

Forschungen am Fraunhofer IDMT

Wenn sich gutes Hören mit schönem Klang verbindet

Für Hörbeeinträchtigte ist der Ausgleich des Hörverlustes mit dem Rückgewinn klaren Sprachverstehens ein enormer Schritt zu mehr Lebensqualität. Fügt man dem objektiven Kriterium guten Verstehens noch einen schönen Klang hinzu, erschließt das eine weitere Qualitätsdimension – nämlich die eines hörenden Wohlbefindens. Nachfolgender Beitrag thematisiert die systematische Entwicklung spezieller Presets und deren Steuerung für die Anwendung in Consumer-Geräten. Diese sollen es dem Nutzer ermöglichen, den Klang von Audiomedien in ihren Hörkomponenten selbst so anzupassen, dass sich das Hören mit dem persönlich präferierten Klangbild verbindet und im besten Fall deckt.

Mitarbeiter des Fraunhofer-Institutes für Digitale Medientechnologie (IDMT) beschreiben mit wenigen Worten jene Forschungsfelder, deren Resultate in nachfolgender Darstellung im Zentrum stehen: „Was macht einen guten Klang aus? Warum sind uns manche Geräusche lästig, während andere signalisieren, dass ein Produkt verlässlich funktioniert? Kann ein Staubsauger leistungsstark klingen, obwohl er leise ist? Auf diese Fragen will die Psychoakustik Antworten geben. Dabei wird erforscht, welche physikalischen Faktoren die subjektiv empfundene Klangqualität beeinflussen. Um die Qualität von Klängen nicht nur beschreiben, sondern auch vorhersagen zu können, entwickeln die Fraunhofer-Forscher in engem Austausch mit der Grundlagenforschung an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg Computermodelle, die die Hörwahrnehmung des normalen und des beeinträchtigten Gehöres simulieren. Die Wissenschaftler entwickeln anwendungsspezifische Bewertungsmaße für Klangparameter, wie beispielsweise Hörbarkeit, Lautheit, Sprachverständlichkeit, Rauigkeit oder Lästigkeit“ (Fraunhofer IDMT 2016). Keine Frage, dass sich dahinter ein weitaus umfassenderes Themenspektrum öffnet, das an dieser Stelle kaum annähernd umgriffen werden kann.

Die Akzeptanz von Hörsystemen ist weiterhin zurückhaltend. Besonders Menschen mit leichtem bis mittlerem Hörverlust verweigern mehrheitlich das Tragen



Media-affine Gesellschaft: mp3-Klänge begleiten Menschen durch ihren Alltag, und Hörkomponenten werden offen gezeigt. Foto: Svetlana123/iStockphoto

derartiger Systeme. Ein wesentlicher Grund dafür ist bekanntermaßen eine Angst vor Stigmatisierung. So entscheidet sich in Deutschland weniger als ein Viertel der Hörgeschädigten für die Anpassung eines persönlichen Hörsystems. Die verbleibenden unversorgten 75 Prozent scheinen dagegen Hör- und Sprachverständnisschwächen unter schwierigen akustischen Bedingungen hinzunehmen, wenn auch mitunter zähneknirschend.

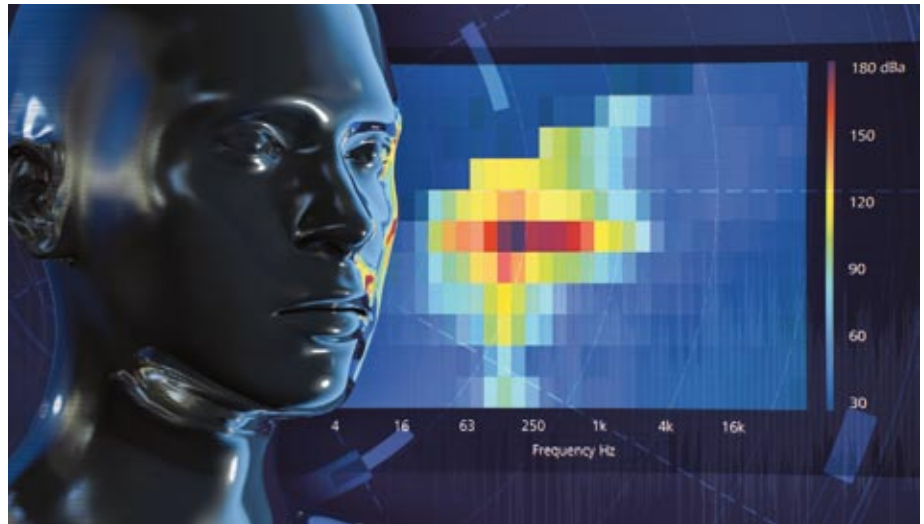
Wir sind eine media-affine Gesellschaft. Passanten mit Kopfhörern zählen längst zum gewohnten Straßenbild. In öffentlichen Verkehrsmitteln – und selbst an bestimmten Arbeitsplätzen – treffen wir Personen, die ihren mp3-Tönen enger ver-

bunden zu sein scheinen als ihren Mitmenschen. Der Feierabend gehört dem Fernsehen, sei es das klassische lineare TV oder die Nutzung von Streamingdiensten via Internet. Längst kennzeichnet dieses Konsumverhalten nicht mehr allein die junge Generation; es erobert zunehmend alle Altersgruppen. Damit gesellen sich auch immer mehr Menschen mit altersbedingter Hörbeeinträchtigung zu der Gruppe der Dauermedienhörer. Sofern sie nicht audilogisch versorgt sind, nehmen sie beim Verfolgen von Dialogen, die in signifikante Geräuscheffekte eingebettet sind, erhebliche Verständnisschwächen bis hin zum völligen Verlust der Teilnahme am Geschehen in Kauf. Auch beim Hören von Musik mit großer Dynamik

oder spektralen Inhalten ohne audiologische Unterstützung kann bei dieser Gruppe von Hörern keine Rede sein. Aber das Tragen sichtbarer Consumer-Hörkomponenten ist offensichtlich frei von Stigmatisierung – im Gegenteil: Es liegt im Trend, es ist en vogue. Daraus leiten die Forscher des Fraunhofer-Institutes ein spezielles Entwicklungsziel ab: „Eine mögliche Lösung für diese Gruppe ist die Integration von Hörunterstützungstechnologien in weit verbreitete (und damit nicht stigmatisierte) Endgeräte wie Kopfhörer. Damit Hörunterstützungsalgorithmen jedoch effektiv und vorteilhaft sind, sind frequenzabhängige Verstärkung und Dynamikbereichskompression (DRC) erforderlich, deren Parameter intensiv auf den jeweiligen Anwender abgestimmt werden müssen“ (Rennies-Hochmuth 2016).

Die Verbindung zweier Dimensionen

Trägt ein Hörgeschädigter ein durch seinen Hörakustiker individuell angepasstes Hörsystem, so erreicht dessen Hörvermögen oft durchaus annähernd das Niveau eines Normalhörenden. Dieser Personenkreis sowie unversorgte Hörgeschädigte und ebenso Normalhörende können für sich bei der Verwendung von Hörkomponenten mit entsprechend integrierten hörunterstützenden Algorithmen eine weitere Dimension guten Hörens erschließen – nennen wir sie das individuell schöne Hören oder das individuell wohlklingende Hören. Eine iterative Feinabstimmung durch erfahrene Audiologen oder Hörakustiker ist beim Fitting von Consumer-Hörkomponenten naturgemäß kaum umzusetzen und somit von vornherein ausgeschlossen. Vor diesem Hintergrund haben die Wissenschaftler des Fraunhofer IDMT in Oldenburg im Rahmen ihrer Forschungen untersucht, auf welchen Parametern individuell wohlklingendes Hören überhaupt basiert, und wie weit es möglich ist, dieses in eine überschaubare Anzahl an Klassen herunterzubrechen, in der die Mehrheit der Medienkonsumenten ihre präferierten Hörerwartungen wiederfindet.



In engem Austausch mit der Grundlagenforschung an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg entwickeln die Forscher des Fraunhofer IDMT Computermodelle, die die Hörwahrnehmung des normalen und des beeinträchtigten Gehörs simulieren.

Foto: Atelier Kamp

Das ist mit herkömmlichen Presets, wie sie unter anderem TV-Hörsysteme der neueren Generation bereits integrieren, nur oberflächlich erreicht, denn sie bilden ein jeweils starres Klangbild ab, das von den Nutzern vor allem in seiner Lautstärke geregelt werden kann. Gefordert ist aber eine intelligentere Strategie, eine Dynamik, die alle Facetten eines Klangverlaufes, einschließlich der Lautstärke, im Sinn der Hörererwartung moduliert und so ein akustisches Wohlbefinden erzeugt. Für den ersten Teil der Aufgabe, nämlich die Ermittlung individueller Wohlklangaspekte, hat das Fraunhofer-Institut repräsentativ ausgewählte Probanden mit unterschiedlichen Hörverlusten zu einem Self-Fitting aufgefordert.

Dabei galt es, unterschiedlichste Klangproben mit einfachen Bedienelementen so weit zu beeinflussen, bis ein Soundbild entstand, das die jeweiligen persönlichen Hörerwartungen erfüllte.

Diese Anpassungsexperimente bauten sich in mehrere Stufen auf, welche die Ergebnisse im Verlauf immer weiter verdichteten und festigten. Interviews mit den Probanden spielten zudem Erlebnisinformationen ein – unter anderem darüber, wie das Handling der Versuche wahrgenommen und die persönliche Experimentierbereitschaft unterstützt wurden. Schließlich konnten die erhobenen und ermittelten präferierten Ergebnisse auf eine überschaubare Anzahl repräsentati-

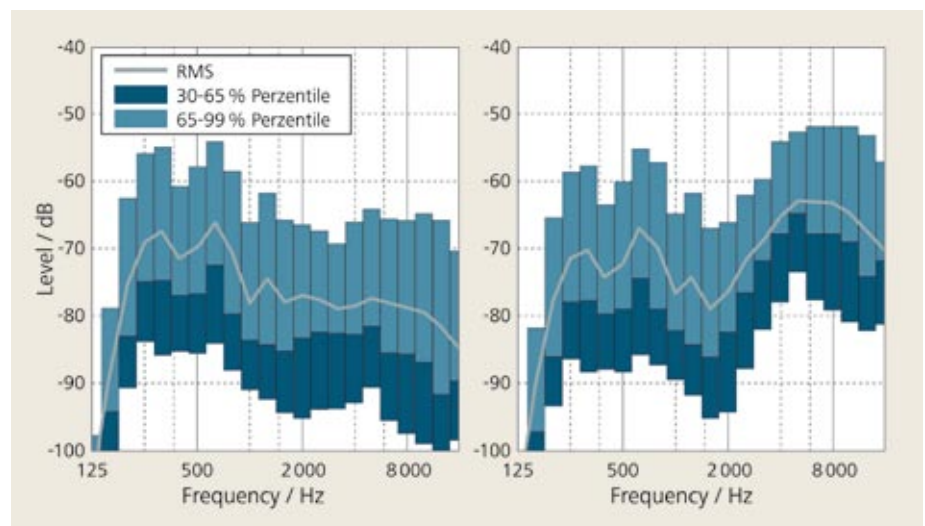


Abbildung 1: Prozentuale Darstellung eines unbearbeiteten (links) und eines verarbeiteten Signals (rechts)

Quelle: Fraunhofer IDMT

ver Basisklangbilder konzentriert und als Presets konfiguriert werden. Ein speziell für die Steuerung dieser Presets entwickelter Algorithmus erzeugt eine kontinuierliche dynamische Anpassung des durch die jeweiligen Nutzer ausgewählten Klangbildes. Auf diese Weise bleibt der individuell als angenehm empfundene Sound konstant und passt sich stets dem jeweils eingeschalteten TV-Format an. So federt der Algorithmus die naturgemäß wechselnden Pegel bei Werbeblendungen oder beim Umschalten auf ein anderes Fernsehprogramm für die jeweiligen Zuhörer ab. Dabei gilt: Je höher die Abweichung, desto schneller erfolgt die Anpassung.

Fraunhofer-Mitarbeiter konkretisieren hierzu: „Die vorliegende Versuchsreihe verdeutlichte die Notwendigkeit einer klanglichen Personalisierung und individualisierten Hörunterstützung, da sich die individuellen Präferenzen zu stark unterscheiden, um durch Standardeinstellungen oder präskriptive Anpassungsregeln in Kombination mit schwellenbasierten Verfahren adäquat berücksichtigt zu werden. Stattdessen ist das individuelle User-Feedback gefragt, das durch entsprechende User Interface(UI)-Design-Konzepte schnell und effizient gewonnen werden kann. Damit ist eine selbstanpassende Soundpersonalisierung möglich und kann zum Beispiel in Kopfhörer-

anwendungen eingesetzt werden. Die exakte Umsetzung in Konsumgütern muss nicht nur die technische Verfügbarkeit von Knöpfen und anderen Bedienelementen berücksichtigen, sondern auch das zielgruppengerechte UI-Konzept, um den optimalen Anwendernutzen zu erzielen.“ (Rennies-Hochmuth 2016)

Self-Fitting bei Kopfhörern in der Praxis

Derzeit findet diese Entwicklung mit der Bereitstellung von fünf Klangbildern und deren jeweilige algorithmusgesteuerte dynamische Anpassung bereits in einem drahtlosen 2,4-GHz-TV-Hörsystem Anwendung, das für das Sortiment von Fachgeschäften für Hörakustik verfügbar ist. Dessen Vorstellung auf der Industrieausstellung des EUHA-Kongresses 2018 sowie die Testreihen des Herstellers mit zufällig ausgewählten Probanden haben eines deutlich bestätigt: Das neue audiologische Konzept für die Steuerung von Klangbild-Presets erfüllt mehrheitlich die Hörerwartungen und die Erwartungen an individuell wohlklingendes Hören. Die persönliche Lautstärke bis zu 122 dB(A) regeln die Nutzer über ein großes Stellrad.

Der Sender des TV-Hörsystems stellt fünf Presets bereit, welche der Nutzer durch einfaches Tastendrücker einzeln aktivie-

ren kann. In den Stufen eins bis fünf können die Anwender während des Hörens ein immer helleres Klangbild auswählen und diese vergleichen, bis sie sich schließlich für jenen Klang entscheiden, der ihre persönlichen Präferenzen erfüllt. Der Algorithmus, der das Klangbild im Sinn der jeweiligen Hörer steuert, hält die Qualität durch kontinuierliche dynamische Anpassung konstant. Alle Testhörer bestätigten eine individuell empfundene hohe Hörerlebnisqualität. Das System ist in zwei Konfigurationen verfügbar, als Set mit Kinnbügelhörer und als Set mit Pocketempfänger. Letzterer erlaubt den Anschluss einer Teleschlinge, den Anschluss von Induktionsplättchen oder aller handelsüblichen Kopfhörer und Ohrhörer. Damit erschließt das TV-Hörsystem die neuen Aspekte individuell wohlklingenden Hörens auch bei der Nutzung von Standardkopfhörern. Der Wechsel zwischen den Presets ist am Sender und zudem auch über eine Taste am jeweiligen Empfänger möglich.

Während der Entwicklungsphase hat der Hersteller audiologisch unversorgte Personen zu einer Bewertung der Audioqualität erster Prototypen mit Kinnbügelhörer aufgefordert. Die Probanden bestätigten, dass sich das Sprachverstehen beim Fernsehen durch Nutzung des TV-Hörsystems mit den beschriebenen Presets und der dynamischen Klangregelung deutlich verbesserte – bis hin zu dem Eindruck, bestimmte Dialogszenen im TV überhaupt erst klar verstehen zu können. Die intelligente Automatic Gain Control (AGC) hält den Klang auch bei maximal eingestellter Lautstärke vollständig rein. Besonders erwähnenswert ist die Option, eine Teleschlinge oder Induktionsplättchen an den Pocketempfänger anschließen zu können. Das erlaubt Hörern, die Hörsysteme mit aktivierter Teleschlinge tragen, ein komfortables induktives Hören.

Self-fitting und induktives Hören

Die Forscher des Fraunhofer IDMT in Oldenburg hatten während der Voruntersuchungen zur Entwicklung der beschriebenen Self-Fitting-Strategie festgestellt,

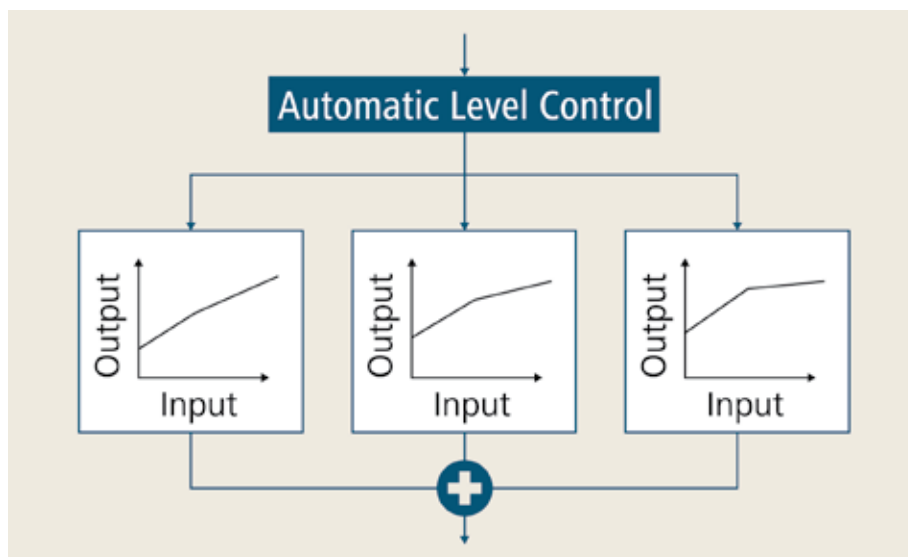


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Hörunterstützungsalgorithmus mit beispielhaften Input-Output-Kurven (I-O-Kurven) der Dynamic Range Compression (DRC), die unabhängig voneinander bei niedrigen (linker Zweig), mittleren (Mitte) und hohen Frequenzen (rechts) angewendet werden.

Quelle: Fraunhofer- IDMT



Abbildung 3: Das TV-Hörsystem integriert die Strategie „Presets plus deren algorithmische Steuerung“.

Quelle: Humantechnik GmbH

dass Hörbeeinträchtigte und Normalhörende gleichermaßen unterschiedliche individuelle Klangbilder beim Medienkonsum bevorzugen. Vor diesem Hintergrund galt es zu untersuchen, inwieweit auch audiologisch versorgte Hörbeeinträchtigte, die Hörsysteme mit aktivierter T-Spule tragen, ein vergleichbares Nutzungsverhalten zeigen. Auf den ersten Blick mag sich beim induktiven Hören unter Anwendung eines Kopfhörers mit der beschriebenen algorithmischen Preset-Steuerung nämlich ein Konflikt abzeichnen: Immerhin verfügt der Nutzer bereits über ein individuell angepasstes Hörsystem, das nicht nur den Hörverlust ausgleicht, sondern bei der Abbildung des

Gehörten auch die jeweiligen Klangvorlieben in Alltagssituationen berücksichtigt.

Untersuchungen im Rahmen der fortgeschrittenen Entwicklung des Systems „Presets plus deren algorithmische Steuerung“ bestätigten ein vergleichbares Verhalten beider Gruppen: Tatsächlich bevorzugte die überwiegende Mehrzahl der induktiv hörenden Probanden die Nutzung der algorithmisch-dynamisch gesteuerten Presets. Im Prinzip begegnen sich hier Normalhörende und Hörbeeinträchtigte mit ausgeglichenem Hörverlust auf derselben Ebene: Beim Medienhören, seien es Musik- oder Sprachsendungen,

nutzen sie bevorzugt die Option, ihr individuell als wohlklingend empfundenenes Hören selbst einstellen zu können. Insofern beschränkt sich der Kreis potenzieller Nutzer derartig ausgestatteter Systeme nicht auf Menschen mit Hörbeeinträchtigungen.

Fazit

Die dargestellte funktionale Zusammenführung der Ergebnisse von Wissenschaft und Industrie öffnet eine neue Ebene erlebter Klangqualität mit Medienhörkomponenten. Mittels einer einfachen Self-fitting-Strategie wählen die Nutzer entsprechender Systeme aus einem Spektrum repräsentativer Klangbild-Presets ihren persönlichen Wohlklang aus. Ein intelligenter Algorithmus gewährleistet die kontinuierliche dynamische Anpassung des Medienklanges an die individuelle Auswahl auch bei wechselnden Pegeln der Signalquelle. Dieses innovative Zusammenspiel erschließt gegenüber herkömmlichen Strategien eine verbesserte Verschmelzung von gutem Hören mit individuell erlebtem Wohlklang beim Medienkonsum.

Reiner Kamp

Literatur

Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie (2016) Hör-, Sprach- und Audiotechnologie. Oldenburg

Rennies-Hochmuth J, Ötting D, Baumgartner H, Appell JE (2016) User-interface concepts for sound personalization in headphones. Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie IDMT, Oldenburg