

DIN EN 17479

ICS 13.340.20

**Gehörschützer –
Leitfaden zur Auswahl von Prüfverfahren für die individuelle Passung;
Deutsche Fassung EN 17479:2021**

Hearing protectors –
Guidance on selection of individual fit testing methods;
German version EN 17479:2021

Protecteurs individuels contre le bruit –
Recommandations relatives au choix des méthodes individuelles de contrôle de l'ajustement;
Version allemande EN 17479:2021

Gesamtumfang 48 Seiten

DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN 17479:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 159 „Gehörschützer“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 075-02-01 AA „Gehörschutz“ im DIN-Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS).

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 5725-1:1994 siehe DIN ISO 5725-1:1997-11

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN ISO 5725-1:1997-11, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Meßverfahren und Meßergebnissen — Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe (ISO 5725-1:1994)*

Deutsche Fassung

**Gehörschützer —
Leitfaden zur Auswahl von Prüfverfahren für die individuelle
Passung**

Hearing protectors —
Guidance on selection of individual fit testing methods

Protecteurs individuels contre le bruit —
Recommandations relatives au choix des méthodes
individuelles de contrôle de l'ajustement

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 13. September 2021 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist. Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim CEN-CENELEC-Management-Zentrum oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, der Republik Nordmazedonien, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Verfahren zur Prüfung der individuellen Passung	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Prüfverfahren	9
4.3 Referenzverfahren für die Messung der Schalldämmung von Gehörschützern.....	10
4.4 Beschreibung der unterschiedlichen Verfahren zur Prüfung der Passung	10
4.4.1 Schallpegelmessungen mit Mikrofonen in menschlichen Ohren (MIRE, en: microphone in real ear) (Verfahren 1)	10
4.4.2 Audiometrisches Verfahren (Bestimmung der Hörschwelle mit und ohne Gehörschützer) (Verfahren 2)	12
4.4.3 Audiometrie-ähnliches Verfahren (Bestimmung der Hörschwelle mit und ohne Gehörschützer) (Verfahren 3)	13
4.4.4 Lautstärkevergleichsverfahren (Verfahren 4)	15
4.4.5 Akustische Leckageprüfung (Verfahren 5)	15
4.4.6 Druckprüfung (Verfahren 6)	16
4.4.7 Überblick über die unterschiedlichen Prüfverfahren	17
5 Vorgehensweise bei der Prüfung der Passung	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Schallpegelmessungen mit Mikrofonen in menschlichen Ohren (MIRE) (Verfahren 1)	19
5.2.1 Durch einen Kopfhörer erzeugtes Schallfeld (Verfahren 1a).....	19
5.2.2 Durch einen Lautsprecher erzeugtes Schallfeld (Verfahren 1b)	20
5.3 Audiometrisches Verfahren (Verfahren 2)	21
5.3.1 Durch einen Kopfhörer erzeugtes Schallfeld (Verfahren 2a).....	21
5.3.2 Durch einen Lautsprecher erzeugtes Schallfeld (Verfahren 2b)	24
5.4 Audiometrie-ähnliches Verfahren (Verfahren 3)	25
5.4.1 Durch einen Kopfhörer erzeugtes Schallfeld (Verfahren 3a).....	25
5.4.2 Durch einen Lautsprecher erzeugtes Schallfeld (Verfahren 3b)	25
5.5 Lautstärkevergleichsverfahren (Verfahren 4)	25
5.6 Akustische Leckageprüfung (Verfahren 5)	27
5.7 Druckprüfung (Verfahren 6)	27
6 Bewertungskriterien.....	29
6.1 Anwendungsbereich der verschiedenen Verfahren	29
6.1.1 Allgemeines	29
6.1.2 Auswahl eines geeigneten Gehörschützers.....	30
6.1.3 Endbenutzerschulung	30
6.1.4 Schulung für Schulungsleiter und Vorgesetzte.....	30
6.1.5 Gesundheitsüberwachung oder Schutz des Gehörs.....	30
6.1.6 Verifizierung der geeigneten Schalldämmung für den Lärmpegel am Arbeitsplatz	31
6.1.7 Passung bei Gehörschutz-Otoplastiken.....	31
6.1.8 Sensibilisierung des Bewusstseins.....	31
6.2 Auswahl nach Benutzerfreundlichkeit.....	31

6.3	Individuelle Betreuung von Mitarbeitern mit Hörschaden	32
6.4	Anwendbarkeit der Verfahren für die verschiedenen Arten von Gehörschützern	33
7	Häufigkeit der Prüfung der Passung	34
8	Unsicherheit	34
8.1	Allgemeine Faktoren für die Unsicherheit der Prüfung der Passung	34
8.2	Besondere Faktoren bezüglich der Unsicherheit für die verschiedenen Verfahren zur Prüfung der Passung	35
8.2.1	MIRE-Verfahren	35
8.2.2	Audiometrische Verfahren	36
8.2.3	Audiometrie-ähnliche Verfahren	36
8.2.4	Lautstärkevergleich	36
8.2.5	Akustische Leckageprüfung	37
8.2.6	Druckprüfung	37
8.3	Quantitativer Ansatz	37
8.3.1	MIRE-Verfahren	37
8.3.2	Audiometrische Systeme	38
8.3.3	Audiometrie-ähnliche Systeme	38
8.3.4	Lautstärkevergleich	38
8.3.5	Akustische Leckageprüfung	38
8.3.6	Druckprüfung	38
9	Prüfbericht	39
	Anhang A (informativ) Vergleich mit Zielwerte	40
A.1	Allgemeines	40
A.2	Schalldämmwerte aus der Baumusterprüfung	40
A.2.1	Allgemeines	40
A.2.2	Oktavbandwerte	40
A.2.3	HML- und SNR-Werte	41
A.3	Restschallpegel am Ohr	43
	Anhang B (informativ) Beispiel für ein Protokoll zur Bestimmung der Messunsicherheit	44
	Literaturhinweise	45

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN 17479:2021) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 159 „Gehörschützer“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 2022, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 2022 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die Republik Nordmazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Serbien, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Einleitung

Die Notwendigkeit der Verwendung von Gehörschützern ist heutzutage offensichtlich. Ein geeigneter Gehörschutz wird anhand verschiedener Auswahlkriterien wie erforderliche Schalldämmung, Komfort, Arbeitsplatzumgebung und möglichem Kommunikationsbedarf, Hörbarkeit wichtiger Geräusche usw. ausgewählt. Verschiedene Auswahlkriterien für die Auswahl von Gehörschützern sind in EN 458:2016 „Gehörschützer — Empfehlungen für Auswahl, Einsatz, Pflege und Instandhaltung — Leitfaden“ enthalten [4].

Da bei diesem Auswahlprozess eine angemessene Schalldämmung im Mittelpunkt stehen sollte, sollte diese in zwei Schritten mit dem Bedarf des Benutzers verglichen werden. Zunächst sollte ein geeigneter Gehörschutz auf Grundlage der vom Hersteller angegebenen Schalldämmwerte aus der REAT-Prüfung nach EN ISO 4869-1:2018 [7] und EN ISO 4869-2:2018 [8] ausgewählt werden. Zweitens kann mithilfe von Verfahren zur Prüfung der individuellen Passung die effektive Schalldämmung bewertet werden (z. B. die akustische Dichtigkeit oder Druckdichtigkeit, persönlicher Schalldämmwert usw.).

Darüber hinaus kann die effektive Schalldämmung abgeschätzt und mit der erforderlichen Schalldämmung verglichen werden. Die Prüfung der Passung kann zwar eine wertvolle Rolle bei Auswahl und Einsatz spielen, sie ersetzt aber nicht die Konformitätsprüfung.

Die Prüfung der Passung kann auch dazu verwendet werden, die Sensibilisierung des Benutzers für die Bedeutung einer korrekten Passung zu erhöhen. Sie kann dazu beitragen, dass der Benutzer eine Passung erreicht, welche die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass er den erwarteten Schutzgrad erhält. Sie könnte auch Teil von Schulungen für Sicherheitsingenieure, Gesundheitsspezialisten und Vorgesetzte sein, um ein gutes Verständnis für die Bedeutung einer korrekten Passung zu vermitteln. Zudem kann sie eine nützliche Schulungshilfe für den Benutzer sein.

Dieses Dokument enthält praktische Leitlinien für die geeignete Auswahl von Verfahren zur Prüfung der Passung sowie zu deren Anwendungen und Beschränkungen.

Dieses Dokument legt nicht die technischen Anforderungen für die Herstellung von Geräten zur Prüfung der Passung fest.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gibt Leitlinien für die geeignete Auswahl von Verfahren zur Prüfung der Passung und für Messungen und liefert praktische Hilfestellungen zu den Verfahren sowie zu deren Anwendungen und Beschränkungen.

Dieses Dokument legt nicht die technischen Anforderungen für die Herstellung von Geräten zur Prüfung der Passung fest.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>

3.1
Prüfung der Passung
<Gehörschützer> Verfahren zur Überprüfung der Eignung eines spezifischen Gehörschützers für die Nutzung durch eine bestimmte Person anhand der Bewertung der physischen Passung, der Dichtigkeit, der Schalldämmung oder anderer Eigenschaften des Gehörschützers

3.2
Wiederholpräzision
Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen Ergebnissen aufeinanderfolgender Messungen desselben Prüfgegenstands, ausgeführt unter denselben Messbedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Bedingungen werden als Wiederholbedingungen bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wiederholbedingungen umfassen

- dasselbe Messverfahren,
- denselben Beobachter,
- dasselbe Messgerät, benutzt unter denselben Bedingungen,
- denselben Ort, und
- Wiederholung innerhalb einer kurzen Zeitspanne.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Wiederholpräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse ausgedrückt werden.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008, B.2.15, geändert: „von Messergebnissen“ aus der Begriffsdefinition gelöscht und „Messgröße“ durch „Prüfgegenstand“ ersetzt.]

3.3

Vergleichspräzision

Ausmaß der gegenseitigen Annäherung zwischen Messergebnissen desselben Prüfgegenstands, gewonnen unter veränderten Messbedingungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine gültige Feststellung der Vergleichspräzision erfordert die Angabe der veränderten Messbedingungen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die veränderten Messbedingungen können folgende umfassen:

- Messprinzip;
- Messverfahren;
- Beobachter;
- Messgerät;
- Bezugsnormal;
- Ort;
- Vorhandensein einer geeigneten Einrichtung (z. B. schalldichte Kabine);
- Einsatzbedingungen;
- Zeit.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die Vergleichspräzision kann quantitativ durch Streuungskennwerte der Ergebnisse angegeben werden.

Anmerkung 4 zum Begriff: Ergebnisse sind hier üblicherweise als berichtigte Ergebnisse verstanden.

[QUELLE: ISO/IEC Guide 98-3:2008, B.2.16, geändert: „von Messergebnissen“ aus der Begriffsdefinition gelöscht und „Messgröße“ durch „Prüfgegenstand“ ersetzt.]

3.4

persönlicher Schalldämmwert

PAR, en: Personal Attenuation Rating

individuelle Schalldämmung, angegeben als Einzahlkennwert in dB, die ein Benutzer für die Passung des geprüften Gehörschützers erhält

Anmerkung 1 zum Begriff: PAR kann entweder ein kombinierter (binauraler) Links-rechts-Wert oder ein separater Wert für linkes und rechtes Ohr sein.

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Berechnungsverfahren ist nicht genormt und wird vom Hersteller für ein bestimmtes Verfahren zur Prüfung der Passung festgelegt.

3.5

REAT-Verfahren, en: Real-Ear Attenuation at Threshold

Prüfverfahren zur Bestimmung der Schalldämmung eines Gehörschützers

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Messung der Schalldämmung ist in EN ISO 4869-1 [7] beschrieben.

3.6

Hörschwelle

niedrigster Schalldruckpegel, bei dem eine Person unter festgelegten Bedingungen und in wiederholten Versuchen einen zuvor festgelegten Prozentsatz richtiger Antworten in Bezug auf die Wahrnehmung gibt

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung dieses Dokuments wird die Hörschwelle mit Gehörschützer (verschlossene Hörschwelle) und ohne Gehörschützer (offene Hörschwelle) gemessen.

[QUELLE: EN ISO 4869-1:2018, 3.7, geändert: „ISO 4869-1“ durch „dieses Dokument“ in Anmerkung 1 zum Begriff ersetzt. „Gehörschützer (verschlossene Hörschwelle)“ und „(offene Hörschwelle)“ in Anmerkung 1 zum Begriff ergänzt. Letzter Satz von Anmerkung 1 zum Begriff von EN ISO 4869-1:2018, 3.7 gelöscht.]

3.7

Stellvertreter-Gehörschützer

vom Hersteller des Systems zur Prüfung der Passung modifizierter Gehörschützer, für den bei Verwendung im System zur Prüfung der Passung nachgewiesen wurde, dass er eine Schalldämmung erreicht, die derjenigen der Standardgehörschützer entspricht, anstelle derer er verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu den Stellvertreter-Gehörschützern gehören Stellvertreter-Prüfmuster, Stellvertreter-Gehörschutzstöpsel und Stellvertreter-Kapselgehörschützer.

[QUELLE: ANSI S12.71-2018, 3.20, geändert: „FAES zur Schätzung anhand ihres Systems“ durch „System zur Prüfung der Passung“ ersetzt und „System zur Schätzung“ durch „System zur Prüfung der Passung“ ersetzt. Anmerkung 1 zum Begriff hinzugefügt.]

3.8

Schalldämmung an der Kopfnachbildung

en insertion loss

Differenz in dB zwischen den mit dem Mikrofon des ATF gemessenen Terzschalldruckpegeln einmal mit Aufsetzen eines Gehörschützers und einmal ohne den Gehörschützer

[QUELLE: EN ISO 4869-3:2007, 3.5]

3.9

Geräuschkinderung

en noise reduction

Differenz zwischen Schalldruckpegeln außerhalb und unter dem Gehörschützer, üblicherweise gleichzeitig gemessen

[QUELLE: ANSI S12.42-2010, 3.20, geändert: „arithmetische“ am Anfang der Definition gelöscht, „in Dezibel“ gelöscht, „außerhalb und unter dem Gehörschützer“ hinter „Schalldruckpegel“ vorgezogen und „üblicherweise“ hinzugefügt.]

4 Verfahren zur Prüfung der individuellen Passung

4.1 Allgemeines

Die Verfahren zur Prüfung der Passung können auf drei unterschiedliche Arten kategorisiert werden:

- mechanische oder akustische Prüfungen, je nach dem physikalischen Prinzip;
- subjektive Prüfungen (Schallwahrnehmung an der Hörschwelle oder Lautstärkevergleich) oder objektive (Mess-)Prüfungen;
- Prüfungen nur für ein bestimmtes Produkt oder für eine Reihe verschiedener Gehörschützer.

Jedes Prüfverfahren hat ein anderes Bestanden-/Nicht-bestanden-Kriterium. Für weitere Informationen den Hersteller kontaktieren.

In diesem Dokument umfasst der Begriff „Zeitaufwand“ Folgendes:

- Aufsetzen/Einsetzen des Gehörschützers beim Benutzer;
- Aufsetzen bzw. Anpassen der entsprechenden Prüfeinrichtungen;
- Messung an beiden Ohren;
- Datenanalyse.

ANMERKUNG Der Aufbau der Prüfeinrichtung zu Beginn ist nicht enthalten.

4.2 Prüfverfahren

Die derzeit verfügbaren Prüfungen umfassen:

Verfahren 1: Schallpegelmessungen mit Mikrofonen in menschlichen Ohren (MIRE (en: microphone in real ear))

Bei diesem objektiven akustischen Prüfverfahren wird ein Schallfeld erzeugt. Mit zwei Mikrofonen werden bei Geräuschbelastung die Schalldruckpegel außerhalb des Gehörschützers und unter dem Gehörschützer meist simultan gemessen (Geräuschminderung). Anhand spezifisch festgelegter Korrekturfaktoren ist es möglich, Schalldämmwerte abzuleiten, die mit REAT übereinstimmen.

- Verfahren 1a: durch einen Kopfhörer erzeugtes Schallfeld.
- Verfahren 1b: durch einen Lautsprecher erzeugtes Schallfeld (Freifeldverfahren).

Verfahren 2: Audiometrisches Verfahren (Bestimmung der Hörschwelle mit und ohne Gehörschützer)

Dabei handelt es sich um ein akustisches Prüfverfahren. Die Hörschwellen mit und ohne Gehörschützer werden in einer subjektiven Messung bestimmt. Die Differenz der beiden gemessenen Hörschwellen ist die Schalldämmung.

- Verfahren 2a: durch einen Kopfhörer erzeugtes Schallfeld.
- Verfahren 2b: durch einen Lautsprecher erzeugtes Schallfeld.

Verfahren 3: Audiometrie-ähnliches Verfahren (Bestimmung der Hörschwelle mit und ohne Gehörschützer)

Dabei handelt es sich um ein akustisches Prüfverfahren. Die Hörschwellen mit und ohne Gehörschützer werden in einer subjektiven Messung bestimmt. Das Funktionsprinzip ähnelt dem von Verfahren 2, jedoch wird anstelle eines Audiometers ein speziell für die Prüfung der Passung entwickeltes Gerät verwendet.

- Verfahren 3a: durch einen Kopfhörer erzeugtes Schallfeld.
- Verfahren 3b: durch einen Lautsprecher erzeugtes Schallfeld.

ANMERKUNG Die bestimmten Schwellenwerte sind nicht die mit dem audiometrischen Verfahren gemessenen Hörschwellen.

Verfahren 4: Lautstärkevergleichsverfahren

Dabei handelt es sich um ein akustisches Prüfverfahren. Die Versuchsperson gleicht die Lautstärke zwischen den beiden Ohren mit einem oder zwei Gehörschutzstöpseln und ohne Gehörschutzstöpsel in einer subjektiven Messung an.

Verfahren 5: Akustische Leckageprüfung

Dabei handelt es sich um ein akustisches Prüfverfahren. Ein Schalldruckpegel wird von einem Lautsprecher erzeugt und von einem Mikrofon direkt im Gehörschutzstöpsel im Gehörgang gemessen. Die Frequenzcharakteristik des Schalls im Gehörgang enthält objektive Informationen über die Passung des Gehörschutzstöpsels.

Verfahren 6: Druckprüfung

Hierbei handelt es sich um ein nicht-akustisches Prüfverfahren, das auf einer Luftdruckmessung basiert. Die Leckage (Undichtigkeit) einer Gehörschutz-Otoplastik im Gehörgang wird objektiv durch den Abfall eines geringen Überdrucks hinter dem Gehörschutzstöpsel oder durch Messung des maximal erreichbaren Überdrucks bei einem bestimmten maximalen Druck der Pumpe bestimmt.

4.3 Referenzverfahren für die Messung der Schalldämmung von Gehörschützern

Das Referenzverfahren zur Bestimmung der Schalldämmung von Gehörschützern ist das so genannte REAT-Verfahren („Real-Ear Attenuation at Threshold“) nach EN ISO 4869-1:2018 [7]. Es wird auch in der Baumusterprüfung nach EN 352-1:2020 [1], EN 352-2:2020 [2] und EN 352-3:2020 [3] verwendet. Hier wird die Hörschwelle der Versuchsperson in einem diffusen Schallfeld zweimal gemessen: einmal mit und einmal ohne Gehörschützer. Die Messung erfolgt mit Terzbandrauschen bei den Oktavband-Mittenfrequenzen zwischen 125 Hz (optional 63 Hz) und 8 000 Hz. Die Hörschwelle wird in der Regel durch ein Eingabelungsverfahren (z. B. durch das Békésy-Verfahren nach ANSI S 3.20 [15]) bestimmt. Das REAT-Verfahren liefert Informationen über eine Stichprobe von 16 Versuchspersonen (Mittelwert, Standardabweichung) und erfordert nach den Vorgaben der Norm sehr niedrige Umgebungsgeräuschpegel und ein diffuses Schallfeld.

ANMERKUNG Die in 4.2 beschriebenen Verfahren, die Schalldämmdaten ergeben, können zu Ergebnissen führen, die sich von den in den Laboruntersuchungen ermittelten Werten unterscheiden. Diese Zahlen sind die Mittelwerte subjektiver, binauraler Prüfungen an der Hörschwelle. Für jedes Produkt ist es erforderlich, Zielwerte für die Schalldämmung aus der Prüfung der individuellen Passung zu definieren, die mit den REAT-Daten in Einklang sind.

4.4 Beschreibung der unterschiedlichen Verfahren zur Prüfung der Passung

4.4.1 Schallpegelmessungen mit Mikrofonen in menschlichen Ohren (MIRE, en: microphone in real ear) (Verfahren 1)

4.4.1.1 Allgemeines

Das MIRE-Verfahren umfasst die Messung von Schalldruckpegeln innerhalb und außerhalb des geschützten Ohrs. Das Schallfeld wird entweder durch einen Kopfhörer oder einen Lautsprecher erzeugt.

Die Differenz zwischen dem Pegel im Ohr unter dem Gehörschützer und außerhalb des geschützten Ohrs wird direkt in einer Messung mithilfe von zwei Mikrofonen bestimmt (Geräuschminderung). Die Schalldämmung eines Gehörschützers kann aus der Differenz der beiden Schalldruckpegel bestimmt werden. Das erste Mikrofon wird von außen in den Gehörschützer eingeführt (z. B. ein Sondenmikrofon), und das zweite befindet sich außerhalb des Ohrs (ggf. unter dem Kopfhörer, der das Prüfgeräusch erzeugt). Wenn das Ergebnis der MIRE-Messung mit den gekennzeichneten Daten gleichgesetzt werden muss, so muss das gesamte System (einschließlich des Schallfelds) in Bezug auf (gekennzeichnete) subjektive REAT-Schalldämmdaten kalibriert werden.

ANMERKUNG 1 Das grundlegende Verfahren zur Durchführung von Messungen im Gehörgang ist in EN ISO 11904-1:2002 [12] beschrieben.

ANMERKUNG 2 Die ‚Geräuschminderung‘ aus einer MIRE-Messung entspricht nicht direkt der ‚Schalldämmung an der Kopfnachbildung‘ aus einer REAT-Messung (gekennzeichnete Schalldämmwerte). REAT-Messungen basieren auf der subjektiven Differenz in der Hörschwelle (mit und ohne Gehörschützer). Die MIRE-Messungen beruhen dagegen auf der objektiven Differenz von Schalldruckpegeln (außerhalb des geschützten Ohrs und unter dem Gehörschützer). Wenn Korrekturwerte für die Kalibrierung der ‚Geräuschminderung‘ auf REAT-Werte verwendet werden, so müssen diese produktweise angepasst werden.

Wenn ein Sondenmikrofon oder ein elektrisch angeschlossenes Mikrofon in den Gehörgang eingeführt und ein Draht oder ein Sondenschlauch entlang des Gehörschutzstöpsels platziert wird, so entsteht daraus unter Umständen eine Leckage. Diese könnte die Dichtigkeit des Gehörschutzstöpsels beeinträchtigen und zu ungenauen Messwerten führen.

ANMERKUNG 3 Es ist auch möglich, die ‚Schalldämmung an der Kopfnachbildung‘ nach dem MIRE-Verfahren mithilfe von nur einem vor dem Trommelfell platzierten Mikrofon nacheinander mit und ohne Gehörschützer zu messen.

Wenn bei Verwendung eines Gehörschutzstöpsels mit nur einem Kanal und Filter dieser Filter für die Messung entfernt wird, um das Mikrofon in den Gehörschutzstöpsel und den Gehörgang einzuführen, so wird nur die Passung des Ohrpassestücks gemessen und nicht die Schalldämmung des Produkts insgesamt. In diesem Fall sollte der Filter in einer separaten Messung gemessen werden. Bei Gehörschutzstöpseln ohne Kanal (Schaumstoff-, Lamellen- und Bügelstöpsel) können Stellvertreter-Gehörschutzstöpsel für die Messung verwendet werden.

4.4.1.2 Durch einen Kopfhörer erzeugtes Schallfeld (Verfahren 1a)

Im Prinzip ist es möglich, jeden Gehörschutzstöpsel zu prüfen, der unter einem Kopfhörer getragen werden kann. Allerdings sind bei diesem Verfahren Gehörschutzstöpsel erforderlich, die einen separaten Kanal zur Einbringung des Mikrofons für die Messung unter dem Gehörschutzstöpsel besitzen.

Eigenschaften:

- Verfahren: objektiv;
- Prüfsignale: breitbandiges Rauschen (z. B. 80 dB(A), maximaler Pegel aus Sicherheitsgründen 95 dB(A));
- f : 125 Hz bis 8 000 Hz;
- Maximales Hintergrundgeräusch: 70 dB(A);
- Schallfeld: Kopfhörer;
- Zeitaufwand: 5 min;
- Prinzip: Schallpegeldifferenz.

4.4.1.3 Durch einen Lautsprecher erzeugtes Schallfeld (Freifeldverfahren) (Verfahren 1b)

Die Schalldämmung eines Gehörschützers kann im Schallfeld eines Lautsprechers bestimmt werden. Korrekturen für die Mikrofonpositionen und das Schallfeld sind dabei berücksichtigt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass Kapselgehörschützer und alle Arten von Gehörschutzstöpseln geprüft werden können, auch voluminöse Modelle, die nicht unter einen Kopfhörer passen würden. Wie in 4.4.1.2 beschrieben können manchmal nur speziell angepasste Gehörschützer mit integriertem Mikrofon verwendet werden.

Eigenschaften:

- Verfahren: objektiv;
- Prüfsignale: breitbandiges Rauschen (z. B. 80 dB(A), maximaler Pegel aus Sicherheitsgründen 95 dB(A));
- f : 125 Hz bis 8 000 Hz;
- Maximales Hintergrundgeräusch: 70 dB(A);
- Schallfeld: Freifeld;
- Zeitaufwand: 5 min;
- Prinzip: Schallpegeldifferenz.

4.4.2 Audiometrisches Verfahren (Bestimmung der Hörschwelle mit und ohne Gehörschützer)
(Verfahren 2)

4.4.2.1 Allgemeines

Dieses Verfahren ist vom Prinzip her dem REAT-Verfahren (siehe 4.3) ähnlich und kann mithilfe eines Audiometers durchgeführt werden. Auch hier wird die Hörschwelle der Versuchsperson mit und ohne Gehörschützer gemessen. Dieses Verfahren erfordert eine ruhige Umgebung, da es an der Hörschwelle durchgeführt wird.

Im Folgenden werden zwei Aspekte des Messverfahrens beschrieben, die variieren können:

- Die Prüfgeräusche können schmalbandige Geräusche oder reine Töne sein. Da sich das Schallfeld und (bei reinen Tönen) die Prüfgeräusche von den Laborbedingungen unterscheiden, kann erwartet werden, dass die Hörschwellen andere Werte aufweisen. Somit könnte auch die berechnete Schalldämmung unterschiedlich sein.
- Die Hörschwelle kann entweder mit aufsteigenden Pegeln oder mittels eines Auf- und Ab-Verfahrens (Eingabelung) bestimmt werden. Bei letzterem wird der Pegel mehrfach abwechselnd erhöht und verringert, und der Hörschwellenpegel wird durch die Auf- und Abwärtsveränderungen eingegrenzt.

4.4.2.2 Durch einen Kopfhörer erzeugtes Schallfeld (Verfahren 2a)

Dieses Verfahren kann für alle Arten von Gehörschutzstöpseln eingesetzt werden, die unter einem Kopfhörer getragen werden können.

Eigenschaften:

- Verfahren: subjektiv;
- Prüfsignale: reine Töne oder schmalbandige Geräusche;
- f : 125 Hz bis 8 000 Hz oder ein oder mehrere ausgewählte Bänder;
- Maximales Hintergrundgeräusch: 40 dB(A) (entsprechend EN ISO 8253-1:2010);

ANMERKUNG Siehe EN ISO 8253-1:2010 [10] für weitere Informationen über Anforderungen an den Hintergrundgeräuschpegel in Terzbändern.

- Schallfeld: Kopfhörer;
- Zeitaufwand: 5 min bis 20 min;
- Prinzip: Messung an der Hörschwelle.

4.4.2.3 Durch einen Lautsprecher erzeugtes Schallfeld (Verfahren 2b)

Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass Kapselgehörschützer und alle Arten von Gehörschutzstöpseln geprüft werden können, auch voluminöse Modelle, die nicht unter einen Kopfhörer passen. Die Hörschwelle (offen und verschlossen) wird für beide Ohren gleichzeitig gemessen. Dies führt zu nur einem Schalldämmwert für beide Ohren und einer kürzeren Messzeit als bei der Messung nach 4.4.2.2.

Eigenschaften:

- Verfahren: subjektiv;
- Prüfsignale: schmalbandige Geräusche;
- f : 125 Hz bis 8 000 Hz oder ein oder mehrere ausgewählte Bänder;
- Maximales Hintergrundgeräusch: 25 dB(A) (entsprechend EN ISO 8253-2:2009);

ANMERKUNG Siehe EN ISO 8253-2:2009 [11] für weitere Informationen über Anforderungen an den Hintergrundgeräuschpegel in Terzbändern.

- Schallfeld: diffus und Quasi-Freifeld;
- Zeitaufwand: 5 min bis 10 min;
- Prinzip: Messung an der Hörschwelle.

4.4.3 Audiometrie-ähnliches Verfahren (Bestimmung der Hörschwelle mit und ohne Gehörschützer) (Verfahren 3)

4.4.3.1 Allgemeines

Dieses akustische Verfahren ähnelt dem audiometrischen Verfahren. Die Prüfgeräusche können schmalbandige Geräusche (ähnlich wie bei dem Verfahren in EN ISO 4869-1:2018 [7]) oder reine Töne (in der Audiometrie verwendet) sein. Die Hörschwelle wird zweimal, einmal mit und einmal ohne Gehörschützer bestimmt. Die Differenz zwischen diesen beiden Werten für jedes Prüfsignal ergibt die Schalldämmung.

Die Verwendung eines speziell angefertigten Geräts anstelle eines Audiometers könnte die Anwendung für bestimmte Gehörschützer einschränken, bedeutet jedoch mehr Flexibilität für den Versuchsleiter und die Wartung des Systems (keine spezielle audiometrische Ausbildung und jährliche Kalibrierung erforderlich).

Andererseits können die Werte der einzelnen Schwellen nicht verwendet werden, da die Geräte nicht auf absolute Werte kalibriert sind. Nur die Differenz der beiden Schwellenwerte ergibt realistische Werte.

4.4.3.2 Durch einen Kopfhörer erzeugtes Schallfeld (Verfahren 3a)

Dieses Verfahren kann für alle Arten von Gehörschutzstöpseln eingesetzt werden, die unter einem Kopfhörer getragen werden können.