

Field Study News

Juli 2016



SoundRecover2

Mehr Hörbarkeit in den hohen Frequenzen für Erwachsene mit hochgradigem Hörverlust

Diese Studie wurde am Phonak Hauptsitz in der Schweiz durchgeführt und verglich SoundRecover und SoundRecover2 anhand der versorgten Hörschwellen und der Phoneme Perception Test Ergebnisse von insgesamt 27 Erwachsenen mit einem starken bis hochgradigem Hörverlust. Während SoundRecover vielen Erwachsenen mit starkem Hörverlust ermöglicht, hohe Frequenzen besser zu hören, ist bei Hörgeräteträgern mit einem hochgradigen Hörverlust im Bereich oberhalb einer Frequenz von 1,5 kHz eine Frequenzverschiebung zu einer noch niedrigeren Grenzfrequenz erforderlich, um die wahrnehmbare Bandbreite zu erweitern. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass Erwachsene mit starkem bis hochgradigem Hörverlust durch SoundRecover2 in Naída V HdO-Hörgeräten stimmlose hochfrequente Phoneme besser wahrnehmen und erkennen. Besonders diejenigen, die SoundRecover aufgrund ihres Hörverlusts nicht nutzen können, profitieren von SoundRecover2, denn damit können auch sie die Vorteile der Frequenzkompression genießen.

Ziel der Studie

Ziel dieser Studie war es, den Vorteil zu ermitteln, den das neue SoundRecover2 Erwachsenen mit hochgradigem Hörverlust und Naída Venture Hinter-dem-Ohr (HdO) Hörgeräten im Vergleich zum ursprünglichen SoundRecover Algorithmus bietet.

Einleitung

Technologien zur Frequenzverschiebung, die die wahrnehmbare Bandbreite von Hörgeräteträgern erweitern, sind seit etwa 10 Jahren auf dem Markt verfügbar. Phonak führte im Jahr 2007 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. McDermott (2010) hat die Vorteile, die die SoundRecover Technologie zur Frequenzverschiebung bietet, detailliert beschrieben. Seither haben zahlreiche Studien bestätigt, dass SoundRecover bei Kindern und bei Erwachsenen die Wahrnehmung, Unterscheidung und Erkennung hochfrequenter Töne und Klänge verbessert. (Uys et al 2015, Hopkins et al 2015, Wolfe et al 2010 u. 2011, Glista/Scollie 2009, McCreery et al 2014, Scollie et al 2016).

SoundRecover ermöglicht vielen Erwachsenen mit starkem Hörverlust, hohe Frequenzen besser zu hören. Bei Hörgeräteträgern mit einem hochgradigen Hörverlust oberhalb einer Frequenz von 1,5 kHz ist jedoch eine Verschiebung der Frequenzen zu einer noch niedrigeren Grenzfrequenz erforderlich, um die wahrnehmbare Bandbreite zu erweitern. Eine Verschiebung der Grenzfrequenz auf unter 1,5 kHz birgt jedoch das Risiko, den komprimierten Klang in einen Frequenzbereich zu schieben, in welchem Vokalinformationen vorhanden sind. Der neue SoundRecover2 Algorithmus stellt gezielt die Hörbarkeit der 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 Hörverlust die Vorteile der Frequenzverschiebung nutzen können.

In dieser Studie wurde untersucht, ob SoundRecover2 in Naída V HdOs bei Erwachsenen mit starkem bis hochgradigem Hörverlust zu einer besseren Wahrnehmung und Erkennung stimmloser hochfrequenter Phoneme führt. Es wurde davon ausgegangen, dass diejenigen Testpersonen, die eine sehr niedrige, im ursprünglichen SoundRecover nicht einstellbare Grenzfrequenz benötigten, mehr von SoundRecover2 profitieren würden.

Studiendesign

Das Studiendesign sah einfachblinde, objektive Messungen der versorgten Hörschwellen (ATs) und Tests mit dem Phoneme Perception Test (PPT) vor. Außerdem trugen die Testpersonen die Naída V Hörgeräte während der gesamten Testperiode auch Zuhause und zwischen den Testsitzungen. Die Ergebnisse wurden mithilfe einer Varianzanalyse (ANOVA) mit Messwiederholung ausgewertet.

Testpersonen

An der Studie nahmen insgesamt 27 Testpersonen teil. Alle Testpersonen hatten einen hochgradigen Hörverlust. Die durchschnittlichen Audiogramme aller Testpersonen wiesen einen moderat abfallenden bis hochgradigen, im Wesentlichen symmetrischen Hörverlust auf (Abbildung 1).

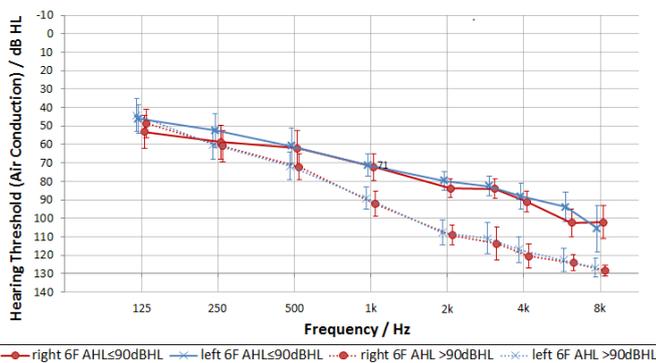


Abbildung 1: PTA gruppiert nach 6F AHL: 250 bis 8000 Hz bei 16 Testpersonen mit 6F AHL \leq 90 dB HL und 11 Testpersonen mit 6F AHL $>$ 90 dB HL.

Bei der Messung der durchschnittlichen Luftleitungsschwellen bei den Frequenzen 250, 500, 1000, 2000, 4000 und 8000 Hz zeigte sich, dass die Testpersonen in zwei Gruppen aufgeteilt werden konnten. Bei 16 Testpersonen lag die durchschnittliche Reintonschwelle (PTA) bei den 6 Frequenzen bei 90 dB HL oder weniger (6F AHL \leq 90 dB HL) und sie wiesen bessere Hörschwellen in den hohen Frequenzen auf. Die übrigen 11 Testpersonen wiesen hingegen hochgradigere Hörverluste in den hohen Frequenzen auf und bei ihnen lag die durchschnittliche Reintonschwelle bei den 6 Frequenzen bei über 90 dB HL (6F AHL $>$ 90 dB HL). Die durchschnittlichen Tonaudiogramme der zwei Gruppen sind in Abbildung 1 zu sehen.

Versorgte Hörschwellen

Zur Messung der versorgten Hörschwellen wurden Wobbeltöne im Freifeld verwendet. Es wurde der Frequenzbereich 250 Hz bis 8 kHz gemessen. Die Stimuli wurden von einem Lautsprecher abgespielt, der sich bei 0° und einem Meter Abstand zur Testperson befand. Zur Ermittlung der Hörschwelle wurde eine aufsteigende Technik angewandt. Bei 10 der 11 Testpersonen mit 6F AHL $>$ 90 dB HL und 14 der 16 Testpersonen mit 6F AHL \leq 90 dB HL wurden die versorgten Hörschwellen ermittelt. Die übrigen Testpersonen waren nicht verfügbar.

Hörbarkeit und Erkennung hochfrequenter Konsonanten

Der Phoneme Perception Test (PPT) ist ein sprachunabhängiger Test, der speziell zur Evaluierung der Hörfähigkeit in den hohen Frequenzen entwickelt wurde (Boretzki et al 2011, Schmitt et al. 2016). Der PPT besteht aus drei Untertests, in denen jeweils die Hörbarkeit, die Unterscheidung und die Erkennung von Phonemen getestet wird. In dieser Studie wurden die Untertests zur Hörbarkeit und Erkennung verwendet, um die Hörbarkeits- und Erkennungsschwellen in den hohen Frequenzen zu evaluieren.

Im Hörbarkeitstest wird die Hörschwelle wie in einer Freifeld-Audiometrie ermittelt. Im Erkennungstest wird die Fähigkeit einer Person gemessen, unterschiedliche hochfrequente Sprachlaute wie /sh/ oder /s/ in einem geschlossenen Phonem-Set zu identifizieren. In beiden Untertests wurden die Stimuli /sh/, zentriert auf 3 kHz (sh3 oder Ascha3) und 5 kHz (sh5 oder Ascha5), und /s/, zentriert auf 6 kHz (s6 oder Asa6) und 9 kHz (s9 oder Asa9), verwendet. Alle Klänge wurden bei 0° und aus einem Abstand von 0,8 Meter abgespielt. Von den Testpersonen mit 6F AHL $>$ 90 dB HL absolvierten insgesamt 8 den PPT; von den Testpersonen mit 6F AHL \leq 90 dB HL absolvierten den PPT insgesamt 12.

Hörgeräte

Alle Testpersonen wurden bilateral mit Phonak Naída V90-SP/UP und Q90-SP/UP Hörgeräten versorgt, welche über einen Hörwinkel und einen Standardschlauch an die individuellen Otoplastiken gekoppelt wurden. Je nach individuellem Audiogramm wurden SuperPower (SP) oder UltraPower (UP) HdOs verwendet. Alle Hörgeräte wurden mit der Anpasssoftware Phonak Target 4.3 und unter Anwendung der herstellereigenspezifischen Anpassformel Adaptive Phonak Digital (APD) programmiert. Für alle Funktionen und Einstellungen wurden die von der Anpasssoftware vorberechneten Werte verwendet. Frequenzkompression war standardmäßig aktiviert.

Ergebnisse

Versorgte Hörschwellen

Die Ergebnisse der Messungen der versorgten Hörschwellen (AT) sind in Abbildung 2 und 3 dargestellt. Abbildung 2 zeigt die versorgten Hörschwellen von 14 der Testpersonen mit 6F AHL \leq 90 dB HL. Die ATs wurden für beide Algorithmen im Naída V gemessen. Dadurch wurde sichergestellt, dass der Frequenzkompressionsalgorithmus den einzigen Unterschied zwischen den Testeinstellungen darstellte. Der Vergleich der ATs der beiden Frequenzkompressionsalgorithmen (rote und grüne Linie in Abbildung 2) zeigt, dass diese identisch sind, mit Ausnahme einer kleinen Differenz bei Frequenzen über 1,5 kHz, wo die Frequenzkompression aktiv ist. Bei einem zweiten Vergleich wurde ein Algorithmus (SoundRecover) in zwei unterschiedlichen Hörgeräten, Naída Q (grau) und Naída V (rot), getestet. Nach diesem zweiten Test glichen die ATs einander mehr als nach dem ersten Vergleichstest. Zusammengefasst deuten die Ergebnisse

darauf hin, dass die Hörschwellen mehr von den Unterschieden zwischen den Algorithmen abhängen als von anderen Unterschieden zwischen den Hörgeräten. In der Folge wurden daher nur die zwei Algorithmen in Naída V Hörgeräten miteinander verglichen.

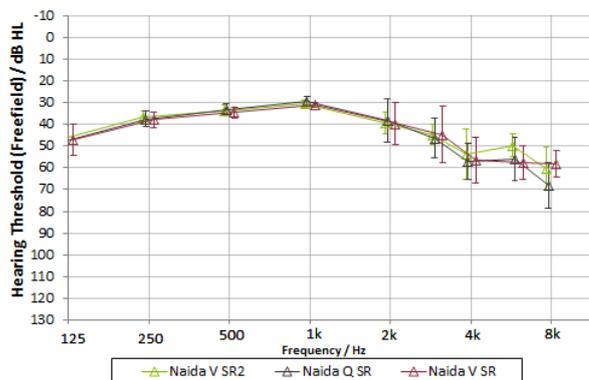


Abbildung 2. Versorgte Hörschwellen von 14 der Testpersonen mit 6F AHL ≤ 90 dB HL. Hörschwellen mit SoundRecover in Naída Q/Naída V und mit SoundRecover2 in Naída V.

In Abbildung 2 sind die ATs der Testpersonen mit 6F AHL ≤ 90 dB HL zu sehen. Die Testpersonen wiesen eine durchschnittliche Hörschwelle bei 2 kHz (angrenzend an die Grenzfrequenz 1,5 kHz) bei ca. 80 dB HL (siehe Abb. 1) auf. Abbildung 3 zeigt die versorgten Hörschwellen von 10 Testpersonen mit 6F AHL > 90 dB HL und einer durchschnittlichen Hörschwelle bei 2 kHz bei 110 dB HL (Abbildung 1). Es ist mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen, dass die ersteren Testpersonen ein adäquates Hörvermögen hatten, um von einer Grenzfrequenz bei 1,5 kHz zu profitieren und die letzteren Testpersonen nicht ausreichendes Hörvermögen nahe der niedrigsten SoundRecover Grenzfrequenz von 1,5 kHz aufwiesen und daher nicht davon profitieren konnten. Sollte dies zutreffen, müsste durch eine Frequenzverschiebung zu einer niedrigeren Grenzfrequenz die wahrnehmbare Bandbreite dieser Testpersonen erweitert werden können. Die Testpersonen mit einer Hörschwelle bei ca. 110 dB HL bei 2 kHz (siehe Abb. 1) müssten mit SoundRecover2 (und der niedrigeren Grenzfrequenz) bessere ATs bei hohen Frequenzen aufweisen als mit der 1,5 kHz Grenzfrequenz.

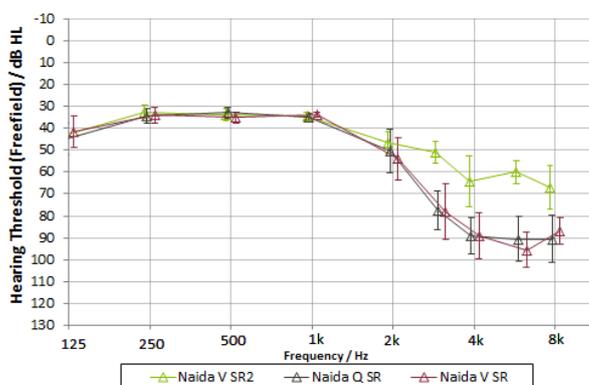


Abbildung 3. Versorgte Hörschwellen von 10 Testpersonen mit 6F AHL > 90 dB HL. Hörschwellen mit SoundRecover in Naída Q/Naída V und mit SoundRecover2 in Naída V.

Die Testergebnisse der Testpersonen mit 6F AHL > 90 dB HL bestätigten, dass SoundRecover2 zu besseren versorgten Hörschwellen in den hohen Frequenzen führt (2 kHz bis 8 kHz) als SoundRecover. In diesem Frequenzbereich wurde eine Verbesserung um 10 bis 20 dB gemessen. Gleichzeitig blieben die versorgten Hörschwellen bei tief- und mittelfrequenten Wobbelönen (250 Hz bis 1 kHz) unverändert. Angesichts dieser Ergebnisse war zu erwarten, dass SoundRecover2 bei Testpersonen mit 6F AHL > 90 dB HL zu besseren Wahrnehmungsschwellen bei den hochfrequenten Konsonanten führen (Messung mit PPT und SoundRecover2) und bei Testpersonen mit 6F AHL ≤ 90 dB HL keine Veränderung bewirken würde. In Bezug auf die Konsonanten und Vokale mit dominanter Energie in den tiefen und mittleren Frequenzen wurde keine Änderung erwartet.

Hörbarkeit und Erkennung hochfrequenter Konsonanten

Die Ergebnisse aus dem Phoneme Perception Test (PPT) bestätigten die Ergebnisse aus der Messung der versorgten Hörschwellen: SoundRecover2 führte bei den Testpersonen mit 6F AHL > 90 dB HL zu besseren Hörbarkeitsschwellen als SoundRecover. Im Hörbarkeitstest zeigte SoundRecover2 statistisch signifikant bessere Hörbarkeitsschwellen für sh5 und s6 ($p < 0.001$) und für s9 ($p = 0.01$). Wie in Abbildung 4 zu sehen ist, betrug die Reduktion der Hörbarkeitsschwelle zwischen 10 und 20 dB.

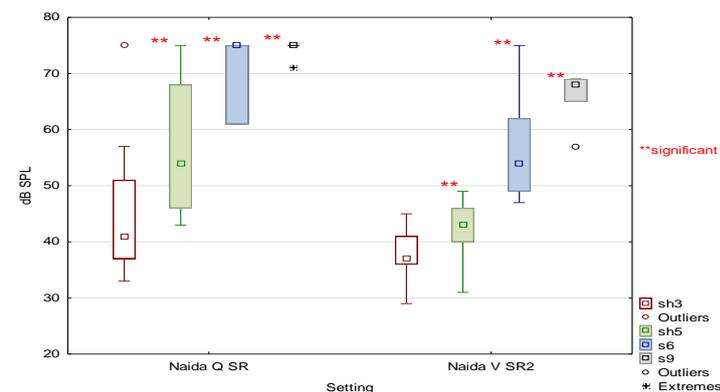


Abbildung 4. Hörbarkeitsschwellen von 8 Testpersonen mit 6F AHL > 90 dB HL, gemessen mit SoundRecover in Naída Q und SoundRecover2 in Naída V Hörgeräten.

Der Erkennungstest ergab eine bessere Erkennungsschwelle für Asha5 mit SoundRecover2 - erneut nur bei den Testpersonen mit 6F AHL > 90 dB HL. Die Erkennungsschwelle von Asha5 war mit SoundRecover2 statistisch signifikant niedriger ($p < 0.001$). Die Reduktion betrug erneut ca. 20 dB. Wie in Abbildung 5 gut erkennbar ist, gab es für diese Erkennungsschwelle auch eine geringere Streuung mit SoundRecover2.

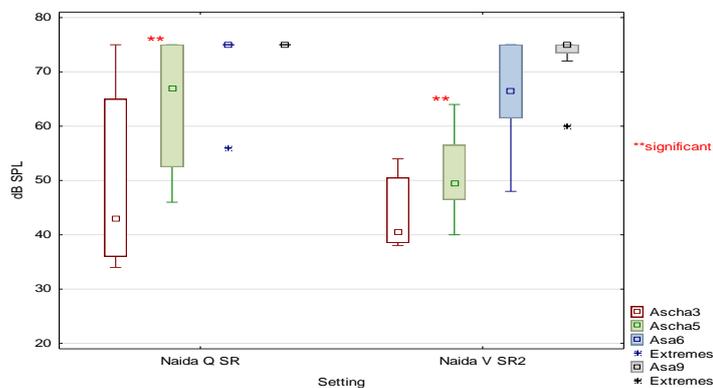


Abbildung 5. Erkennungsschwellen von 8 Testpersonen mit 6F AHL >90 dB HL, gemessen mit SoundRecover in Naída Q und SoundRecover2 in Naída V Hörgeräten.

Die hier gemessenen Vorteile von SoundRecover2 spiegelten sich auch im realen Höralltag der Testpersonen wieder. Viele von ihnen trugen zuhause Naída V und SoundRecover2. In ihren subjektiven Berichten bestätigten sie, dass die bessere Hörbarkeit in den hohen Frequenzen ihre Lebensqualität insgesamt gesteigert hat. So lauteten einige der Kommentare:

„Ich kann jetzt Vogelgezwitscher und Waldgeräusche hören. Das ist wunderbar, mit meinen vorherigen Hörgeräten konnte ich das nicht.“

„Ich habe immer schon das Geräusch des Springbrunnens im Empfangsbereich gehört. Aber jetzt kann ich auch wirklich erkennen, dass es sich um einen Springbrunnen handelt.“

„Ich kann jetzt auch hören, wenn hinter mir jemand spricht, sogar aus größerer Distanz.“

„Ich kann jetzt das Ticken der Uhr hören, das konnte ich mit meinen eigenen Hörgeräten nicht.“

Fazit

Aus der Studie geht klar hervor, dass SoundRecover2 durch eine Frequenzverschiebung zu einer niedrigeren Grenzfrequenz die wahrnehmbare Bandbreite von Personen mit 6F AHL >90 dB HL und einer durchschnittlichen Hörschwelle bei 2 kHz bei ca. 110 dB HL erweitert. SoundRecover2 verbessert die Hörbarkeit hochfrequenter Klänge signifikant für diese Personen.

Die gemessenen versorgten Hörschwellen waren gute Indikatoren für die weiteren Befunde aus dem PPT. Sie deuteten darauf hin, dass Personen mit 6F AHL ≤90 dB HL mit SoundRecover eine bessere Hörbarkeit in den hohen Frequenzen erreichen und SoundRecover2 keinen zusätzlichen Nutzen für sie darstellt. Dies wurde durch die Ergebnisse aus dem PPT bestätigt: In dieser Gruppe gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Wahrnehmungs- und Erkennungsschwellen der beiden Algorithmen.

Die Testergebnisse aus dieser Studie zeigen, dass SoundRecover2 in Naída V HdOs bei Erwachsenen mit hochgradigem Hörverlust zu einer besseren Wahrnehmung und Erkennung stimmloser hochfrequenter Phoneme führt. Besonders Personen, deren Audiogramme eine zu begrenzte wahrnehmbare Bandbreite für die Frequenzkompression aufweisen, können nun die Vorteile der Frequenzkompression mit SoundRecover2 genießen.

Referenzen

- Boretzki M, Schmitt N, Kegel A, Krueger H, Rehmann J, Eichhorn F, Meisenbacher K, Raether J. (2011) Future Directions in Evaluating Frequency Compression. In: A Sound Foundation Through Early Amplification. Proceedings of the International Pediatric Audiology Conference. November 8-10, 2010, Chicago, USA, 201-203.
- Glista, D., and S. Scollie. (2009) Modified Verification Approaches for Frequency Lowering Devices. In Audiology Online. Vol. November. 1-11.
- Hopkins K, Khanom M, Dickinson AM, Munro KJ (2014) Benefit from non-linear frequency compression hearing aids in a clinical setting: The effects of duration of experience and severity of high-frequency hearing loss. International Journal of Audiology 53: 219-228.
- McCreery, R.W., J. Alexander, M.A. Brennan, B. Hoover, J. Kopun, and P.G. Stelmachowicz. (2014) The influence of audibility on speech recognition with nonlinear frequency compression for children and adults with hearing loss Ear and Hearing. 35(4):440-447
- McDermott, H. (2010). SoundRecover – The importance of wide perceptual bandwidth. Phonak Background Story.
- Rehmann, J., Allegro Baumann, S., Siddhartha Jha, S., (2016) SoundRecover2 – the first adaptive frequency compression algorithm: More audibility of high-frequency sounds. Phonak Insight.
- Schmitt, N., Winkler, A., Boretzki, M., Holube, I. (2015). A phoneme perception test method for high-frequency hearing aid fitting. Journal of the American Academy of Audiology.
- Scollie, S., D. Glista, J. Seto, A. Dunn, B. Schuett, M. Hawkins, N. Pourmand, and V. Parsa. (2016) Fitting frequency-lowering signal processing applying the AAA Pediatric Amplification Guideline: Updates and protocols. Journal of the American Academy of Audiology, 27(3):219-236 International Journal of Audiology.
- 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.
- Wolfe J, John A, Schafer E, Nyffeler M, Boretzki M, et al. (2010)

Uys, M and Latzel, M (2015), Long-Term Effects of Non-Linear Frequency Compression on Performance of Music and Speech Perception. *Commun Disord Deaf Stud & Hearing Aids*, 3:3.

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 *Evaluation of nonlinear frequency compression for school-age children with moderate to moderately severe hearing loss. Journal of the American Academy of Audiology* 21: 618-628.

Wolfe J, John A, Schafer E, Nyffeler M, Boretzki M, et al. (2011) Long term effects of non-linear frequency compression for children with moderate hearing loss. *International Journal of Audiology* 50: 396- 404.

Autor/in

Bernadette Fulton hat nach ihrem Bachelor-Studium der Linguistik an der Monash University (Australien) ein Aufbaustudium im Bereich Clinical Audiology an der Melbourne University (Australien) absolviert. Sie hat in zahlreichen privaten und staatlichen Kliniken umfangreiche klinische Erfahrungen in der Audiologie gesammelt, inklusive Hörrehabilitation, Hörgeräte und diagnostische Audiologie. 2004 wechselte Bernadette zunächst in die Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Dynamic Hearing, einem Unternehmen, das in Melbourne DSP-Technologien herstellt, und später zur Bernafon AG in der Schweiz, wo sie ein internationales Team von Hörgeräteakustikern im Bereich Forschung und Entwicklung leitete. 2015 wurde sie Audiology Manager des Phonak Communication Teams in Murten, das sich um Erwachsene mit hochgradigem Hörverlust kümmert.



Forscher/innen

Simone Ebbing hat ihre Ausbildung zur Hörgeräteakustikerin im Jahr 2007 abgeschlossen. 2010 absolvierte sie ein Bachelor-Studium der Hörakustik an der Fachhochschule Lübeck. Seitdem arbeitet sie bei der Phonak AG und leitet momentan das Validationsteam.



Timo Boeld hat von 2005 bis 2008 eine Ausbildung zum Hörgeräteakustiker absolviert. 2008 begann er ein Studium der Hörtechnologie und Audiologie an der Jade Universität in Oldenburg, das er 2011 als Bachelor of Engineering abschloss. Seit 2011 arbeitet er bei der Phonak AG. Er begann in der Abteilung S&T als audiologischer Ingenieur und wurde 2014 zum Validation Manager im Validationsteam.

