

# Signalhörbarkeit beim Tragen von Gehörschutz in verschiedenen Arbeitssituationen

Sandra Dantscher

IFA - Institut für Arbeitsschutz der DGUV, 53757 Sankt Augustin

E-Mail: [sandra.dantscher@dguv.de](mailto:sandra.dantscher@dguv.de)

## Gehörschutz und Signale

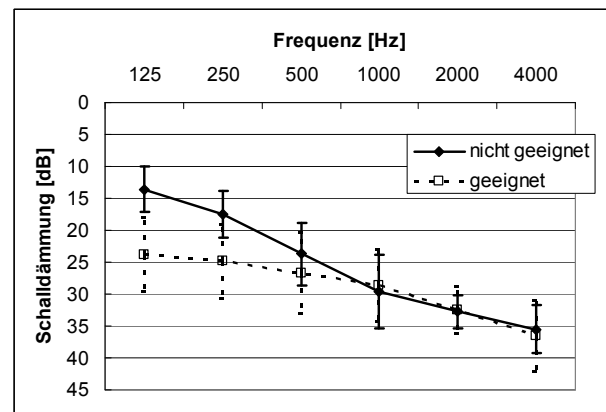
An vielen Arbeitsplätzen, an denen der Tages-Lärmexpositionspegel die Auslösewerte überschreitet, so dass ein geeigneter Gehörschutz ausgewählt werden muss, müssen auch Signale (sowie Sprache und weitere informationshaltige Geräusche) wahrgenommen werden. Dies kann zu Problemen führen, da sich die akustische Wahrnehmung beim Tragen von Gehörschutz verändert. Durch die Frequenzabhängigkeit der Dämmwerte kann es im schlimmsten Fall zum Überhören von Warnsignalen kommen. Hintergrund ist die Verdeckung von Signalen durch die Störgeräusche. Dies bedeutet, dass ein Störgeräusch mit einer bestimmten Frequenz nicht nur die Signalkomponente bei dieser Frequenz verdeckt, sondern auch bei höheren Frequenzen. Vor allem für tiefe Frequenzen ist dieser Effekt stark ausgeprägt.

Durch das Tragen eines Gehörschutzes kann die Wahrnehmung noch verschlechtert werden, wenn der verwendete Gehörschutz für tiefe Frequenzen eine deutlich geringere Dämmung aufweist als für hohe Frequenzen. Denn dadurch können stärker gedämmte Signalanteile bei hohen Frequenzen durch die weniger gedämmten Beiträge des Störgeräusches bei tiefen Frequenzen leichter verdeckt werden. Idealerweise sollte ein Gehörschutz alle Frequenzen etwa gleich stark dämmen. Dann sollte sich die Signalhörbarkeit mit und ohne Gehörschutz kaum unterscheiden. Um die Auswahl von Gehörschützern bezüglich ihrer Signalhörbarkeit für den Benutzer zu erleichtern, werden am Institut für Arbeitsschutz (IFA) der DGUV verschiedene Rechenverfahren verwendet. So kann eine Vorauswahl für die Wahrnehmung von Signalen (sowie Sprache und weiterer informationshaltiger Geräusche) erfolgen. Einsatzvoraussetzung muss jedoch immer eine Hörprobe am Arbeitsplatz sein.

## Allgemeines Kriterium für Signalhörbarkeit

Ein allgemeines Kriterium für die Signalwahrnehmbarkeit ist der Anstieg der Dämmung zu hohen Frequenzen hin. Je geringer dieser Anstieg ausfällt, umso besser ist der Gehörschutz geeignet, da die oben genannten Verdeckungseffekte geringer ausgeprägt sind. Als Eignungsgrenze wurde für die Regressionsgerade zwischen 125 Hz und 4 kHz eine Steigung von 3,6 dB/Oktave festgelegt. Grundlage sind dabei die Mittelwerte der Schalldämmung aus der Baumusterprüfung. Dieses Kriterium erfüllen 51 % der Gehörschützer aus der IFA-Positivliste (Liste aller dem IFA gemeldeten Gehörschützer mit EG-Baumusterprüfbescheinigung). Auch im Auswahlprogramm [1], das auf der IFA-Homepage heruntergeladen werden kann, ist dies mit einer Kennzeichnung („W“) hinterlegt. Abbildung 1 zeigt die gemittelten Schall-

dämmwerte für die beiden Gruppen (Kriterium erfüllt oder nicht); für die geeigneten Produkte verläuft die Kurve deutlich flacher.



**Abbildung 1:** Mittelwerte der Schalldämmung (mit Standardabweichung) für die beiden Gruppen von Gehörschützern aus der IFA-Positivliste, die das allgemeine Kriterium für Signalwahrnehmbarkeit erfüllen oder nicht.

## Spezialfall 1: Personen mit Hörminderung

Bei Personen mit Hörminderung leidet die gesamte akustische Wahrnehmung. Bei der typischen Lärmschwerhörigkeit treten Hörverluste zuerst im Bereich um 4000 Hz auf und erweitern sich hin zu tieferen Frequenzen. Dadurch leidet mit ansteigender Hörminderung die Sprachwahrnehmung. Bei der Benutzung von Gehörschutz wird dieser Effekt noch verstärkt. Denn die Dämmung der meisten Produkte nimmt zu höheren Frequenzen hin zu, so dass die Pegel im geschädigten Bereich noch zusätzlich reduziert werden. Außerdem führen die durchgelassenen tieffrequenten Störgeräusche zur Verdeckung der höherfrequenten Anteile. Damit wird zusätzlich zu der Verschiebung des Klangbildes durch die Hörminderung eine weitere Klangveränderung durch den Gehörschutz erzeugt.

Aus diesem Grund ist es angebracht, für diese Personengruppe strengere Kriterien für Gehörschützer, die für die Signalhörbarkeit geeignet sind, zu fordern. Es wird eine maximale Steigung von 2 dB/Oktave für den Frequenzbereich zwischen 125 Hz und 4 kHz vorgeschlagen. Dieses Kriterium erfüllen 14 % der Produkte aus der IFA-Positivliste.

## Spezialfall 2: Musiker

Da Musiker oftmals hohen Expositionspegeln ausgesetzt sind und gleichzeitig für die Ausübung ihrer Tätigkeit besonders auf ihr Gehör angewiesen sind, muss die Auswahl eines Gehörschutzes unter speziellen Gesichtspunkten erfolgen. In einem eigenen Auswahlprogramm des IFA für Musiker [2]

wird nicht nur die oben beschriebene Steigung der Regressionsgeraden berücksichtigt, sondern zusätzlich die Abweichung der einzelnen Dämmwerte von dieser Geraden (Summe der Fehlerquadrate). Damit lassen sich Gehörschützer ausschließen, die einen sehr ungleichmäßigen Frequenzgang aufweisen.

### Signalhörbarkeit für spezielle Arbeitsbereiche

Für bestimmte Arbeitsbereiche gelten spezielle gesetzliche Regelungen, die den Einsatz von Gehörschutz aus Sicherheitsgründen untersagen. Dies betrifft z.B. Arbeiten im Gleisoberbau oder das Führen von Fahrzeugen im öffentlichen Straßenverkehr. Abhilfe schafft eine rechnerische Vorauswahl geeigneter Gehörschützer, die von den Unfallversicherungsträgern in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden festgelegt wurde. Dazu wird ein komplexeres Berechnungsverfahren eingesetzt, das die Geräuschsituation an den jeweiligen Arbeitsplätzen (Störgeräusche und sicherheitsrelevante Signale) berücksichtigt.

### Berechnung nach ISO 532 (spektrale Verdeckung)

Grundlage der Berechnung ist die spektrale Verdeckung nach Zwicker nach ISO 532 [3,4]. Dafür werden Spektren der Arbeitsplatzgeräusche (Signale und Störgeräusche) benötigt. Für jede Kombination aus einem Signal und einem Störgeräusch wird nun die Lautheit des Signals im Störgeräusch berechnet. Konkret muss dazu der Pegel des Signalspektrums so verschoben werden, dass sich für alle Kombinationen die gleiche, vorher definierte Wahrnehmbarkeit ergibt.

Im nächsten Schritt wird von beiden Spektren (Signal und Störgeräusch) die Dämmung des zu prüfenden Gehörschutzes (Mittelwerte aus der Baumusterprüfung) abgezogen und mit den so veränderten Spektren erneut die Wahrnehmbarkeit berechnet. Für den schon erwähnten Idealfall einer nahezu frequenzunabhängigen Dämmung sollte sich die annähernd gleiche Wahrnehmbarkeit ergeben wie ohne Gehörschutz. Für Gehörschützer, die die tiefen Frequenzen deutlich weniger dämmen, erhält man typischerweise eine schlechtere Wahrnehmbarkeit, weil der tieffrequente Störlärm höherfrequente Signalanteile verdeckt. Verschlechtert sich die Wahrnehmbarkeit durch den Gehörschutz um mehr als einen festgelegten Grenzwert, ist dieses Produkt für den entsprechenden Arbeitsplatz nicht geeignet.

### Vergleich der Berechnungsergebnisse

Der Anteil der Gehörschützer aus der IFA-Positivliste, der die Kriterien an eine ausreichende Signalwahrnehmbarkeit für die speziellen Arbeitsplätze nach der Zwicker-Berechnung erfüllt, hängt von der Komplexität der akustischen Situation ab. Für den Gleisoberbau, wo nur ein Warnsignal gehört werden muss (Rottenwarntyphon), sind 35 % der Gehörschützer geeignet. Für Fahrzeugführer im öffentlichen Straßenverkehr liegt die Quote nur bei 18 %. Zum einen müssen für die Berechnungen verschiedene Signale (Autohupen und Signalhörner) berücksichtigt werden, zum anderen liegt auch eine große Anzahl von Störgeräuschen

aus den unterschiedlichen Fahrzeugtypen vor (z.B. Betonmischer, Kehrfahrzeug, Schneeräumfahrzeug).

Eine aktuell laufende Untersuchung für einen Bereich des Eisenbahnbetriebs (Lokrangierführer) liefert ähnliche Ergebnisse mit einer Quote geeigneter Gehörschützer von unter 20 %. Auch an diesen Arbeitsplätzen werden verschiedenartige Tätigkeiten ausgeführt und es müssen unterschiedliche Signale von der Lok und aus der Umgebung gehört werden. Allen Arbeitsbereichen ist gemein, dass die dominierenden Störgeräusche tieffrequent sind und somit beim Tragen von Gehörschutz leicht Signalanteile maskieren können. Der Vergleich zwischen den beiden Bereichen öffentlicher Straßenverkehr und Eisenbahnbetrieb zeigt, dass etwa drei Viertel der Gehörschützer, die ein Kriterium erfüllen, auch für den anderen Bereich geeignet sind. Dabei handelt es sich um die Produkte mit den flachsten Schall-dämmkurven, die damit auch an verschiedenartigen Arbeitsplätzen gute Ergebnisse liefern.

### Vor dem Einsatz: Hörprobe

Wie schon in den vorangegangenen Abschnitten erwähnt werden alle Berechnungen mit den Mittelwerten der Schalldämmung aus der Baumusterprüfung durchgeführt. Jeder einzelne Benutzer wird aber leicht davon abweichende Werte aufweisen. Dazu kommt noch die Tatsache, dass Gehörschutz in der Praxis meist nicht korrekt getragen wird, so dass die Dämmwerte aus den Labormessungen nicht erreicht werden. Somit können die Rechenmethoden nur eine Vorauswahl treffen und jeder Benutzer muss mit seinem Gehörschutz vor Ort eine Hörprobe durchführen. Für die oben genannten speziellen Arbeitsbereiche (Gleisoberbau bzw. öffentlicher Straßenverkehr) ist dies in Schriften der Unfallversicherungsträger geregelt ([5] bzw. [6]). Für den Gleisoberbau ist eine tägliche Hörprobe vorgeschrieben.

Aber auch für alle anderen Arbeitsplätze, für die Gehörschutz nach dem allgemeinen Verfahren (flache Schalldämmkurve) ausgewählt wird, ist eine Hörprobe unter realistischen Bedingungen nötig. Nur wenn der Benutzer mit Gehörschutz alle Signale (Sprache, informationshaltige Geräusche etc.) so zuverlässig erkennt wie ohne Gehörschutz, ist die persönliche Schutzausrüstung geeignet.

### Literatur

- [1] <http://www.dguv.de/ifa/de/prae/softwa/psasw/index.jsp>
- [2] [http://www.dguv.de/ifa/de/prae/softwa/musiker/musiker\\_rechner.xls](http://www.dguv.de/ifa/de/prae/softwa/musiker/musiker_rechner.xls)
- [3] ISO 532:1975; Acoustics: Method for calculating loudness level
- [4] Lazarus H. et al.: Die Wahrnehmbarkeit von Rottenwarntyphonen beim Tragen von Gehörschutz; BAuA-Forschungsbericht Nr. 340 (1983)
- [5] BGV D33: Arbeiten im Bereich von Gleisen (1997)
- [6] BGI 673: Empfehlungen zur Benutzung von Gehörschutz durch Fahrzeugführer bei der Teilnahme am öffentlichen Straßenverkehr (2003)