

# BioAid – Ein biologisch inspiriertes Hörgerät

*Ein modernes Mobiltelefon enthält alle Komponenten, die für ein Hörgerät benötigt werden: ein Mikrofon, einen Lautsprecher und dazwischen die erforderliche Prozessorleistung. Schon heute ist es für jeden, der ein internetfähiges Smartphone besitzt, sehr einfach möglich, Hörgeräte-Software (sogenannte »Apps«) für ein paar Euro herunterzuladen. Ist dies nur eine Modeerscheinung oder der Anfang einer Hörgerätevolution?*

Natürlich sind solche Apps aus vielen verschiedenen Gründen nicht gerade ideal. Ein Smartphone ist im direkten Vergleich mit einem Hörgerät schwer und unhandlich. Die Einsteckhörer, die vom Hersteller mitgeliefert werden, bieten selten ausreichend Komfort, als dass man sie den ganzen Tag lang tragen könnte. Ein Hörgerät auf einem Mobiltelefon hat in der Regel nur monaurale Funktion, da nur ein einzelnes Mikrofon (und nicht zwei) in einem Standard-Headset vorhanden ist. Binaurale Signale sind aber nützlich, z. B. für die Lokalisation von Schallquellen. Die Signalverarbeitungssoftware in diesen Apps ist häufig nicht so effektiv implementiert, wie in guten kommerziellen Hörgeräten. Außerdem bieten solche Apps in den allerwenigsten Fällen einen Hörtest und erst recht keine professionelle Unterstützung, um die besten Hörereinstellungen zu finden. Deswegen sollte der Rat von professioneller Seite dazu lauten: »Finger weg von Smartphone-Lösungen!«

## Die Zukunft?

Aber was erwartet uns in Zukunft? Viele dieser Probleme sind rein technischer Natur und wir wissen, dass moderne Technologie die Eigenschaft hat, Probleme zu lösen, bevor die breite Öffentlichkeit weiß, dass diese Probleme überhaupt existieren. Mobiltelefone werden jedes Jahr leichter. Neuerdings wurde viel von der Rechenleistung von Mobiltelefonen in leichtere und günstigere MP3-Player, wie den Apple iPod touch, eingebaut. Komfortable Einsteckhörer mit einer hohen Klangtreue können nachgekauft werden. Bluetooth und andere drahtlose Verbindungen ersetzen immer häufiger die Kabel, die im Moment Telefon und Einsteckhörer verbinden und auch die Nutzung weit entfernter Mikrofone wird möglich sein. Armbanduhr-große Mobiltelefone sind mittlerweile verfügbar. Auch das Problem, kleine Batterien bei mangelnder Feinmotorik zu wechseln, ist schon gelöst, denn ein Mobiltelefon kann einfach über Nacht in einer Ladestation geladen werden oder –noch besser – mithilfe drahtloser Ladetechnologie.

Weiterhin haben Mobiltelefone und MP3-Player die nötige Rechenleistung, um automatische Hörtests anzubieten. Das Ergebnis könnte mobil an einen professionellen Berater übertragen werden. Dieser Berater könnte auch ein Computerprogramm sein, das die erforderlichen Hörereinstellungen dann über das Internet herunterlädt.

Niedrige Kosten werden ein wichtiger Faktor sein, der eine Verbreitung dieser Geräte begünstigt. Warum sollte man Tausende Euros für ein Hörgerät bezahlen, wenn Hörerätetechnologie auf einem Mobiltelefon für ein paar Euros zu haben ist? Der Kostenfaktor ist nicht nur für Menschen in industriell entwickelten Ländern wichtig, sondern vielleicht viel mehr noch für Menschen in Entwicklungsländern. Menschen in Ländern mit weniger entwickelter Wirtschaft haben häufig weder Zugang zu HNO-Ärzten bzw. Audiologen noch könnten sie sich



Ray Meddis



Nicholas R. Clark



Wendy Lecluyse

Department of Psychology, University of Essex, Großbritannien



Tim Jürgens

Department of Psychology, University of Essex, Großbritannien; Exzellenzcluster »Hearing4all«, Department für Medizinische Physik und Akustik, Carl-von-Ossietzky Universität Oldenburg, Deutschland

Hörgeräte leisten, auch wenn sie ihnen verschrieben würden. Diese Personen haben jedoch Zugang zu Mobiltelefonen, denn Festnetz-kommunikationssysteme sind dort meist schlecht ausgebaut. Nicht mehr benutzte Smartphones (der vorherigen Generation) werden dort mit der Zeit auch für ältere Leute kostengünstig verfügbar sein, da sie bald in großer Stückzahl aus den industrialisierten Ländern kommen.

## Die ersten Schritte

Unsere Forschungsgruppe startete die Entwicklung eines Hörgeräts auf Smartphone-Basis aus einer Notwendigkeit heraus: Unsere neu entwickelte Hörgeräte-Software hatte wenig Chancen, es als konventionelles Hörgerät jemals bis zum Verbraucher zu schaffen. Wir konnten die Hörgeräte-Software im Labor zwar auf einem Computer testen, aber als Außenseiter konnten wir Hörgerätefirmen nicht davon überzeugen, es in ihre Produktentwicklung aufzunehmen. Solch ein Schritt würde eine nicht unerhebliche finanzielle Investition bedeuten, da die Software in integrierte Hardware hätte umgesetzt werden müssen. Außerdem wäre Marketing und Training des Hörgerätevertriebs zur Vermarktung dieser neuen Art von Hörgeräten erforderlich. Daher entschieden wir uns für eine radikalere Lösung. Wir erkannten, dass

wir selbst direkt in die Produktion einsteigen konnten, wenn wir ein Smartphone als portables experimentelles Hörgerät benutzten. Dies erlaubte es, sowohl die Machbarkeit unseres Konzepts zu demonstrieren als auch Erfahrungen von Anwendern weltweit zu sammeln und nicht nur in unserem Labor.

Innerhalb unserer Gruppe kam der erste diesbezügliche Vorschlag von Nick Clark, der erst kürzlich zu uns gestoßen ist, nachdem er seine Doktorarbeit am MRC Institute of Hearing Research an der Universität Nottingham abgeschlossen hatte. Mit seiner Programmierexpertise entwickelte und optimierte er die App, bis sie für den iTunes Store ausgereift war. Eine Implementation unseres Hörgerätealgorithmus ist über den App Store verfügbar für neuere iOS-Geräte, d. h. iPhone 4s, iPhone 5 und den neuesten iPod touch. Unter [www.bioaid.org.uk](http://www.bioaid.org.uk) kann »BioAid« kostenlos heruntergeladen werden!

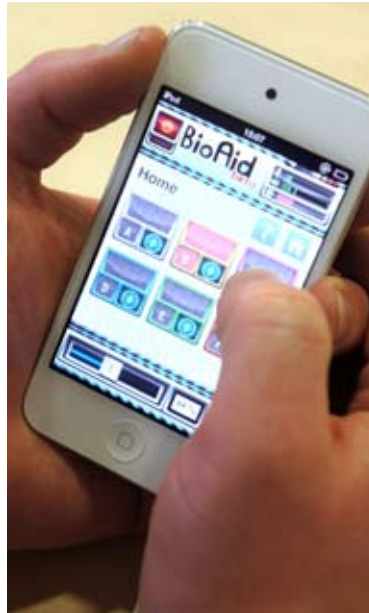


Abb. 1: Benutzeroberfläche des BioAid

Uns wurde schnell bewusst, dass die elektronische Revolution von hand-held internet-verbundenen Geräten weitreichende Anwendungsmöglichkeiten für Schwerhörende hat, aber auch für die Hörgeräteindustrie an sich. Diese Möglichkeiten reichen weit darüber hinaus, einen billigen Wettbewerber gegenüber etablierten Hörgerätefirmen zu generieren. So können zum Beispiel neue Anwendungen entwickelt werden, die Hörgeschädigten in speziellen Situationen (z. B. beim Telefonieren oder bei der Internetnutzung) zugutekommen; darüber hinaus bieten diese Geräte eine Plattform für schnelle Entwicklungen von Programmierern, die nicht in den Labors der großen Hörgerätefirmen arbeiten. Bevor wir über weitere Anwendungsmöglichkeiten spekulieren, wollen wir zuerst beschreiben, wie die neuen Möglichkeiten unsere eigene Forschung beeinflusst haben.

Anfänglich hatte unsere Forschung nicht im Geringsten mit Hörgeräten zu tun, sondern mit der Konstruktion von Computermodellen, die nachbilden, wie das biologische Hören funktioniert. Das Grundmodell verfügte über eine Reihe von mathematischen Gleichungen, die die Bewegung der Gehörknöchelchen, der Basilarmembran (BM), äußerer und innerer Haarzellen (outer hair cells, OHCs; inner hair cells, IHCs), die Funktion des Hörnerven und efferente Aktivitäten wie den Stapediusreflex und den medialen olivo-cochleären (MOC-) Reflex simulieren. Nach und nach reiften unsere Modelle soweit aus und wurden so verlässlich, dass wir eine Reihe von psychoakustischen Phänomenen simulieren konnten, darunter Hörschwellen, Maskierung und einfache Aspekte der Spracherkennung.

Mit der Weiterentwicklung der Modelle waren wir in der Lage, auch Schwerhörigkeiten zu simulieren. Es war möglich, bestimmte Formen der Schwerhörigkeit zu implementieren, die auftreten, wenn einzelne Elemente der physiologischen Verarbeitungskette, wie zum Beispiel OHCs oder IHCs, ausfallen. Die Modelle wurden anhand von psychoakustischen Messungen validiert, die wir bereits im Vorfeld mit Schwerhörigen durchgeführt haben. Wir haben diese individualisierten Modelle »Hör-Dummies« genannt, da sie das Hörverhalten von Probanden künstlich nachahmen. Das Ziel war es, Einblicke in die unterschiedlichen Ausprägungen von Schwerhörigkeiten zu bekommen.

## Verarbeitungsprinzipien in BioAid

Diese Studien inspirierten uns, darüber nachzudenken, was ein Hörgerät leisten muss, um die unterschiedlichen Ausprägungen von Schwerhörigkeit zu kompensieren, die wir modelliert hatten. Dies führte uns zu einigen Prinzipien des Hörgerätedesigns, die sich in wesentlichen Aspekten von derzeit verfügbaren Hörgeräten unterscheiden. Unser Design war biologisch inspiriert, d. h. es beruht auf den Prinzipien, von denen wir wissen, dass sie im normalen menschlichen Gehör stattfinden. Zwei dieser Prinzipien scheinen sehr wichtig zu sein und wir entschieden uns, dass sie in unserem neuen Hörgerät einen Platz verdienen. Dies waren 1.) die instantane, d. h. verzögerungsfreie, Kompression der BM-Bewegung und 2.) die langsame efferente Suppression der BM-Aktivität als Antwort auf laufende Veränderungen des Schallpegels. Dynamikkompression sowohl mit langen als auch mit kurzen Zeitkonstanten ist natürlich seit langem ein Prinzip, das moderne Hörgeräte verwenden, allerdings unterscheidet sich die Kompression, die in tierexperimentellen Studien auf der Stufe der BM beobachtet wird, qualitativ von der in Hörgeräten. BM-Kompression hat keine endliche Zeitkonstante. Sie ist nahezu instantan, allerdings ohne die unerwünschten Verzerrungsprodukte, die gewöhnlich mit instantaner Kompression einhergehen. Wenn die OHCs ausfallen (aus welchem Grund auch immer), verschwindet diese Kompression zusammen mit der Sensitivität für Geräusche niedrigen Pegels. Idealerweise sollte ein Hörgerät in der Lage sein, dies zu kompensieren, und damit (unter anderem) auch Schutz vor sehr lauten Geräuschen bieten. Da die Kompression instantan ist, stellt die Schnelligkeit des Einsetzens eines Geräusches kein Problem für Normalhörende dar. Ohne Kompression können plötzliche Geräusche eine ganze Reihe von Problemen erzeugen, wie zum Beispiel übermäßig starke Maskierung nachfolgender Geräusche und Unbehaglichkeit aufgrund von zu großer Lautheit. Vor 20 Jahren hatten wir bereits ein »Dual resonance nonlinear (DRNL) system« entwickelt, das die BM-Kompression mit nur minimalen Verzerrungen simuliert, sodass es nun nahelag, dieses Prinzip in einem Hörgerät in einem Multikanal-verstärkungssystem zu implementieren.

Das zweite Prinzip basiert auf der efferenten Suppression der BM durch das MOC-System. Dieses in der Hörforschung relativ neue Thema wurde als wichtiger Mechanismus erkannt, der uns hilft, mit störgeräuschbehafteter Umgebung umzugehen. In einer Studie, in der wir unsere »Hör-Dummies« als Vorverarbeitung für einen automatischen Spracherkennung genutzt haben, konnten wir zeigen, wie wichtig diese efferente Suppression sein kann. Die Studie ergab, dass die Worterkennung in einem verrauschten Hintergrund substantiell verbessert wurde, wenn die efferente Feedback-Suppression eingeschaltet war. Das überzeugte uns davon, dasselbe Prinzip auch in dem aktuellen Lösungsansatz zu verwirklichen.

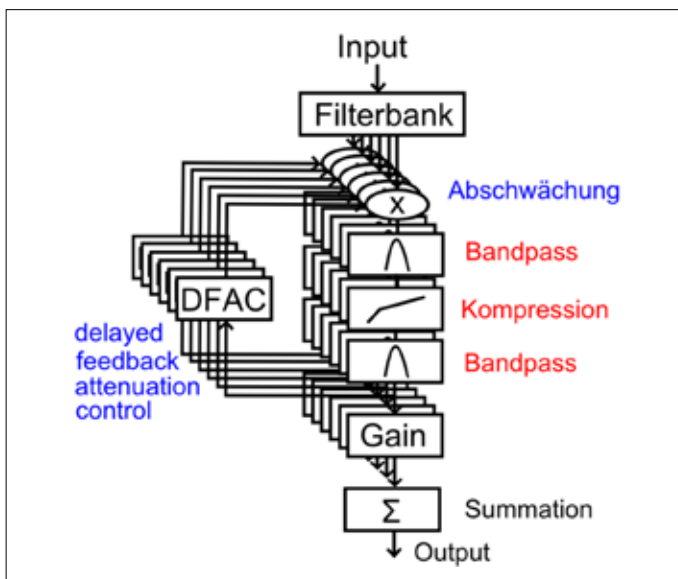


Abb. 2: Schema der Signalverarbeitung in BioAid. Im Multikanal-kompressionsalgorithmus (hier sind beispielsweise sechs Kanäle durch die sechs Ebenen dargestellt) sind zwei Prinzipien der Signalverarbeitung im menschlichen Gehör enthalten: In Rot sind die Blöcke markiert, die die verzögerungsfreie Dynamikkompression der BM-Bewegung nachahmen. In Blau sind die Blöcke markiert, die die langsame efferente Suppression durch das MOC-System (als Rückkopplungsmechanismus) nachahmen.

Das efferente MOC-System unterdrückt die Schwingung der BM relativ zu dem über die Zeit gemittelten Hintergrundrauschpegel und hat damit einige Ähnlichkeiten zu Automatic Gain Control (AGC) Signalverarbeitung, die in konventionellen Hörgeräten zum Einsatz kommt. Allerdings gibt es auch wichtige Unterschiede: Im biologischen Gehör ist dieses System als neuronaler Rückkopplungsmechanismus realisiert, dessen Zeitkonstante und Verzögerung (ca. 10 ms) durch Nervenverschaltungen bestimmt wird. Dieses Feedback steht im Gegensatz zu den Feed-Forward-Implementationen vieler AGCs in Hörgeräten. Außerdem besteht eine instantane nichtlineare Kompression zwischen den Suppressions- und Detektionsstufen des biologischen Feedback-Netzwerks, was die Antwort weit komplexer macht, als sie in einfachen AGCs vorkommt.

Der MOC-Reflex entfaltet seine Wirkung durch die äußeren Haarzellen (OHCs). Seine Wirkung wird reduziert oder entfällt völlig, falls der Hörverlust das Ergebnis einer Funktionsstörung der OHCs ist. Die Vorteile, die Normalhörende aus der Wirkung des MOC-Reflexes ziehen, wie z. B. Demaskierung, sind dann verloren. Um die verlorenen nützlichen Effekte wiederherzustellen, ist unsere Philosophie, das auditive Rückkopplungssystem im Hörgerät nachzuahmen. Ein Prototyp dieses Hörgerätes wurde zuerst von Nick Clark auf einem Laptop implementiert, das mittels Kabel mit Hörgerätegehäusen und -hörern verbunden war. Der Proband konnte sich wegen dieser Verkabelung natürlich nicht frei bewegen. Das war nicht gerade optimal, aber es reichte für einen sinnvollen Anfang.

Oft geschieht es im Laufe von Innovationsprozessen, dass die Produktentwicklung neue Einsichten bietet und daraufhin ein radikaler Umbau des Systems erforderlich wird. Anfänglich dachten wir, dass in-

stantane Kompression nützlich ist, um den Dynamikbereich des Gerätes zu begrenzen. Es wurde allerdings sehr schnell klar, dass die Kompression auch wichtig ist, um die normale Lautheitswachstumsfunktion vom niedrigsten zum höchsten Schallpegel wiederherzustellen. So wird mit der Kompression dafür gesorgt, dass die Probanden leise Geräusche lauter und laute Geräusche leiser hören. Laute Geräusche leiser zu machen, ist natürlich nur möglich, wenn ein geschlossenes Fitting benutzt wird, um Direktschall zu vermeiden. Daher experimentierten wir mit geschlossener Versorgung und nutzten BioAid so als »Gehörschutz«. Da Überempfindlichkeit gegenüber lauten Geräuschen häufig eine Begleiterscheinung von Schwerhörigkeit ist, wurde dieser »Gehörschutz« zu einer sehr nützlichen Eigenschaft des Gesamtsystems.

Ein ähnliches Prinzip wird wirksam, wenn die nachgeahmte efferente Verarbeitung im BioAid aktiviert wird. Wenn das Hintergrundrauschen im Pegel steigt, wird die Verstärkung graduell reduziert, um den Pegel des Ausgangs auf einem annehmbaren Niveau zu halten. Wenn nämlich der Hintergrund rauschhaft ist, werden Geräusche mit einem Pegel, der niedriger als der Rauschpegel ist, ohnehin maskiert und jede Verstärkung führt zu einer Verstärkung des Rauschens. Hohe Verstärkung bringt also keinen Vorteil in rauschbehafteten Situationen. Durch langsame Anpassung der Verstärkung an die umgebenden Schallintensitäten werden die für den Nutzer wichtigen Signale aus den Randbereichen der Restdynamik ferngehalten. Die langsame Einregelung des Systems durch den efferenten Prozess ist somit komplementär zur instantanen Kompression: Der erste ist nützlich bei kontinuierlichem Rauschen und der zweite Prozess dient als Schutz bei plötzlichen akustischen Ereignissen.

Bei hohen Schallintensitäten ist ein geschlossenes Fitting sinnvoll, um angemessenen Gehörschutz zu bieten, allerdings wird ein geschlossenes Fitting nicht in jeder Situation erforderlich sein. Idealerweise sollte man fast immer ein offenes Fitting verwenden, wenn laute Geräusche nicht erwartet werden, und es gegen ein geschlossenes Fitting eintauschen, wenn man auf eine Party, Kneipe oder in ein Restaurant geht. In einer verrauschten Umgebung ist ein geschlossenes Fitting weniger irritierend und ermöglicht wichtige Kompensationsvorteile, da unangenehme, laute Geräusche leiser gemacht werden.

## Chancen mobiler Hörgeräte-Apps

In der Entwicklungsphase war es praktisch, die Software BioAid direkt am Laptop modifizieren zu können. Auch später, als wir BioAid auf der mobilen Smartphone-Plattform verfügbar hatten, konnten wir noch flexibel Modifikationen vornehmen. Es kann gut sein, dass eine schnelle Implementation und Modifikation der wichtigste und nachhaltigste Beitrag dieser neuen Technologie für die Hörgeräteentwicklung ist. Einen neuen Algorithmus zu implementieren, ist derzeit bei herkömmlichen Hörsystemen nämlich noch ein zeitaufwendiges und kostspieliges Geschäft. Mit der Rechenpower eines Smartphones kann ein Wissenschaftler kreativ werden und seine Kreativität außerdem öffentlich verfügbar machen. Auf lange Sicht kann das nur vorteilhaft für den Konsumenten sein.

Die Kombination von Internetkonnektivität und schneller Reprogrammierbarkeit kann auch frühe Vorteile in der Praxis bieten. Wenn ein Kunde mit seinem Hörgerät nicht zufrieden ist, ist ein Besuch beim Hörgeräteakustiker notwendig und spezielle Hardware muss

benutzt werden, um die Hörgeräteparameter zu testen. In Zukunft könnte dies mit einem Telefonat gelöst werden, auf das ein Internet-Download der alternativen Einstellungen des Hörgerätes folgt.

Häufig muss die vollständige Implementation der idealen Hörgeräte-einstellungen auch gleitend erfolgen, um es dem Patienten zu ermöglichen, sich an die neuen Geräusche zu gewöhnen. Auch in solchen Fällen könnten die nötigen Anpassungen vom Hörgeräteakustiker über das Internet gemacht werden. Und noch radikaler, dem Kunden könnte die komplette persönliche Kontrolle über die Parameter gegeben werden. Vielen schwerhörenden Audioingenieuren würde das sicher sehr gefallen!

## Das Fitting

Wenn jemand ein Hörgerät ohne professionelle Beratung herunterlädt, wie kann dann ohne einen Hörtest ein angemessenes Fitting gewährleistet werden? Um diesem Problem zu begegnen, gibt es in BioAid 24 Voreinstellungen (unterteilt in sechs Audiogrammverläufe) und der Anwender kann die Voreinstellung wählen, die sich für ihn am besten anhört. Die einfache Auswahl eines Icons auf dem Bildschirm bewirkt einen schnellen Wechsel von einem Fitting zum nächsten. Die Parametereinstellungen basieren auf verschiedenen Typen von Schallempfindungsschwerhörigkeiten. Unsere Erfahrung ist, dass die Probanden überraschend schnell zu dem Fitting tendieren, das wir ihnen auch aufgrund des Audiogrammverlaufs empfohlen hätten.

Die sechs grundlegenden Parametersätze in BioAid, jeder passend zu einem Audiogrammverlauf, wurden in unserem Labor von Wendy Lecluyse mithilfe von engagierten Probanden entwickelt.

Die Fittings umfassen einen flachen Hörverlust, Hochfrequenzverlust, diagonalen Hörverlustabfall und drei Varianten eines U-förmigen Hörverlustes. Um individuell die optimalen Fitparameter zu finden, war es dabei sehr nützlich, die Lautheitsskalierung der HörTech gGmbH aus Oldenburg zu verwenden. Die Parameter von BioAid wurden dabei so angepasst, dass die Lautheitsfunktion des Patienten möglichst ähnlich zu der Lautheitsfunktion eines Normalhörenden ist. Für jeden dieser Parametersätze wurden vier Varianten erstellt, die unterschiedliche Verstärkung bieten und damit unterschiedlichen Hörverlustgraden zugeordnet werden können.



Abb. 3: Überprüfung der versorgten Lautheitswahrnehmung mittels Oldenburger Lautheitsskalierung (ACALOS).

Ein solcher Fittingprozess kann durchaus kritisiert werden. Ein Hörtest von einem ausgebildeten Hörgeräteakustiker, der ein modernes Hörgerät von einem namhaften Hersteller anpasst, muss besser sein. Allerdings ist das nicht immer möglich, speziell in ökonomisch weniger entwickelten Ländern. Aber auch in reichen Ländern gibt es Menschen, die mit der Idee spielen, sich ein Hörgerät zuzulegen, sich aber aus verschiedenen Gründen noch scheuen, wirklich einen Hörgeräteakustiker aufzusuchen. Wenn dieser Personengruppe der erste Besuch bei einer professionellen Hörgeräteberatung durch eine gute Erfahrung mit einer Hörgeräte-App erleichtert wird, dann umso besser.

Eine mobile Plattform gab uns auch viel Freiraum bezüglich der Art der Signalverarbeitung. Zum Beispiel wollten wir die Signale im Zeitbereich verarbeiten, weil instantane Kompression nur auf diese Art und Weise wirklich sinnvoll ist. Es wurde in Diskussionen mit Hörgeräteherstellern schnell deutlich, dass es eine industrieweite Präferenz für Signalverarbeitung im Frequenzbereich gibt. Damit war klar, dass unser Ansatz nicht unbedingt beliebt in der Industrie sein würde. Als Erfolg können wir verbuchen, dass BioAid auch ohne die spezialisierte Hardware der Hersteller nur einen kleinen Teil der verfügbaren Prozessorleistung eines Smartphones braucht. Es war sogar möglich, verarbeitungsbedingte Latenzen von nur 12 ms für ein Multikanalsystem zu erreichen. Das eröffnet einigen Spielraum für Weiterentwicklungen.

## Neue Einsichten

Aus wissenschaftlicher Perspektive brachte unser Projekt viele neue Einsichten, aber eine ist hier besonders zu erwähnen, sie betrifft die Frequenzselektivität des auditorischen Systems. Dieses Thema läuft normalerweise unter dem Stichwort »Tuning-Kurven«, die bei Normalhörenden schmal und bei Schwerhörenden breit sind. Wie das Wort »Tuning« suggeriert, sprechen wir normalerweise über diesen Prozess so, als ob er die passive Frequenzabstimmung eines linearen elektrischen Schaltkreises oder einer einfachen harmonischen Bewegung beschreibt. Es ist natürlich anzunehmen, dass dieses Tuning nicht wiederhergestellt werden kann, sobald es bei einem Schwerhörenden geschädigt ist, da es sich um eine interne Komponente des Systems handelt. Dieser Schluss könnte allerdings auf einem grundlegenden Missverständnis beruhen, da das auditorische System nicht linear, sondern in hohem Maße kompressiv arbeitet und eine ganze Reihe von Rückkopplungsschleifen die Interpretation von Tuning-Kurven verkomplizieren. Tim Jürgens von der Universität Oldenburg beschäftigte sich intensiv mit diesem Thema, als er für ein Jahr als PostDoc in unserem Labor arbeitete.

Er begann damit, ein Computermodell zur Modellierung von Schwerhörigkeiten zu nutzen, das vorher von unserem Kollegen Manasa Panda entwickelte wurde. Tim zeigte, dass das schwerhörige Modell wirklich breitere Tuningkurven lieferte als das nicht-schwerhörige Modell. Später wiederholte er diesen Test mit einem Computermodell, das an BioAid gekoppelt wurde. Wir waren alle überrascht, dass die Tuning-Kurven viel schmäler waren, wenn BioAid eingeschaltet war. Irgendwie hatte das Wiederherstellen von instantaner Kompression und efferenter Suppression die Fähigkeit beeinflusst, die ein Ton hat, um einen zweiten Ton anderer Frequenz zu maskieren. Der Algorithmus veränderte somit unsere Schätzung der Frequenzselektivität des Modells – zumindest in dieser Situation.

Wir testeten BioAid dann mit denselben Patienten, deren Daten benutzt wurden, um die schwerhörenden Modelle zu generieren. Erfreulicherweise zeigte sich, dass dasselbe Ergebnis auch an unseren Probanden bestätigt werden konnte, d. h. mit Verwendung von BioAid zeigten die Probanden verbesserte Frequenzselektivität. Falls dies an anderen Probanden und in anderen Situationen repliziert werden kann, könnte es ein Schlüsselergebnis sein, das neue Erkenntnisse in die Natur der Frequenzselektivität sowohl bei Normal- als auch bei Schwerhörenden liefert. Falls Frequenzselektivität teilweise durch efferente Suppression kontrolliert wird, dann könnte sie durch ein Hörgerät, das diese efferente Suppression nachahmt, im Prinzip wiederhergestellt werden.

Wir sind von der Leistungsfähigkeit unserer Hörgeräteverarbeitung BioAid überzeugt, aber wie können wir beweisen, dass es mit kommerziell verfügbaren Hörgeräten mithalten kann? Forscher an der Universität Oldenburg sind mittlerweile in ein Projekt involviert, das darauf abzielt, unterschiedliche Algorithmen auf derselben Computerplattform zu vergleichen, und BioAid ist an diesem Projekt beteiligt. Mobile Plattformen, auf denen mehrere Algorithmen laufen, könnten dem Konsumenten Alternativen bereitstellen, bevor er einen Kauf tätigt. Eine direkte Gegenüberstellung auf Knopfdruck wäre dann möglich. Hörgerätehersteller werden von solchen Möglichkeiten nicht unbedingt begeistert sein, aber zumindest die Krankenversicherungen und ihre Beitragszahler sollten diese Idee mögen. Die Technologie eröffnet uns viele neue Möglichkeiten, wir müssen sie nur ergreifen.

*Ray Meddis, Nicholas R. Clark,  
Wendy Lecluyse und Tim Jürgens*

## Buchanzeige