

Phonak Insight

April 2016



SoundRecover2 – der Algorithmus zur adaptiven Frequenzkompression

Bessere Hörbarkeit der hochfrequenten Klänge

Phonak leitete 2008 mit der Einführung von SoundRecover die Ära der modernen Frequenzverschiebung ein. Zahlreiche Studien haben seither bestätigt, dass SoundRecover bei Kindern und Erwachsenen die Wahrnehmung, Unterscheidung und Erkennung hochfrequenter Töne und Klänge verbessert und dadurch eine deutlich bessere Sprachverständlichkeit und Intonation sowie insgesamt eine bessere Stimmqualität ermöglicht. Der neue SoundRecover2 Algorithmus stellt gezielt die Hörbarkeit der relevanten hochfrequenten Töne wieder her, ohne die tieferen Frequenzstrukturen zu verändern, die für eine gute Klangqualität wichtig sind. Auf dem Prinzip von SoundRecover aufbauend, bietet SoundRecover2 nun zusätzlich einen adaptiven Algorithmus und eine zweite Grenzfrequenz, sodass auch Personen mit hochgradigem bis resthörigem Hörverlust die Vorteile der Frequenzverschiebung nutzen können.

Einleitung

Technologien zur Frequenzverschiebung, die die wahrnehmbare Bandbreite von Hörgeräträgern erweitern, sind seit etwa 10 Jahren auf dem Markt verfügbar. Phonak führte im Jahr 2008 mit dem ersten Naída Hörgerät auch SoundRecover ein, den Algorithmus zur nicht-linearen Frequenzkompression, und bot damit eine Lösung zur Wiederherstellung der Hörbarkeit in den hohen Frequenzen, wie sie mit herkömmlichen Hörgeräten bis dahin nicht möglich war.

Um möglichst verzerrungsfreie Eingangssignale zu bieten, nutzt SoundRecover die Eigenschaft, dass bei Vokalen eine hohe Energiekonzentration in den tiefen Frequenzen dominiert und stimmlose Reibelaute vor allem in den hohen Frequenzen Energie aufweisen. Dafür wurde in SoundRecover eine Grenzfrequenz als Startpunkt der Kompression festgelegt: Eingänge unter dieser Grenzfrequenz werden nicht komprimiert. Eingänge über dieser Grenzfrequenz werden komprimiert. Daraus ergibt sich, dass der Bereich des Ausgangsschalldrucks unterhalb der Grenzfrequenz unverändert bleibt, während der Bereich des Ausgangsschalldrucks über der Grenzfrequenz und bis zur obersten Frequenz in einem konstanten Kompressionsverhältnis komprimiert wird¹. Die obere Frequenz entspricht der maximalen Ausgangsfrequenz und ist

gemäß der tatsächlich hörbaren Bandbreite des individuellen Audiogramms eingestellt. Die untere Grenzfrequenz ist auf einen Mindestwert von 1,5 kHz limitiert. Dies stellt sicher, dass wichtige Vokalstrukturen unverändert bleiben, während geräuschartige hochfrequente Sprachteile im hörbaren Bereich des Nutzers präsentiert werden. Eine genauere Untersuchung der SoundRecover Technologie zur Frequenzverschiebung nimmt McDermott (2010) vor.¹

Die Erfahrung hat gezeigt, dass diese Frequenzkompression bei mittelgradigen bis fortgeschrittenen Hörverlusten sehr gut für das Verstehen von Sprache und die Hörbarkeit hochfrequenter Klänge funktioniert. Bei Hörverlusten mit versorgbarem Hörvermögen über 1,5 kHz komprimiert es hochfrequente Töne erfolgreich in den hörbaren Bereich. Weiter fortgeschrittene bis resthörige Hörverluste wie z.B. Tieftonresthörigkeiten oder Hochtonsteilabfälle bedeuteten bisher jedoch besondere Herausforderungen bei der Anpassung. Diese Hörverluste erfordern, um eine gute Hörbarkeit sicherzustellen eine stärkere Parametereinstellung (niedrigere Grenzfrequenz, und höheres Frequenzkompressionsverhältnis)

Der SoundRecover2 Algorithmus bietet nun durch adaptive Verarbeitung niedrigere Grenzfrequenzen und ermöglicht hierdurch auch schwächere Kompressionsverhältnisse und bietet damit zusätzlich bedeutende Vorteile für viele Hörgeräträgern im Kindes- und Erwachsenenalter.

¹ Das Kompressionsverhältnis ist auf den logarithmisch skalierten Frequenzachsen konstant.

Funktionsbeschreibung von SoundRecover2

Grundsätzliches Funktionsprinzip

SoundRecover2 ist ein Schema zur adaptiven Frequenzkompression. Es basiert auf dem Prinzip des ursprünglichen SoundRecover. Der neue Algorithmus erhält die Klangqualität von Vokalen, die vor allem in den tiefen Frequenzbereichen eine Energiekonzentration aufweisen, und verschiebt nur die stimmlosen Frikativlaute, die hauptsächlich Energie im hohen Frequenzbereich aufweisen.

Abbildung 1 zeigt die spektrale Verteilung der englischen Vokale.

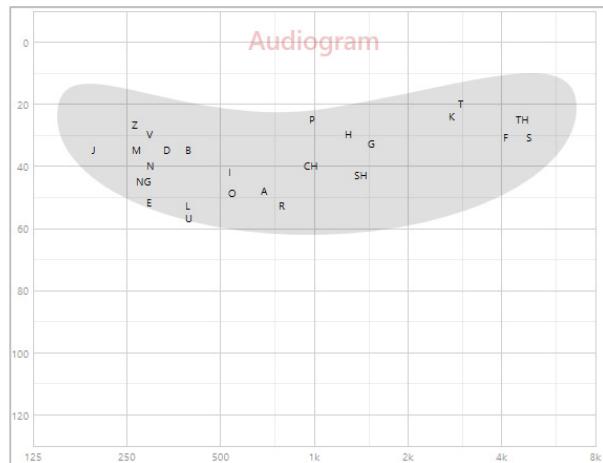


Abbildung 1: Die Sprachbanane mit den Frequenzen der englischen Sprachlaute.

Der entscheidende Unterschied ist, dass der Startpunkt der Kompression nicht statisch festgelegt ist, sondern sich adaptiv an die Energieverteilung des Eingangssignals anpasst. Diese adaptive Fähigkeit wird durch die Verwendung von zwei Grenzfrequenzen ermöglicht. Basierend auf der momentanen Energieverteilung des Eingangssignals bestimmt das System instantan, welche der beiden Grenzfrequenzen angewandt wird. SoundRecover2 funktioniert also in der Grundlage wie SoundRecover, wählt jedoch adaptiv zwischen zwei Kompressionsstartpunkten, einer „unteren“ und einer „oberen“ Grenzfrequenz.

. Diese Art der adaptiven Frequenzkompression wird durch die einfache Erkennung der unterschiedlichen Energieverteilungen der tonalen und geräuschartigen Strukturen des Eingangssignals vervollständigt. Werden mehr tieffrequente Anteile erkannt, wird eine Frequenzkompression mit der oberen (höheren) Grenzfrequenz durchgeführt, um die tieffrequenten Klänge vor einer Kompression zu „schützen“. Werden mehr hochfrequente Anteile erkannt, wird eine Frequenzkompression mit der unteren Grenzfrequenz durchgeführt, um die Hörbarkeit der hochfrequenten Klänge wiederherzustellen. Bei der Anwendung auf Sprachsignale verändert diese Strategie die Vokale nicht, sondern verschiebt gezielt die wichtigen hochfrequenten Klänge der Reibelaute in tiefere Frequenzen, in denen sie hörbar werden. Die Ausgangskurve in Abbildung 2 veranschaulicht dieses adaptive Verhalten.

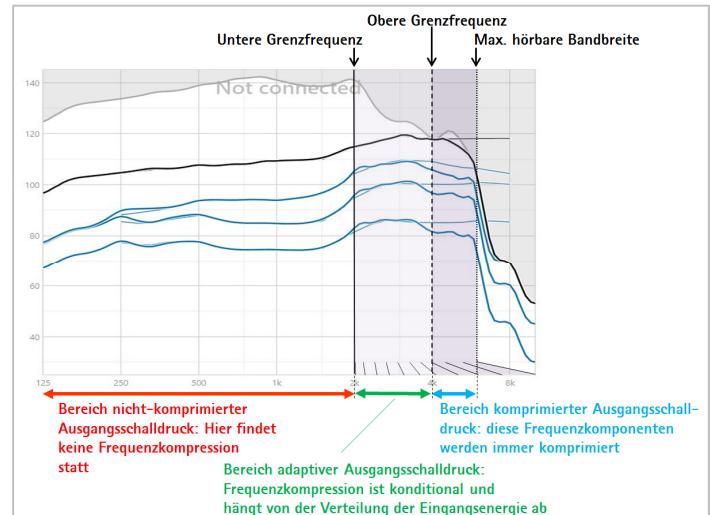


Abbildung 2: Beispiel einer SoundRecover2 Ausgangskurve. Abhängig von der Energieverteilung des Eingangssignals startet die Frequenzkompression entweder an der oberen oder an der unteren Grenzfrequenz.

Nutzen des adaptiven Verhaltens

Der adaptiv ausgewählte Startpunkt der Kompression stellt sicher, dass nur die Komponenten des Eingangssignals in hohem Maße verschoben werden, die signifikante hochfrequente Energie aufweisen. Dadurch kann die untere Grenzfrequenz weit unter der aktuellen Grenze von 1500 Hz angesetzt werden, sodass der Kompressionsbereich erweitert wird und gleichzeitig schwächere Kompressionsverhältnisse als mit dem ursprünglichen SoundRecover möglich werden. Der Wert der oberen Grenzfrequenz bleibt jedoch begrenzt und kann recht hoch gesetzt werden, weil die obere Grenzfrequenz nur angewandt wird, wenn signifikante tieffrequente Energie vorhanden ist. Dies erweitert den Bereich des Ausgangsschalldrucks unterhalb der Grenzfrequenz, in welchem das Signal geschützt und unverändert bleibt. So wird sichergestellt, dass die tonalen Strukturen und die anderen tieffrequenten Komponenten geschützt und nicht verschoben werden. Im Besonderen wird dabei sichergestellt, dass die wichtigen Vokalformanten nicht beeinträchtigt werden.

Resultate

SoundRecover2 ermöglicht durch sein adaptives Verhalten eine Frequenzverschiebung mit insgesamt niedrigerer Grenzfrequenz und schwächerem Kompressionsverhältnis als das ursprüngliche SoundRecover. Der hohe Wert der oberen Grenzfrequenz ermöglicht eine natürlichere Klangqualität und weniger Verzerrung der tonalen Komponenten. Gleichzeitig ermöglicht eine niedrigere untere Grenzfrequenz einen erweiterten Zugang zu hochfrequenten Klängen bei allen Arten von Hörverlust. SoundRecover2 kann damit auch bei Personen mit sehr begrenzter hörbarer Bandbreite, in der Regel Hörgeräteträger mit hochgradigem bis resthörigem Hörverlust, Tieftonresthörigkeit und Hochtonsteilabfall, angepasst werden. Einfach gesagt, können mit dem SoundRecover2 Algorithmus mehr Hörgeräteträger als jemals zuvor von Frequenzverschiebung profitieren. Das schwächere Kompressionsverhältnis führt zu weniger Veränderungen und erhält damit die spektrale Form der mittel- bis hochfrequenten Klänge. Dies ermöglicht eine bessere Unterscheidung von hochfrequenten Frikativen wie <>.

und <sch> und steigert zusätzlich die Spontanakzeptanz durch Sicherstellung von mehr Klangvertrautheit.

In Abbildung 3 sind die Spektrogramme des Beispielsatzes „my name is asa“ abgebildet: (a) ohne Frequenzverschiebung, (b) mit SoundRecover und (c) mit SoundRecover2.

Abbildung 3(a) zeigt ausgeprägte Formantstrukturen bis zu 5,5 kHz bei 0,2 bis 0,5 Sekunden und zwei hochfrequente /s/ Phoneme bei 1,2 Sekunden und 1,9 Sekunden.

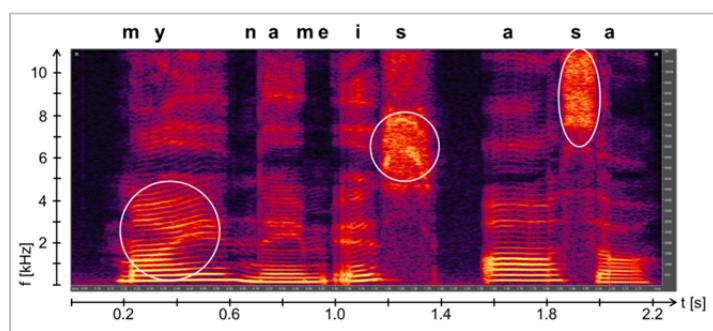


Abbildung 3(a): Spektrogramm des Beispielsatzes „my name is asa“ ohne Frequenzverschiebung.

In Abbildung 3(b) ist zu sehen, wie SoundRecover mit einer Grenzfrequenz von 1500 Hz und einem Kompressionsverhältnis von 2,1 die hörbare Bandbreite auf bis zu ca. 4000 Hz erweitert. Die /s/ Phoneme bei 1,2 und 1,9 Sekunden wurden in den Frequenzbereich zwischen 2,5 und 4 kHz verschoben. Es ist deutlich zu sehen, dass die feinspektralen Strukturen unterhalb der Grenzfrequenz von 1500 Hz am Satzanfang bei dieser maximalen Einstellung nicht vollständig erhalten werden.

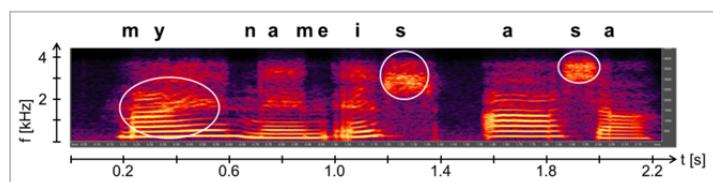


Abbildung 3(b): Spektrogramm des Beispielsatzes „my name is asa“ mit SoundRecover (Grenzfrequenz: 1500 Hz, Kompressionsverhältnis: 2,1).

In Abbildung 3(c) ist zu sehen, wie SoundRecover2 mit einer unteren Grenzfrequenz von 1479 Hz und einer oberen Grenzfrequenz von 3000 Hz und einem Kompressionsverhältnis von 1,4 die hörbare Bandbreite ebenfalls auf bis zu ca. 4000 Hz erweitert. Hierbei werden die spektralen Feinstrukturen bis zur oberen Grenzfrequenz von 3600 Hz in den ersten 0,2 bis 0,5 Sekunden des Satzes erhalten; die Verschiebung der zwei signifikanten hochfrequenten /s/ Phoneme bei 1,2 und 1,9 Sekunden erfolgt in den sehr tiefen Frequenzbereich zwischen 2000 und 3000 Hz.

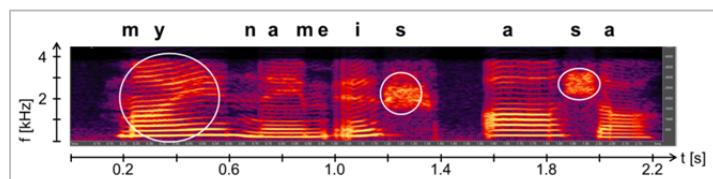


Abbildung 3(c): Spektrogramm des Beispielsatzes „my name is asa“ mit SoundRecover2 (untere Grenzfrequenz: 1479 Hz, obere Grenzfrequenz: 3600 Hz, Kompressionsverhältnis: 1,4).

Nachweis des Nutzens

Tabelle 1 enthält eine Zusammenfassung der theoretischen Vorteile von SoundRecover2 im Vergleich zum ursprünglichen SoundRecover; im Einzelnen die Erweiterung des Anpassbereichs und die audiologischen Vorteile in Bezug auf die Hörbarkeit, Unterscheidung und Klangqualität. Zudem wird ein reibungsloser Wechsel von der jetzigen Frequenzverschiebungstechnologie auf die neue erwartet. Dies geht aus einer Studie hervor, in der Nutzer von SoundRecover problemlos auf SoundRecover2 wechseln und sich schnell an dieses gewöhnen konnten.

Erweiterter Anpassbereich	<ul style="list-style-type: none"> ermöglicht Anpassung bei mehr hochgradigen Hörverlusten mit akzeptabler Klangqualität ermöglicht bessere Versorgung bei Tiefotonresthörigkeit und Hochtonsteilabfall
Bessere audiologische Leistung	<ul style="list-style-type: none"> bessere Hörbarkeit der hochfrequenten Klänge (Evidenz aus internen Studien) verbesserte Unterscheidung, Wahrnehmung und Erkennung verschobener hochfrequenter Komponenten erhält die Klangqualität, indem es die Vertrautheit und Natürlichkeit allgemein und im Einzelnen die tief- und mittelfrequenten Komponenten erhält bessere Wahrnehmung der Umgebungsgeräusche und, daraus folgend, potenzielle Steigerung der Spontanakzeptanz und Reduzierung der Akklimatisierungszeit

Tabelle 1: Theoretische Vorteile von SoundRecover2 im Vergleich zum ursprünglichen SoundRecover.

Studienergebnisse

Die theoretischen Vorteile, die in Tabelle 1 aufgeführt sind, konnten in verschiedenen Studien nachgewiesen werden. In einer frühen Studie wurde die Leistung bei 14 Kindern mit starker bis hochgradiger Schallempfindungsschwerhörigkeit in den hohen Frequenzen mit einem sehr reifen Prototyp von SoundRecover2 mit der Leistung des ursprünglichen SoundRecover verglichen (Wolfe et al. 2016). Diese Studie zeigte eine verbesserte Worterkennung in Ruhe und eine bessere Erkennung von Pluralen. Des Weiteren konnte keine Verschlechterung in der Wahrnehmung oder Erkennung von Konsonanten festgestellt werden, und Nutzer, die das ursprüngliche SoundRecover länger trugen, waren in der Lage, ohne lange Akklimatisierungszeit auf SoundRecover2 zu wechseln.

In einer anderen Studie, die am Phonak Hauptsitz durchgeführt wurde, wurde die audiologische Leistung des ursprünglichen SoundRecover mit derjenigen von SoundRecover2 bei 8 männlichen Personen (Durchschnittsalter: 56,8 Jahre) verglichen, die einen hochgradigen symmetrischen retrocochleären oder gemischtem Hörverlust hatten, der in den Frequenzen 250 Hz bis 8 kHz bei durchschnittlich über 90 dB lag. Bei dieser Gruppe ergab der Phoneme Perception Test (Schmitt et al. 2016) signifikant bessere Wahrnehmungsschwellen in 3 von 4 Teststimuli (Abbildung 4) und signifikant bessere Erkennungsschwellen bei 1 von 4 Teststimuli (Abbildung 5).

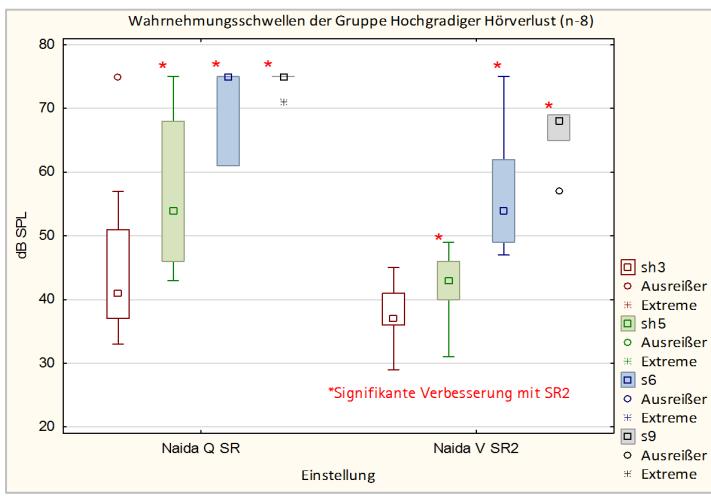


Abbildung 4: Phoneme Perception Test: durchschnittliche Wahrnehmungsschwellen bei hochgradigen Hörverlusten, Naída Q SR (SoundRecover)² vs. Naída V SR2 (SoundRecover2). Bei 3 von 4 Teststimuli (sh5, s6, s9) war die Erkennung mit SoundRecover2 signifikant besser.

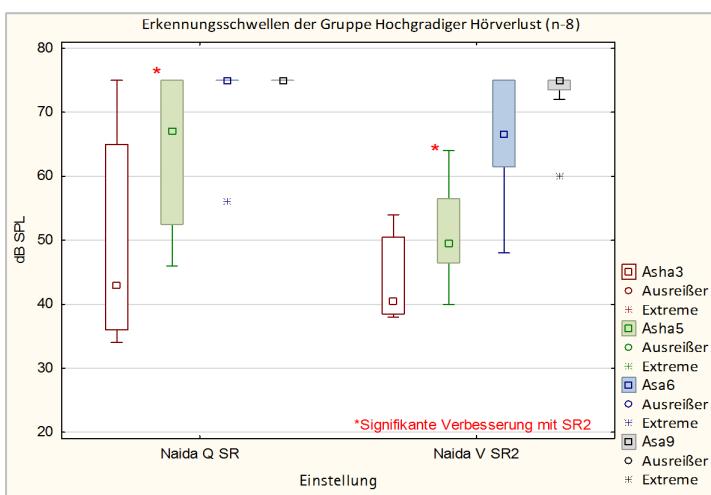


Abbildung 5: Phoneme Perception Test: durchschnittliche Erkennungsschwellen bei hochgradigen Hörverlusten, Naída Q SR (SoundRecover)² vs. Naída V SR2 (SoundRecover2). Bei 1 von 4 Teststimuli (Asha5) war die Erkennung mit SoundRecover2 signifikant besser.

SoundRecover2 Anpasskonzept

Ziele der Anpassung

Aus zahlreichen Studien geht hervor, dass sich eine bessere Hörfähigkeit vor allem durch eine gute Hörbarkeit und Unterscheidung von Klängen erzielen lässt. Gleichzeitig ist eine gute Klangqualität eine wichtige Voraussetzung für die Spontanakzeptanz und den Hörgenuss. Ziel der Anpassung von SoundRecover2 ist es, die Hörbarkeit in den hohen Frequenzen zu erhalten und, bei Bedarf, wiederherzustellen, und die Unterscheidung von verschobenen hochfrequenten Tönen und die Vertrautheit im gesamten Frequenzbereich zu ermöglichen.

² Wahrnehmungs- und Erkennungsschwellen, die nicht mit SoundRecover gemessen werden konnten (s9, Asa6 und Asa9), wurden auf 75 dB eingestellt.

Wahrnehmungsadäquate Dimensionen in der Anpassung frequenzverschiebender Funktionen

Bei der Anpassung einer frequenzverschiebenden Funktion besteht die Herausforderung darin, eine optimale Balance zwischen audiologischem Nutzen und Klangqualität zu finden. Neuere Ansätze zur Frequenzverschiebung bieten in dieser Hinsicht recht gute Lösungen für eine große Bandbreite an Hörverlusten im Hochtonbereich. Bei besonders hochgradigem bis resthörigem Hörverlust, wie z.B. nicht-versorgbarem Hörverlust bei über 2000 Hz, stellen sich jedoch besondere Herausforderungen. Personen mit derart hochgradigen Hörverlusten weisen in der Regel eine stark limitierte hörbare Bandbreite auf, sodass die Anwendung von Frequenzkompression die Klangqualität beeinträchtigen kann.

In Abbildung 6 ist diese Herausforderung im Balance-Dreieck veranschaulicht: die verstärkte Frequenzverschiebung hat Auswirkungen auf die wahrnehmungsadäquaten Dimensionen Hörbarkeit und Klangqualität.

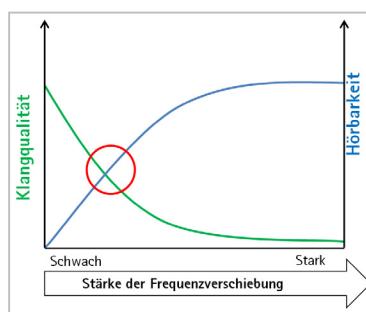


Abbildung 6: Kurven der wahrnehmungsadäquaten Dimensionen bei besonders hochgradigem Hörverlust mit modernen Frequenzverschiebungsfunktionen, die eine unbefriedigende Balance zwischen audiologischem Nutzen und Klangqualität zeigen. Eine bessere Hörbarkeit ist nur auf Kosten der Klangqualität möglich und umgekehrt.

SoundRecover2 bietet Hörgerätekundlern neben den technischen Mitteln, um die oben beschriebenen Herausforderungen zu meistern, auch Unterstützung, um die richtige Balance zwischen den wahrnehmungsadäquaten Dimensionen zu finden.

Grundprinzip der SoundRecover2 Anpassung

Funktionen zur Frequenzverschiebung können intuitiv und einfach über die wahrnehmungsadäquaten Dimensionen charakterisiert werden. Die Anpassung von SoundRecover2 basiert daher auf den folgenden drei wichtigen wahrnehmungsadäquaten Dimensionen:

- **Hörbarkeit** von hochfrequenten Tönen, wie z.B. /s/, /f/
- **Unterscheidung oder Diskrimination** von verschobenen hochfrequenten Tönen, wie z.B. /s/ und /sch/
- **Klangqualität** von tief- und mittelfrequenten Tönen wie z.B. die Vokale /a/, /e/, /i/

Das „Balance-Dreieck“ veranschaulicht, wie diese drei Dimensionen miteinander zusammenhängen. Abbildung 7 zeigt die drei möglichen Konfigurationen des Balance-Dreiecks: Standard-einstellung, schwächere Einstellung und stärkere Einstellung.

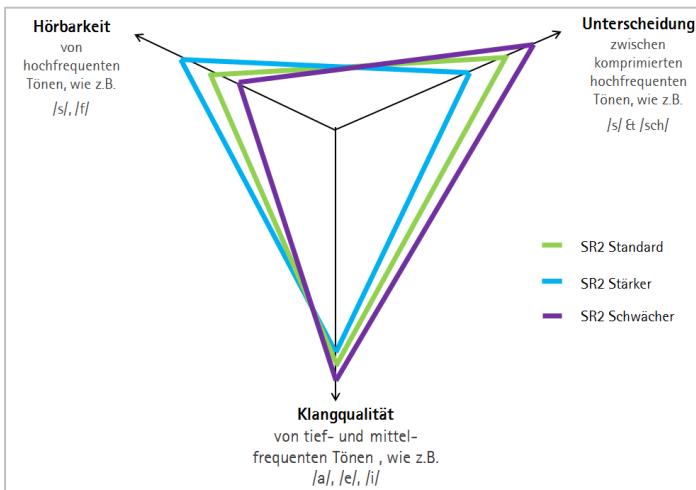


Abbildung 7: Das SoundRecover2 Balance-Dreieck bei einer Standardeinstellung (grün), einer Einstellung mit stärkerer Hörbarkeit (blau) und einer weiteren Einstellung mit stärkerer Unterscheidung (violett). Es lässt sich klar erkennen, dass die Modifikation einer wahrnehmungsadäquaten Dimension immer Auswirkungen auf die jeweils zwei anderen Dimensionen hat.

SoundRecover2 ermöglicht eine optimale Balance zwischen diesen miteinander zusammenhängenden wahrnehmungsadäquaten Dimensionen, indem es:

- 1) **die vorhandene hörbare Bandbreite bestmöglich nutzt**
→ als maximale Ausgangsfrequenz wird die obere Grenzfrequenz der individuellen hörbaren Bandbreite festgelegt, um die Stimulation des Hörnervs in den Fällen zu maximieren, in denen die Hörbarkeit ohne Frequenzverschiebung erreicht werden kann
→ kein Deprivationsrisiko
- 2) **die mittel- und tieffrequenten Klänge bestmöglich schützt**
→ die obere Grenzfrequenz ist hoch genug gesetzt, um Sprachsignale zu erhalten, die ohne Kompression hörbar sind
→ keine Verzerrungsgefahr bei mittel- und tieffrequenten Klängen
- 3) **die Klänge in einen optimal ausgewählten Bereich verschiebt**
→ als Startpunkt der Kompression (untere Grenzfrequenz) wird die unterste Frequenz festgelegt, sodass der Bereich, in dem eine Kompression mit schwachem Kompressionsverhältnis durchgeführt werden kann, maximiert wird
→ erhöht die Gesamtstärke der Frequenzkompression für Hörgeräträger mit besonders hochgradigen Hörverlusten und ermöglicht mehr Nutzern, von der Frequenzkompression zu profitieren.

Vorberechnung

Unter Berücksichtigung dieser drei Elemente und basierend auf Daten aus langjährigen Anwenderstudien, konnten die Vorberechnung und der Startpunkt für die Anpassung optimiert werden. Die vorberechneten Standardeinstellungen bieten eine optimale Balance zwischen den drei wahrnehmungsadäquaten Dimensionen, insbesondere eine gute Hörbarkeit der hohen Frequenzen, sowie ausreichende Unterscheidung zwischen verschobenen Klängen und eine insgesamt akzeptable Klangqualität.

SoundRecover2 Anpassung

Eine Feinanpassung ermöglicht eine individuelle Anpassung der zwei Dimensionen Hörbarkeit und Unterscheidbarkeit. Justierungen zur Steigerung der Hörbarkeit führen zu einer niedrigeren unteren Grenzfrequenz, während eine Justierung zur besseren Unterscheidung das Kompressionsverhältnis verändert. Die dritte Dimension, die Klangqualität, wird nach jeder Änderung der grundsätzlichen Anpassdimensionen in der Anpasssoftware automatisch optimiert. Wenn also die Balance zwischen Hörbarkeit und Unterscheidung bei einem Nutzer optimiert wurde, wird die Klangqualität automatisch angepasst, um eine optimale Klangklarheit zu erhalten.

Die Klangqualität zeichnet sich im Einzelnen durch Klangklarheit und Hörgemütlichkeit aus. Wenn ein Hörgeräträger zeitweise eine andere Balance zwischen Klarheit und Komfort benötigt, kann die Klangqualität mit Hilfe von 4 vordefinierten Einstellungen genauer angepasst werden, um eine optimale Balance zwischen Klarheit und persönlichem Hörgemütlichkeit zu bieten. Eine Einstellungsänderung zur Steigerung des Hörgemüts führt zu einer Steigerung der oberen Grenzfrequenz zur maximalen hörbaren Bandbreite.

In Abbildung 8 ist der Anpassablauf von SoundRecover2 mit der Feinanpassung der Hörbarkeit und Unterscheidung und der anschließenden Feinanpassung der Klangqualität zu sehen. Diese Methode ist mit zwei wahrnehmungsadäquaten Reglern in der Anpasssoftware implementiert.

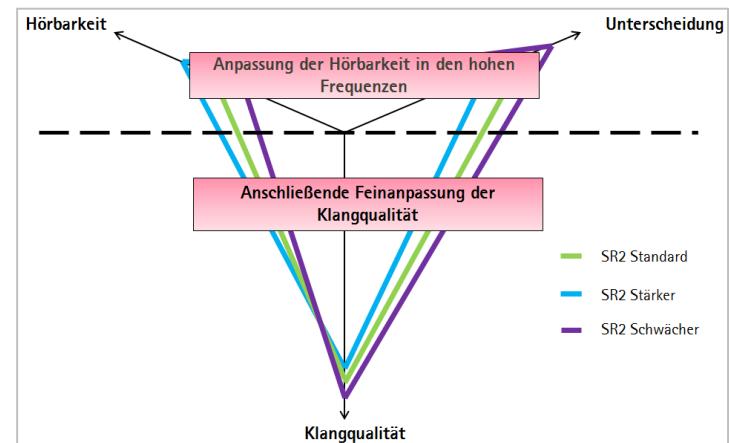


Abbildung 8: Anpassung von SoundRecover2. Basis der Anpassung sind die aus der Vorberechnung abgeleiteten Standardeinstellungen. Durch eine Feinanpassung kann die Hörbarkeit der hohen Klänge sowie die Unterscheidung der verschobenen hochfrequenten Komponenten optimiert werden. Die so bestimmten Einstellungen enthalten eine automatisch optimierte Klangqualität für maximale Klangklarheit. Die Klangqualität kann in vier weiteren Schritten feinangepasst werden, um mehr Hörgemütlichkeit zu ermöglichen.

Resultate

Der auf den wahrnehmungsadäquaten Dimensionen beruhende Anpassprozess ermöglicht Hörgerätekundern eine intuitive, optimale Anpassung von SoundRecover2. Aus den Berichten der Nutzer während der Anpassung der Frequenzkompression geht hervor, dass diese viel besser auf wahrnehmungsadäquate Dimensionen ansprechen als auf technische Parameter oder die „stärker-schwächer“ Einstellung des ursprünglichen SoundRecover.

Die Standardeinstellungen, die von der Vorberechnung abgeleitet werden, bieten eine hervorragende Basis für die Anpassung, denn sie ermöglichen eine gute Hörbarkeit, sowie eine ausreichende Unterscheidung verschobener Klänge und eine akzeptable Klangqualität.

Schlussfolgerungen

SoundRecover2, der neue Algorithmus zur Frequenzverschiebung, wendet niedrigere Grenzfrequenzen und schwächere Kompressionsverhältnisse an. Damit profitieren mehr Hörgeräteträger als zuvor mit SoundRecover von den Vorteilen der Frequenzkompression. Möglich wurde dies technisch durch die Hinzufügung einer zweiten Grenzfrequenz und der Möglichkeit, den Startpunkt der Kompression abhängig von der Energie des Eingangssignals zu bestimmen. Durch die automatische sofortige Wahl zwischen der unteren und oberen Frequenz können hochfrequente Komponenten in einen größeren Frequenzbereich mit einem schwächeren Kompressionsverhältnis verschoben werden, während tieffrequente Komponenten geschützt und nicht verändert werden.

Eine im Vorfeld durchgeführte externe Studie zeigte Verbesserungen in der Wortschreibung in Ruhe sowie in der Erkennung von Pluralformen und keine Nachteile in der Erkennung von Konsonanten. Langzeitnutzer der ursprünglichen SoundRecover Funktion konnten ohne lange Akklimatisierungszeit auf SoundRecover2 wechseln (Wolfe et al. 2016). In einer internen Studie, die am Phonak Hauptsitz mit einer Gruppe von Testpersonen mit hochgradigem Hörverlust durchgeführt wurde, zeigte der Phoneme Perception Test signifikant verbesserte Wahrnehmungsschwellen bei 3 von 4 Teststimuli sowie signifikant verbesserte Erkennungsschwellen bei 1 von 4 hochfrequenten Stimuli.

Zusammen mit der neuen Signalverarbeitung wurde ein neues Anpasskonzept entwickelt, das Hörgerätekundlern eine einfachere Balancierung der audiologischen Vorteile und der Klangqualität bei der Anwendung von frequenzverschiebenden Funktionen ermöglicht. Die sich daraus ergebende wahrnehmungsdäquate Anpassung basiert auf dem „Balance-Dreieck“, welches die miteinander zusammenhängenden Dimensionen veranschaulicht: Hörbarkeit, Unterscheidung und Klangqualität. Die Vorberechnung der Anpassung bietet einen optimalen Startpunkt für eine gute Hörbarkeit der hochfrequenten Klänge, ermöglicht eine ausreichende Unterscheidung zwischen verschobenen Klängen und liefert eine insgesamt akzeptable Klangqualität. Eine Feinanpassung an die individuellen Bedürfnisse des Nutzers kann einfach mithilfe der wahrnehmungsdäquaten Reglern in der Phonak Target Anpasssoftware durchgeführt werden.

Referenzen

- McDermott, H. (2010). SoundRecover – The importance of wide perceptual bandwidth. Phonak Background Story.
- Wolfe, J., Duke, M., Schafer, E., Rehmann, J., Jha, S., John, A., Jones, C. (2016). Preliminary evaluation of a novel non-linear frequency compression scheme for use in children. Submitted to International Journal of Audiology.
- Schmitt, N., Winkler, A., Boretzki, M., Holube, I. (2016). A phoneme perception test method for high frequency hearing aid fitting. Journal of the American Academy of Audiology.

Autoren

Julia Rehmann ist als Audiological Engineer bei Sonova in der Schweiz tätig.

Siddhartha Jha arbeitet als DSP Engineer in der Abteilung Science & Technology am Sonova Hauptsitz in der Schweiz.

Silvia Allegro Baumann arbeitet als Senior DSP Engineer in der Abteilung Science & Technology am Sonova Hauptsitz in der Schweiz.