

# Phonak Insight

## Die neue Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation von Phonak bietet klaren und vollen Klang beim Streamen

Heutzutage möchten Hörgeräteträger in der Lage sein, beim Musik hören, Fernsehen oder Telefonieren auch mit ihrer Umgebung kommunizieren zu können – über das Mikrofon ihrer Hörgeräte. Allerdings müssen Streaming- und Umgebungssignale unterschiedlich verstärkt werden, um eine klare und volle Klangqualität beim Streamen zu erreichen und gleichzeitig sicherzustellen, dass die eigene Stimme und alle Klänge über das Hörgerätemikrofon optimal gehört werden. Das ist besonders bei offenen Anpassungen wichtig, denn dabei fließt ein Teil der Signalintensität wieder aus dem Gehörgang ab (Ventloss) während nur Umgebungssignale (Direktschall) und keine Streamingsignale durch das Vent eindringen. Mit der neuen Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation, die in Phonak Marvel Hörgeräten bei der Vorbereitung zum Tragen kommt, lässt sich der unterschiedlichen Verstärkungsbedarf für Streaming- und Umgebungssignale lösen und eine optimale Klangqualität für beide Eingangssignale sicherstellen.

Jane Woodward, Oktober 2018

## Einleitung

Moderne Hörgeräte können Klänge aus verschiedenen Quellen verarbeiten: Umgebungsgeräusche über die Mikrofone und Streamingsignale über Bluetooth®, Roger™, die AirStream™ Technologie und die Telefonspule. Darüber hinaus haben die Kunden die Wahl zwischen: (1) nur Umgebungsgeräuschen (wie das Programm „Ruhige Umgebung“); (2) nur Streamingsignalen ohne Input über das Mikrofon (z. B. Roger und Telefonspule); oder (3) einer Mischung aus Umgebungssignalen und Streamingsignalen (wie Roger + Mic, Media Musik + Mic und Telefon via T-Spule + Mic). Zur Vereinfachung verwenden wir für alle Signale, die nicht über das Mikrofon des Hörgeräts aufgenommen werden, wie z.B. Bluetooth, Roger, AirStream und Telefonspule, die Bezeichnung ‚Streaming‘. Diese unterschiedlichen Umgebungs- und Streamingsignale haben ihren jeweils eigenen Verstärkungsbedarf und eigene Klangbereinigungsfunktionen, um in den vielschichtigen Hörumgebungen des Alltags eine hervorragende Klangqualität sicherzustellen.

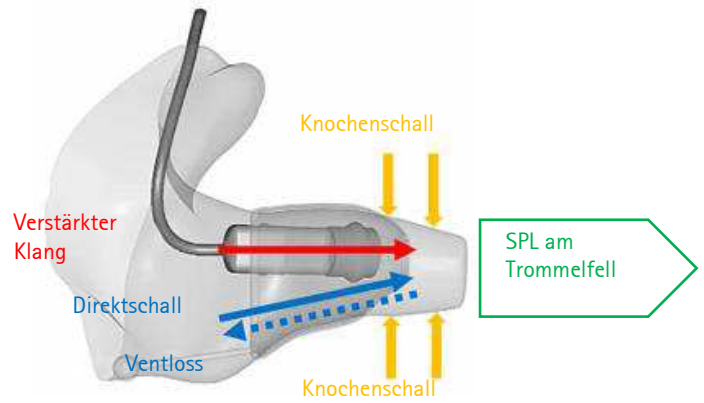


Abbildung 1: Anteil des verstärkten Klangs, Direktschalls und Ventloss zum Gesamtsignal am Trommelfell

Abbildung 2 zeigt, dass der in den Gehörgang eintretende Direktschall, REOG (Real Ear Occluded Gain), bei offenen Anpassungen größer ist. Abbildung 3 zeigt, wie groß der Anteil der tiefen Frequenzen ist, der in Abhängigkeit der Ventgröße abfließt, was als Ventloss bezeichnet wird.

## Die Bedeutung von Ventloss und Direktschall bei offenen Anpassungen

RIC-Hörgeräte werden eher mit einer offenen Ankopplung angepasst, z.B. mit einem Dome oder einer Otoplastik mit größerer Belüftung, welche durch den Grad des Hörverlusts oder den Wunsch nach mehr Tragekomfort bedingt ist. Abbildung 1 illustriert, wie durch offene Ankopplungen und Belüftungen die vom Hörgerät übertragenen tiefen Frequenzen aus dem Gehörgang abfließen (Ventloss), und tiefe Frequenzen das Trommelfell direkt, ohne den Weg über das Hörgerätemikrofon, erreichen (Direktschall). Der Gesamtschalldruckpegel (SPL) am Trommelfell ist die Summe aus verstärktem Schall (gedämpft durch den Ventloss-Effekt), Direktschall und von der Stimme des Kunden generierter Knochenschall (Kuk & Keenan, 2006). Die Verarbeitungsfunktion moderner Hörgeräte kann die Wirkung offener Ankopplungen auf die Tieftonverstärkung einbeziehen, um einen präzisen Ausgleich zwischen Kompensation des Hörverlusts und optimaler Klangqualität zu erreichen.

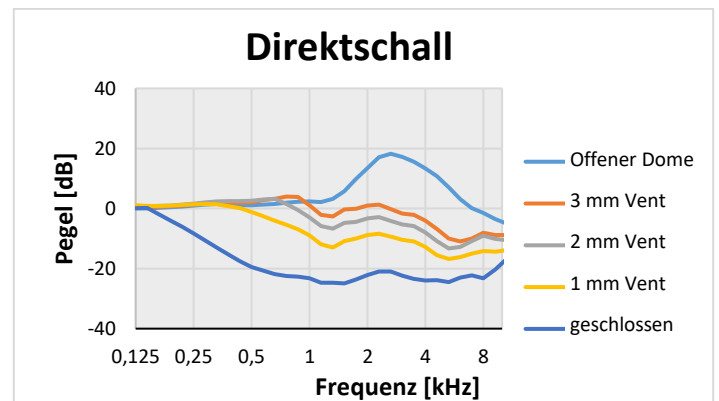


Abbildung 2: Direktschall, der bei unterschiedlichen akustischen Ankopplungen vor das Trommelfell gelangt.

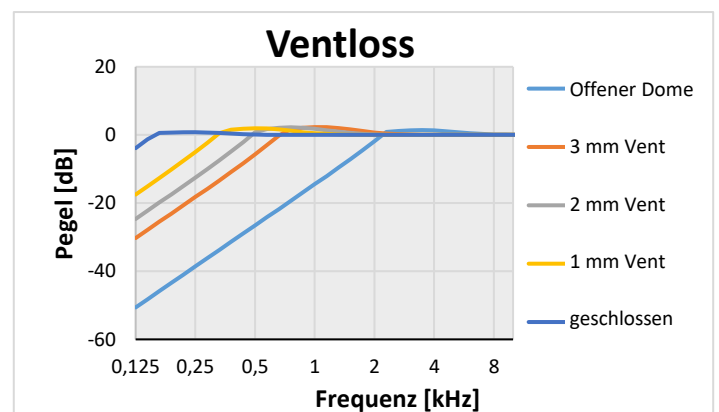


Abbildung 3: Aus dem Ohr abfließender Schall bei unterschiedlichen akustischen Ankopplungen

## Ventloss-Kompensation

Bei einem **reinen Mikrofon-Programm** wie „Ruhige Umgebung“ hört man eine Kombination aus verstärktem Klang und Direktschall, der durch die Otoplastik oder den offenen Dome ins Ohr gelangt. Kunden mit einer offenen Ankopplung haben im Tieftonbereich oft ein normales oder annähernd normales Hörvermögen. In diesem Fall ist der direkte (unverstärkte) Tieftonanteil, der das Trommelfell erreicht, ausreichend und keine Kompensation der tiefen Frequenzen erforderlich, die durch die Belüftung abfließen. Durch den Verzicht auf eine Ventloss-Kompensation wird es möglich, die Klangqualität zu optimieren und zu vermeiden, dass der Kunde seine eigene Stimme als ‚hohl‘ oder ‚nachhallend‘ empfindet.

Bei einem **reinen Streaming-Programm** hört der Kunde nur das vom Hörgerät verarbeitete Streamingsignal, da das Mikrofon ausgeschaltet ist. In diesem Fall fließen die tiefen Frequenzen des Streamingsignals aus der offenen akustischen Ankopplung, aber es gibt typischerweise keinen Direktschall. Dieser Ventloss wird durch eine zusätzliche Tieftonverstärkung kompensiert, um einen vollen Klang zu erreichen und zu vermeiden, dass die Töne ‚blechern‘ klingen. Die Ventloss-Kompensation kommt bei Signalen zum Einsatz, die nicht über das Mikrofon aufgenommen werden: (1) Remote-Signale, die zum Hörgerät gestreamt werden, wie Telefon-, Roger- oder Telefonspulensignale; (2) Signale von Multimedia-Quellen wie TV, Radio und anderen Musikgeräten; und (3) im Hörgerät generierte Signale wie Benachrichtigungen oder Sprachnachrichten. Ein reines Streaming-Programm ohne aktiviertes Hörgerätemikrofon hat den Nachteil, dass sich der Kunde isoliert fühlt, weil er seine Umgebung nicht hören kann. Viele Kunden wählen daher ein gemischtes Programm beim Streaming, um dabei auch Umgebungsgeräusche wahrnehmen zu können.

Bei **gemischten Programmen mit Streaming und aktiviertem Hörgerätemikrofon**, wie Media Musik + Mic, Media Sprache + Mic, Roger + Mic und Telefon via T-Spule + Mic, muss der Ventloss-Anteil für das akustische und das gestreamte Signal unterschiedlich kompensiert werden. In vielen Situationen ist es für die Kunden wichtig, nicht nur das gestreamte Signal zu hören, sondern auch das Mikrofon aktiviert zu haben, um mitzubekommen, was in ihrer Umgebung passiert. Das kann aus Sicherheitsgründen erforderlich sein, z.B. im Straßenverkehr, oder um eine Türklingel oder einen Wecker zu hören. Oder um mit anderen Personen kommunizieren zu können, z. B. beim gemeinsamen Fernsehen. Das ist ein wesentlicher Vorteil gegenüber einem reinen Streaming-Programm oder Kopfhörern, denn dabei wird nur das Streamingsignal gehört. Aus diesem Grund ist das Hörgerätemikrofon in der Phonak

Target Anpasssoftware während des Streamings standardmäßig aktiviert.

## Die Herausforderung: Bei der zeitgleichen Übertragung von Mikrofon- und Streamingsignalen muss der Ventloss-Anteil unterschiedlich kompensiert werden

Hörgeräte müssen bei der zeitgleichen Übertragung von Mikrofon- und Streamingsignalen den Ventloss-Anteil für das gestreamte Signal so kompensieren, dass die erforderliche Verstärkung für einen vollen Klang erreicht und gleichzeitig eine zu starke Tieftonverstärkung des Umgebungssignals vermieden wird, um eine gute Sprachverständlichkeit und Wahrnehmung der eigenen Stimme zu gewährleisten. Das war in der Vergangenheit eine echte Herausforderung für Hörgeräte.

Früher boten die gemischten Programme von Phonak Hörgeräten nur eine gemeinsame Ventloss-Kompensation für kombinierte Streaming- und Umgebungssignale. Das führte sowohl beim Streaming- als auch beim Umgebungssignal zu Kompromissen bei der Tieftonverstärkung um ca. 20 dB, was eine zu starke Tieftonverstärkung für das Mikrofon- und eine zu geringe Verstärkung für das Streaming-Signalbedeuten konnte.

TV-Streaming ist besonders wichtig, angesichts der Tatsache, dass ein durchschnittlicher Amerikaner täglich über 5 Stunden Live-TV oder gestreamte Inhalte über das Fernsehgerät konsumiert, wobei Personen über 50 Jahre den höchsten Konsum aufweisen (Koblin, 2016). Fernsehen kann ein Gemeinschaftserlebnis sein und deshalb ist es wichtig, dass sowohl der Klang des Fernsehers als auch die durch das Mikrofon des Hörgeräts übertragenen Stimmen der anderen Zuschauer klar hörbar sind.

Bei diesen gemischten Signalen muss die Ventloss-Kompensation für den akustischen Teil des Signals anders ausfallen als für den gestreamten.

## Die Lösung: Die neue Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation in Phonak Marvel Hörgeräten

Nun ist eine Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation und eine optimale Verstärkungseinstellung sowohl für Umgebungs- als auch für Streamingsignale möglich. In gemischten Programmen mit Streaming und aktivem Hörerätmikrofon kann Phonak Marvel das Streaming- und das Mikrofonsignal gleichzeitig und einzeln verarbeiten. Dies bedeutet, dass bei den Streamingsignalen der Ventloss so weit wie möglich kompensiert wird (bis zu 35 dB) und für die Eingänge des Hörerätmikrofons die Einstellungen für „Ruhige Umgebung“ beibehalten werden. So kann die Klangqualität von Streamingsignalen verbessert werden und gleichzeitig die benötigte Verstärkung des Mikrofonsignals realisiert werden.

## Wie ist die neue Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation implementiert?

Die in der Vorberechnung angewendete Ventloss-Kompensation hängt davon ab, ob es sich um ein reines Mikrofonsignal, ein reines Streamingsignal oder ein gemischtes Signal handelt.

Für reine Mikrofonsignale basieren die Verstärkungseinstellungen der Höreräte auf dem Programm „Ruhige Umgebung“, das eine verstärkte und eine direkte Schallkomponente hat, sodass eine geringe Ventloss-Kompensation angewandt wird. Bei diesen Signalen ist die Ventloss-Kompensation abhängig vom Hörverlust und den in der Anpasssoftware Phonak Target eingegebenen akustischen Parametern, wobei auch eine mögliche Undichtigkeit um den Dome oder die Otoplastik berücksichtigt wird. Daher definiert sich die Ventloss-Kompensation bei Umgebungssignalen aus der effektiven Ventgröße (Ventgröße plus Austritt) und dem Hörverlust. In der Regel erfolgt bei größeren Vents und höhergradigem Hörverlust eine stärkere Ventloss-Kompensation (größerer Frequenzbereich und höhere Verstärkung).

Bei Streamingsignalen wird der Ventloss voll kompensiert, unabhängig vom Hörverlust und soweit es das Hörgerät und die digitale Signalverarbeitung zulassen. So wird die Tieftonverstärkung gegenüber der Verstärkung für Umgebungssignale je nach Ventgröße um bis zu 35 dB erhöht. Der maximale Ausgangsschalldruck (MPO) für das gestreamte Signal wird ebenfalls gesteigert, allerdings in begrenztem Umfang, um Verzerrungen zu vermeiden.

## Die Vorteile: klare und volle Klangqualität beim Streaming

Bei der neuen Ventloss-Kompensation unterstützt die Trennung der Eingangsquellen eine volle Klangqualität beim Streaming, ohne die direkt am Hörerätmikrofon empfangenen Signale zu beeinträchtigen, für die weiterhin die Einstellungen des Programms „Ruhige Umgebung“ gelten. So bleibt der Kunde jederzeit, auch beim Streaming, mit seiner Umgebung verbunden und muss weder bei den gestreamten Signalen noch bei den Umgebungsgläuschen Abstriche hinnehmen. Musik klingt natürlich und der Höreräteträger kann sich gleichzeitig unterhalten.

Abbildung 4 illustriert, wie Phonak Marvel Höreräte eine direkte Wireless-Anbindung an Telefon, TV und viele andere Geräte und Dienste ermöglichen, sodass der Höreräteträger jederzeit mit seiner Umwelt verbunden bleiben kann.

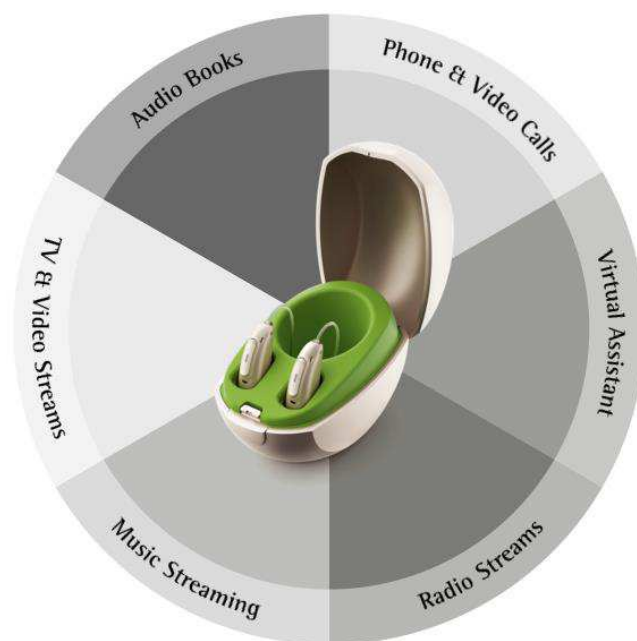


Abbildung 4: Phonak Marvel Höreräte erlauben direkte Wireless-Anbindung bei gleichzeitigem Kontakt mit der Umgebung über das Mikrofon

Neben der neuen Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation gibt es zwei weitere Neuerungen, die für eine bessere Klangqualität beim Streaming sorgen:

(1) Das neue **AutoSense OS™ 3.0** kann jetzt gestreamte Audiosignale automatisch klassifizieren und erkennen, ob es sich um Musik oder Sprache handelt (Rodrigues & Liebe, 2018). Abhängig vom gestreamten Signal stellt AutoSense OS 3.0 automatisch die Sprachverständlichkeit oder Klangqualität mit der für das Signal berechneten Verstärkung ein.

(2) Mit der Funktion **Streaming-Balance** kann der Kunde die Lautstärke des gestreamten Signals im Verhältnis zu den Umgebungsgeräuschen anpassen, um eine für die jeweiligen Hörbedürfnisse optimal ausbalancierte Sprachverständlichkeit während des Streamings zu erreichen (Jansen, 2017).

## Für welche Anpassformeln wird die neue Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation implementiert?

Die neue Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation wird in der Vorberechnung für Adaptive Phonak Digital, Adaptive Phonak Digital Contrast und NAL für Erwachsene (Alter > 12 Jahre) angewendet, basierend auf den in Phonak Target eingegebenen Werten für Hörverlust und Ventgröße. Für DSL Anpassformeln (DSL v5a für Kinder, DSL v5a für Erwachsene, DSL [i/o]) und für NAL für Kinder ( $\leq 12$  Jahre) wird die Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation nicht angewendet, da diese Formeln ihre eigenen Anpassziele, Ventloss-Messungen und Metadaten zur Berechnung der Hörgeräteeinstellungen heranziehen. Hier besteht das Hauptziel darin, die in der Verifikations-Messbox angezeigten Ziele zu erreichen.

## Der Nachweis

Ziel der neuen Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation ist es, angemessene Tieftonverstärkungen für Streaming- wie auch für Umgebungssignale sicherzustellen. Während der Entwicklung dieser Funktion wurden mehrere interne Untersuchungen durchgeführt, um ihre Wirksamkeit zu testen. Zunächst wurde die Präferenz für mehr Tieftonverstärkung während des Streamings bei Personen mit normalem Hörvermögen bestimmt. Dann wurde diese Präferenz durch Personen mit leicht- bis mittelgradigem Hörverlust und offener akustischer Ankopplung verifiziert.

Eine am DELTA SenseLab in Dänemark durchgeführte Studie ergab, dass die neueste Phonak Lösung zum Fernsehen, Audéo Marvel Hörgeräte in Kombination mit dem TV Connector, bei der Streaming-Klangqualität mit am besten abschneidet (Legarth, Latzel und Rodrigues, 2018). Der TV Connector kann an den Fernseher und alle anderen Geräte angeschlossen werden, die über einen Audioausgang verfügen, z.B. Radios oder Stereoanlagen.

## Verifikation der Anpassung mit der neuen Ventloss-Kompensation

Bei offenen Anpassungen für Erwachsene ist Phonak bestrebt, die Hörgeräte auf reale Hörumgebungen auszurichten – und nicht auf den  $2\text{cm}^3$ -Kuppler. Daher wird nicht nur der Schall berücksichtigt, der das Ohr durch das Vent erreicht (Direktschall), sondern auch der Schall, der durch das Vent abfließt (Ventloss). Wie bereits ausgeführt sind die Umgebungsprogramme, bei denen der Direktschall zum Gesamtpegel am Trommelfell beiträgt, von den Streamingsignalen zu unterscheiden, bei denen dieser Direktschall fehlt oder reduziert ist. Wenn offene Anpassungen in einer Messbox mit einem  $2\text{cm}^3$ -Kuppler verifiziert werden, liegen die akustischen Eingänge möglicherweise unter den  $2\text{cm}^3$ -Anpasszielen für die tiefen Frequenzen. Diese Differenz wird am realen Ohr durch den Direktschall ausgeglichen.

Für Tipps zur Verifikation offener Anpassungen InSitu siehe: Smriga, D. (2017).

Der Verifikations-Assistent von Phonak Target erleichtert die Verifikation von Phonak Funktionen, die das Erreichen der Zielverstärkung in einer Messbox beeinflussen können. Es muss unbedingt bedacht werden, dass die Ventloss-Kompensation sowohl bei InSitu- als auch  $2\text{cm}^3$ -Kupplermessungen aktiviert ist. Infolgedessen gibt es möglicherweise auch keine Zielübereinstimmung bei den tiefen Frequenzen für Eingangssignale im  $2\text{cm}^3$ -Kuppler im Verifikationsmodus. Im Kundenohr ist der Klang jedoch optimal.

## Zusammenfassung

Bei offenen Anpassungen bietet die neue Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation das richtige Maß an Tieftonverstärkung – sowohl für das gestreamte Audiosignal als auch für die Signale des Hörgerätemikrofon. Die größere Tieftonverstärkung von Streamingsignalen – bis zu 35 dB – ermöglicht eine klare und volle Klangqualität für TV, Musik, Hörbücher, Roger und Telefonspule, ohne Abstriche bei der Klangqualität der über das Hörgerätemikrofon übertragenen Klänge, sodass eine optimale Wahrnehmung der eigenen Stimme und Sprachverständlichkeit erreicht wird. Zusammen mit der Klassifizierung von Streamingsignalen im neuen AutoSense OS 3.0 und der Streaming-Balance-Funktion, ermöglicht die verbesserte Dual-Path Verarbeitung zur Ventloss-Kompensation bei Phonak Marvel Hörgeräten eine ideale Hörleistung – sowohl für gestreamte Klänge als auch für Umgebungsgeräusche.

## Quellenangaben

Jansen, S. (2017). Environmental balance control attenuates environmental noise by up to 30 dB relative to speech signal. Phonak Factsheet, Quelle: [www.phonakpro.com/evidence](http://www.phonakpro.com/evidence), Zugriff am 16. Oktober 2018.

Koblin, J. (2016). How much do we love TV? Let us count the ways. Quelle: <https://www.nytimes.com/2016/07/01/business/media/nielsen-survey-media-viewing.html>, Zugriff am 18. September 2018.

Kuk, F., & Keenan, D. (2006). How do vents affect hearing aid performance? Hearing Review, Quelle: <http://www.hearingreview.com/2006/02/fitting-tips-how-do-vents-affect-hearing-aid-performance/>, Zugriff am 16. Oktober 2018.

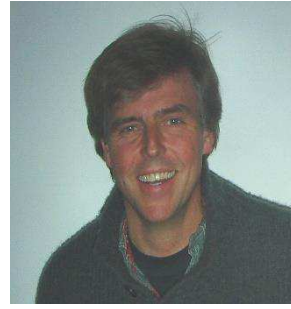
Legarth, S. V., Latzel, M., & Rodrigues, T. (2018). Media Streaming: The sound quality preferred by hearing aid users. Phonak Field Study News, Quelle: [www.phonakpro.com/evidence](http://www.phonakpro.com/evidence), Zugriff am 16. Oktober 2018.

Rodrigues, T., & Liebe, S. (2018). Phonak AutoSense OS™ 3.0. The new & enhanced automatic operating system. Phonak Insight, Quelle: [www.phonakpro.com/evidence](http://www.phonakpro.com/evidence), Zugriff am 16. Oktober 2018.

Smriga, D. (2017). On-Ear Verification of Open Fittings. Audiology Online, Quelle: <https://www.audiologyonline.com/articles/on-ear-verification-open-fittings-19326>, Zugriff am 9. Oktober 2018.

## Experten

### Stefan Pislak, Senior Expert Hearing Performance – Fitting, Group Research & Development, Phonak HQ



Stefan Pislak ist als Experte im Bereich Audiological Performance bei Sonova R&D tätig. Sein Arbeitsschwerpunkt liegt auf der Akustik von Hörsystemen. Bevor er 2000 zu Phonak kam, studierte er Physik an der ETH Zürich, promovierte im Bereich Hochenergiephysik an der

Universität Zürich und hatte eine Postdoc-Stelle an der Yale University inne.

### Volker Kühnel, Principle Expert Hearing Performance, Phonak HQ



Volker Kühnel wurde 1995 in Physik promoviert. Von 1995 bis 1997 arbeitete er in Oldenburg als wissenschaftlicher Mitarbeiter der Gruppe Medical Physics von Prof. Dr. B. Kollmeier. Seit 1998 ist er bei Phonak/Sonova in der Produktentwicklung an der

Schnittstelle zwischen Hörgeräte- Algorithmen, Anpassoftware und audiologischem Design tätig. Seine Arbeit ist auf die audiologische Qualität von Hörsystemen ausgerichtet, um maximalen Kundennutzen zu erreichen.

## Autor

### Jane Woodward, Audiology Manager, Phonak HQ



Jane Woodward hat einen BSc in Psychologie sowie einen MSc in Audiologie von der University of Southampton (Großbritannien). Sie verfügt über langjährige Berufserfahrung auf dem Gebiet der Audiologie, die sie in der klinischen Arbeit an Universitätskliniken in Großbritannien und der Schweiz

sowie bei der Hörgeräte- und Softwareentwicklung und im Schulungsbereich erworben hat.

Bluetooth® ist eine eingetragene Marke der Bluetooth SIG, Inc.