

## Messverfahren revoloud

# Eine neue Methode zur Lautheitsüberprüfung einer Hörgeräteanpassung mit natürlichen Signalen

Dirk Oetting, Laura Hartog, Theresa Jansen, Mats Exter • Hörzentrum Oldenburg gGmbH

Eine zentrale Dimension des Hörens ist die individuelle Lautheitswahrnehmung, die bei Menschen mit einer Hörminderung typischerweise verändert ist. Zur Überprüfung der Lautheitswahrnehmung bei einer Hörgeräteversorgung hat das Hörzentrum Oldenburg Mitte Dezember 2024 eine neue Messmethode namens revoloud gelauncht. Im Folgenden wird das Verfahren, mit dem die versorgte Lautheitswahrnehmung in wenigen Minuten überprüft werden kann, detailliert vorgestellt.

Viele Signale werden von Personen mit einer Hörminderung aufgrund der erhöhten Hörschwellen leiser als normal wahrgenommen. Für die Kompensation der Hörminderung durch Verstärkung werden in der Erstanpassung von Hörgeräten typischerweise audiogrammbasierte Berechnungsmethoden wie z. B. NAL-NL2, DSL v5.0 oder herstellereigene Berechnungsmethoden genutzt. Die Unterschiede in den Verstärkungswerten dieser Berechnungsmethoden können erheblich sein und Werte bis zu 20 dB erreichen.

Um zu beurteilen, inwieweit die eingestellten Verstärkungswerte die individuelle Lautheitswahrnehmung normalisieren, ist es notwendig, die Lautheitswahrnehmung nach der ersten Anpassung der Hörgeräte zu bewerten. Eines der derzeit am weitesten verbreiteten Verfahren zur Messung der Lautheitswahrnehmung ist die kategoriale Lautheitsskalierung (KLS). Diese Messmethode hat bei der Messung mit Hörgeräten bestimmte Nachteile:

1.) Typischerweise haben die Messsignale steile Einschwingrampen. Dies gibt dem Dynamikkompressor in den Hörgeräten nicht immer genügend Zeit, um einen stabilen Zustand zu erreichen, was zu Überschwüngen führen kann. Unter der Annahme, dass bei der wahrgenommenen Lautheit der lauteste Anteil eines Signals bewertet wird, können solche Überschwünger die Lautheitsbewertung beeinflussen.

2.) Die Signale bei der Lautheitsskalierung sind typischerweise Rauschsignale und könnten vom Hörgerät als Hintergrundrauschen erkannt werden. Die automatischen Rauschunterdrückungsalgorithmen können einen Einfluss auf die Lautheitsbewertungen haben. Dieser Effekt ist schwer zu kontrollieren oder zu erkennen. Deshalb müssen bei versorgten Messungen möglichst die adaptiven Parameter ausgeschaltet werden – was dazu führt, dass die Hörgeräte nicht im Alltagsprogramm getestet werden.

3.) Die genauen frequenzabhängigen Verstärkungsänderungen in der Hörgeräteanpasssoftware bei Eingangspegeln von

50, 65 und 80 dB SPL (G50, G65 und G80) für breitbandige Signale sind aus den schmalbandigen Lautheitsfunktionen nicht direkt abzulesen. Aus dem breitbandigen Pegel von z. B. 65 dB SPL muss ein schmalbandiger Pegel abgeleitet werden, der angibt, bei welchem Pegel die jeweiligen Lautheitsfunktionen auszuwerten sind. Diese Umrechnung ist von der Art der Pegelschätzung des Kompressors abhängig und daher unterschiedlich für verschiedene Hörgerätemodelle.

4.) Die Lautheitsbewertungen bei sehr niedrigen Pegeln können z. B. durch das Eigenrauschen der Hörgeräte oder die Expansion beeinflusst werden. Dies kann Einfluss auf den Verlauf der gemessenen Lautheitskurve haben.

Mit der neuen Messmethode revoloud, die im Folgenden vorgestellt wird, kann die versorgte Lautheitswahrnehmung in fünf bis sieben Minuten überprüft werden. Die Hörgeräteträger bewerten die wahrgenommene Lautheit von 60 natürlichen Signalen auf einer Lautheitsskala (siehe Abbildung 2 oben links). Das Resultat ist eine Lautheitskarte mit zwölf Farbfeldern (Abbildung 3), die zeigt, wie die Lautheit in verschiedenen Signalkategorien mit Hörgeräten im Vergleich zu Normalhörenden wahrgenommen wird. Durch die Verwendung natürlicher Signale, die auf die Verstärkungskurven G50, G65 und G80 abgestimmt und mit langen Einschwingrampen versehen sind, überwindet die vorgestellte Messmethode die genannten Einschränkungen der kategorialen Lautheitsskalierung mit Hörgeräten.

## Methoden

Die Entwicklung der neuen Messmethode revoloud umfasste die Auswahl der Signale und die Ermittlung der Referenzwerte für Normalhörende. Eine detaillierte Beschreibung der Methode ist in Exter et al. (2024) zu finden.

### Definition der Signalkategorien

Für die Signalauswahl wurden drei Pegelkategorien – Leise (G50), Mittel (G65) und Laut (G80) – sowie vier Frequenzkate-

gorien – Tiefen, Mitten, Höhen und Breitbandig – definiert, was insgesamt  $3 \times 4 = 12$  Signalkategorien ergibt. Für jede Signalkategorie wurden fünf Signale ausgewählt, sodass 60 Signale für das gesamte Verfahren genutzt werden. Die Signalpegel für Leise (G50), Mittel (G65) und Laut (G80) entsprechen denen von Signalen mit Sprachspektrum bei 50, 65 und 80 dB SPL Eingangspegel. Verstärkungswerte für breitbandige Eingangssignale mit einem sprachähnlichen Spektrum können in der Anpasssoftware der meisten großen Hörgerätehersteller (z. B. Oticon Genie 2, Phonak Target, ReSound Smart Fit, Signia Connex, Starkey Inspire oder Widex Compass GPS) ausgewählt werden.

Die drei schmalbandigen Frequenzkategorien (Tiefen, Mitten und Höhen) umfassen jeweils sechs Bark-Bänder; das heißt, sie sind psychoakustisch gleich breit, während die Frequenzkategorie Breitbandig  $3 \times 6 = 18$  Bark-Bänder umfasst und damit ungefähr den Frequenzbereich abdeckt, der typischerweise von einem Hörgerät übertragen wird. Die Frequenzbereiche sind wie folgt definiert: Tiefen von 200 Hz bis 920 Hz, Mitten von 920 Hz bis 2,3 kHz, Höhen von 2,3 kHz bis 6,4 kHz und Breitbandig von 200 Hz bis 6,4 kHz.

**Auswahl der Signale**

Passende Signale wurden aus einer kommerziellen Soundeffekt-Bibliothek der British Broadcasting Corporation (BBC) ausgewählt. Die Signale sind 4 oder 5 s lang. Einschwingrampen von -120 bis 0 dB wurden eingefügt, um ein Überspringen des Dynamikkompessors der Hörgeräte am Anfang der Signale zu vermeiden. Die Rampendauer beträgt 1 s am Anfang und 0,5 s am Ende jedes Signals.

Um die kategoriespezifischen Pegel zu bestimmen, mit denen die Signale präsentiert werden, wurde das Konzept des äquivalenten Sprachpegels verwendet. Dazu wurde der Pegel eines Rauschsignals mit sprachähnlichem Spektrum bei 50, 65 bzw. 80 dB SPL im Frequenzbereich der zugehörigen Frequenzkategorie (d. h. Tiefen, Mitten, Höhen, Breitbandig) ermittelt. Aufgrund dieser Anpassung der Präsentationspegel an ein Sprachsignal, für welches die Energie zu hohen Frequenzen hin abnimmt, nehmen auch die Präsentationspegel von der Pegelkategorie Tiefen zur Pegelkategorie Höhen hin ab. Für die Pegelkategorie Breitbandig betragen die Präsentationspegel unverändert 50, 65 und 80 dB SPL. Die Pegel für alle Signalkategorien sind in Tabelle 1 dargestellt.

Frequenzkategorie				
Pegelkategorie	Tiefen	Mitten	Höhen	Breitbandig
Leise (G50)	49	38	33	50
Mittel (G65)	64	53	48	65
Laut (G80)	79	68	63	80

Tabelle 1: Präsentationspegel für die Signalkategorien in dB SPL  
Tabelle/Abbildungen: Hörzentrum Oldenburg

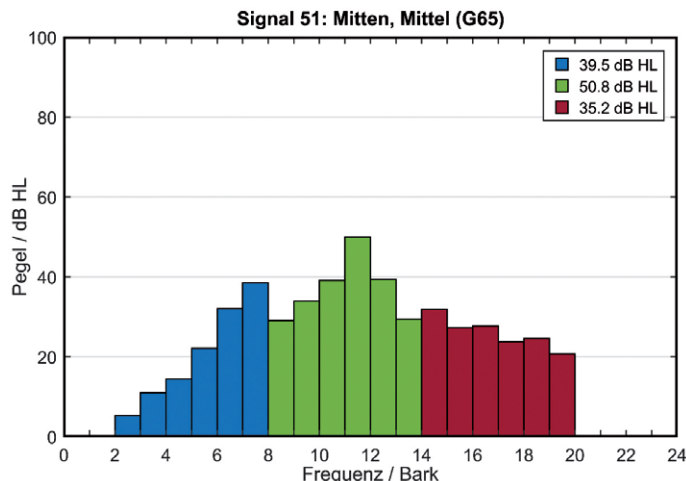


Abbildung 1: Beispiel des Bark-Spektrums eines Signals aus der Signalkategorie Mitten, Mittel (G65). Die Farben zeigen die Bereiche der Frequenzkategorien Tiefen, Mitten bzw. Höhen an. Die Legende zeigt die Summenpegel (in dB (HL)) der drei Frequenzbereiche für dieses Signal.

Für die Auswahl der Signale in den Frequenzkategorien Tiefen, Mitten und Höhen wurde das Kriterium angewendet, dass der Summenpegel des jeweiligen Frequenzbereichs in dB (HL) mehr als 10 dB höher sein muss als der Summenpegel der beiden anderen Bereiche. Für die Frequenzkategorie Breitbandig wurde die maximale Abweichung der Summenpegel von einem durchschnittlichen Sprachspektrum in jedem der drei Frequenzbereiche auf 4 dB festgelegt.

Abbildung 1 zeigt ein Beispiel für ein Bark-Spektrum in dB (HL) aus der Signalkategorie Mitten, Mittel (G65). Der Pegel im Frequenzbereich Mitten (grün) ist mit 51 dB (HL) deutlich höher als die Pegel für Tiefen mit 40 dB (HL) (blau) und Höhen mit 35 dB (HL) (rot).

**Bestimmung der Referenzwerte für Normalhörende**

Nach der Auswahl und Vorbereitung der Signale wurden Referenzwerte mit 33 normalhörenden Personen ermittelt. Die Signale wurden über einen Lautsprecher von vorne (0°) präsentiert. Die Reihenfolge der Präsentation wurde randomisiert. Jedes Signal konnte von den Probanden einmal wiederholt werden. Als Ergebnis für eine Signalkategorie wurde der Sensitivity Score als Mittelwert der Antworten für die fünf Signale dieser Signalkategorie definiert. Um die individuelle Abweichung der Lautheitswahrnehmung von der Normalhörendenreferenz zu ermitteln, wurde die statistische Verteilung der Sensitivity Scores aller Normalhörenden in den zwölf Signalkategorien genutzt, um sechs Lautheitswahrnehmungskategorien zu definieren. Diese werden durch Farben in einer Lautheitskarte (siehe Abbildung 3) mit einem farbigen Feld für jede der zwölf Signalkategorien und einer einfachen, intuitiven Interpretation dargestellt:

- viel leiser (dunkelblau): Lautheitswahrnehmung weniger empfindlich als jeder Proband der normalhörenden Referenzgruppe

- etwas leiser (hellblau): Lautheitswahrnehmung weniger empfindlich als die meisten Probanden der normalhörenden Referenzgruppe
- normal (grün): Lautheitswahrnehmung wie die meisten Probanden (ca. 80 %) der normalhörenden Referenzgruppe
- etwas lauter (gelb): Lautheitswahrnehmung empfindlicher als die meisten Probanden der normalhörenden Referenzgruppe
- viel lauter (hellrot): Lautheitswahrnehmung empfindlicher als jeder Proband der normalhörenden Referenzgruppe
- extrem laut (dunkelrot): Abbruch der Messung in der zugehörigen Signalkategorie aufgrund der Lautheitsbewertung „extrem laut“.

Für die Grenzen zwischen den Lautheitswahrnehmungskategorien und damit für die Zuordnung eines Sensitivity Scores zu einer bestimmten Lautheitswahrnehmungskategorie wurden die folgenden Größen definiert:

- $S_{min}$ : Sensitivity Score, der sich aus den niedrigsten Antworten in den Daten aller normalhörenden Referenzpersonen für jedes der fünf Signale einer bestimmten Signalkategorie ergeben würde
- $S_{10}$ : 10. Perzentil der Sensitivity Scores der normalhörenden Referenzgruppe für eine bestimmte Signalkategorie
- $S_{90}$ : 90. Perzentil der Sensitivity Scores der normalhörenden Referenzgruppe für eine bestimmte Signalkategorie
- $S_{max}$ : Sensitivity Score, der sich aus den höchsten Antworten in den Daten aller normalhörenden Referenzpersonen für jedes der fünf Signale einer bestimmten Signalkategorie ergeben würde.

Es ist zu beachten, dass diese Größen für jede Signalkategorie unterschiedlich sind, d. h., es gibt jeweils zwölf Werte von  $S_{min}$ ,  $S_{10}$ ,  $S_{90}$  und  $S_{max}$ . Auf dieser Grundlage wird der Sensitivity Score  $S$  für eine Signalkategorie nach den folgenden Regeln einer Lautheitswahrnehmungskategorie zugeordnet:

- viel leiser:  $0 \leq S < S_{min}$
- etwas leiser:  $S_{min} \leq S < S_{10}$
- normal:  $S_{10} \leq S \leq S_{90}$
- etwas lauter:  $S_{90} < S \leq S_{max}$
- viel lauter:  $S_{max} < S < 50 \text{ CU}$
- extrem laut:  $S = 50 \text{ CU}$

Abbildung 2 zeigt als Beispiel die Verteilung der Sensitivity Scores der normalhörenden Referenzpersonen für die Signalkategorie Mitten, Mittel (G65).

Nach einer revoloud-Messung werden die Sensitivity Scores der zwölf Signalkategorien mit der normalhörenden Referenzgruppe verglichen und die Lautheitswahrnehmungskategorie, dargestellt als Farbe, wird bestimmt. Abbildung 3 zeigt als Beispiel die Ergebnisse einer Messung in Form einer Lautheits-

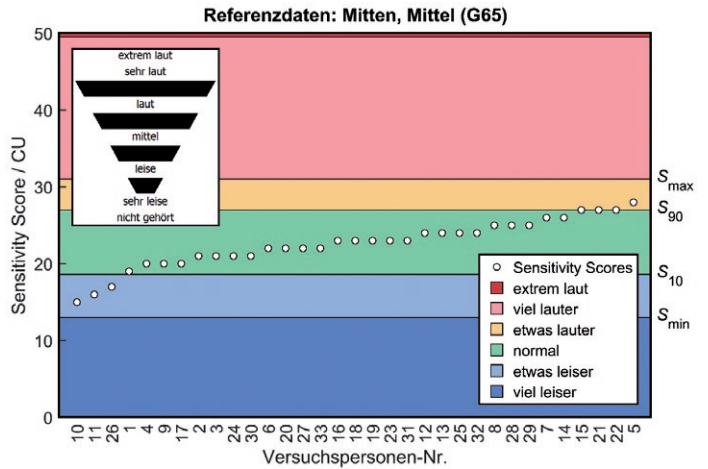


Abbildung 2: Beispielhafte Verteilung der Sensitivity Scores der normalhörenden Referenzpersonen für die Signalkategorie Mitten, Mittel (G65), aufsteigend geordnet, zusammen mit den daraus resultierenden farb-codierten Bereichen der Lautheitswahrnehmungskategorien. Die ursprüngliche Antwortskala, die den Probanden vorgelegt wurde, ist in der oberen linken Ecke dargestellt.

karte, die den Anwendern (z. B. Hörakustikern) oder den Kunden (z. B. Schwerhörigen) präsentiert wird.

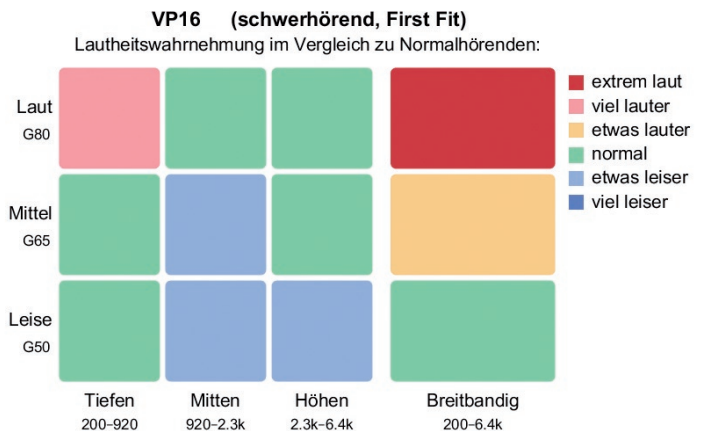


Abbildung 3: Beispiel einer Lautheitskarte für eine schwerhörende Person mit First Fit. Die Frequenzkategorien sind auf der horizontalen Achse dargestellt, während die Pegelkategorien auf der vertikalen Achse zu sehen sind. Die farb-codierten Felder entsprechen der resultierenden kategoriespezifischen Lautheitswahrnehmung für diesen Probanden.

## Evaluation

### Probanden und Messbedingungen

Es wurden erwachsene Personen mit einer Hörminderung ( $N = 30$ ; zwölf Frauen und 18 Männer) im Alter von 65 bis 89 Jahren (Durchschnittsalter: 81,5 Jahre) mit symmetrischem Hörverlust für eine Studie eingeladen, deren Audiogramme den Typen N2, N3, N4 oder S2 nach Bisgaard et al. (2010) entsprachen. Alle hörgeschädigten Probanden waren Höreräteträger mit einer Erfahrung zwischen drei und 48 Jahren (Median: 10,5 Jahre).

15 Probanden wurden mit Hörgeräten von Hersteller A und weitere 15 Probanden mit Hörgeräten von Hersteller B versorgt. Die akustische Ankopplung wurde mit geschlossenen Domes

vorgenommen. Als Erstanpassung wurde die Berechnungsmethode der Hersteller nach Herstellervorgaben durchgeführt. Danach wurde die versorgte Lautheitswahrnehmung mit revoloud gemessen. Die resultierenden Lautheitskarten (Abbildung 4) zeigten eine große Variabilität und wurden in vier Bereiche gruppiert:

- Bereich A: Hier finden sich Lautheitskarten, die als „normal“ gelten können. Nur vereinzelt sind Abweichungen von der normalhörenden Referenzgruppe sichtbar (z. B. einzelne gelbe oder hellblaue Felder).
- Bereich B: Lautheitskarten in diesem Bereich deuten auf eine „lauter als normale“ Lautheitswahrnehmung hin, erkennbar am vermehrten Auftreten gelber, hellroter oder sogar dunkelroter Felder. Besonders bei hohen Pegeln (G80) und breitbandigen Signalen zeigt sich eine „lauter als normale“ Lautheitswahrnehmung, was auf eine zu hohe Verstärkung zurückzuführen ist. Dies kann zu einer geringen Akzeptanz der Hörgeräte führen, da es dadurch häufig Situationen geben kann, die als zu laut wahrgenommen werden.
- Bereich C: Hier sind Lautheitskarten zu finden, die auf eine „leiser als normale“ Lautheitswahrnehmung hindeuten. Viele hellblaue und dunkelblaue Felder lassen auf eine zu geringe Verstärkung schließen. Insbesondere bei leisen Eingangspiegeln (G50) ist damit die Hörbarkeit der Signale nicht mehr gegeben, was zu einem reduzierten Sprachverstehen führen kann.
- Bereich D: Diese Lautheitskarten zeigen für geringe Eingangspegel (G50) einige blaue Felder, während für hohe Eingangspegel (G80) einige gelbe und rote Felder zu erkennen sind. Leise Signale (G50) werden somit nicht ausreichend verstärkt und werden „leiser als normal“ wahrgenommen. Damit ist auch die Hörbarkeit von Sprache nicht sichergestellt, ein reduziertes Sprachverstehen für geringe Eingangspegel kann die Folge sein. Signale mit hohen Eingangspegeln (G80) werden hingegen „lauter als normal“ wahrgenommen.

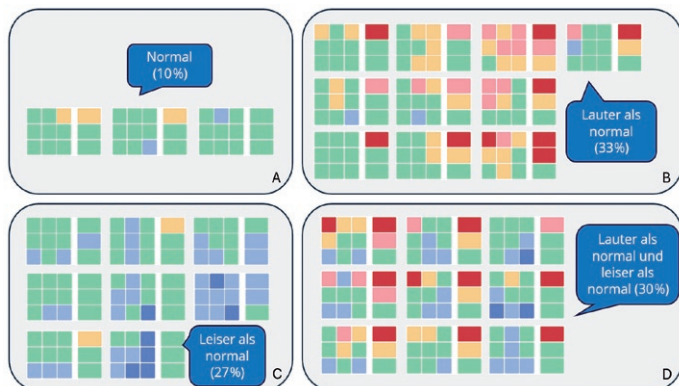


Abbildung 4: Lautheitskarten aus einer Studie zur Überprüfung der herstellereigenen Anpassmethode mit revoloud. Die verschiedenen Lautheitskarten zeigen unterschiedliche Problembereiche auf – von zu viel Verstärkung (Bereich B) über zu wenig Verstärkung (Bereich C) bis hin zur Kombination aus zu wenig Verstärkung bei G50 und zu viel Verstärkung bei G80 (Bereich D).

nommen, was zu einer geringen Akzeptanz der Hörgeräte führen kann.

Nur drei Lautheitskarten wurden in den Bereich A („normal“) einsortiert, zehn Lautheitskarten wurden in den Bereich B („lauter als normal“) eingruppiert, acht Lautheitskarten wurden in den Bereich C („leiser als normal“) eingruppiert und neun Lautheitskarten wurden dem Bereich D („lauter als normal bei G80 und leiser als normal bei G50“) zugeordnet. Manche Lautheitskarten aus dem Bereich „leiser als normal“ zeigen nur wenige hellblaue Felder und hätten auch in den Bereich A einsortiert werden können, jedoch deuten insbesondere hell- oder dunkelblaue Felder in der Pegelkategorie Leise (G50) auf eine reduzierte Hörbarkeit durch zu wenig Verstärkung hin. Da sich dies negativ auf das Verstehen leiser Sprache auswirken könnte, wurde in dem Fall, dass zwei oder mehr Felder in der Pegelkategorie Leise (G50) hellblau waren, die Lautheitskarte dem Bereich C („leiser als normal“) zugeordnet.

Der Anteil der hell- und dunkelblauen Felder („leiser als normal“) über alle Probanden betrug 20 % und war damit ungefähr so groß wie der Anteil an gelben, hell- und dunkelroten Feldern („lauter als normal“) mit 23 %. Grüne Felder („normal“) lagen in 57 % der Fälle vor.

In Abbildung 5 ist die Häufigkeit der Farben für die drei Pegelkategorien getrennt ausgewertet. Für die Pegelkategorie Laut (G80; Abbildung 5 oben) erkennt man, dass mit 45 % (gelb: 18 %, hellrot: 12 %, dunkelrot: 15 %) deutlich mehr „Lauter als

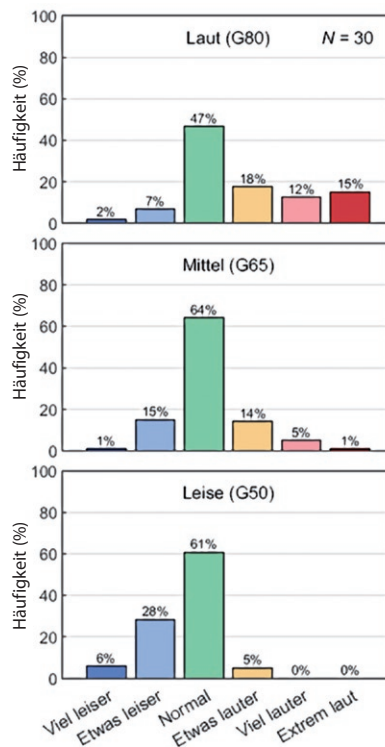


Abbildung 5: Balkendiagramme der Häufigkeit der sechs farbcodierten Lautheitswahrnehmungskategorien, ausgewertet für die Pegelkategorie Leise (G50), Mittel (G65) und Laut (G80)

normal“-Felder aufgetreten sind als „Leiser als normal“-Felder mit 9 %. Das bedeutet, dass bei Erstanpassungen fast bei jedem zweiten Kunden eine Verstärkungsreduktion für G80 notwendig ist, um eine normale Lautheitswahrnehmung zu erreichen. Für die Pegelkategorie Mittel (G65) sind „Lauter als normal“-Felder mit 20 % vertreten und „Leiser als normal“-Felder mit 16 %. Es ist also in ungefähr gleich vielen Fällen eine Erhöhung bzw. eine Reduktion der Verstärkung in der Feinanpassung erforderlich, um eine normale Lautheitswahrnehmung zu erreichen. Bei der Pegelkategorie Leise (G50) gab es nur noch 5 % „Lauter als normal“-Felder, wohingegen 34 % der Felder „leiser als normal“ waren. Hier ist also bei ca. jedem dritten Kunden eine Erhöhung der Verstärkung in der Feinanpassung notwendig, um eine normale Lautheitswahrnehmung zu erreichen. Eine „Leiser als normal“-Einstellung für die Pegelkategorie Leise (G50) sollte vermieden werden, damit die Hörbarkeit auch für leise Signale gegeben ist.

## Diskussion

Bei 15 von 30 erfahrenen Hörgeräteträgern wurden nach der Erstanpassung nach Herstellervorgabe „Extrem laut“-Lautheitsbewertungen in der Signalkategorie Breitbandig, Laut (G80) festgestellt. Das deutet darauf hin, dass die berechneten Verstärkungswerte für breitbandige Eingangspegel von 80 dB SPL im Mittel zu hoch für eine Lautheitsnormalisierung sind. Die Analyse für G80 in Abbildung 5 zeigt eine Verteilung, die in Richtung „lauter als normal“ verschoben ist. Auffällig in den Lautheitskarten ist, dass in den schmalbandigen Frequenzkategorien (Tiefen, Mitten und Höhen) nur bei drei Probanden „Extrem laut“-Ergebnisse aufgetreten sind. Dies steht im Einklang mit der Annahme, dass Überprüfungs-messungen zur Lautheitswahrnehmung mit schmalbandigen Signalen nicht geeignet sind, um die Lautheitswahrnehmung von breitbandigen Signalen vorherzusagen. Der Grund für die empfindliche Lautheitswahrnehmung bei lauten Pegeln könnte in vielen Fällen eine erhöhte binaurale breitbandige Lautheitssummation sein, die bei einer Hörminderung deutlich höher ausfallen kann, als es für Normalhörende beobachtet wird (Oetting et al. 2016).

Diese Ergebnisse entsprechen Ergebnissen aus der Literatur zum Abbreviated-Profile-of-Hearing-Aid-Benefit (APHAB)-Fragebogen. Bei diesem Fragebogen beurteilen Hörgeräteträger vor und nach einer Hörgeräteversorgung, wie häufig Hörprobleme in den beschriebenen Situationen wahrgenommen werden. Typischerweise findet eine Verbesserung der Hörsituation durch Hörgeräte auf der Ease-of-Communication-Skala in einfachen Hörsituationen in ruhiger Umgebung, auf der Background-Noise-Skala in Hörsituationen mit Hintergrundgeräuschen sowie auf der Reverberation-Skala in Hörsituationen in großen Räumen mit Nachhall statt. Auf der Aversiveness-of-Sounds-Skala in Hörsituationen mit lauten Schalleignissen wird oft eine Verschlechterung der Hörsituation

nach einer Hörgeräteversorgung ermittelt (z. B. Johnson et al. 2010, Löhler et al. 2015). Dies deckt sich mit den häufig auftretenden „Extrem laut“-Beurteilungen nach dem First Fit in der Pegelkategorie Laut (G80). Hier ist häufig eine Reduktion der Verstärkung in der Feinanpassungsphase erforderlich. Zu beachten ist, dass die Fragebögen mit feinangepassten Hörgeräten durchgeführt wurden und nicht mit der First-Fit-Einstellung.

Für die Pegelkategorie Leise (G50) muss die Verstärkung in vielen Fällen während der Feinanpassung angehoben werden, um eine normale Lautheitswahrnehmung zu erreichen.

## Fazit

Mit *revoloud* wurde eine neue Methode zur Überprüfung der Lautheitswahrnehmung vorgestellt, bei der die Abweichungen der individuellen Lautheitswahrnehmung von einer Normalhörenden-Referenz ermittelt und das Ergebnis auf einer intuitiven Lautheitskarte dargestellt wird. Es werden bei der Messung natürliche Signale verwendet, die für die Lautheitsbewertung mit Hörgeräten optimiert wurden. Die Methode eignet sich als Werkzeug für die Hörgeräteanpassung und bietet Unterstützung bei der Feinanpassung, indem Problemfelder mit Unter- oder Überverstärkung sichtbar gemacht werden.

Die Evaluation der Methode *revoloud* mit Hörgeräteträgern hat gezeigt, dass nach dem First Fit in der Feinanpassungsphase in 45 % der Fälle die Verstärkung in der Pegelkategorie Laut (G80) reduziert werden muss, um eine normale Lautheitswahrnehmung zu erreichen. In 34 % der Fälle muss die Verstärkung für die Pegelkategorie Leise (G50) erhöht werden, um eine normale Lautheitswahrnehmung zu erreichen. Bei vielen Probanden war in den Lautheitskarten mit First Fit erheblicher Korrekturbedarf bei den Verstärkungswerten erkennbar.

## Literatur

- Bisgaard N, Vlaming MSMG, Dahlquist M (2010) Standard audiograms for the IEC 60118-15 measurement procedure. *Trends in Amplification* 14(2), 113–120
- Exter M, Jansen T, Hartog L, Oetting D (2024) Development and evaluation of a loudness validation method with natural signals for hearing aid fitting. *Trends in Hearing* 28, 1–22
- Johnson JA, Cox RM, Alexander GC (2010) Development of APHAB norms for WDRC hearing aids and comparisons with original norms. *Ear and Hearing* 31(1), 47–55
- Löhler J, Akcicek B, Wollenberg B, Schönweiler R (2016) Die Verteilung und Streuung von APHAB-Antworten vor und nach einer Hörgeräteversorgung. *Laryngo-Rhino-Otologie* 95(11), 768–773
- Oetting D, Hohmann V, Appell JE, Kollmeier B, Ewert SD (2016) Spectral and binaural loudness summation for hearing-impaired listeners. *Hearing Research* 335, 179–192

Fotos: M. Hibbeler/Hörzentrum Oldenburg

### Die Autoren



Dr. Dirk Oetting ist seit 2017 für das Hörzentrum Oldenburg tätig und entwickelt neue Anpassverfahren für Hörgeräte. Von 2010 bis 2017 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Projektgruppe Hör-, Sprach- und Audio-technologie des Fraunhofer IDMT in der Abteilung Persönliche Hörsysteme in Oldenburg. Im Jahr 2016 schloss er erfolgreich seine Promotion an der Universität Oldenburg auf dem Gebiet der lauthheitsbasierten Hörgeräteanpassung ab.



Theresa Jansen (M.Sc.) ist seit ihrem Masterabschluss im Fach Hörtechnik und Audiologie im Jahr 2022 als wissenschaftliche Mitarbeiterin beim Hörzentrum Oldenburg beschäftigt. Im Rahmen ihrer Bachelorarbeit entwickelte sie die Lautheitsvalidierungsmethode, aus der das Produkt revoloud hervorging. Ihr aktueller Forschungsschwerpunkt ist die Verbesserung der individuellen Hörgeräteanpassung mit besonderem Fokus auf Sprachverstehen in komplexen Hörsituationen.



Laura Hartog studierte Hörtechnik und Audiologie an der Jade Hochschule Oldenburg (B.Eng.) sowie an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg (M.Sc.). Seit 2018 ist sie als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Hörzentrum Oldenburg tätig und übernahm 2020 die Leitung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Ihr Schwerpunkt liegt auf der Entwicklung lauthheitsbasierter Anpassverfahren für Hörsysteme.



Dr. Mats Exter, Studium der Allgemeinen Sprachwissenschaft, Historisch-Vergleichenden Sprachwissenschaft und Phonetik (M.A.) an der Universität Köln sowie Studium der Hörtechnik und Audiologie (M.Sc.) an der Universität Oldenburg, ist nach Stationen als wissenschaftlicher Mitarbeiter an den Universitäten Bonn und Düsseldorf seit 2017 als wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Hörzentrum Oldenburg beschäftigt. Zu seinen Forschungsschwerpunkten gehören technologische Fragestellungen und Simulationen rund um Hörgeräte und Cochlea-Implantate ebenso wie die Entwicklung und Verbesserung von Methoden zur audiologischen Diagnostik und zur Anpassung von Hörsystemen.