

HÖRAKUSTIK*aktuell*

Aktuelle Trends, audiologische News und neueste Technik-Entwicklungen im Überblick



Liebe Leser,

„Real-Time Speech Enhancer“, „Soft Noise Reduction“ – bei all den Funktionen von modernen Hörsystemen ist es selbst für Fachleute manchmal nicht ganz klar, welche Funktion nun welchen echten Vorteil für den Hörsystemträger hat.

Um den effektiven Nutzen der Ausstattung von Hörsystemen neutral zu beleuchten, schreibt unser Gastautor Herr Prof. Dr. J. Kießling in dieser und den

nächsten Ausgaben unseres HNO-Info-Briefs über die «Funktionen von Hörsystemen und deren Nutzen für den Hörgeräteträger».

Wir wünschen Ihnen viel Lesevergnügen!

Ihr *Gerd Müller*

Geschäftsführer HÖREX Hör-Akustik eG



Prof. Dr. Jürgen Kießling
Justus-Liebig-Universität Gießen

Neben den eigentlichen Basisfunktionen, nämlich den ankommenden Schall adäquat zu verstärken und durch geeignete Kompression an den Restdynamikbereich des Hörgerätenutzers anzupassen, bieten moderne Hörgerätesysteme zahlreiche zusätzliche Funktionsmerkmale (sog. Features), die auf komplexen Signalverarbeitungsstrategien beruhen. Hier konnten in den vergangenen Jahren große Fortschritte erzielt werden, die für den Endverbraucher zu einem erheblichen Nutzenszugewinn führen können, wenn die Features entsprechend den Bedürfnissen und Anforderungen des Hörgerätenutzers ausgewählt und angepasst werden.

Da ständig neue, produktspezifische Bezeichnungen für diese Features auftauchen, deren Funktion und Nutzen für den beratenden HNO-Arzt nicht immer eindeutig klar sind, soll in dieser und in den folgenden Ausgaben von *HÖRAKUSTIK aktuell* in produktunabhängiger Form Licht in die Feature-Vielfalt gebracht werden. Und weil das Sprachverstehen im Störgeräusch, insbesondere im Stimmengewirr, die größte Herausforderung für Menschen mit Hörstörung darstellt, sollen in dieser und der nächsten Folge zunächst die gängigen Lösungsansätze zur Unterdrückung von Störgeräuschen behandelt werden.

Verfahren zur Störgeräuschunterdrückung

Sofern Nutzsignal und Störgeräusch voneinander abweichende Spektren aufweisen, kann durch Verstärkungsabsenkung im Frequenzbereich des Störgeräuschs eine Verbesserung des Signal-Rauschabstands (S/N) erreicht werden. Diese simple Strategie wird im Tieftonbereich grundsätzlich in allen Hörgeräten angewendet: Verkehrs- und Umweltgeräusche haben ihren spektralen Schwerpunkt typischerweise unterhalb von 1 kHz. Durch Aufwärtsverdeckung kommt es zu einer partiellen Verdeckung von Sprachanteilen in den darüber liegenden, sprachrelevanten Frequenzbereichen. Da die Sprachkomponenten im Tieftonbereich für das Sprachverstehen von geringerer Bedeutung sind, kann die Hörgeräteverstärkung unterhalb von 1 kHz deutlich niedriger gewählt werden, als es dem Hörverlust entspricht, um den unerwünschten Effekt der Aufwärtsverdeckung gering zu halten.

Allerdings sind Nutz- und Störgeräuschspektren im Alltag oft sehr ähnlich, insbesondere wenn es sich beim Nutzschall um Sprache und beim Störgeräusch um Stimmengewirr handelt, so dass eine simple Verstärkungsabsenkung nicht infrage kommt. In diesen Fällen bedarf es aufwändigerer Signalverarbeitungsstrategien, um den Störgeräuschpegel relativ zum Nutzschall

Features von modernen Hörsystemen und deren Nutzen für den Hörgeräteträger – Teil 1

(Sprache) abzusenken. Dabei gibt es grundsätzlich drei Klassen von Lösungsansätzen:

- (1) Ein-Mikrofon-Lösungen
- (2) Multi-Mikrofon-Lösungen
- (3) Direkteinspeisung des Nutzsignals in die Hörsysteme und zwar:
 - wireless (Audiostreaming),
 - induktiv (Induktionsspule) oder
 - galvanisch (Audio-Eingang).

Im vorliegenden Beitrag werden zunächst Funktionsweise und Nutzen von Ein- sowie von Multi-Mikrofon-Lösungen dargestellt und diskutiert. Aspekte der Störschallunterdrückung durch Direkteinspeisung des Nutzsignals in die Hörsysteme sollen dann in der folgenden Ausgabe von *HÖRAKUSTIK aktuell* thematisiert werden.

Ein-Mikrofon-Lösungsansätze

Ein in Hörgeräten gängiger Ein-Mikrofon-Ansatz zur Störgeräuschreduktion beruht auf folgender Überlegung: Wenn es sich beim Nutzsignal um Sprache handelt, ist das Nutzsignal durch eine sprachtypische Modulation im Frequenzbereich um 4 Hz gekennzeichnet. Wie Abb. 1 zeigt, erfolgt zur Detektion und Reduktion des Störgeräuschs eine Aufteilung des Eingangssignals in mehrere Frequenzbänder (bis zu 20 und mehr), in denen jeweils eine Modulationsanalyse vorgenommen wird. In den Frequenzbändern, in denen der Algorithmus eine sprachtypische Modulation erkennt (im Beispiel von Abb. 1 in den Bändern 3 bis n), ist davon auszugehen, dass Sprachanteile enthalten sind. Dementsprechend erfolgt in diesen Bändern eine Verstärkung des Eingangssignals. In den Frequenzbändern, in denen keine sprachtypische Modulation auftritt (im Beispiel der Abb. 1 in den Bändern 1 und 2), wird eine Abschwächung des Eingangssignals vorgenommen. Danach werden die so bearbeiteten Teilsignale zusammengeführt und dieses Ausgangssignal dem Hörgeräteträger dargeboten.

Wenn in den einzelnen Frequenzbändern entweder überwiegend Sprachanteile oder Störgeräusche auftreten, funktioniert diese Form der Störgeräuschunterdrückung gut. Liegt dagegen, wie es in realen Störgeräuschsituationen häufig der Fall ist, eine weitgehende spektrale Überlappung von Nutzschall und Störgeräusch vor, enthalten alle Frequenzbänder einen ähnlichen Mix aus Nutz- und Störschall mit ähnlichen Modulationseigenschaften. Dann werden alle für das Sprachverstehen relevanten Bänder in gleicher

Weise verarbeitet und es tritt keine Verbesserung des S/N ein.

Andere Ein-Mikrofon-Strategien zur Störgeräuschunterdrückung basieren auf der Voraussetzung, dass Nutz- und Störgeräusch sich additiv überlagern, nicht miteinander korreliert und stationärer Natur sind. Ein in Hörsystemen häufig implementiertes Verfahren ist die spektrale Subtraktion. Dazu müssen zunächst die Sprachpausen zuverlässig detektiert werden, um das „reine“ Störsignal in den Pausen messen bzw. abschätzen zu können. Dann wird das geschätzte Störsignal vom gestörten Eingangssignal subtrahiert, so dass am Hörgeräteausgang ein geschätztes Nutzsignal mit verbessertem S/N ansteht. Die Schätzung des Störsignals erfolgt kontinuierlich, so dass Änderungen des Störsignals bei der adaptiven Filterung fortlaufend berücksichtigt werden. Ähnlich funktioniert das Wiener-Filter, das neben der Schätzung des Störsignals auch eine Nutzsignalschätzung vorsieht. Da die genannten Voraussetzungen für den erfolgreichen Einsatz dieser Verfahren in der Realität nur bedingt erfüllt sind, kann eine signifikante Verbesserung des Signal-Rauschabstands meist nur zulasten der Signalqualität und damit auf Kosten der Nutzerakzeptanz erzielt werden. Werden dagegen die Prozessparameter weniger aggressiv gewählt, wird keine nennenswerte S/N-Verbesserung erreicht. Dann kommt zwar keine Verbesserung der Sprachverständlichkeit, aber immerhin eine geringere Höranstrengung zustande, was von den Nutzern subjektiv als positiv wahrgenommen wird. Es gilt also, in jedem Einzelfall einen geeigneten Kompromiss zu finden.

Auch impulshaltige Störgeräusche, wie z. B. Geschirrkloppern, können von Hörgerätesystemen abgeschwächt und damit für den Nutzer erträglich gemacht werden. Diese Verfahren zur Impulsschallunterdrückung beruhen auf einer automatischen Begrenzung des Ausgangspegels, die durch Erkennung extrem steilflankiger Schallereignisse aktiviert wird.

Multi-Mikrofon-Lösungsansätze

In Hörsituationen, in denen Nutz- und Störsignal aus unterschiedlichen Richtungen kommen, kann mit Richtmikrofonen auf der Basis von Multi-Mikrofon-Technologie eine wirksamere Störschallunterdrückung als mit Ein-Mikrofon-Lösungen erreicht werden. Der Nutzen von

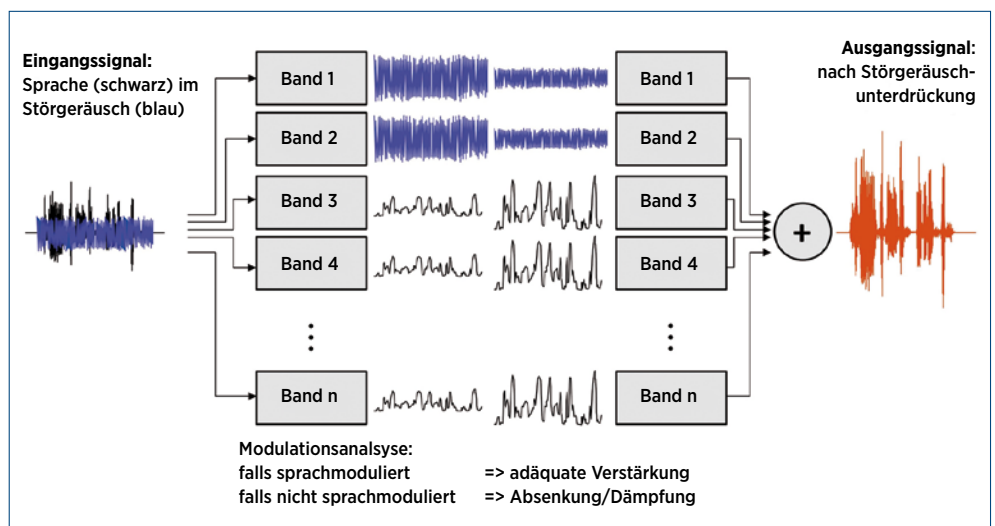


Abb. 1: Funktionsprinzip eines Hörgeräts mit modulations-basierter Störgeräuschunterdrückung.

Richtmikrofonen beruht auf der Annahme, dass man in Situationen mit einem Gesprächspartner im Störgeräusch in Richtung des Gegenübers blickt. Dementsprechend ist im Falle nicht-bewegter (stationärer) Nutz- und Störerschallquellen von einer nach vorn gerichteten Mikrofoncharakteristik eine Verbesserung des Signal-Rauschabstands zu erwarten.

Das Grundprinzip von Richtmikrofonhörsystemen basiert auf dem Zusammenwirken zweier oder mehrerer Mikrofone, die in ausreichendem Abstand – meist in Vorn-Hinten-Richtung – angeordnet sind. Dabei wird das Signal des hinteren Mikrofons in Abhängigkeit von der Schalllaufzeit (d. h. vom Abstand) zwischen den Mikrofonöffnungen zeitlich so verzögert, dass es bei Subtraktion der Mikrofonsignale zu einer Auslöschung des Schalls aus einer bestimmten Richtung kommt. Zum Beispiel wird für eine komplette Auslöschung des rückwärtigen Schalls das Ausgangssignal des hinteren Mikrofons exakt um die Laufzeit zwischen den Mikrofonöffnungen verzögert. Der Schall von vorn bleibt erhalten und es ergibt sich eine nierenförmige Richtcharakteristik, wie sie in Abb. 2 (unten Mitte) dargestellt ist. Soll Schall von schräg hinten maximal abgeschwächt werden, müssen geringere Verzögerungszeiten gewählt werden, so dass sich eine Superkardioid- bzw. Hyperkardioid-Charakteristik mit maximaler Dämpfung bei 125 bzw. 110 Grad einstellt. Zur Auslöschung seitlichen Störgeräuschs, das unter 90 Grad einfällt (Abb. 2, oben rechts u. links), werden die Mikrofonsignale unverzögert subtrahiert und weiterverarbeitet (Bidirektional- oder Dipol-Charakteristik). Richtmikrofonensysteme in heute gängigen Hörgeräten „lauschen“ nach vorne und optimieren ihre Mikrofoncharakteristik adaptiv, indem sie die Richtung maximaler Dämpfung (Unterdrückung) auf die jeweils dominierende Störgeräuschquelle ausrichten (Abb. 2).

Sogenannte adaptive Beamformer gehen über die in Abb. 2 dargestellte Wirkung hinaus: Sie unterdrücken nicht nur Störgeräuschquellen aus

wechselnden Richtungen in adaptiver Weise, sondern können ihre Richtwirkung sowohl auf frontale wie auch auf seitliche oder rückwärtige Nutzschaallquellen (Sprecher) ausrichten. Dazu wird nicht allein die vorherrschende Störgeräuschrichtung, sondern auch die Richtung des Nutzsignals vom System kontinuierlich geschätzt und die Richtcharakteristik entspre-

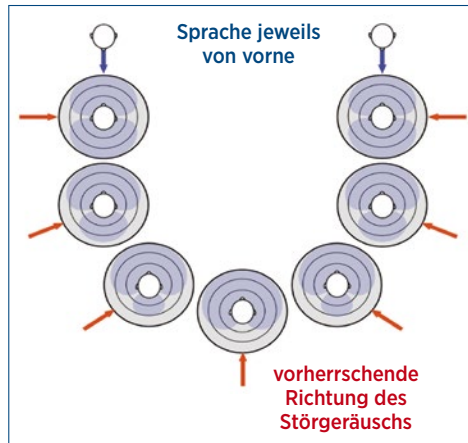


Abb. 2: Wirkungsprinzip von adaptiven Richtmikrofonensystemen. Die blaue Fläche zeigt jeweils die Richtcharakteristik an, die das adaptive Mikrofonensystem in Abhängigkeit von der vorherrschenden Störerschallrichtung (rote Pfeile) annimmt. Das heißt, der Nutzschaall/Sprache (blaue Pfeile) von vorn wird in jedem Fall maximal verstärkt, während das dominierende Störgeräusch jeweils bestmöglich unterdrückt wird.

chend optimiert.

Eine stärkere Richtwirkung, d.h. eine engere Richtkeule, kann durch Zusammenschaltung von mehr als zwei Mikrofonen zu einem Mikrofon-Array realisiert werden. In aktuellen Hörsystemen werden zu diesem Zweck Lösungen verfolgt, die eine Wireless-Verlinkung (s. nächste Ausgabe) der Doppelmikrofone des rechten und des lin-

ken Hörgeräts zu einem Vierer-Array vorsehen. Dabei werden Audiosignale in Echtzeit zwischen beiden Seiten ausgetauscht und gegeneinander verrechnet. Wegen der deutlich größeren Mikrofonabstände können damit stark fokussierte Richtwirkungen verwirklicht werden. Das kann in speziellen Hörsituationen, wie z.B. bei nur einem Gesprächspartner, nützlich sein. In Hörsituationen mit mehreren Nutzschaallquellen, z.B. bei der Konversation mit wechselseitig sprechenden Gesprächspartnern sind Beamformer mit extrem enger Richtcharakteristik jedoch ungünstig, da die Nutzschaallquellen außerhalb der Richtkeule nicht ausreichend verstärkt werden. Deshalb arbeiten High End-Hörgerätesysteme heute bereits auf Basis einer auditorischen Szenenanalyse, die die wichtigsten akustischen Objekte erkennen und als Nutz- bzw. Störgeräuschquelle klassifizieren kann. Auf der Grundlage dessen können mehrere Nutzschaallquellen gleichzeitig verstärkt und Störgeräuschquellen im Pegel abgesenkt werden.

Zwischenfazit

Ein-Mikrofon-Lösungen zur Störerschallunterdrückung sind in nahezu allen Hörsystemen verfügbar, da ein Algorithmus zur Störerschallunterdrückung zu den vier Mindestanforderungen gehört, die aufzahlungsfreie Hörsysteme gemäß § 139 SGB V erfüllen müssen. Sie ermöglichen in der Regel allerdings keine Verbesserung des Signal-Rauschverhältnisses, vermindern aber die Höranstrengung bei der Kommunikation im Störgeräusch, was von den Nutzern positiv wahrgenommen wird. Mit Multi-Mikrofon-Lösungen kann dagegen eine wirksame Störerschallreduktion erreicht werden. Das gilt insbesondere dann, wenn es sich um Verfahren auf der Basis auditorischer Objekterkennung handelt und die Anpassung möglichst geschlossen erfolgt, d.h. wenn möglichst wenig unverarbeiteter Schall ans Trommelfell gelangt.

NEUESTE HÖRTECHNIK

Die neuen Hörgeräte Pure 13 BT:

Vernetztes Hören. Weltklasse-Audiologie mit direkter Anbindung zu iPhone und TV.

Die neuen Signia Hörgeräte wenden die gleiche Bluetooth-Technologie an wie viele hochqualitative drahtlose Kopfhörer um Telefongespräche, Musik und auch den Ton bei Video-Konferenzen direkt in die Hörgeräte zu übertragen. Diese Technologie übermittelt auch den TV-Ton direkt in die Hörgeräte, ohne dass ein weiteres Zusatzgerät zum Umhängen oder Anstecken benötigt wird. Stattdessen sendet die mit der Audioquelle verbundene Transmitterbox StreamLine TV den Ton direkt in die Hörsysteme.

Als weltweit erste Hörgeräte nutzen die Pure 13 BT-Hörsysteme die Bewegungssensoren des iPhones, um in herausfordernden, dynamischen Situationen brillantes Hören beeindruckend zu unterstützen. Wenn Sie beispielsweise an einer viel befahrenen Straße stehen bleiben, um sich zu unterhalten, wird der Gesprächspartner bestmöglich aus der Geräuschkulisse hervorgehoben. Setzen Sie dann Ihren Weg fort, meldet ein Sensor des iPhones die Bewegung an die Hörgeräte. Dadurch wird die Einstellung der Hörgeräte so optimiert, dass z. B. eine Fahrradklingel von hinten besser zu hören ist.

Die beiden Hörgeräte sind zudem über die Funktion e2e wireless drahtlos gekoppelt. Die Signale beider Hörsysteme werden zu einem hochpräzisen Gesamtsignal verarbeitet, ähnlich der akustischen Verarbeitung des menschlichen Gehirns. Dadurch übertragen die Hörgeräte die akustische Umgebung besonders präzise. Damit wird nicht nur das Hören verbessert, sondern auch die Höranstrengung verringert.

signia
Life sounds brilliant.





Der Schweizer Hörgerätehersteller Bernafon hat mit dem Testsystem BeFlex eine Lösung, mit der Patienten bis zu drei Technologiestufen direkt miteinander vergleichen können.

Die Frage nach der tatsächlich benötigten technologischen Ausstattung von Hörgeräten ist nicht pauschal zu beantworten. BeFlex, ein Testsystem von Bernafon, ermöglicht es dem Anpasser, drei von fünf verschiedenen Leistungsklassen auszuwählen und zu programmieren. Diese können Patienten dann testen und die Vorteile der unterschiedlichen technologischen Ausstattungen kennenlernen. Gerade dieser direkte Vergleich erleichtert die Entscheidungsfindung. BeFlex gibt es in Deutschland bereits seit 2015 und hat sich erfolgreich bewährt, wie eine internationale Umfrage unter Hörakustikern zeigt. So berichten 72 %, dass ihre Kunden signifikante Unterschiede zwischen den Geräteklassen wahrnehmen und in komplexen Hörsituationen häufig die stärkere Technologiestufe wählen. Mit diesem Wissen wird die Auswahl für den Patienten einfacher und klarer. Am Ende entscheidet sich der Patient schließlich nicht für ein Hörgerät, das er braucht, sondern für ein Hörgerät, das er will.

Mehr über BeFlex erfahren Sie in der Audiologie von Bernafon telefonisch unter (030) 72 39 37 12.

Klein. Unauffällig. Und einfach genial.



Überzeugende Klangwunder – die Im-Ohr-Hörgeräte von Sonic

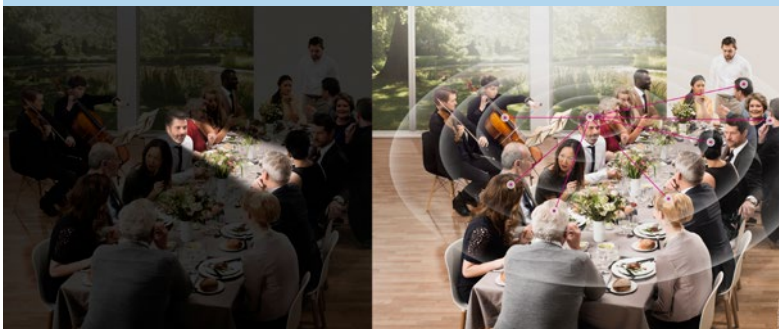
Im-Ohr-Hörgeräte sind im Erstgespräch beim Hörakustiker der Wunsch vieler Menschen mit Hörminderung. Die erfolgreiche Versorgung scheidet allerdings nicht selten an der Anatomie des Gehörgangs. Aber für alle anderen Fälle ist meistens eine kleine, unauffällige Lösung greifbar – zum Beispiel die Im-Ohr-Hörgeräte von Sonic. Erhältlich in fünf verschiedenen Produktfamilien mit unterschiedlicher Ausstattung und verschiedenen Bauformen. Die kleinsten sitzen tief im Kanal, sind damit nahezu unsichtbar und zudem noch wireless-fähig für die direkte Anbindung an mobile Endgeräte über das kleine Zubehör SoundGate.

Die Vorteile der Im-Ohr-Geräte liegen klar auf der Hand: Ein natürlicher Klang und besseres Hören im Freien durch Platzierung des Mikrofons im Gehörgang, ein natürliches Richtungs-hören durch Nutzung des Pinna-Effekts und vor allem ein problemfreies Hantieren mit dem Telefonhörer.

Sonic Hörgeräte überzeugen in jeder Produktfamilie durch ihre Leistung und erstklassigen Funktionen – und sind exklusiv nur bei den Mitgliedern der HÖREX HörExperten erhältlich.



Neuer Ansatz in der Hörtechnologie unterstützt die Versteh-Arbeit des Gehirns



Lässt das Gehör nach, werden Gespräche mit mehreren Personen z. B. in einem Restaurant anstrengend und schwierig, denn das Gehirn erhält nur unvollständige und unklare Informationen.

Bisherige Hörgeräte mit Richtmikrofonen stoßen in solchen dynamischen Situationen an ihre Grenzen, denn sie heben den Gesprächspartner von vorne hervor und reduzieren alles andere in der Lautstärke.

Oticon Opn™ ahmt nach, wie das Gehirn versteht. Schwerhörige können dynamische Gesprächssituationen leichter meistern. Opn™ erfasst die Umgebung 500-mal in der Sekunde, gewichtet Sprache und Nebengeräusche und bewahrt Sprache aus allen Richtungen.

Lärm wird so schnell und präzise abgesenkt wie nie zuvor. So können Hörssystemträger jederzeit die Aufmerksamkeit wechseln und selbst entscheiden, wem sie zuhören wollen.

Schauspieler Christoph M. Ohrt setzt beim Hören jetzt auf Smartphone, App und Widex-Hörhightech



Schauspieler und Widex-Botschafter Mario Adorf und Christoph M. Ohrt präsentieren ein vollvernetztes Widex-Hörssystem.

Wie rund die Hälfte der 41- bis 60-Jährigen hat auch Christoph M. Ohrt (57) eine Hörminderung. Mit 50 testete er erstmals ein Hörsystem – mit Folgen: „Das ist ja ein ganz anderes Leben“, stellte er fest und nutzt seither konsequent Hörsysteme von Widex. Bei einem Presse-termin mit dem Widex-Botschafter für gutes Hören, Mario Adorf (87), präsentierte Ohrt jetzt ein vollvernetztes Hörsystem. „Moderne Hörgeräte wie das Beyond von Widex lassen sich ganz einfach drahtlos mit Apple-Geräten verbinden. So fließen Telefonate und Musik direkt ins Hörsystem, das Ergebnis ist ein natürlicher, glasklarer Klang“, sagt Christoph M. Ohrt. Sein persönliches Schlüsselerlebnis war: „Als ich den Song ‚Absolute Beginners‘ von David Bowie mit Beyond zum ersten Mal in voller Klarheit hörte. Wahnsinn, was diese Technik kann.“ Teil des perfekten Hörerlebnisses ist auch eine Smartphone-App, mit der sich zum Beispiel Klang und Lautstärke optimal anpassen lassen.