

Der technische Hintergrund für einen klareren, volleren und reicheren Klang mit ReSound LiNX Quattro™

Jennifer Groth, MA

EINLEITUNG

Die Klangqualität ist ein Schlüsselfaktor für die Kundenzufriedenheit mit Hörsystemen. Mit der neuen Chip-Plattform der ReSound LiNX Quattro werden der einzigartigen Verarbeitungsstrategie ein erweiterter Eingangsdynamikbereich und eine höhere Frequenzbandbreite hinzugefügt, um einen volleren, klareren und reicheren Klang zu erreichen. In diesem Papier finden Sie Details, wie diese neue Chipplattform die Leistungsfähigkeit von ReSound LiNX Quattro technisch verbessert.

Der Nutzen eines Hörsystems wird traditionell in Bezug auf die bessere Hörbarkeit für Sprache und Umgebungsgeräusche definiert. Aber die Klangqualität ist ein Schlüsselfaktor für die Gesamtzufriedenheit der Verbraucher mit Hörsystemen. Sie steht ganz oben auf der Wunschliste sowohl der Hörsystemnutzer als auch der Hörakustiker. Nahezu 40% der Menschen mit einem mittel- bis hochgradigen Hörverlust wären motiviert neue Hörsysteme zu kaufen, wenn diese eine bessere Klangqualität bieten¹. Und laut der ReSound Marktforschung bezeichneten 452 unabhängige Akustiker in den USA, Frankreich und Deutschland die Klangqualität als das wichtigste Merkmal, das bei der Empfehlung von Hörsystemen an die Nutzer berücksichtigt werden sollte. Daher ist es wichtig bei der Hörsystementwicklung, zusätzlich zu anderen Vorteilen, den Fokus auf die Klangqualität zu legen. Dies ist eine komplizierte Angelegenheit, weil es keinen Konsens darüber gibt, was Klangqualität eigentlich bedeutet und wie sie zu bewerten ist. Dessen ungeachtet ist es sicher, dass Klangqualität eine subjektive Erfahrung ist, die individuell wahrgenommen und als sehr wichtig erachtet wird.

Bei ReSound wird unsere Entwicklung davon geleitet, dass sie den Zeitverlauf der natürlichen Klangverarbeitungsmuster und -strategien nachbildet. Dieser Ansatz führt uns in Richtung der „Natürlich-

keit“. Technisch ausgedrückt wäre eine natürliche Schallreproduktion gleichbedeutend mit einem Klang, der akustisch transparent ist. Dies bedeutet, dass der Klang objektiv bewertet werden kann, indem man seine Klangtreue mit dem Originalklang vergleicht. Aber Hörsysteme ändern den Klang gezielt im Vergleich zum Original, um einen Hörverlust zu kompensieren. Daher kann die Klangtreue nicht das einzige Kriterium für die Klangqualität sein. Es sind Entscheidungen über den optimalen Grad der Transparenz nötig. Diese Balance ist sowohl von der Hörumgebung als auch von der individuellen Person abhängig. Natürlichkeit kann sich auch auf das Verhalten beziehen, und dies wird bei der Entwicklung unserer Hörsysteme sorgfältig berücksichtigt. Zum Beispiel ist es in einer Unterhaltung mit anderen natürlich, in der Lage zu sein, einer Gesprächsrunde zu folgen und die Aufmerksamkeit nach Wunsch zu verlagern. Unser Ziel für Hörsysteme ist es, zu ermöglichen, dass der Schall so natürlich wie möglich wahrgenommen wird, aber der Träger auch fähig ist sich auf natürliche Art in seiner täglichen Hörumgebung zu verhalten.

Das ReSound LiNX Quattro hebt die Klangqualität auf ein neues Niveau. Das Herz des Prozessors ist eine komplette Neuentwicklung aus vorherigen Prozessorgenerationen und übernimmt die führende

Merkmale	Bedeutung	Nutzen für ReSound LiNX Quattro
A/D-Umwandlung (Bit)	Definiert den Bereich der Schallpegel, die ohne Verzerrung digitalisiert werden können	Nutzt den Dynamikbereich der Mikrofone nahezu vollständig und ermöglicht den industrieweit höchsten Eingangsdynamikbereich von 116 dB SPL
Auflösung (Bit)	Bezieht sich auf die Länge des digitalen Informationsgehalt, der das Signal beschreibt; eine bessere Auflösung bietet eine genauere Reproduktion des Schallsignals	Klassenbeste Auflösung des Audiosignals auf einer Ebene mit Pro-Audio-Anwendungen, welche die beste Klangqualität unterstützen
Prozessor-geschwindigkeit (MHz)	Koordiniert die arithmetischen Operationen und den Datentransfer	Doppelte Geschwindigkeit als die frühere ReSound-Technologie bietet ein Maximum an Effektivität für die Signalverarbeitung und andere Hörsystemfunktionen
Konfigurierbare Abtastrate	Wie oft das ankommende Signal pro Zeiteinheit abgetastet wird	Ermöglicht eine erweiterte Frequenzbandbreite mit einer klaren Repräsentation der hohen Frequenzen
Dual-Core Verarbeitung mit neuer Funkverbindung	Spezielle Prozessoren verarbeiten die Wireless Funktionalität und die Schallverarbeitung getrennt	Neue Funkverbindung bietet eine bis zu 5 dB höhere Empfindlichkeit für eine bessere Ear-to-Ear Übertragung
Effizienter Stromverbrauch	20% bessere Effizienz als die frühere ReSound Plattform	Ermöglicht für die wiederaufladbare Lösung eine Nutzungsdauer von zwei vollen Tagen pro Ladung

Tabelle 1. Überblick über die Charakteristiken der ReSound LiNX Quattro Plattform.

Position in der Industrie. Er wurde verbessert, um die Verarbeitungseffektivität und die Audioqualität zu maximieren. Um den vollen Nutzen der modernen Verarbeitungsfähigkeiten zu erhalten, mussten alle Klangverarbeitungsalgorithmen für eine Maximierung von Effektivität, Qualität und Nutzen neu geschrieben werden. Der Klang ist voller, klarer und reicher als jemals zuvor. Dieses Papier konzentriert sich darauf, wie technische Eigenschaften und Fortschritte die Wahrnehmung der exzellenten Klangqualität mit ReSound LiNX Quattro ermöglichen.

EINE NEUE CHIPPLATTFORM

Nicht nur eine Eigenschaft oder Charakteristik eines Hörsystems kann eine zufriedenstellende Klangqualität sicherstellen. Mechanische und akustische Designs sind wichtige Komponenten, die gemeinsam dazu beitragen, wie das endgültige Produkt arbeitet und klingt. Für heutige digitale Hörsysteme sind die Abtastrate, A/D-Umwandlung und die Verarbeitungsgeschwindigkeit einige zusätzliche Faktoren, welche die Schallübertragung beeinflussen können, entweder direkt oder mittels der Signalverarbeitung, die sie aktivieren. Die Charakteristiken und Vorteile der modernen Plattform in ReSound LiNX Quattro werden in Tabelle 1 zusammengefasst. Zusätzlich zu diesen Verbesserungen, hat die Verdoppelung der Speicherfähigkeiten der Plattform weitere Features in ReSound LiNX Quattro ermöglicht.

Digitale Hörsysteme sind seit mehr als zwanzig Jahren auf dem Markt. Anfangs wurde das Label „digital“ als ein Marketingbegriff verwendet, um Hörsysteme

zu vermarkten, welche die digitale Signalverarbeitung nutzen, und die Schlussfolgerung war, dass die Klangqualität erheblich verbessert wurde. Ironischerweise bedeutete die digitale Technologie dieser ersten Geräte Einschränkungen in der Art, dass sie eigentlich schlechter waren als viele programmierbare analoge Geräte zu der Zeit. Ein Beispiel für eine solche Einschränkung waren die maximalen Schallpegel, die verzerrungsfrei digitalisiert werden konnten. Typischerweise wurden Schallsignale mit Pegeln nahe 100 dB SPL oder höher nach dem Eintreffen auf die Mikrofone abgeschnitten. Dies bedeutete, dass dem durch den Verstärker verarbeiteten Signal eine Menge Verzerrungen hinzugefügt wurden und führte so zu einer signifikant schlechteren Klangqualität. Mit der Weiterentwicklung der digitalen Technologie in Hörsystemen wurden solche Probleme verringert, aber noch nicht komplett gelöst.

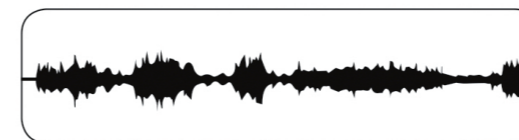
Der Eingangsdynamikbereich ist eine Einschränkung, die in ReSound LiNX Quattro gelöst ist. Zum ersten Mal kann nahezu der gesamte Übertragungsbereich, den die Micro-Elektro-Mechanical-System- (MEMS-Mikrofone) zur Verfügung stellen, genutzt werden. Dies führt zu einem klaren Signal, das zum Verstärker geleitet wird. Die MEMS-Mikrofone im Hörsystem können sehr hohe Schallpegel übertragen und sind klein, haben eine konstante Leistungsfähigkeit und sind widerstandsfähig gegenüber Umgebungsbedingungen. Diese Eigenschaften machen sie ideal für den Einsatz in Hörsystemen mit moderner digitaler Signalverarbeitung. Eine konstante, stabile Mikrofonübertragung ist wichtig für den kontinuierlichen

Nutzen der einzigartigen Strategie der Binauralen Direktionalität III².

Eine Art der Schallsignale, bei dem die Eingangsdynamik der Hörsysteme einen enormen Einfluss auf die Klangqualität hat, ist Musik. Obwohl das Hauptziel der Hörsystementwicklung und Nutzung das Hören und Kommunizieren mit anderen ist, ist die Fähigkeit des Hörsystems Musik originalgetreu zu reproduzieren, der ultimative Test seiner Klangqualität. Während es akustische Differenzen zwischen Sprache und Musik gibt, ist es im Hinblick auf den Eingangsbereich der Hörsysteme signifikant, dass Musik einen höheren Crestfaktor* als Sprache und oft eine höhere Intensität hat³. Hinzu kommt die Tendenz, dass Lautstärkepegel für Musik als geringer empfunden werden als für Sprache; das bedeutet, dass ein Pegel, der bei Sprache als „Laut“ beurteilt wird, bei Musik als weniger laut bewertet wird. Abbildung 1 illustriert, wie ein System mit einer reduzierten Eingangsdynamik die Spitzen eines Signals abschneiden kann. In diesem Beispiel wurde Geigenmusik verwendet. Es ist deutlich sichtbar, wie die Signalkomponenten oberhalb eines bestimmten Pegels abgeschnitten werden. Der hörbare Unterschied ist, dass Musik, die über das System mit dem reduzierten Eingangsdynamikbereich aufgenommen wurde, im Vergleich zu dem mit dem höheren Dynamikbereich, das nicht abschneidet, „verschwommen“ klingt.

*Der Crestfaktor ist die Differenz zwischen dem Spitzenwert und dem gesamten RMS-Wert eines Signals. Er ist eine Indikation dafür, wie extrem die Spitzen in einem Signal sind.

Höchster Eingangsdynamikbereich



Reduzierter Eingangsdynamikbereich

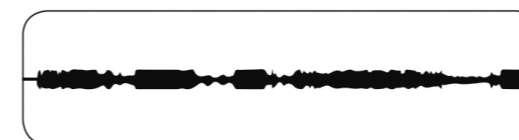


Abbildung 1. Eine Wellenform der klassischen Geigenmusik, übertragen über ein Hörsystem mit einem hohen Eingangsdynamikbereich (oberes Bild) und einem reduzierten Eingangsdynamikbereich (unteres Bild). Das Abschneiden der Signalspitzen in der Wellenform im unteren Bild fügt dem Signal hohe Verzerrungen hinzu, die durch eine andere Signalverarbeitung im Hörsystem nicht eliminiert werden können.

ERWEITERTE ÜBERTRAGUNG DER HOHEN FREQUENZEN

Ein Faktor der Klangqualität in jedem Schallübertragungssystem ist der Frequenzgang. Der Frequenzgang umfasst sowohl den Frequenzbereich, der reproduziert wird, als auch, wie glatt oder spitz die Kurve ist. Im Hinblick auf die Glätte ist ein Ziel des elektroakustischen Designs der Hörsysteme einen Frequenzgang zu erreichen, der mit einer geringen wirksamen akustischen Verstärkung den gesamten Frequenzbereich abdeckt. Der Bereich selbst ist auch Teil dieses Designs. Obwohl die Auswahl der Komponenten, das Design der Mechanik und die Kalibrierung des Systems den endgültig nutzbaren Frequenzbereich und die Form der Frequenzkurve bestimmen, ist es die digitale Plattform selbst, welche die theoretische Grenze dafür setzt, wie weit der Bereich sein kann. Weil die Abtastrate des Schallsignals mit dem neuen Chip um mehr als 50% erhöht werden kann, ist es möglich, den Frequenzbereich der ReSound LiNX Quattro auf 9,5 kHz zu erweitern.

Hörsysteme wurden oftmals in ihrer Fähigkeit hohe Frequenzen zu reproduzieren, begrenzt. Aber es gibt Belege, die darauf hindeuten, dass Frequenzen oberhalb dieser Bandbreitenbegrenzung für die Sprachwahrnehmung und die Klangqualität wichtiger sind, als bislang angenommen wurde. Deshalb ist die Fähigkeit höhere Frequenzen zu übertragen für Hörsystem wünschenswert. Frequenzen über 7 kHz sind an Sprache, Stimme, Klangqualität^{4,5}, Schalllokalisierung⁶, Sprachverständlichkeit⁷, Identifikation des Sprechers⁸ und dem Erlernen von Worten bei Kindern⁹ beteiligt. Außer der erhöhten Hörbarkeit der hochfrequenten Schallanteile, die mit der erweiterten Bandbreite in den hohen Frequenzen möglich ist, werden auch alle anderen Features durch die zusätzliche Verfügbarkeit der hochfrequenten Informationen beeinflusst. Einige, wie zum Beispiel Spatial Sense, Sound Shaper und die Streaming-Funktion sind von speziellem Interesse.

EINFLUSS AUF SPATIAL SENSE

Spatial Sense erhält und koordiniert Hinweisreize für die Lokalisation, die zu einem externalisierten Klang führen. Wenn der Klang nicht externalisiert ist, klingt er ähnlich wie beim Tragen von Kopfhörern, wobei der Schall so wahrgenommen wird, als würde er im Kopf entstehen. Externalisierter Schall bedeutet, dass die Schallumgebung auf eine natürlich klingende Art wahrgenommen wird anstatt im Kopf des

Zuhörers. Spatial Sense spielt eine wichtige Rolle bei der Binauralen Direktionalität III. In Hörsituationen, die ruhig sind oder nur aus klarer Sprache bestehen, aktiviert die Binaurale Direktionalität III Spatial Sense bilateral, um die beste Klangqualität sicherzustellen.

Spatial Sense reagiert auf die drei Gegebenheiten von Hörsystemen, welche mit räumlichen Hinweisreizen interferieren können und speziell die hohen Frequenzen betreffen:

1. Durch die Platzierung der Mikrofone oberhalb der Pinna der Hinter-dem-Ohr- (HdO) und Receiver-in-the-Ear- (RIE) Bauformen können die Hinweisreize der Pinna nicht aufgenommen werden^{10,11}.
2. Die Platzierung der Mikrofone oberhalb der Pinna in HdO- und RIE-Bauformen verfälscht die Interauralen Pegeldifferenzen (ILD)¹².
3. Die unabhängig funktionierende Wide Dynamic Range Compression in zwei bilateral angepassten Hörsystemen kann die ILD verfälschen¹³.

Spatial Sense¹⁴ wird nach dem natürlichen Ohr moduliert. Dieses Model beinhaltet einen Algorithmus zur Wiederherstellung der Pinna, bei dem die monauralen spektralen Hinweisreize erhalten bleiben, die für die vorne-hinten- und vertikale Lokalisation wichtig sind. Eine erhöhte Bandbreite über 6 kHz trägt positiv zu der Lokalisationsfähigkeit bei¹⁵. Wie in Abbildung 2 sichtbar ist, bietet die zusätzliche Bandbreite in den hohen Frequenzen im ReSound LiNX Quattro im Vergleich zu früheren ReSound Hörsystemen ein vollständigeres Muster der spektralen Hinweisreize, welche diejenigen der natürlichen Pinna nachbilden.

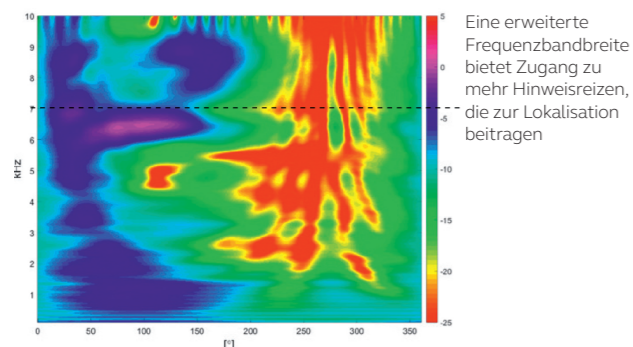


Abbildung 2. In dieser Grafik repräsentieren die Farben die Intensität des Schallsignals als Funktion des Einfallswinkels (X-Achse) und der Frequenz (Y-Achse). Die Muster der spektralen Hinweisreize, welches die Pinna liefert, ist mit den Hörsystemen ReSound LiNX Quattro umfangreicher. Die gepunktete Linie zeigt die obere Frequenzbandbreite von früheren ReSound Hörsystemen. Die Hinweisreize oberhalb dieser Grenzfrequenz sind erst mit ReSound LiNX Quattro verfügbar. Die zusätzliche Frequenzbandbreite

trägt auch zu einer Verbesserung von 1 dB in der Schätzung der ILD im Vergleich zur früheren Technologie bei.

Der Algorithmus zur Wiederherstellung der Pinna bildet die Grundlage für die andere Komponente von Spatial Sense, die binaurale Kompression. Dieser Teil von Spatial Sense assistiert bei der Lokalisation von Schallsignalen, die entweder von rechts oder links kommen. Diese Art der Lokalisation basiert zum Teil auf dem Vergleich der Pegeldifferenzen zwischen den Ohren (ILD). Wenn die ILD-Reize mit den Informationen der interauralen Phasendifferenzen zusammenpassen, führt dies zu einer wahrnehmbaren Externalisation von Schallsignalen. Durch die Pinna-Restoration lassen sich die ILD schätzen. Dann bildet die Ear-to-Ear-Kommunikation den Abgleich der Signale zwischen den Ohren nach. Die Korrektur der interauralen Leveldifferenzen basierend auf dem Ohr mit dem leiseren Signal bildet die inhibitorischen Effekte des auditorischen efferenten Systems nach. Aufgrund der beibehaltenen Lokalisationsreize, die auf eine noch breitere Frequenzbandbreite als vorher erweitert wurden in Ergänzung mit einer anderen Optimierung des Algorithmus, reduziert sich der mittlere ILD-Fehler von 4,5 dB ohne Spatial Sense auf 0,7 dB mit Spatial Sense. Dies stellt eine weitere Verbesserung von ca. 1 dB im Vergleich zu Spatial Sense in ReSound LiNX 3D dar.

AUSWIRKUNG AUF DEN SOUND SHAPER

Der Sound Shaper arbeitet mit der Frequenzkompression, um die Hörbarkeit von hochfrequenten Schallsignalen – besonders Sprachsignalen – in den Fällen zu verbessern, in denen die traditionelle Verstärkung begrenzt ist¹⁶. Solche Einschränkungen können auftreten, weil die Art des Cochleabeeinträchtigung verhindert, dass der Hörsystemträger die hochfrequenten Informationen interpretiert. Es wird vermutet, dass dies ein Problem mit den sogenannten „Dead Regions“ in der Cochlea¹⁷ ist. Technische Einschränkungen in Verbindung mit dem Hörsystem oder der Anpassung können auch eine ausreichende Verstärkung verhindern, um leise, hochfrequente Sprachanteile hörbar zu machen. Sound Shaper ist eine Anpassoption, von der einige Menschen im Hinblick auf eine erhöhte Hörbarkeit der hochfrequenten Töne und/oder der Klangqualität profitieren. Zusätzlich zu den drei Einstellungen, die in früheren ReSound Hörsystemen verfügbar waren, verbreitert die Einstellung „Sehr Mild „ mit einer Grenzfrequenz von 5 kHz und einer erweiterten Ausgangsbandbreite von 8,5 kHz den Bereich der Nutzer, die von dieser Technologie profitieren könnten.

VORTEILE FÜR DAS AUDIO- UND TELEFONSTREAMING

Die Vorteile der Klangqualität in Verbindung mit der erweiterten Bandbreite von ReSound LiNX Quattro betrifft auch das Streaming. Das Wireless Zubehör von ReSound hatte schon immer eine große Streamingbandbreite von bis zu 10 kHz, und mit ReSound LiNX Quattro kann das Hörsystem die Bandbreite des gestreamten Signals voll reproduzieren. ReSound LiNX Quattro ist kompatibel mit dem vorhandenen Wireless Zubehör. So kann zum Beispiel ein aktueller ReSound LiNX Nutzer, der einen TV Streamer 2 besitzt und ein Upgrade auf ReSound LiNX Quattro vornimmt, seinen Streamer mit seinen neuen Hörsystemen weiterhin verwenden. Gleichzeitig wird das direkt gestreamte Signal, an das sich der Nutzer gewöhnt hat, durch die erhöhte Frequenzbandbreite der neuen Plattform noch weiter verbessert.

Wie seine Vorgänger ist ReSound LiNX Quattro auch ein MFi Hörsystem, was bedeutet, dass es zertifiziert ist mit Apple-Geräten wie zum Beispiel einem iPhone zusammenzuarbeiten und kann das Audiosignal direkt von diesen Geräten streamen. Als erster Hörsystemhersteller, der diese Fähigkeit implementiert hat, hat ReSound einen einzigartigen Zugang zu einer höheren Bandbreite von Apple-Geräten im Vergleich zu MFi Hörsystemen, die seitdem vorgestellt wurden. Abbildung 3 zeigt den Frequenzgang von vier MFi Hörsystemen, die so ähnlich wie möglich mit einer flachen, linearen Verstärkung programmiert und denen ein Weißes Rauschen gestreamt über ein iPhone präsentiert wurde. Obwohl die anderen MFi Hörsysteme in der Lage sind höhere Frequenzen zu übertragen, demonstrieren die Messungen, dass die Signalbandbreite eingeschränkt ist. Nur das ReSound LiNX Quattro (rote Kurve) zeigt aktuell die Bandbreite von bis zu 9,5kHz.

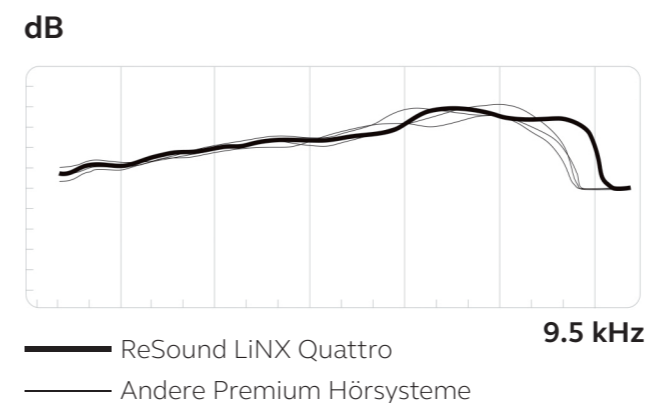


Abbildung 3. Die Bandbreite beim direkten Streaming von einem Apple-Gerät ist für andere MFi Hörsysteme aktuell begrenzt. (Stand 10/2018) ReSound LiNX Quattro (rote Kurve) hat Zugang zu einer erweiterten Streaming-Bandbreite, die zu einer verbesserten Klangqualität beiträgt.

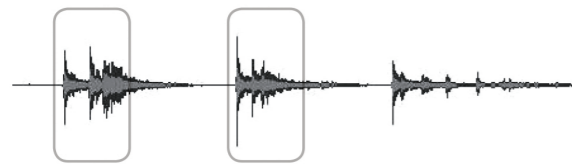
KLANGQUALITÄT FÜR NEUE NUTZER

Neue Nutzer, besonders diejenigen, die gewartet haben, bis sich ihr Hörverlust auf einen mittleren Grad verschlechtert hat, bevor sie anfangen Hörsysteme zu tragen, zeigten auf, dass sie weniger Verstärkung bevorzugten, als erfahrene Hörsystemträger. Außerdem kann es für einen neuen Nutzer zwei Jahre oder länger dauern, bis er sich an die vorausberechneten Verstärkungspegel gewöhnt hat¹⁸. Aus diesem Grund bietet ReSound Anpasstools, die diesen neuen Hörsystemträgern helfen sich an ihre Geräte zu gewöhnen. Der Akustiker kann entweder ein Nutzerprofil einstellen, das die hochfrequente Verstärkung reduziert und die Kompressionsverhältnisse ein wenig erhöht oder bei der Erstanpassung einen geringeren Prozentsatz der vorausberechneten Verstärkungswerte verwenden. Die Verstärkungswerte können nach und nach über einen Zeitraum automatisch auf die berechneten Werte erhöht werden, indem der Eingewöhnungsmanager aktiviert wird. Zudem können die Verstärkungswerte manuell bei Nachsorgeterminen oder über ReSound Assist erhöht werden, wenn der Nutzer sich an den Klang gewöhnt hat.

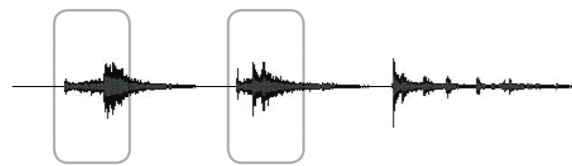
Neben der vorausberechneten Verstärkung sind Neuversorgte evtl. besonders empfindlich gegenüber dynamischen Aspekten der Verstärkung. Das ReSound Warp-Kompressionssystem verwendet standardmäßig Silben-Zeitkonstanten, um die Hörbarkeit für leise Sprachlaute zu erhöhen. Obwohl einige Sprachlaute – wie zum Beispiel „t“ oder „k“ – nicht periodisch sind oder sich eindeutig vorhersagen lassen (sie sind transient), ist die sofortige Energieänderung des Schalls in Verbindung mit der Entstehung dieser Laute begrenzt, und das WARP-Kompressionssystem kann sie entsprechend verstärken. Andere Arten von transienten Schallsignalen haben einen schnelleren Anstieg und Abfall des Schallpegels als Sprachlaute und können für die Nutzer störend sein, wenn sie diese über die Hörsysteme hören. Diese sind nicht die sehr lauten Geräusche wie das „Knallen einer Tür“, das evtl. die Ausgangsbegrenzung triggern könnte. Es sind ebenfalls nicht die leiseren transienten Sprachlaute, die wichtig für das Sprachverstehen sind. Stattdessen sind es Geräusche, die relativ laut sind und signifikant über dem Hintergrundpegel liegen, wie Geschirrkloppern oder klirrende Schlüssel. Diese Laute können störend sein. Der Grund hierfür sind die Kompressionszeitkonstanten, die diese Art von Geräuschen nicht schnell genug verarbeiten

können, was in einer sehr kurzen Periode einer höheren als der berechneten Verstärkung resultiert. Obwohl dieser sehr starke Anstieg der Verstärkung nicht die Unbehaglichkeitsschwelle überschreitet, kann er zu einer blechern oder scharfen Klangqualität beitragen, die eine häufige Beschwerde von neuen Hörsystemträgern ist.

In ReSound LiNX Quattro wird eine neue Impulsschallunterdrückung vorgestellt. Verstärkungswerte für kurze, transiente Geräusche, die für die Nutzer störend sein können, werden auf dem berechneten Wert gehalten. Die Impulsschallunterdrückung erkennt transiente Geräusche, die Anstiegszeiten und Energiepegel haben, die zu schnell sind, um Sprache zu sein und wird in solchen Fällen vorsichtig angewandt. Abbildung 4 zeigt den akustischen Effekt der Impulsschallunterdrückung. Es wurden Messungen mit einem ReSound LiNX Quattro durchgeführt, das für einen mittel- bis hochgradigen Hörverlust programmiert wurde. Die obere Grafik zeigt einen Teil der Wellenform für das verstärkte Geräusch von klappernden Tellern ohne aktivierte Impulsschallunterdrückung. Die untere Grafik zeigt dasselbe Geräusch mit aktivierter Impulsschallunterdrückung. Während die Reduktion der scharfen, kurzen Peaks in der Wellenform leicht zu beobachten ist, ist der wahrgenommene Effekt subtil. Dieses Feature ist besonders nützlich bei der Versorgung neuer Nutzer, weil sie oft mit höheren Kompressionsverhältnissen angepasst werden, die Hörkomfort bei lauten Schallpegel sicherstellen, die aber die zu starke Verstärkung von Impulsgeräuschen verschlimmern können.



Ohne Impulsschallunterdrückung



Mit Impulsschallunterdrückung

Abbildung 4. Die Impulsschallreduktion arbeitet parallel zum WARP Kompressionssystem, um sicherzustellen, dass transiente Schallsignale nicht überverstärkt werden. Leise transiente Sprachlaute bleiben erhalten. In diesem Beispiel wurde das Geräusch von klappernden Tellern über ein ReSound LiNX Quattro Hörsystem aufgenommen: mit (untere Grafik) und ohne (obere Grafik) Impulsschallunterdrückung. Die hellblauen Boxen zeigen, wie Spitzen mit der Impulsschallreduktion verringert werden, wenn ein Impulsschallgeräusch auftritt.

VERBESSERTE VERSORGUNG

Als Innovationsvorreiter führte ReSound als erster Hersteller ein Tool ein, das die Cloud-basierte Technologie nutzt, die es dem Akustiker ermöglicht eine Versorgung über die Grenzen des Fachgeschäfts hinaus anzubieten und die Beziehung zum Hörsystemträger zu stärken. ReSound Assist ist ein Nachsorgetool, das die Nutzer befähigt über die ReSound Smart 3D App auf ihren Smartphones ihren Hörakustiker zu kontaktieren. Der Akustiker erhält diese Wünsche über die ReSound Smart Fit Software und kann mit Mitteilungen und/oder feinangepassten Einstellungen antworten, die der Nutzer drahtlos von seinem Smartphone in seine Hörsysteme übertragen kann. Der Akustiker erhält die Anfragen zusammen mit der Information zu den aktuellen Hörsystemeinstellungen, die besonders informativ und hilfreich sein können, wenn der Nutzer eine Anfrage aus einer Hörumgebung sendet, die für ihn schwierig ist. Zusätzlich erhält der Akustiker ein reguläres Logging der Nutzung der Hörsysteme der Kunden, das ihm die Möglichkeit gibt, proaktiv eine Nachsorge durchzuführen, um die Nutzer zu ermutigen, die evtl. Probleme haben und zögern darüber zu berichten.

ZUSAMMENFASSUNG

Obwohl es schwierig ist, die Klangqualität zu quantifizieren, ist sie Hauptanforderung der Hörsystemnutzer und von den Hörakustikern als wichtiges Attribut angesehen. Die ReSound Philosophie für das Hörsystemdesign ist es, eine akustische Transparenz zu bieten, kombiniert mit der Kompensation des Hörverlustes, so dass die Hörerfahrung sowohl natürlich als auch klar ist. Mit einer komplett neuen Chipplattform ist ReSound LiNX Quattro mit der zurzeit höchsten Eingangsdynamik und einer erweiterten Bandbreite führend in der Industrie. Diese neuen Fähigkeiten haben umfangreiche, messbar positive Effekte sowohl für akustische als auch gestreamte Eingangssignale. Als Ergebnis können die Nutzer einen volleren, klareren und reicheren Klang als jemals zuvor erleben.

LITERATUR

1. Kochkin S. MarkeTrak VIII: The key influencing factors in hearing aid purchase intent. *Hearing Review*. 2012 Mar;19(3):12-25.
2. Groth J. Binaural Directionality III: Directionality that supports natural auditory processing. ReSound white paper. 2016.
3. Chasin M, Russo FA. Hearing aids and music. *Trends in Amplification*. 2004;8(2):35-47.
4. Chasin M. What is “soft,” “medium,” and “loud” for speech and music: *Hearing Review*. 2014; February: 12. <http://www.hearingreview.com/2014/02/back-basics-soft-medium-loud-speech-music/>.
5. Best V, Carlile S, Jin C, van Schaik A. The role of high frequencies in speech localization. *J Acoust Soc Am*. 2005 Jul;118(1):353-63.
6. Moore BC, Füllgrabe C, Stone MA. Effect of spatial separation, extended bandwidth, and compression speed on intelligibility in a competing-speech task. *J Acoust Soc Am*. 2010 Jul;128(1):360-71.
7. Hayakawa S, Itakura F. The influence of noise on the speaker recognition performance using the higher frequency band. In *Acoustics, Speech, and Signal Processing*, 1995. ICASSP-95., 1995 International Conference on 1995 May 9 (Vol. 1, pp. 321-324). IEEE.
8. Stelmachowicz PG, Lewis DE, Choi S, Hoover B. The effect of stimulus bandwidth on auditory skills in normal-hearing and hearing-impaired children. *Ear Hear*. 2007 Aug;28(4):483.
9. Orton JF, Preves D. Localization as a function of hearing aid microphone placement. *Hearing Instruments*. 1979: 30(1); 18-21.
10. Westerman S, Topholm J. Comparing BTEs and ITEs for localizing speech. *Hearing Instruments*. 1985: 36(2); 20-24.
11. Udesen J, Piechowiak T, Gran F, Dittberner A. Degradation of spatial sound by the hearing aid. *Proceedings of ISAAR 2013: Auditory Plasticity – Listening with the Brain*. 4th symposium on audiology and Audiological Research. August 2013, Nyborg, Denmark. Dau T, Santurette S, Dalsgaard JC, Tanebjaerg L, Andersen T, Poulsen T eds.
12. Kollmeier B, Peissig J, Hovmann V. Real-time multiband dynamic range compression and noise reduction for binaural hearing aids. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 1993; 30(1): 82-94.
13. Groth J. Binaural Directionality II with Spatial Sense. ReSound white paper. 2014.
14. Butler RA, Planert N. The influence of stimulus bandwidth on localization of sound in space. *Perception & Psychophysics*. 1976 Jan 1; 19(1):103-8.
15. Haastrup A. Improving high frequency audibility with Sound Shaper. ReSound white paper. 2013.
16. Moore BC. Dead regions in the cochlea: Diagnosis, perceptual consequences, and implications for the fitting of hearing aids. *Trends in Amplification*. 2001 Mar;5(1):1-34.
17. Keidser G, Dillon H, Carter L, O’Brien A. NAL-NL2 empirical adjustments. *Trends in Amplification*. 2012 Dec;16(4):211-23.
18. Stender T, Groth J, Fabry D. Teleaudiology: Friend or foe in the consumerism of hearing healthcare. Part 2: Promoting better fit to preference and efficiency. *Hearing Review*. 2017; 24(5). <http://www.hearingreview.com/2017/05/teleaudiology-friend-foe-consumerism-hearing-healthcare-2/>.

GN Hearing GmbH
An der Kleimannbrücke 75
48157 Münster
Tel.: +49 251 20396-0
Fax: +49 251 20396-250
www.resoundpro.com

Folgen Sie uns in den
sozialen Netzwerken: 