Definition von Hörgerätemerkmalen

IEC 60118-16, die erste Norm für Funktionsmerkmale in Hörgeräten

Dr. Hendrik Husstedt • Deutsches Hörgeräte Institut

Es gibt grundlegende Funktionsmerkmale, die seit vielen Jahren in Hörgeräten zur Verfügung stehen, aber bisher nicht normiert waren. Dies kann zu Missverständnissen und Verwirrung unter Fachleuten und Nutzern führen. Daher ist es von besonderer Bedeutung, dass kürzlich die erste Norm mit Definitionen und Messverfahren für typische Hörgerätemerkmale, wie z. B. Hörgerätekanäle oder eine Störgeräuschreduktion, erschienen ist. Das ist Anlass genug, um den Inhalt der neuen Norm IEC 60118-16 vorzustellen und die Bedeutung aus Sicht des Hörakustikers genauer zu betrachten.

Normen spielen wie in vielen anderen Bereichen auch bei Hörgeräten eine wichtige Rolle. Insbesondere werden in der Normenreihe IEC 60118 viele für Hörgeräte wichtige Eigenschaften und Begriffe festgelegt, wie z. B. die im Datenblatt anzugebenen Leistungsmerkmale entsprechend IEC 60118-0 oder die Durchführung der Perzentilanalyse nach IEC 60118-15. In dieser Normenreihe wurde nun der Teil 16 ergänzt und im März 2022 international unter dem Titel „IEC 60118-16:2022 Electroacoustics – Hearing aids – Part 16: Definition and verification of hearing aid features“ und im Mai 2023 auf Deutsch unter dem Titel „DIN EN IEC 60118-16:2023 Elektroakustik – Hörgeräte – Teil 16: Begriffe und Verifikation von Hörgeräteeigenschaften“ veröffentlicht. Die neue Norm enthält nicht nur Definitionen für typische Hörgerätemerkmale, sondern auch Messverfahren zur Überprüfung. Das Ziel besteht nicht darin, die Leistung von Merkmalen zu bewerten, sondern ihr Vorhandensein und ihre Funktionalität zu verifizieren. Darüber hinaus sind die Definitionen und Verfahren so allgemein wie möglich gehalten, damit die Norm auf verschiedene Arten von Hörgeräten angewendet werden kann, wie z. B. auf Luft- oder Knochenleitungshörgeräte.

Störgeräuschreduktion

Die Störgeräuschreduktion wird zunächst allgemein als Merkmal der Signalverarbeitung eines Hörgeräts beschrieben, um Störgeräusche bezogen auf den absoluten Pegel oder relativ zum Pegel eines Zielsignals zu vermindern. Dies ist als Oberbegriff zu verstehen, unter dem dann die folgenden zwei konkreten Varianten festgelegt werden.

– **Störgeräuschreduktion zur Sprachhervorhebung**
  Merkmal der Signalverarbeitung eines Hörgeräts zur Erhöhung des Signal-Rausch-Verhältnisses, selbst wenn Sprache und Störgeräusch gleichzeitig aus der gleichen Richtung präsentiert werden und das gleiche mittlere Langzeitspektrum aufweisen.

– **Verstärkungsreduzierung bei Störgeräuschen**
  Merkmal der Signalverarbeitung eines Hörgeräts zur Verringerung der Verstärkung von Störgeräuschen im Vergleich zur Verstärkung von Sprache, selbst wenn Sprache und Störgeräusche nacheinander aus derselben Richtung präsentiert werden und das gleiche mittlere Langzeitspektrum aufweisen.

Die „Störgeräuschreduktion zur Sprachhervorhebung“ ist für Situationen mit Sprache und Störgeräusch konzipiert, um die Sprache gegenüber dem Störgeräusch zu erhöhen. Technisch wird dafür ein Gewinn an Signal-Rauschverhältnis (SNR) ermittelt. Die Erhöhung des SNR bedeutet in der Regel aber nicht, dass dadurch auch das Sprachverstehen verbessert wird. Die „Verstärkungsreduzierung bei Störgeräuschen“ ist für die Absenkung der Verstärkung in Situationen mit ausschließlich Störgeräuschen gedacht, damit diese Situationen als weniger unangenehm empfunden werden. Die audiologische Intention beider Varianten ist daher unterschiedlich einzuordnen.

Hörprogramme und Hörsituationen

Hörgeräte besitzen eine Vielzahl unterschiedlicher Parameter, wie z. B. frequenzabhängige Verstärkung und Kompression, um die Signalverarbeitung individuell anpassen zu können. Abhängig von der vorliegenden Hörsituation können unterschiedliche Einstellungen vorteilhaft sein, z. B. sind nach vorne ausgerichtete Richtmikrofone bei einem Gespräch am Tisch, nicht aber als Fahrer eines Autos von Vorteil. Daher wird in der Norm folgende Festlegung getroffen.

– **Hörsituation**
  Situation, in der ein Hörgeräteträger eine bestimmte Signalverarbeitung benötigt.

Um die Parameter für verschiedene Hörsituationen anzupassen, verfügen Hörgeräte seit Längerem schon über sogenannte Hörprogramme.

– **Hörgeräteprogramm**
  Satz von Parametern, der mindestens den Frequenzgang und möglicherweise andere Parameter der Signalverarbeitung eines Hörgeräts definiert und der vom Hörgeräteträger ausgewählt werden kann oder der vom Hörgerät automatisch ausgewählt wird, um die Signalverarbeitung an bestimmte Hörsituationen anzupassen.

Es können also mehrere Einstellungen gespeichert und durch den Nutzer, z. B. per Tastendruck, Fernbedienung oder App, ausgewählt werden. Darüber hinaus bieten manche Geräte aber auch die Möglichkeit, dass die gerade vorherrschende Hörsituation klassifiziert und das zugehörige Hörprogramm automatisch ausgewählt wird. Bei der Erstellung der Norm war es wichtig, dass nur die mit Hörprogrammen verbundenen Möglichkeiten, nicht aber die eigentliche Signalverarbeitung, festgelegt werden, um weiterhin verschiedene Herstellerphilosophien zu ermöglichen und keine zukünftigen Entwicklungen zu beschränken.

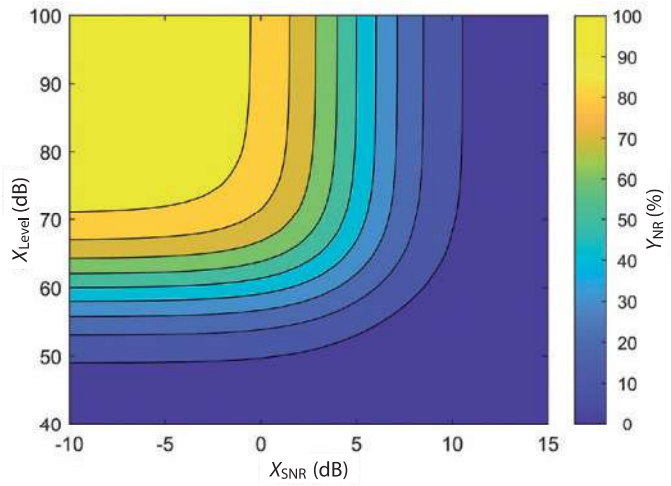


Abbildung 1: Konstruiertes Beispiel für die adaptive Anpassung der Stärke der Störgeräuschunterdrückung (Y_{NR}) als Funktion vom Eingangspegel (X_{Level}) und SNR (X_{SNR})

Abbildungen: DHI

Neben Hörprogrammen besitzen viele Hörgeräte mittlerweile eine adaptive Signalverarbeitung. Das bedeutet, dass Funktionsmerkmale adaptiv auf wechselnde Hörsituationen reagieren. Zur Veranschaulichung ist in Abbildung 1 ein konstruiertes Beispiel für die Stärke der Störgeräuschunterdrückung (Y_{NR}) als Funktion vom Eingangspegel (X_{Level}) und SNR (X_{SNR}) dargestellt. Der Unterschied zu automatisch ausgewählten Hörprogrammen ist, dass keine Parameter für einzelne Hörsituationen festgelegt werden können, sondern die Parameter im Hörgerät nach einer bestimmten Regel adaptiv geändert werden. Für diese Art der Signalverarbeitung ist die Festlegung von bestimmten Hörsituationen nicht erforderlich. Zudem geschieht die adaptive Änderung der Parameter meistens stufenlos, sodass eine äquivalente Anzahl von berücksichtigten Hörsituationen nur schwer zugewiesen werden kann. Dennoch ist es in der Norm gelungen, auch für diese Art der Signalverarbeitung eine Messmöglichkeit bereitzustellen. Dafür werden in einer linearen Verstärkungseinstellung verschiedene Signale präsentiert, die exemplarisch für eine gewisse Hörsituation stehen. Das Ergebnis dieser Messung kann dann aufzeigen, wie viele Hörsituationen vom Hörgerät mindestens unterschieden werden können.

Rückkopplungsunterdrückung

Ein gewisser Teil des ausgegebenen Signals gelangt bei Hörgeräten, z. B. akustisch, mechanisch oder elektrisch, wieder zurück zum Eingang, was als Rückkopplung bezeichnet wird.

– **Rückkopplung**
  Rückführung eines Teils der Energie des Ausgangssignals des Hörgeräts an den Eingang desselben Hörgeräts.

Wenn die Rückkopplung so stark ist, dass ein lauter Pfeifton zu hören ist, liegt entsprechend der Norm eine „kritische Rückkopplungsbedingung“ vor.

– **Kritische Rückkopplungsbedingung**
  Situation, in der Rückkopplung ein pfeifendes Geräusch am Ausgang des Hörgeräts verursacht.

Das Auftreten genau dieser Situation soll durch eine Rückkopplungsunterdrückung verringert oder gänzlich vermieden werden.

– **Rückkopplungsunterdrückung**
  Merkmal der Signalverarbeitung eines Hörgeräts, um das Auftreten der kritischen Rückkopplungsbedingung zu verringern oder vollständig zu vermeiden, ohne dabei eine Verringerung der Verstärkung hervorzurufen.

Die Stärke der Rückkopplung wird maßgeblich durch die Bauform, die akustische Ankopplung und die gewählte Verstärkung festgelegt. Eine Änderung der akustischen Ankopplung, z. B. durch eine Erhöhung der Abdichtung des Ohrpassstücks, ist nicht Teil der Signalverarbeitung und wird daher nicht als Rückkopplungsunterdrückung verstanden. Bei dem in der Norm festgelegten Messverfahren wird die Verstärkung des Hörgeräts sowohl mit als auch ohne aktivierte Rückkopplungsunterdrückung so lange erhöht, bis die „kritische Rückkoppelbedingung“ erreicht wird. Werden mit eingeschalteter Rückkopplungsunterdrückung mindestens 5 dB mehr Verstärkung erreicht, gilt die Funktionalität als nachgewiesen. Der Gewinn an möglicher Verstärkung durch eine Rückkopplungsunterdrückung wird auch als zusätzliche stabile Verstärkung (Added Stable Gain) bezeichnet. Für diese Messung ist es wichtig, dass die kritische Rückkopplungsbedingung zumindest bei deaktivierter Rückkopplungsunterdrückung erreicht wird. Dafür werden im Anhang der Norm verschiedene Möglichkeiten, wie z B. eine Rückführung des Ausgangssignals mit einem Schallschlauch, aufgezeigt.

Hörgerätekanäle

Eine grundlegende Aufgabe von Hörgeräten ist es, Signale wieder hörbar zu machen. Dafür werden geringe Eingangspegel

verstärkt und über die erhöhte Hörschwelle gehoben. Da die Empfindung von höheren Pegeln bei Schwerhörigen im Vergleich zu Menschen ohne Hörverlust abgesenkt, unverändert oder erhöht sein kann, muss die Verstärkung für höhere Pegel getrennt einstellbar sein. Dies wird bei Hörgeräten durch eine automatische Verstärkungsregelung (Automatic Gain Control (AGC)) bzw. Dynamikkompression realisiert. Zudem ist insbesondere die Hörschwelle, aber auch die Unbehaglichkeitsschwelle frequenzabhängig, sodass eine frequenzabhängige Einstellung der Verstärkung und Dynamikkompression notwendig ist, was bei Hörgeräten durch mehrere Hörgerätekanäle ermöglicht wird.

– **Hörgerätekanal**
  Merkmal der Signalverarbeitung eines Hörgeräts, das eine individuelle Einstellung der Verstärkung und der Parameter einer automatischen Verstärkungsregelung für einen bestimmten Frequenzbereich ermöglicht.

Im Gegensatz dazu wird die frequenzabhängige Einstellmöglichkeit der Verstärkung als Hörgeräteband bezeichnet.

– **Hörgeräteband**
  Merkmal der Signalverarbeitung eines Hörgeräts, das eine individuelle Einstellung der Verstärkung für einen bestimmten Frequenzbereich ermöglicht.

Messtechnisch werden Hörgerätekanäle in der Norm mit einem Sinuston in Kombination mit einem 1/f-Rauschen überprüft. Dabei besitzt der Sinuston einen Pegel, der die Kompression in einem bestimmten Frequenzbereich triggert. Der Pegel des 1/f-Rauschens ist dabei so niedrig, dass die Kompression nicht beeinflusst wird. Mithilfe des 1/f-Rauschens kann der wirksame Frequenzbereich der Kompression ermittelt werden.

Ausgangsbegrenzung

Um den Nutzer vor zu lauten Schallsignalen zu schützen, verfügen Hörgeräte über eine Ausgangsbegrenzung.

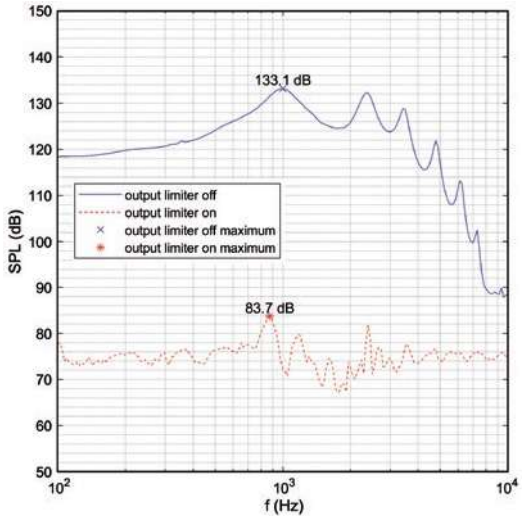


Abbildung 2: Beispiel für das Ergebnis einer Messung zur Überprüfung der Ausgangsbegrenzung nach IEC 60118-16

– **Ausgangsbegrenzung**
  Merkmal eines Hörgeräts, das es erlaubt, einen Grenzwert für die maximale Ausgangsleistung (MPO) festzulegen und neu festzulegen.

Für die messtechnische Überprüfung entsprechend der neuen Norm muss das Gerät in eine lineare Einstellung mit maximaler Verstärkung gebracht werden. Danach wird jeweils ein Sinussweep bei 90 dB Eingangspegel ohne und mit maximal wirksamer Ausgangsbegrenzung durchgeführt. Für die Bestätigung der Funktionalität muss der Maximalwert durch die Ausgangsbegrenzung um mindestens 10 dB abgesenkt werden können, wie es in Abbildung 2 beispielhaft dargestellt wird.

Fazit

In der Norm IEC 60118-16 werden erstmals grundlegende Funktionsmerkmale von Hörgeräten festgelegt. Zudem sind Messverfahren zum Nachweis der Funktionalität enthalten. Damit können herstellerspezifische Bezeichnungen nun einheitlichen Definitionen zugeordnet werden, was für mehr Transparenz bei Hörakustikern und Hörgeräteträgern führen sollte. Hörakustiker können sich zudem gezielt nach den normierten Funktionsmerkmalen beim Hersteller erkundigen und bei einigen Messboxen sind die Messverfahren auch schon teilweise implementiert. Für Hersteller bietet die Norm die Möglichkeit, dass Funktionsmerkmale international einheitlich verstanden werden, sodass die Wahrscheinlichkeit verschiedener nationaler Festlegungen geringer wird. Ob Hersteller auch in ihren Datenblättern auf die neue Norm verweisen werden, ist schwer einzuschätzen. Unabhängig davon ist es aber zu erwarten, dass der GKV-Spitzenverband die Mindestanforderungen im Hilfsmittelverzeichnis auf die Norm referenzieren wird.

Abschließend bleibt noch anzumerken, dass eine zukünftige Ergänzung der Norm um weitere typische Funktionsmerkmale, wie z. B. Richtmikrofontechnik, Impulsschallreduzierung, Windgeräuschreduzierung, Frequenzmodifikation, wünschenswert wäre. Damit kann laut den Regularien im Normungswesen aber frühstens 2025 begonnen werden.

Der Autor

Foto: DHI



Dr. techn. Hendrik Husstedt ist Geschäftsführer der Deutsches Hörgeräte Institut GmbH, einem international anerkannten Prüf- und Forschungsinstitut. In dieser Funktion leitet er den akkreditierten Prüfbetrieb und die Forschungsaktivitäten im Bereich der Hörakustik. Zudem ist Husstedt aktives Mitglied in nationalen und internationalen Normungsgremien und Fachausschüssen, hält als externer Dozent an der Universität zu Lübeck und der Technischen Hochschule Lübeck Pflichtvorlesungen und betreut studentische Arbeiten.