nach zweimonatiger Nutzung SoundRecover die Benutzerzufriedenheit steigerte und die wahrgenommene Klangqualität verbesserte. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass SoundRecover das Hören in ruhigen und lauten Hörsituationen signifikant verbessert und Umgebungsgeräusche und die eigene Stimme (des Hörgeräteträgers) angenehmer macht, sodass es zu einer sehr hohen Gesamtzufriedenheit kommt.

In Bezug auf die Sprachverständlichkeit bei Kindern mit leichtem Hörverlust konnte belegt werden, dass

diese bei aktiviertem SoundRecover hochfrequente Töne besser wahrnehmen und erkennen können als mithilfe von Breitbandverstärkung (Wolfe und John, 2012). 11 Kinder mit leichter Innenohrschwerhörigkeit wurden in einer Doppelblindstudie mit Phonak Nios H20 und Oticon Safari 300 HdOs und der Anpassformel DSL v 5.0 für Kinder angepasst. In den Phonak Hörgeräten wurde SoundRecover aktiviert bzw. deaktiviert, während in den Oticon Safari 300 Breitbandverstärkung angewandt wurde. Die Kinder wurden jeweils nach vier Wochen mit der jeweiligen Einstellung getestet. Die Schlussfolgerung der Studie besagt, dass die Kinder bei aktiviertem SoundRecover bessere Schwellenwerte und Erkennung der Phoneme /s/ und /sch/ erreichen als durch Breitbandverstärkung.

Sprachverständlichkeit im Störgeräusch

Bohnert et al (2010) verglichen den SoundRecover Algorithmus mit konventioneller Verstärkung, mithilfe eines Tests zur Bewertung der Sprachverständlichkeit im Störgeräusch (Oldenburger Satztest [OLSA]) und subjektiver Fragebögen. An dieser Studie nahmen 11 erfahrene erwachsene Hörgeräteträger mit einer hochgradigen Innenohrschwerhörigkeit teil. Bei sieben Testpersonen zeigte sich eine Verbesserung der Verständlichkeit im Störgeräusch (OLSA) durch die Verwendung von SoundRecover. „Bei vier von elf Testpersonen verbesserte sich aber das Verstehen im Störgeräusch nicht durch die Anwendung von SoundRecover.“ Die Auswertung der Fragebögen ergab eine höhere Zufriedenheit nach zweimonatigem Tragen der Testgeräte mit SoundRecover ($p = 0,08$) und entsprechendem viermonatigem Tragen ($p = 0,09$), im Vergleich zu konventionellen Hörgeräten.

Asymmetrische audiometrische Konfigurationen

John et al. (2013) belegten die Vorteile von SoundRecover (verbesserte Hörbarkeit und Sprachwahrnehmung in Ruhe; signifikante Verbesserung bei der Worterkennung) bei asymmetrischer Innenohrschwerhörigkeit mit Hochtonsteilabfall. In der Studie wurde auch der Vorteil bewertet, der sich durch die symmetrische Programmierung von Grenzfrequenz und Kompressionsverhältnis auf Basis des besseren Ohrs und gemäß der werkseitigen Standardeinstellungen im Vergleich zu einer Einzelprogrammierung für jedes Ohr ergibt. An der Studie nahmen 28 erwachsene Testpersonen mit asymmetrisch abfallender Innenohrschwerhörigkeit

Klinische Evidenz

teil. Alle Testpersonen waren erfahrene Hörgeräteträger, die jedoch noch nie eine frequenzverschiebende Technologie verwendet hatten.

Die Ergebnisse zeigten, dass Erwachsene mit asymmetrisch abfallender Innenohrschwerhörigkeit Verbesserungen bei der Erkennung hochfrequenter Sprachsignale in Ruhe aufwiesen sowie Verbesserungen bei der Sprachverständlichkeit in Ruhe und in der Klangqualität. Zudem konnte festgestellt werden, dass die Verwendung von SoundRecover, wenn auch nicht signifikant, tendenziell zu einer besseren Spracherkennung im Störgeräusch führte. In Bezug auf die Leistung gab es keinen Unterschied zwischen einer beidseitigen Einstellung von auf Basis des besseren Ohrs berechneten Schwellenwerten und einer separaten Schwelleneinstellung an jedem Ohr. Dieser Befund bestätigt die bisherige Anpassungsempfehlung mit SoundRecover bei asymmetrischem Hörverlust.

Musikwahrnehmung

Uys et al. (2012) haben nachgewiesen, dass die Anwendung nichtlinearer Frequenzkompression (SoundRecover) zu einer besseren Musikwahrnehmung führt. In dieser Studie wurde untersucht, inwiefern eine verbesserte Hörbarkeit der hohen Frequenzen auch zu einer besseren Musikwahrnehmung führen kann. Dazu wurde mithilfe eines Musikwahrnehmungstests (Music Perception Test [MPT]) und eines subjektiven Fragebogens die Leistung von SoundRecover mit der Leistung konventioneller Verstärkung verglichen. An der Studie nahmen 40 erfahrene Hörgeräteträger mit einer mittel- bis hochgradigen Innenohrschwerhörigkeit teil. Die Ergebnisse zeigten, dass SoundRecover sowohl die Klangfarben- als auch die Melodiewahrnehmung signifikant verbessert (Abb. 4).

Die Testpersonen füllten zusätzlich einen Fragebogen aus, in welchem sie die Klangqualität bewerteten. Die meisten Testpersonen bewerteten

die Klangqualität mit SoundRecover in Bezug auf Klangtreue, Reinheit und Nachhall als besser. Nur die Lautheit verbesserte sich ihrer Meinung nach nicht, wie in Abbildung 5 zu sehen ist. Niemand empfand, dass SoundRecover eine schlechtere Klangqualität oder einen geringeren Musikgenuss als konventionelle Verstärkung bietet.

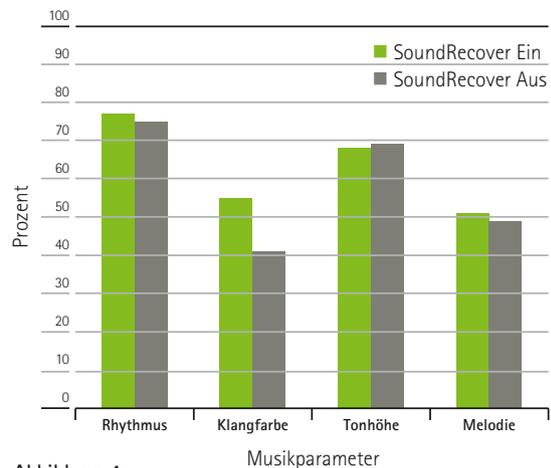


Abbildung 4
Mittelwerte der Bewertung der einzelnen Parameter Rhythmus, Klangfarbe, Tonhöhe und Melodie im Musikwahrnehmungstest für SoundRecover Ein und SoundRecover Aus.

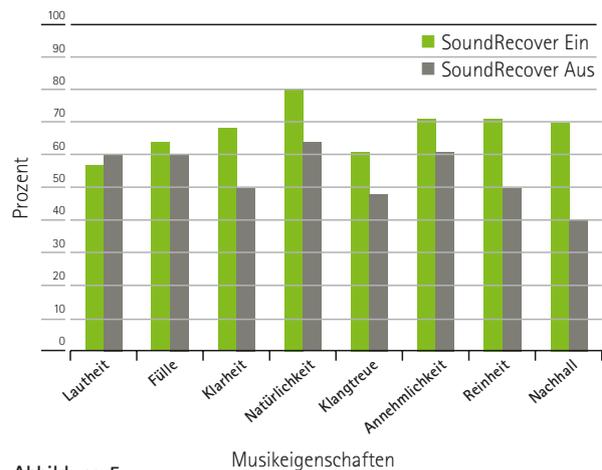


Abbildung 5
Die Mittelwerte der Bewertung der verschiedenen Musikeigenschaften im Fragebogen für SoundRecover Ein und SoundRecover Aus.

Referenzen

Bohnert, A., Nyffeler, M. & Keilmann, A. (2010). Advantages of non-linear frequency compression algorithm in noise, *Eur Arch Otorhinolaryngol*;267(7):1045–1053.

John, A., Wolfe, J., Schafer, E., Boretzki, M., Hudson, M., Fox, K., Wheeler, J., Wallace, J. (2013). Non-Linear Frequency Compression for Adults with Asymmetric Sloping Sensorineural Hearing Loss. Accepted.

Nyffeler, M. (2008b). Study finds that non-linear frequency compression boosts speech intelligibility. *Hearing J*, 61(12), 22,24,26.

Stuermann, B. (2009). Audéo Yes – SoundRecover for mild to moderate hearing loss. *Field Study News*. Phonak AG: 2009.

Uys, M., Pottas, L., Vinck, B., van Dijk, C. (2012). Influence of non-linear frequency compression on the perception of music by adults with a moderate to severe hearing loss: Subjective impressions. *S Afr J Commun Disord*, 2012 Dec;59:53–67.

Wolfe, J. and Adams, J. (2012). High-Frequency Amplification for Children with Mild Hearing Loss (PowerPoint slides).

Anpassung und Feineinstellung von SoundRecover

Die Anpassungssoftware Phonak Target berechnet automatisch die Werte der Grenzfrequenz und des Kompressionsverhältnisses auf Basis des Audiogramms des besseren Ohrs. Der Hörgeräteakustiker kann diese Einstellungen weiter feinjustieren – entweder mit der gemeinsamen Einstellung von Grenzfrequenz und Kompressionsverhältnis oder indem er die Parameter einzeln anpasst (erweiterte SoundRecover Einstellungen in der Phonak Target 3.1 oder höher). In der aktuellen SoundRecover Implementation sind Grenzfrequenzen zwischen 1,5 und 6 kHz wählbar. Die Anfangseinstellung des Kompressionsverhältnisses wird auf Basis des besseren Ohrs berechnet und immer beidseitig angewandt. Es kann zwischen 1,5:1 und 4:1 betragen. Der Hörgeräteakustiker kann aber auch die beiden Seiten einzeln feinjustieren.

In den meisten Feinjustierungen reicht der eine Regler zur Feinjustierung von SoundRecover aus. Die Möglichkeit zur getrennten Anpassung der Parameter ist jedoch in Fällen nützlich, in denen es einen starken Zielkonflikt zwischen der Vertrautheit von Klängen und der Unterscheidbarkeit von komprimierten Klängen gibt. Sowohl die Grenzfrequenz als auch das Kompressionsverhältnis wirken sich auf die Hörbarkeit komprimierter Klänge aus. Eine Änderung der Grenzfrequenz wirkt sich stärker auf die Vertrautheit der Klangqualität aus, eine Änderung des Kompressionsverhältnisses wirkt

sich hingegen stärker auf die Unterscheidbarkeit komprimierter Klänge aus.

Normalhörende Personen können hochfrequente Töne ausreichend gut hören und sind auch ausreichend mit den Klängen des Alltags vertraut. Sie können Signale problemlos voneinander unterscheiden. Für Personen mit mittelgradigem Hörverlust müssen wir hingegen die Klänge verändern (Verstärkung, Frequenzabsenkung), um sie wieder hörbar zu machen. Der Vorgang der Klangveränderung ist anfangs immer etwas ungewohnt. Der Hörgeräteträger kann sich aber daran gewöhnen und einen optimalen Nutzen daraus ziehen. Je stärker die Frequenzkompression eingestellt ist, desto weniger vertraut können z.B. auch tonale Klänge und komprimierte /s/-Laute klingen. Ein weiterer Aspekt, der berücksichtigt werden muss, betrifft die Fähigkeit, komprimierte Klänge zu unterscheiden. Je höher das Kompressionsverhältnis ist, desto ähnlicher klingen die komprimierten Töne, da sie im Spektrum näher beieinander liegen. Wie andere Hörgeräte-einstellungen (z.B. Verstärkung) können auch die SoundRecover Einstellungen für einen optimalen Nutzen individuell angepasst werden.

Eine Anpassung beider Parameter wirkt sich auch auf die obere Grenzfrequenz aus.



Abbildung 6

Das SoundRecover Werkzeug in der Phonak Target 3.1. In der linken Abbildung ist das SoundRecover Standardwerkzeug zu sehen, mit dem die Grenzfrequenz und das Kompressionsverhältnis gemeinsam angepasst werden. Auf der rechten Seite ist das erweiterte Werkzeug von SoundRecover abgebildet, mit dem der Hörgeräteakustiker die Grenzfrequenz und das Kompressionsverhältnis getrennt anpassen kann. Alle Regler (links und rechts) wirken sich auf die obere Grenzfrequenz aus.

Anpassung und Feineinstellung von SoundRecover

Es gibt vier auditorische/wahrnehmungsbezogene Eigenschaften, die von den SoundRecover Parametern abhängen:

- Je niedriger die Grenzfrequenz und je höher das Kompressionsverhältnis, desto besser ist die Hörbarkeit der hochfrequenten Töne.
- Je niedriger das Kompressionsverhältnis, desto besser ist die Unterscheidbarkeit von hochfrequenten Tönen.
- Die Vertrautheit hochfrequenter Töne (z.B. dass /s/ nicht gelispelt klingt) kann durch Erhöhung der Grenzfrequenz und, wenn auch in geringerem Maße, durch Reduktion des Kompressionsverhältnisses verbessert werden. Der Grad an Vertrautheit nimmt auch durch Akklimatisierung zu.
- Die Vertrautheit stimmhafter Sprachsignale und Töne kann auch durch Erhöhung der Grenzfrequenz und, wenn auch in geringerem Maße, durch Reduktion des Kompressionsverhältnisses verbessert werden. Der Grad an Vertrautheit nimmt auch durch Akklimatisierung zu.

Abbildung 7 ist eine schematische Darstellung der Wahrnehmungsfähigkeiten, die von den SoundRecover Parametern abhängen. Der grüne Punkt in der Mitte symbolisiert eine gut ausgeglichene SoundRecover Einstellung. Die grauen Bereiche zeigen Parameterkonfigurationen, die alle einen oder mehrere Nachteile haben. Auf der rechten Seite ist der grüne Punkt nicht für alle Hörgeräteträger gleich. Er ist individuell. In der Vorberechnung der Phonak Target werden viele dieser individuellen Bedürfnisse berücksichtigt. In einigen Fällen kann die Feinanpassung von SoundRecover einen wirklichen Unterschied machen. Im Folgenden finden Sie einige Hinweise zur Lösung

von Problemen, die möglicherweise durch SoundRecover Einstellungen verursacht werden:

Die hochfrequenten Sprachlaute, wie z.B. /s/ oder /sch/, sind nicht ausreichend hörbar

Wenn die Hörbarkeit der hohen Frequenzen nicht durch Anpassung der Verstärkung und des MPO des Hörgeräts erreicht werden kann, kann der Hörgeräteakustiker die Grenzfrequenz senken, sofern sie nicht bereits sehr niedrig ist (unter 2,5 kHz). Dies kann allerdings die Vertrautheit hochfrequenter Töne beeinträchtigen. Eine andere Möglichkeit wäre, das Kompressionsverhältnis zu steigern. Davon ausgenommen sind allerdings starke bis hochgradige Hörverluste: Eine Unterscheidung von /s/ und /sch/ ist in diesen Hörverlustgraden nicht mehr möglich.

Geringer Unterschied zwischen den hochfrequenten Tönen wie /s/ und /sch/

Erhöhen Sie das Kompressionsverhältnis und senken Sie die Grenzfrequenz leicht, um die Hörbarkeit der hochfrequenten Töne zu erhalten.

Geringe Vertrautheit mit hochfrequenten Tönen, z.B. /s/ klingt gelispelt, oder Vertrautheit harmonischer Klänge, z.B. Vokale, stimmhafte Konsonanten, Töne

Erhöhung der Grenzfrequenz als Lösung möglich, kann aber die Hörbarkeit der hochfrequenten Signale beeinträchtigen.



Abbildung 7

Qualitatives Schema der SoundRecover Parameter, die die Wahrnehmungseigenschaften beeinflussen: Hörbarkeit, Unterscheidbarkeit, Klangvertrautheit.

Anpassung und Feineinstellung von SoundRecover

Stellen Sie sicher, dass die SoundRecover Einstellungen (Hörbarkeit, Unterscheidbarkeit, Vertrautheit) ausgewogen sind, sowohl bei Erwachsenen- als auch bei Kinderanpassungen. Phonak empfiehlt die folgenden Überprüfungsmethoden:

1. Um zu überprüfen, ob die Hörbarkeit der hohen Frequenzen ausreichend ist
 Erwachsene:
 - Sprechen Sie /s s s s/ und /sch sch sch sch/ in einer Lautstärke, die für den Hörer anstrengend zu hören ist; prüfen Sie, ob Sie gehört wurden.
 - Verwenden Sie Beispiele mit /s/ und /sch/ aus dem Hörbarkeits-Abgleich in der Phonak Target (für mittel- bis hochgradige Hörverluste geeignet).
 - Führen Sie eine schmalbandige Freifeld-Audiometrie durch; prüfen Sie, ob die Hörschwellen des Hörgeräts ausreichend niedrig sind.
 - Phonemwahrnehmungstest (Phoneme Perception Test): Messen Sie die Wahrnehmungsschwellen und überprüfen Sie, ob sich diese im Zielbereich befinden.
 Kinder:
 - Unter 12 Monaten: DSL Verifikation-überprüfen Sie im SPLoGram, ob /s/ und /sch/ über der Hörschwelle liegen.
 - Über 12 Monate, zusätzlich: Überprüfen Sie, ob das Kind die Laute /s/ und /sch/ sprechen kann.

2. Um zu überprüfen, ob hochfrequente Töne ausreichend unterschieden werden können
 Erwachsene:
 - Sprechen Sie deutlich /s sch s sch s sch/; überprüfen Sie, ob die Laute unterschieden werden können.
 - Verwenden Sie den Ton /s sch s sch/ aus dem Hörbarkeits-Abgleich in der Phonak Target (für mittel- bis hochgradige Hörverluste geeignet).
 - Phonemwahrnehmungstest: Messen Sie die Unterscheidungsleistung, überprüfen Sie, ob diese ausreichend ist
 Kinder:
 - Unter 12 Monaten: DSL Verifikation-stellen Sie im SPLoGram sicher, dass sich /s/ und /sch/ nicht vollständig überlappen.
 - Über 12 Monate, zusätzlich: Überprüfen Sie, ob das Kind die Laute /s/ und /sch/ unterschiedlich sprechen kann.

3. Um zu überprüfen, ob die Vertrautheit der hohen Frequenzen ausreichend ist
 Erwachsene:
 - Ihr Kunde wird Sie sicherlich sofort darauf hinweisen, dass er ein Problem mit der Vertrautheit hochfrequenter Töne hat, denn in der Sprache kommt /s/ sehr oft vor.
 - Sprechen Sie /Mississippi/, fragen Sie nach, ob das /s/ normal oder gelispelt klang.
 - Lassen Sie den Hörgeräteträger /Mississippi/ sagen, fragen Sie nach, ob das /s/ normal oder gelispelt klang.
 Kinder:
 - Babys und Kleinkinder: Da die Kinder die verbale Kommunikation noch erlernen, gibt es in diesem Alter noch keine Probleme mit der Vertrautheit. Folgen Sie der DSL Voreinstellungs- und Elektroakustik-verifikation der Frequenzkompressions-einstellung.
 - Ältere Kinder: Überprüfung wie bei Erwachsenen.

4. Um zu überprüfen, ob die Vertrautheit der harmonischen Klänge ausreichend ist
 Erwachsene:
 - Ihr Kunde wird Sie sicherlich sofort darauf hinweisen, dass er ein Problem mit der Vertrautheit harmonischer Töne hat, denn in der Sprache kommen diese sehr oft vor.
 - Sprechen Sie verschiedene Wörter mit stimmhaften Tönen, z.B. /Ama/, /Mama/, /Alabama/ etc. Fragen Sie nach, ob die Wörter normal klingen oder komisch.
 Kinder:
 - Babys und Kleinkinder: Da die Kinder die verbale Kommunikation noch erlernen, gibt es in diesem Alter noch keine Probleme mit der Vertrautheit. Folgen Sie der DSL Voreinstellungs- und Elektroakustik-verifikation der Frequenzkompressionseinstellung.
 - Ältere Kinder: Überprüfung wie bei Erwachsenen: Verifikation von SoundRecover mithilfe des Phonemwahrnehmungstests.

Anpassung und Feineinstellung von SoundRecover

Verifikation von SoundRecover

mithilfe des Phonemwahrnehmungstests

Aus der Verifikation einer Hörgeräteanpassung mithilfe eines aktuell verfügbaren Sprachtests lässt sich nicht zuverlässig ableiten, welche Hörgeräteparameter geändert werden sollten oder könnten (Verstärkung, Algorithmus der Frequenzverschiebung, Klangbereinigung etc.), um eine optimale Hörbarkeit und Spracherkennung für den Hörgeräteträger zu erreichen. Mit dem Phonemwahrnehmungstest kann ermittelt werden, ob ein Hörgeräteträger hochfrequente Sprachlaute wie /s/ und /sch/ erkennen und unterscheiden kann. Anhand der Ergebnisse kann erkannt werden, ob weitere Einstellungen erforderlich sind, z.B. die Aktivierung von SoundRecover oder eine Verstärkung oder Schwächung der Frequenzkompression, um den Nutzen der Hörgeräte zu maximieren. Die Testergebnisse können auch bei der Wiederherstellung der Hörbarkeit der hochfrequenten Reibelaute (/s/, /sch/) nützlich sein.

Wissenschaftliche Studien haben bewiesen, dass der Phonemwahrnehmungstest besonders zur Überprüfung der Hörbarkeit der hohen Frequenzen und der daraus resultierenden Hörprobleme, wie z.B. Erkennungs- und Unterscheidungsprobleme, geeignet ist. Zudem ist belegt, dass der Test sehr genaue Ergebnisse in Bezug auf die Variationen von hochfrequenter Verstärkung und die Typen und Grade der Frequenzverschiebung liefert. Der Test eignet sich damit besonders gut als Bewertungsinstrument im klinischen Alltag für Behandlungen zur Wiederherstellung der Hörbarkeit in den hohen Frequenzen.

Tipps und Tricks

1. Es ist wichtig zu überprüfen, ob die SoundRecover Einstellungen korrekt sind und ob die hochfrequenten Töne, wie /s/ und /sch/, hörbar sind und unterschieden werden können.
2. Zur Gewöhnung an SoundRecover wird ein Zeitraum von 2–4 Wochen empfohlen.
3. Der Hörgeräteakustiker kann SoundRecover in der Phonak Target dauerhaft deaktivieren (Phonak Target Einstellungen > Anpassung > Standardeinstellungen Anpassung):

Standardeinstellungen Anpassung
 SoundRecover aus (Standardeinstellung)

4. Vertrautheit, Hörbarkeit und Unterscheidbarkeit von Sprachlauten können durch Verschieben der Regler der Grenzfrequenz und des Kompressionsverhältnisses mithilfe des erweiterten SoundRecover Werkzeugs erreicht werden.
5. Der Phonemwahrnehmungstest ist ein nützliches Instrument zur Überprüfung der SoundRecover Einstellungen.
6. Der Hörbarkeits-Abgleich kann auch zur Feinanpassung von SoundRecover verwendet werden. Mit diesem Werkzeug kann das wichtige Phonem akustisch präsentiert und die relevanten Parameter leicht geändert werden.