

signia

Life sounds brilliant.

Die Kunst, verschiedene Innovationen zu vereinen

Pure Charge&Go



Konnektivität ist heute zweifellos eines der wichtigsten Themen in der Hörgerätebranche. Die meisten Menschen assoziieren das Wort Konnektivität mit der Möglichkeit, Hörsysteme mit elektronischen Geräten wie Smartphones zu verbinden. Doch Konnektivität umfasst auch audiologische Funktionen. Dieser Artikel zeigt die technischen Herausforderungen auf, die bei der Kombination von Own Voice Processing (OVP™), Direct-Streaming und Lithium-Ionen-Technologie zu meistern waren.

Signia führte 2004 (damals Siemens Audiologische Technik) als erster Hörgerätehersteller ein drahtloses Nahfeld-Magnetinduktionssystem (NFMI) ein. Die Entwicklung und Kommerzialisierung der NFMI-Technologie in Hörsystemen wurde 2012 mit dem renommierten Deutschen Zukunftspreis gewürdigt. Heute haben sich die NFMI-Anwendungen in Signia-Hörsystemen wesentlich erweitert. Mit der binauralen Audiodatenverarbeitung bietet Signia die wohl umfassendste und fortschrittlichste Anwendung der NFMI-Technologie in Hörsystemen. In jüngerer Zeit haben Hörgerätehersteller, einschließlich Signia, Bluetooth in Hörsysteme implementiert - ein drahtloses RF-Funksystem (RF: Radio Frequency), das die Verbindung mit persönlichen elektronischen Geräten wie Smartphones und Fernsehern ermöglicht.

Hochentwickelte audiologische Funktionen durch e2e Wireless

NFMI-Systeme (Near Field Magnetic Induktion, auf Deutsch: Nahfeld-Magnetinduktion) eignen sich für Hörsysteme am besten, wenn Daten und Sprachinformationen ständig ausgetauscht werden sollen. Das Signia NFMI-System arbeitet mit 3,28 MHz, einer relativ niedrigen Frequenz im elektromagnetischen Spektrum. Dabei wird die magnetische Komponente einer elektromagnetischen Welle genutzt, um Informationen über kurze Distanzen bei geringer Sendeleistung zu übertragen. Das NFMI-System in Signia-Hörsystemen, genannt e2e Wireless, überträgt bei extrem niedrigem Stromverbrauch zuverlässig Daten von einem zum anderen Hörsystem eines Hörsystemepaares, und zwar über eine Reichweite von ca. 25 cm hinweg. Durch die binaurale Verarbeitung reagieren die Hörsysteme als ein System und nicht als zwei unkoordinierte Geräte. Diese Technologie machte es ermöglicht, hochentwickelte audiologische Funktionen wie Own Voice Processing (OVP) in Echtzeit sowie eine hochleistungsfähige binaurale Richtcharakteristik

(Richtwirkung Plus und Speech Focus 360) bei gleichbleibender Räumlichkeit (HD Spatial) zu realisieren.

Bluetooth-Verbindung zu externen Geräten

Bluetooth ist ein Protokoll, das Radio Frequenz-(RF)Signale nutzt. Im Vergleich zu NFMI-Systemen verbraucht ein RF-System mehr Strom. Ein Vorteil von RF ist jedoch die hohe Übertragungsbandbreite über größere Entfernungen hinweg (bis zu 30 Meter in Sichtweite). Die Wellenlänge des 2,4 GHz RF-Signals beträgt 12,5 Zentimeter, gegenüber etwa 90 Metern beim 3,28 MHz NFMI-Signal. Aufgrund der kurzen Wellenlänge werden RF-Frequenzen vom Kopf und Körper des Trägers stark gedämpft und sind daher für eine leistungsstarke binaurale Synchronisation zwischen den Hörsystemen ungeeignet. Für die drahtlose Übertragung von externen Geräten verwenden Hörsystemhersteller das Bluetooth Low Energy (BLE)-Protokoll, da sich die Technologie bereits in vielen Geräten der Unterhaltungselektronik etabliert hat. Die Vorteile von RF für den Hörsystemträger liegen auf der Hand: Erhöhter Komfort durch die Verbindung mit Mobiltelefonen und TV, sowie verbessertes Sprachverstehen durch die direkte Übertragung des gewünschten Signals auf beide Ohren.

Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften der drahtlosen Systeme lag es nahe, ein Hörsystem zu entwickeln, das alle Vorteile in einem Modell verbindet. Die Integration verschiedener drahtloser Systeme und elektronischer Komponenten in ein winziges Hörsystem stellte die Ingenieure vor erhebliche technische Herausforderungen.

Die Entwicklungsanforderung

Mehrere Forschungs- und Entwicklungsteams sind an der Entwicklung von Hörsystemen beteiligt. Die verschiedenen Teams arbeiten an der mechanischen Konstruktion, der Auswahl der elektroakustischen Komponenten und deren anschließender Optimierung. Andere Teams sind für die Entwicklung und Kodierung sowie den Test der Anpass-Software zuständig. Für Pure Charge&Go Nx spielten die Teams, die sich mit den Themen Wireless und Wiederaufladbarkeit beschäftigen, eine besonders wichtige Rolle. Weltweit arbeiten mehr als vierzig Signia-Ingenieure an der Entwicklung und Integration von Funksystemen.

Dr. Andreas Schreiber, Produktmanager für Pure Charge&Go Nx, überträgt die Bedürfnisse und Wünsche von Hörakustikern und Hörsystemträgern in konkrete Produkthanforderungen und gibt sie an die Forschungs- und Entwicklungsabteilungen weiter. Dr. Schreiber sagt über Pure Charge&Go: "Trotz der verschiedenen Technologien, die in Pure Charge&Go Nx zum Einsatz kommen, wurde die goldene Regel berücksichtigt, dass kleine Abmessungen extrem wichtig sind. Aus diesem Grund ist Pure Charge&Go Nx ein komplexes Produkt. Es ist das einzige Produkt auf dem Markt, das Lithium-Ionen-Akkutechnologie mit induktivem Laden, Direct-Streaming und Own Voice Processing kombiniert."

Induktive Lithium-Ionen-Ladetechnologie

Auch das induktive Ladesystem von Pure Charge&Go Nx hat etwas mit Funk zu tun. Induktives Laden ist heute beispielsweise in Produkten wie Premium-Smartphones üblich, wo der wohl bekannteste induktive Ladestandard Qi ist. Dr. Schreiber erklärt: "Wenn wir eine 3,8-Volt-Referenz verwenden, die in etwa der Standardspannung vieler Lithium-Ionen-Akkus entspricht, können Mobiltelefone eine Batteriekapazität von über 4000 mAh haben. Das winzige Pure Charge&Go Nx hingegen verwendet einen Akku mit einer Kapazität von 48 mAh bei 1,3V. Da der Energieverbrauch von Telefonen und anderen elektronischen Geräten viel höher ist als der eines Hörsystems, mussten wir einen Weg finden, das Hörsystem gegen induktive Ladegeräte zu schützen, die für andere Geräte entwickelt wurden." Die Lösung war ein Authentifizierungsverfahren für das induktive Ladesystem. "Der Authentifizierungsprozess wird ausgelöst, wenn das Hörsystem ein induktives Ladefeld erkennt. Grundsätzlich sendet das Hörsystem eine Nachricht an das Ladegerät und wartet auf eine Antwort, die bestätigt, dass die beiden Komponenten kompatibel sind. Wenn diese Bestätigung vorliegt, kann der Ladevorgang beginnen. Wir wollen einen Ladevorgang verhindern, wenn der Kunde fälschlicherweise ein nicht kompatibles Ladegerät wie ein Qi-Ladepad verwendet. Damit vermeiden wir Schäden, wenn Pure Charge&Go Nx versehentlich in der Nähe eines Lade-Pads platziert wird, das bereits ein anderes Gerät, z.B. ein Mobiltelefon, lädt." Deshalb ist das Pure Charge&Go nicht nur mit einem Lithium-Ionen-Akku, sondern mit einem komplexen Powermodul ausgestattet. Es enthält die Lithium-Ionen-Zelle, eine Empfangsspule für induktive Ladung, Spannungswandler und Elektronik zur Steuerung der Lade- und Authentifizierungsprozesse (Abbildung 1 und 2).

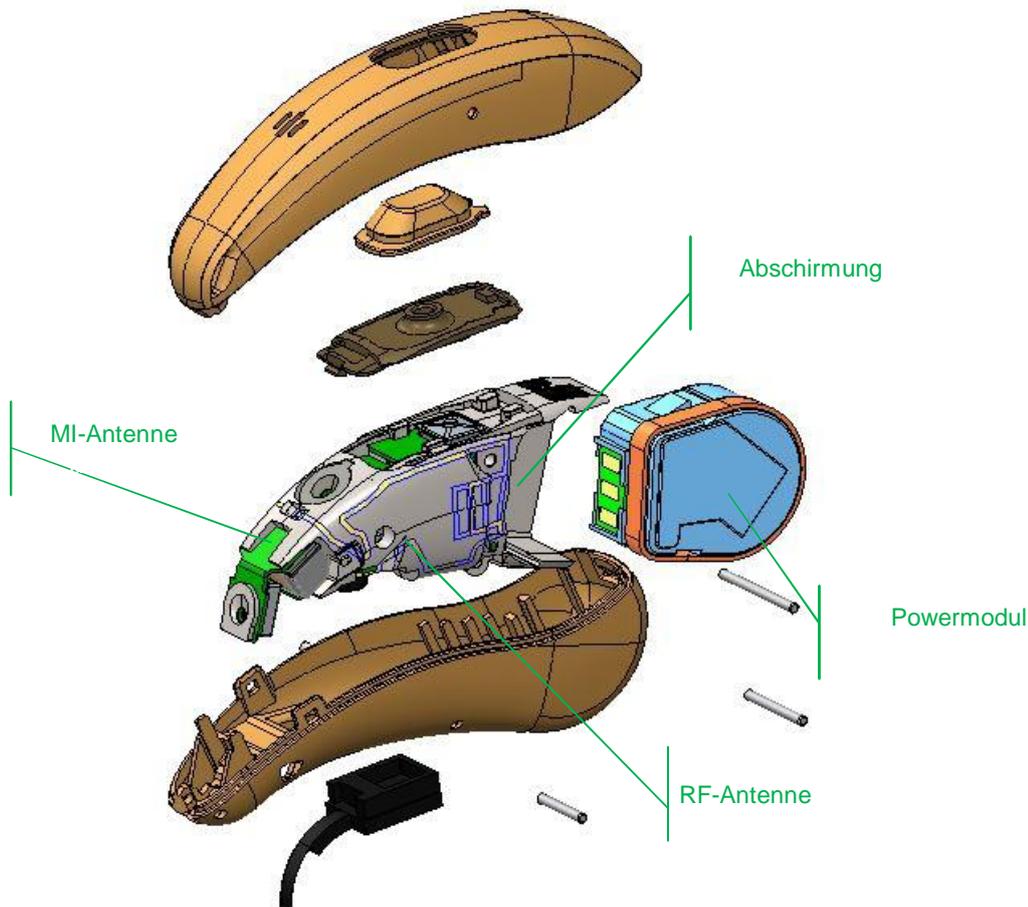


Abbildung 1: Das Akku-Powermodul enthält die Lithium-Ionen-Zelle, eine Empfangsspule für induktive Ladung, Spannungswandler und Elektronik zur Steuerung der Lade- und Authentifizierungsprozesse. Da das Powermodul elektromagnetisches Rauschen erzeugt, wird eine Abschirmung eingesetzt, die das Leistungsmodul von den NFMI- und RF-Systemen isoliert. Zusätzlich werden die NFMI- und RF-Systeme physisch getrennt, indem die MI-Antenne zwischen den beiden Mikrofonen an der Vorderseite des Hörsystems und die RF-Antenne auf dem Rahmen platziert wird.

Drei separate Funksysteme

Die Kommunikationsfähigkeit von Pure Charge&Go Nx lässt sich also anhand seiner drei Funksysteme zusammenfassen: das NFMI-System, das RF-System und ein zusätzliches induktives Funksystem zur Authentifizierung, wenn der Träger seine Hörsysteme in das Ladegerät legt. Wie Gee Heng Ler vom Pure Charge&Go Nx Rechargeability- und Wireless-Team erklärt, stellte die Kombination der drei Funksysteme mit Lithium-Ionen-Technologie auf engstem Raum die Ingenieure vor einige Herausforderungen.

"Die Erzeugung eines Funksignals generiert immer Oberwellen. Diese Oberwellen haben höhere Frequenzen als das ursprüngliche Signal und können daher mit Funksystemen in anderen Frequenzbändern interagieren. In einem Hörsystem, in dem der Platz extrem begrenzt ist, ist das Störungspotenzial hoch. Schon geringe Störungen können in anderen Systemen zu Problemen führen. Neben den üblichen Wechselwirkungen zwischen dem NFMI- und dem RF-System kommt elektromagnetisches Rauschen vom Powermodul selbst hinzu." Diese speziellen Herausforderungen konnten durch geschickte Abschirmung und physische Trennung gelöst werden (Abbildung 1).

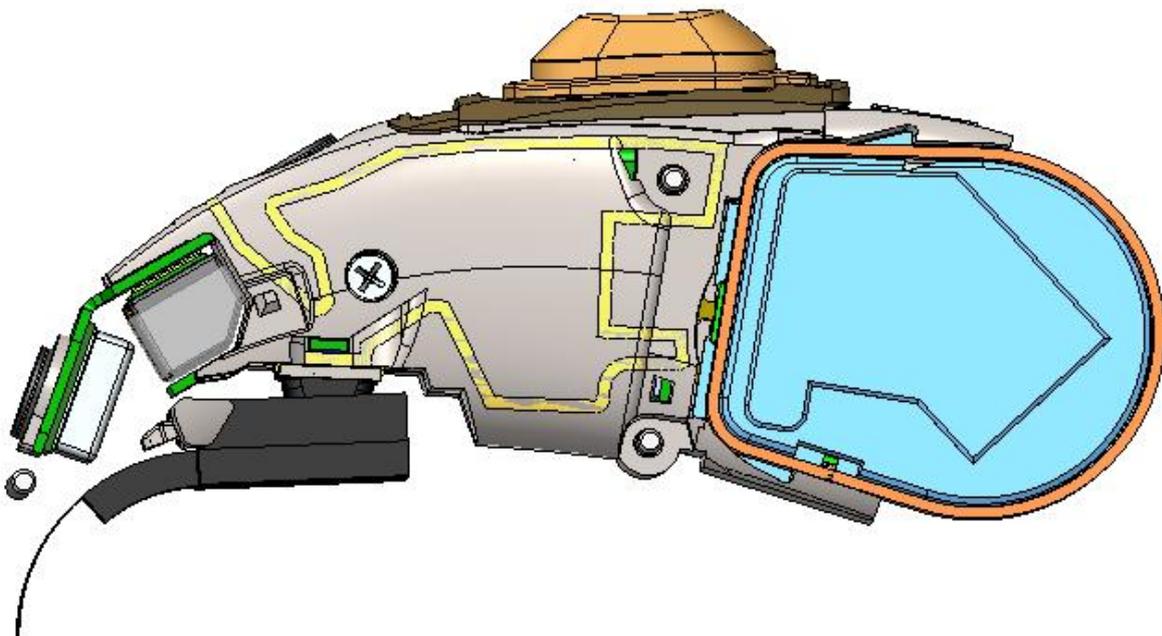


Abbildung 2: Die RF-Antenne (gelb) wird auf den Rahmen des Hörsystems aufgelasert. Dieses Verfahren ermöglicht eine sehr platzsparende Dipol-RF-Antenne und bietet eine hervorragende Flexibilität zur Optimierung des Antennendesigns. Das Akku-Power Modul wird durch die türkisfarbene Fläche rechts dargestellt.

Aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung arbeitet eine Lithium-Ionen-Zelle mit einer höheren Spannung als herkömmliche Zink-Luft-Batterien, für die Hörsystem-Elektronik eigentlich ausgelegt ist. Laut Ler ist das Powermodul mehr als nur eine Batterie: "Das Lithium-Ionen-Powermodul arbeitet mit 3,8 Volt und wird über einen hocheffizienten Spannungswandler im Powermodul selbst auf 1,3 Volt heruntertransformiert. Wir verlieren sehr wenig Energie bei der Abwärts wandlung. Aber dieser Vorgang erzeugt elektromagnetisches Rauschen, was entscheidend sein

kann, wenn zwei Funksysteme weniger als ein paar Zentimeter vom Energiemodul entfernt arbeiten." Eine Methode des Entwicklungsteams zur Bewältigung dieser Herausforderung bestand darin, das Hörsystem so zu designen, dass eine ausreichende physische Trennung zwischen den drei größten Störquellen erreicht wurde: der MI-Antenne (für e2e Wireless), der RF-Antenne (für Bluetooth) und dem Power-Modul (Energieversorgung). Ler erklärt: "Es war ein mühsamer aber erfolgreicher Prozess des Feintunings, des Testens, erneuten Feintunings und Testens usw."

Maximale Antennenleistung

Dr. Bernd Matschkal ist Mitglied des Platform Development-Teams in Deutschland, das für die Entwicklung der verschiedenen Komponenten des Funksystems und für die Konstruktion der technologischen Module in Signia-Hörsystemen verantwortlich ist. Er arbeitet an Datenübertragungstechnologien per Funk. Im weiteren Sinne entwickelt das Wireless Platform-Team Antennenkonzepte, Teile des so genannten Application Specific Integrated Circuit (ASIC). Das sind speziell entwickelte Chips, die hohe Verarbeitungsgeschwindigkeiten bei geringem Stromverbrauch liefern. Die Leistung der verschiedenen Module hat einen starken Einfluss auf die Qualität der endgültigen Hörsysteme. Dr. Matschkal gibt ein Beispiel: "Das Design und die Positionierung der Antennen sind sehr wichtig. Die Antennen werden zunächst von unseren Antennendesignern am Computer simuliert, um die Antennenleistung zu untersuchen und herauszufinden, wie wir ihre Funktion verbessern können. Dies geschieht lange bevor das Hörsystem selbst entwickelt wurde." Die Funktion einer Antenne ist, ein gewünschtes Signal zu senden und zu empfangen. Generell gilt: Je größer die Antenne, desto besser die Leistung. Aber genau das widerspricht der Designphilosophie von Hörsystemen und stellte somit eine große Herausforderung für die Entwicklungsteams dar. "Am Ende muss sich die Leistung der RF-Antennen bewähren, während die Hörsysteme von einer realen Person in der Antennen-Messkammer getragen werden" (Abbildung 3).



Abbildung 3: Prüfung der RF-Antennenleistung in der Antennen-Messkammer in Erlangen. Die Testkammer selbst ist gegen schwächste elektromagnetische Felder abgeschirmt, so dass die Funksignale der Hörsysteme genau gemessen werden können.

Es wurden spezielle Techniken zur Verbesserung der drahtlosen Leistung für Nx eingesetzt. Dr. Matschkal: "Wir haben eine digitale Filterung eingeführt, um die Bitfehlerrate zu reduzieren, und haben die Systemkomponenten in Bezug auf die Taktfrequenz sorgfältig aufeinander abgestimmt. Es wurde viel Arbeit in die Optimierung des Modulationsschemas für das MI-System gesteckt." Einfach ausgedrückt: Durch die Verbesserung der Signalqualität und nicht der Signalstärke wurde die Größe der MI-Antenne reduziert, ohne die Leistung zu beeinträchtigen. Auch die Stabilität des Systems wurde deutlich verbessert. Kurz gesagt, das Nx-Funksystem arbeitet effizienter, was besonders wichtig für einen zuverlässigen Betrieb ist, wenn das Endprodukt klein sein und einen sehr geringen Stromverbrauch haben muss.

Zusammenfassung

Das Besondere an Pure Charge&Go Nx ist, dass alle verfügbaren Technologien kombiniert werden, um dem Träger ein möglichst komfortables und natürliches Hörerlebnis zu bieten. Die hochentwickelte binaurale Verarbeitung liefert eine natürlich klingende eigene Stimme, eine hervorragende Klangqualität in Störlärm und ein Gefühl von offener Räumlichkeit. Pure Charge&Go Nx ist Bluetooth-fähig, so dass die Hörsysteme komfortabel mit dem Smartphone verbunden werden können. Dabei erfolgt das Streaming von Telefon und TV binaural. Beidseitiges Hören sowie die Trennung des gestreamten Signals von den Umgebungsgeräuschen verbessert das Sprachverstehen. Der Lithium-Ionen-Akku mit kontaktloser Ladung macht den täglichen Gebrauch einfach und zuverlässig. Besonders attraktiv ist Pure Charge&Go durch seine geringen Abmessungen – es ist kaum größer als ein herkömmliches RIC-Hörsystem mit 312er Batterie. Die technische Herausforderung, Pure Charge&Go Nx zu entwerfen, fasste Dr. Matschkal im Gespräch so zusammen: "Die Veränderung einer einzelnen Komponente kann alles andere beeinflussen."



Aaron Jacobs, Master of Clinical Audiology, Bachelor of Engineering, arbeitete als klinischer Audiologe in Australien, bevor er bei Sivantos Pty. Ltd. in Australien als Produkttrainer begann. Im Jahr 2010 wechselte Aaron Jacobs zu Signia in Deutschland (damals Siemens Audiologische Technik), wo er als Software-Produktmanager tätig war. Ende 2016 wechselte er zu Corporate Audiology in Deutschland.