

Neue Lösung für Ex-Hörer-Hörsysteme

Kabelbiegung fast wie maßgefertigt

Sven Dechant

Seit einigen Jahren sind Hörsysteme mit externem Hörer auf dem Vormarsch. Bisher stehen für den Sitz dieser Geräte am Ohr verschiedene vorgebogene Kabelverbindungen zur Verfügung. Diese Standardlösungen passen nicht bei allen Kunden und müssen daher in einigen Fällen nachbearbeitet werden. Da das Schlauchmaterial empfindlich ist, ist dabei Vorsicht geboten. Um solche problematischen Nachbearbeitungen möglichst zu vermeiden, überarbeitete Phonak seine Kabelbiegung. In der folgenden Untersuchung wird diese Neuerung mit bestehenden Modellen verglichen.

Die Verbreitung von Hörsystemen mit externem Hörer (Canal Receiver Technology = CRT) und damit auch die Auswahl an vorgebogenen Kabelverbindungen hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Entscheidend für einen positiven Gesamteindruck des Hörsystems und damit der Kundenzufriedenheit ist, natürlich neben der audiologischen Leistung, der Sitz im und am Ohr. Das attraktive Design und der möglichst unauffällige Sitz können bei der Entscheidung für oder gegen ein Produkt ausschlaggebend sein. Aufgrund der geringen Wandstärken der Draht-Ummantelung kann ein Anpassen der Hörerkabel an individuelle Ohr- und Gehörgangsverläufe mit Hitze riskant sein. Das dünne Schlauchmaterial kann bereits bei leichter Überhitzung zerstört werden. Da es sich bei den erhältlichen Hörerkabeln um vorgefertigte Standardlösungen handelt, ist deshalb darauf zu achten, dass der korrekte Sitz und Kabelverlauf bei einer möglichst großen Anzahl Kunden gewährleistet ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde, basierend auf einem einheitlich definierten Bewertungsmaßstab, der Sitz der überarbeiteten Kabelbiegung für Phonak CRT-Hörsysteme an 19 Probanden beidohrig bewertet und mit drei gängigen Systemen des Marktes verglichen.

Die folgenden Kriterien sind für einen möglichst harmonischen Sitz des Hörsystems am individuellen Kundenohr relevant: ein möglichst kleiner Querschnitt des Hörers (inklusive Dome), ein Verlauf des Kabels der dem individuellen Ohrverlauf folgt und eine Position des Hörsystems hinter dem Ohr, die den Richtmikrofonen bestmögliche Ausrichtung und Halt gewährleistet.

Die gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass die weiterentwickelte Kabelbiegung von Phonak bei fast 85 Prozent aller Probanden einen optimalen Verlauf am Ohr gewährleistet. Zum Vergleich: Hersteller A bietet nur bei 21 Prozent, Hersteller B bei 10 Prozent und Hersteller C bei 18 Prozent aller Untersuchungen eine Biegung, die in allen Bereichen dem Ohrverlauf folgt.

Vorüberlegungen

Neben der audiologischen Performance besitzen die Kosmetik und der Tragekomfort von offenen Hörsystemen für den Kunden die größte Relevanz bei seiner Kaufentscheidung (Mueller 2006). Für die Beurteilung hinsichtlich eines komfortablen und kosmetisch ansprechenden Sitzes muss immer das Gesamtsystem Hörer (inkl. Dome) – Kabel – Hörgerät betrachtet werden. Die Herausforderung besteht darin, dass jeder Teilbereich bestimmten Anforderungen genügen muss, um seinen Beitrag zur Kundenzufriedenheit leisten zu können. Auf die drei relevanten Bereiche, Hörer inkl. Dome, die Kabelverbindung zum Hörgerät und die Position hinter dem Ohr soll im Folgenden näher eingegangen werden.

Externer Hörer

Bei einem Hörsystem mit externem Hörer nimmt dieser im Gehörgang deutlich mehr Raum ein als bei einem Gerät mit einem SlimTube-Endstück. Daher kann es nach Platzierung von Hörern größeren Querschnitts, selbst mit kleinstmöglichem Dome, in engen Gehörgängen zu leichten Verschlusseffekten kommen. Da die Mehrzahl der Anpassungen offen durchgeführt wird, sollte der Querschnitt des Hörers mit aufgesetztem Dome daher möglichst klein bleiben, um einen möglichst großen Bereich des Gehörgangs unverschlossen zu halten. Kunden mit sehr engen Gehörgängen können den Hörer unter Umständen dennoch nicht vollständig einführen.

Kabelbiegung

Um eine möglichst ideale Kabelbiegung zum Hörgerät zu gewährleisten, wurden die in Abbildung 1 markierten vier Bereiche für einen optimalen Sitz als relevant definiert.

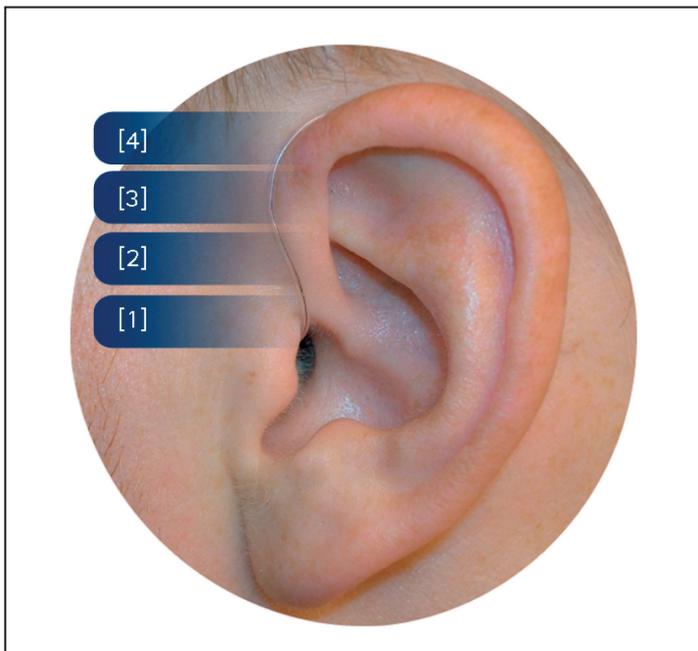


Abb. 1: Die Kabelbiegung in den vier Bereichen

■ Bereich 1: Die Biegung sollte so gestaltet sein, dass das Kabel nach Verlassen des Gehörgangs durch die Incisura anterior möglichst nah und diskret am Ohr nach oben parallel zur Helix verläuft. In diesem Zusammenhang ist auch die Positionierung des Hörers im Gehörgang wichtig, die ebenfalls über die Biegung und den Dome vorgegeben wird.

■ Bereich 2 und 3: Damit das Kabel nicht vom Ohr absteht und so bei der Betrachtung von vorne sichtbar wird, sollte es möglichst über die gesamte Länge am Kopf anliegen und nicht über dem Ohransatz verlaufen. Ist dies nicht der Fall, kann die Sichtbarkeit an verschiedenen Stellen erhöht werden und es können Druckstellen entstehen. Unter Umständen kann der Hörer nicht dauerhaft korrekt im Gehörgang platziert werden, da er unter Zug steht und herausgezogen oder gedrückt wird. Idealerweise läuft das Kabel in den Bereichen 2 und 3 parallel zur Helix am Kopf anliegend nach oben.

■ Bereich 4: Das Kabel sollte an der Oberseite des Ohres ebenfalls eng anliegend dessen Verlauf folgen, um die Sichtbarkeit von vorne möglichst gering zu halten. Die Biegung sollte darüber hinaus so gestaltet sein, dass das Hörgerät hinter dem Ohr an der Pinna anliegen kann und die Ausrichtung der Richtmikrofone horizontal ist.

Basierend auf dem Ziel, Produkte kontinuierlich zu verbessern, hat sich die Konstruktionsabteilung von Phonak diese Annahmen als Grundlage für die Weiterentwicklung der neuen Hörerkabel herangezogen.

Die aktuelle Version der Kabelbiegung wurde komplett neu entwickelt und passt bei allen Phonak-Geräten mit externen Hörern. Hierzu wurde eine große Anzahl digitalisierter Ohr-Abformungen übereinander gelegt und die beste Biegung aus dem statistischen Mittel ausgewählt (siehe blaue Linien in den Abbildungen 2 bis 4). Erste Muster konnten in Vorstudien bereits einen guten Verlauf bestätigen.

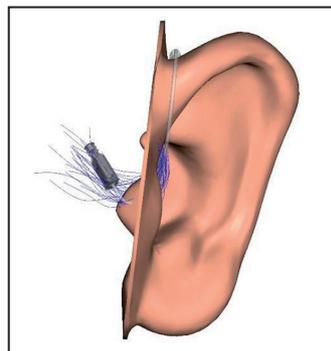


Abb. 2: 3D-Modell, Ansicht 0°, ...

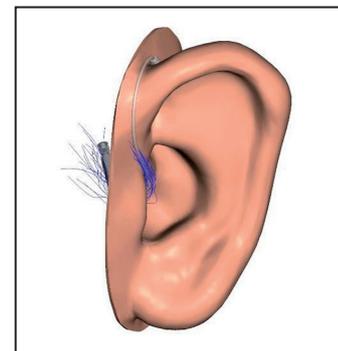


Abb. 3: ... Ansicht 45° und ...

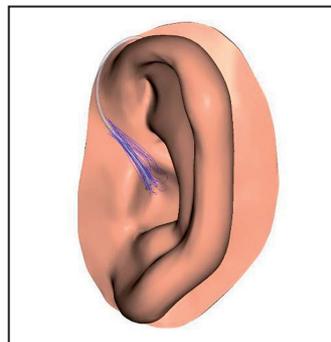


Abb. 4: ... Ansicht 90°

Die Ausrichtung des Hörers im Ohrkanal orientiert sich an den natürlichen Gehörgangsverläufen, d. h. leicht nach vorne und nach oben. Interne Studien zeigten, dass das Hörerkabel den Gehörgang mit einer 30°-Biegung verlassen sollte, (siehe Abb. 4), um den Weg durch die Incisura anterior zu nehmen. Im Weiteren folgt das Kabel dann dem Bogen um die Helix, um kurz hinter dem Ohr zu enden. Dort beginnt das eigentliche Hörgerät und eine möglichst horizontale Ausrichtung der Mikrofone kann somit gewährleistet werden.

Position hinter dem Ohr

Die Positionierung des Gerätes hinter dem Ohr und die damit verbundene korrekte Lage der Mikrofone sind auch abhängig vom Kabelverlauf. Mit anderen Worten: An welcher Stelle das Gerät hinter dem Ohr sitzt, ist durch die verbleibende Länge des Kabels und den Radius der Biegung vorgegeben. Um darüber hinaus eine hohen Richtwirkung zu erreichen, ist das Design der Audéo SMART- und MINI-Hörsysteme – wie auch bei den Vorgängermodellen – so konzipiert, dass die Mikrophon-Ausrichtung nicht mehr als 20° von der Horizontalen abweicht. Die reduzierte Größe der beiden Modelle ermöglicht komfortables Tragen auch bei kleinen und eng anliegenden Ohren. Die Position der Geräte hinter dem Ohr bzw. die Mikrophon-Ausrichtung wurden im Rahmen dieser Studie nicht untersucht.

Methode

Im Phonak Hearing Center in Stäfa (Schweiz) wurde im Rahmen von Feldtests für Audéo SMART und MINI die Einschätzung der Kabelbiegungen anhand eines definierten Bewertungsschemas durchgeführt. Dabei handelte es sich

ausschließlich um Beobachtungen durch vier Versuchsleiter, ohne aktive Beteiligung der Probanden. Hierzu wurden die eingesetzten Geräte mit den in Abbildung 1 gezeigten vier Bereichen hinsichtlich der Korrespondenz mit der individuellen Anatomie beurteilt und mit 3 gängigen Systemen des Marktes verglichen. Dieses Raster wurde bei allen 38 Ohren mit allen Hörsystemen verwendet. Alle eingesetzten Systeme wurden von 45° und 90° fotografiert und die Ergebnisse statistisch ausgewertet.

Für die binaurale Bewertung des Sitzes am Ohr wurden zu Vergleichszwecken ausschließlich Standard-Hörer mit Audéo SMART- und MINI-Hörsystemen verwendet, da nicht alle Hersteller Power-Hörer für ihre Geräte anbieten. Auf alle Hörer wurden offene Domes in den adäquaten Größen aufgesetzt.

Probanden

An der Studie für die Bewertung der Kabelbiegungen, nahmen 19 Probanden teil (siehe Tabelle 1). Das Durchschnittsalter betrug 66,5 Jahre (Altersspanne 43 bis 78 Jahre).

Die Kabellänge wurde mit der neuen Phonak-Messlehre für SlimTubes und CRT-Hörer bestimmt. Die Messlehre wurde so gestaltet, dass sie den anatomischen Verlauf des Ohres berücksichtigt, ohne Teile des Ohres zu verdecken. Das Ablesen der Länge mit der neuen Messlehre wird durch die klare Aufteilung in die Bereiche 0 bis 3 einfacher und sicherer (siehe Abbildung 5).



Abb. 5: Messlehre

Die gewählten Kabellängen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

	Anzahl
Länge 0	2
Länge 1	27
Länge 2	7
Länge 3	2

Tab. 1: Anzahl Kabellängen

Resultate

Externe Hörer

Wie eingangs beschrieben, kann der Querschnitt des Hörers mit montiertem Dome für Okklusion und mangelnde Einsetzbarkeit verantwortlich sein. Eine Gegenüberstellung der verschiedenen Flächen der breitesten Stelle der inneren »starrten« Struktur des Domes (ohne Lamellen), welche den Hörer umfasst, soll eine Einordnung der erhältlichen Systeme ermöglichen (siehe Tabelle 2 und Abbildungen 6 bis 9). Es lässt sich festhalten, dass ein Phonak-Hörer mit aufgesetztem Dome lediglich eine Querschnittsfläche von 17,23 mm² hat und somit auch bei schmalen und kleinen Gehörgängen ein okklusionsfreies und bequemes Tragen ermöglicht.

	Querschnittsfläche des Hörers inkl. Dome
Phonak	17,23 mm ²
Hersteller A	21,57 mm ²
Hersteller B	19,00 mm ²
Hersteller C	23,75 mm ²

Tab. 2: Querschnittsvergleich Hörer (inkl. Dome)

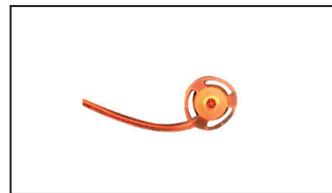


Abb. 6: Phonak



Abb. 7: Hersteller A

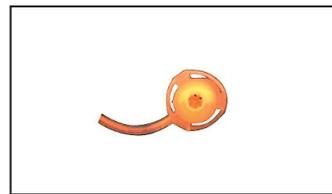


Abb. 8: Hersteller B



Abb. 9: Hersteller C

Kabelbiegung

Die Ergebnisse zu den Kabelbiegungen für die rechte und linke Seite wurden in jeden Bereich für eine übersichtlichere Darstellung zusammengefasst. Zu jedem Bereich wird im Folgenden ein Beispiel für eine schlechte Übereinstimmung gezeigt.

Bei Position 1, d. h. dem Bereich, wo das Hörerkabel den Gehörgang verlässt, kann mit den Phonak CRT-Hörern nur an zwei Ohren eine Abweichung festgestellt werden. Hersteller A und C erreichen ähnliche Werte. Die Kabelbiegung des Herstellers B weist jedoch bei 50 Prozent aller Ohren deutliche Abweichungen auf, da das Kabel den Gehörgang in einem zu großen Radius verlässt und dadurch nicht der Form der Helix folgt (siehe Abbildung 10). In diesem Bereich

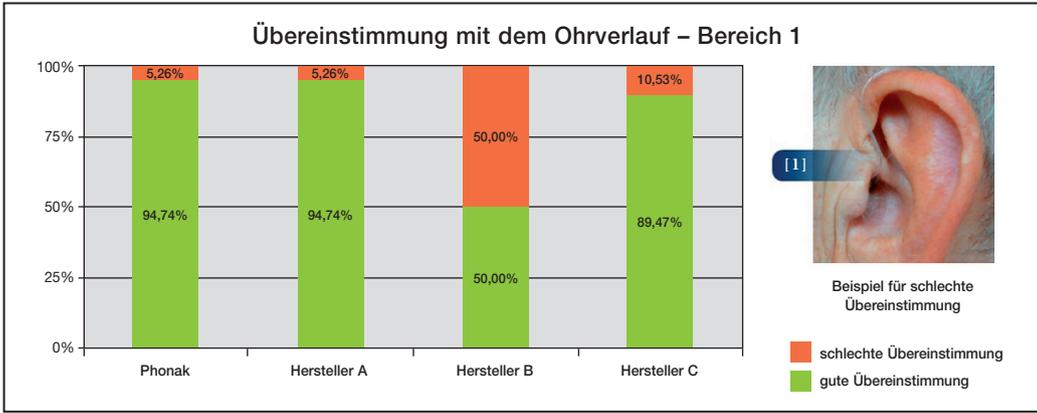


Abb. 10: Übereinstimmung mit dem Ohrverlauf – Bereich 1

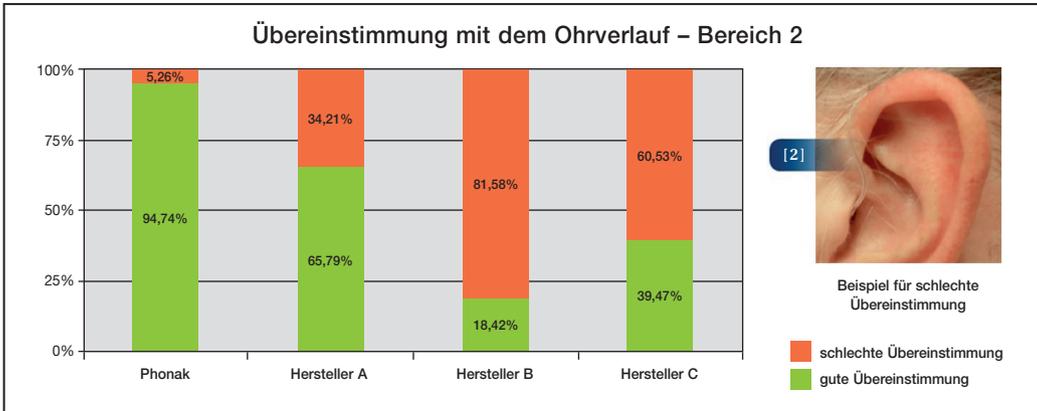


Abb. 11: Übereinstimmung mit dem Ohrverlauf – Bereich 2

ist es wichtig, dass das Kabel den Gehörgang in einem Winkel von etwa 30° nach vorne verlässt, um eine Übereinstimmung mit dem Ohrverlauf zu erreichen.

Das Kabel sollte im Bereich 2 den Verlauf weiterführen und in einem angemessenen Winkel den unteren Teil der Helix umlaufen. Zu negativen Befunden kommt es, wenn das Kabel gerade nach oben verläuft und somit auf der Helix aufliegt oder die Biegung zu große Kurven beschreibt. Mit der Kabelbiegung von Phonak können nur in zwei Fällen Abweichungen zum Ohrverlauf dokumentiert werden. Die Kabelbiegungen der Hersteller A, B und C verursachen zahlreiche und teilweise große Abweichungen in diesem Bereich, was dazu führt, dass das Kabel weit vom Ohr absteht und deutlich sichtbar wird. Die Analyse der Daten zeigt, dass es bei Hersteller A in etwa 34 Prozent, bei Hersteller B in etwa 82 Prozent und bei Hersteller C in etwa

61 Prozent aller Fälle zu Abweichungen kommt (siehe Abbildung 11). Bei Testpersonen mit kleinen Gehörgängen wird dieser Effekt verstärkt, wenn der Hörer aufgrund seines Querschnitts nicht vollständig eingeführt werden kann.

Im weiteren Verlauf des Kabels um die Helix (Bereich 3) gibt es größtenteils keine Abweichungen (siehe Abbildung 12). Die Biegung der Phonak-Kabel gewährleistete in diesem Abschnitt sogar in allen Fällen eine optimale Übereinstimmung.

Auch die Biegung im letzten Teil des Kabels, die Biegung im Bereich 4 über die Ohrmuschel, wurde von den meisten Herstellern gut gelöst (siehe Abbildung 13). Lediglich die Biegung des Herstellers B ist in 20 Prozent aller Fälle nicht zufriedenstellend, da der Radius vergleichsweise groß gewählt wurde und das Kabel in einigen Fällen vom Ohr ab-

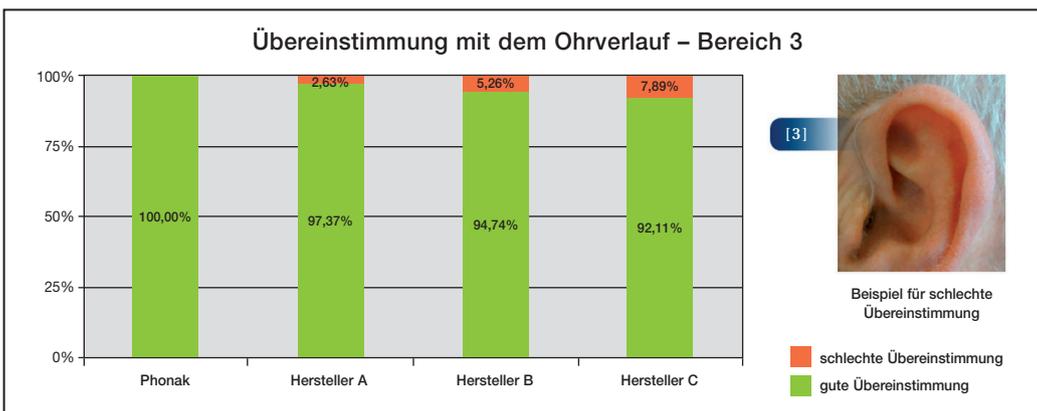


Abb. 12: Übereinstimmung mit dem Ohrverlauf – Bereich 3

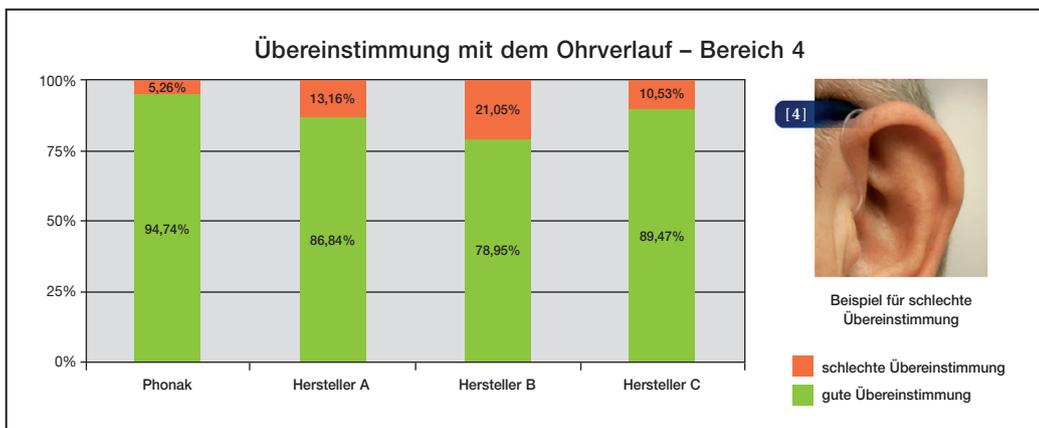


Abb. 13: Übereinstimmung mit dem Ohrverlauf – Bereich 4

stand. Nicht in die Bewertung eingeflossen ist die Positionierung der Geräte hinter dem Ohr. Es konnte jedoch festgestellt werden, dass einige Hersteller keine horizontale Ausrichtung der direktionalen Mikrofone gewählt haben, sondern eine nach schräg oben.

Die anhand der oben beschriebenen Methode gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass die neu gestaltete Kabelbiegung der externen Hörer von Phonak bei deutlich mehr Teilnehmern zum individuellen Ohrverlauf passt als vergleichbare Systeme. Über den gesamten Verlauf betrachtet zeigen sich nur in Einzelfällen merkliche Abweichungen. Speziell im Bereich 2 zeigt sich dieser Vorteil gegenüber den anderen Herstellern.

Diskussion

Bei allen untersuchten Systemen (Hörer und Domes) handelt es sich um Standardlösungen, die – im Gegensatz zu beispielsweise maßgefertigten Otoplastiken – für eine Vielzahl unterschiedlichster Ohrformen verwendbar sein sollen. Da aber jedes Ohr ein Unikat ist und eine Vielzahl individueller Besonderheiten aufweisen kann, wird ein Standardsystem immer nur bedingt diesen Merkmalen genügen können. Dennoch lässt sich feststellen, dass manche Lösungen ein breiteres Spektrum abdecken als andere. Um dies zu erreichen, muss das Hörsystem am Ohr ganzheitlich betrachtet werden und nicht nur zum Beispiel von Standpunkt der Hörer- oder Mikrofon-Positionierung aus. Die systematische Analyse der vier Bereiche an einer Vielzahl verschiedener Ohren hat dazu geführt, dass die neue Kabelbiegung von Phonak für nahezu jede Ohrform geeignet ist.

Was für die Entwicklung als Maxime galt, kann auch in der täglichen Anpassarbeit als Maßstab angelegt werden: Ein gut sitzendes Hörsystem wird mit den erläuterten Kriterien in den vier Bereichen übereinstimmen und als Folge auf der einen Seite die Sichtbarkeit auf ein Minimum reduzieren und auf der anderen Seite einen komfortablen Sitz bieten können.

Die Anpassung eines gut sitzenden Hörsystems, genau wie der audiologischen Anpassung, bedarf Erfahrung und

handwerkliches Geschick. Die Schwierigkeit besteht allerdings darin, dass der kosmetisch ansprechende Sitz vom Akustiker nur von außen bewertet werden kann und der Kunde wenige Möglichkeiten hat, Rückmeldungen zu geben. Ein geschultes Auge für die Besonderheiten der Ohrverläufe und Kenntnisse der zur Verfügung stehenden Anpassmöglichkeiten ist für die Auswahl der richtigen Variante nötig. Die neue Kabelbiegung der externen Hörer hilft, die Notwendigkeit von Manipulationen am Hörerkabel zu reduzieren. Einfachere und schnellere Anpassungen eines kosmetisch ansprechenden und komfortablen Hörsystems sind die Folge. Ein entscheidender Beitrag zu mehr Kundenzufriedenheit.

Literatur

Mueller, 2006, Hearing Journal: Open-Canal Fittings: A Special Issue. 59 (11), 11-14



Dipl.-Gesundheitswissenschaftler Sven Dechant (34) ist als Validation Manager bei der Phonak AG in Stäfa tätig und für die Durchführung interner Feldtests verantwortlich. Der gelernte Hörgeräteakustiker studierte von 2001 bis 2005 Gesundheitswissenschaften an der Fachhochschule Darmstadt.