

Versorgung mit Hörgeräten in Nord- und Süddeutschland

Zusammenfassung

Zur Angabe der Prävalenz von Schwerhörigkeit wird international häufig das Kriterium der Weltgesundheitsorganisation (WHO) verwendet, jedoch auch andere Prävalenzkriterien kommen zum Einsatz. Aus dieser Prävalenz und der Anzahl der Hörgeräteversorgungen kann die Versorgungsrate abgeschätzt werden, die häufig als verbesserungsbedürftig angesehen wird. Um aufzuzeigen, wie sich die Wahl des Kriteriums auf die Prävalenzschätzungen auswirkt, wurden die epidemiologischen Daten zum Hörvermögen aus Oldenburg, Emden und Aalen herangezogen. Dabei basierten die Kriterien entweder auf dem Tonaudiogramm, dem Sprachverstehen im Störgeräusch oder der subjektiven Angabe von Hörschwierigkeiten. Die Ergebnisse zeigen eine starke Abhängigkeit der Versorgungsrate vom Prävalenzkriterium. Kriterien, die auf dem Sprachverstehen im Störgeräusch basieren, führen zu sehr hohen Prävalenzen und geringen Versorgungsraten. Bei altersunabhängiger Betrachtung führen sowohl die subjektive Angabe von Hörschwierigkeiten als auch das übliche WHO-Kriterium und die 4-Frequenz-Tabelle nach Röser zu einer Versorgungsrate von etwa 25%. Eine altersabhängige Betrachtung zeigt jedoch große Unterschiede zwischen der subjektiven Angabe und den tonaudiometrischen Kriterien auf. Insgesamt sollten die Angaben zur Prävalenz von Schwerhörigkeit und zur Versorgungsrate immer das verwendete Kriterium enthalten und altersabhängig bzw. bezogen auf eine Standardpopulation betrachtet werden.

Schlüsselwörter: Hörgerät, Hörverlust, Sprachverstehen, Prävalenz, subjektives Hörvermögen

Inga Holube¹

Eckhard Hoffmann²

Petra von Gablenz¹

1 Institut für Hörtechnik und Audiologie, Jade Hochschule und Exzellenzcluster „Hearing4All“, Oldenburg, Deutschland

2 Kempten, Deutschland

Einleitung

Meldungen, dass viele Menschen mit Hörbeeinträchtigungen nicht mit Hörgeräten versorgt sind, sind zahlreich zu finden. Bereits bei einer Recherche nach der tatsächlichen Anzahl der Menschen mit Hörbeeinträchtigung resultieren sehr unterschiedliche Ergebnisse. So gab z.B. die Bundesinnung der Hörakustiker KdöR (biha) die Anzahl der Menschen „mit einer indizierten Schwerhörigkeit“ in Deutschland mit 5,4 Millionen an [1]. In von Gablenz et al. [2] wurde dagegen die Anzahl der schwerhörigen Menschen in Deutschland mit 11,1 Millionen beziffert. Die Liste der Zahlenquellen ließe sich um mehrere Varianten erweitern. Damit stellt sich die Frage, welche Zahlen nun „richtig“ sind. Vor diesem Hintergrund wurden die zur Verfügung stehenden epidemiologischen Daten zum Hörvermögen aus dem Projekt HÖRSTAT, durchgeführt in Oldenburg und Emden, und der Aalener Studie „Wie hört Deutschland?“ nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet.

Das Ausmaß der Problematik beim Vergleich von Zahlenangaben wurde u.a. in den Berichten von Shield [3], [4] deutlich. Ein Vergleich aller Studien ist aufgrund der unterschiedlichen Kriterien für Schwerhörigkeit fast unmöglich. So wurden z.B. für Großbritannien in der aktuellen Übersicht von Shield [4] je nach Datenquelle Versorgungs-raten zwischen 11 und 59% angegeben. Für Deutschland

kam die EuroTrak-Analyse [5], die als einzige Quelle für unser Land zum Vergleich in dem Bericht von Shield [4] herangezogen wurde, zu einer Versorgungsrate von 35%. Diese Rate stieg in der aktuellen EuroTrak-Analyse auf 37% an [6] und lag in der gleichen Größenordnung wie in Frankreich, jedoch niedriger als in den skandinavischen Ländern und in Großbritannien.

Die EuroTrak-Analyse basierte auf Befragungen eines Online-Panels. Die Angaben zu Hörproblemen wurden weder mit tonaudiometrischen noch mit sprachaudiometrischen Untersuchungen verifiziert und könnten somit verzerrt sein. Jedoch ist auch die Erfassung von Tonaudiogrammen kein Garant für eine Vergleichbarkeit. Bereits in von Gablenz und Holube [7] mussten zum Vergleich der Prävalenz von Schwerhörigkeit mit internationalen Studien verschiedene Kriterien verwendet werden. Am bekanntesten ist die Klassifizierung der WHO [8], die ab einem mittleren Hörverlust von 25 dB HL von einer Schwerhörigkeit ausgeht, jedoch auch noch weitere Stufen zur Unterteilung des Schweregrades der Hörbeeinträchtigung angibt. Daneben wird in dem internationalen epidemiologischen Verbundprojekt „Global Burden of Disease“ (GBD) eine Grenze bei einem Hörverlust von 35 dB HL verwendet, da erst ab diesem Hörverlust definitiv von einem Nutzen einer Hörgeräteversorgung ausgegangen wurde [9].

Insgesamt ist jedoch fraglich, ob die Hörbeeinträchtigung allein aus dem Tonaudiogramm abgeleitet werden kann. Die Hilfsmittelrichtlinie [10] nutzt zwar ein Kriterium aus dem Tonaudiogramm, nämlich die Überprüfung der Hörschwelle bei einzelnen Frequenzen mit einer Schwelle von 30 dB HL, berücksichtigt jedoch zusätzlich noch das Sprachverstehen in Ruhe. Auch die auf dem Tonaudiogramm basierenden Tabellen nach Röser [11] sollten durch sprachaudiometrische Daten ergänzt werden. Unter der Annahme, dass sich eine Hörbeeinträchtigung eher auf das Sprachverstehen im Störgeräusch als auf das Sprachverstehen in Ruhe auswirkt und für Alltagsprobleme relevanter ist, schlugen Smits et al. [12] einen Screeningtest für die Erkennung von Hörbeeinträchtigungen mit Ziffern im Störgeräusch vor. In der audiologischen Praxis kann als genaueres Messverfahren der Göttinger Satztest (GÖSA, [13]) eingesetzt werden, für den ebenfalls Kriterien für die Klassifikation von Schwerhörigkeiten vorgeschlagen wurden [14].

Die Möglichkeiten zur Klassifikation von Schwerhörigkeiten sind also vielfältig. Um die Auswirkungen der verschiedenen Kriterien auf die Angaben zur Versorgungsrate mit Hörgeräten zu analysieren, wurden deshalb die Daten zum Hörvermögen aus Oldenburg, Emden und Aalen in Bezug auf diese Frage ausgewertet und dargestellt.

Methoden

Datenbasis

Für die Analyse wurden die Daten aus den Projekten HÖRSTAT und „Wie hört Deutschland?“ in Aalen zusammengefasst. Für eine ausführliche Darstellung der Datenerfassung sei auf von Gablenz et al. [2] sowie auf von Gablenz und Holube [7] verwiesen. Beide Datenbasen beruhen auf Zufallsstichproben der Allgemeinbevölkerung ab einem Alter von 18 Jahren. Insgesamt standen $N=3.105$ Datensätze mit beidseitig gemessenen Tonaudiogrammen zur Verfügung. Alle beschriebenen Untersuchungen am Menschen wurden mit Zustimmung der zuständigen Ethik-Kommission, im Einklang mit nationalem Recht sowie gemäß der Deklaration von Helsinki durchgeführt. Von allen beteiligten Probanden liegt eine Einverständniserklärung vor.

In HÖRSTAT wurden zusätzlich beidseitig der GÖSA im Störgeräusch [13] mit einem Störgeräuschpegel von 65 dB SPL (bei 47 Probanden 75 dB SPL) über Kopfhörer durchgeführt und subjektive Hörprobleme erfragt. Diese Globalfrage lautete „An welchen der folgenden Beschwerden leiden Sie?“ und erlaubte die Auswahl von „Hörschwierigkeiten“ neben anderen Beschwerden (Seherschwäche, Hoher Blutdruck, Rückenprobleme, Nichts von diesen). Sie wurde der EuroTrak-Befragung [15] entnommen. Bezogen auf die 1.866 Probanden aus HÖRSTAT, die in von Gablenz et al. [2] eingegangen sind, lagen für 56 Probanden keine vollständigen oder keine hinreichend gesicherten Ergebnisse zum GÖSA und der Globalfrage vor. Davon

war bei 15 Probanden das Tonhörvermögen so gering, dass der GÖSA ein- oder beidseitig nicht durchgeführt werden konnte. Messwerte dieser Probanden wurden in die Auswertung einbezogen, indem der Hörverlust für Sprache (siehe unten) für das jeweilige Ohr auf 100% festgelegt wurde, wenn der Test als nicht durchführbar eingeschätzt wurde. Die Gründe für fehlende GÖSA-Ergebnisse bei 40 Probanden waren u.a. technischer und organisatorischer Natur, so dass von einem zufälligen, vom Hörvermögen unabhängigen Fehlen ausgegangen wurde. Der Einfluss des Ausschlusses dieser Probanden auf die Prävalenzangaben wurde als vernachlässigbar angenommen. Für einen Probanden fehlt die Antwort auf die Globalfrage nach Hörschwierigkeiten. Kriterien basierend auf dem GÖSA und der Globalfrage beschränken sich daher auf $N=1.825$ Datensätze.

In Tabelle 1 sind die Fallzahlen aufgeteilt in die Altersgruppen 18–24 Jahre, 25–34 Jahre usw. und über 84 Jahre für die Gesamtgruppe und getrennt nach Frauen und Männern angegeben. Aufgelistet ist ebenfalls die Anzahl der einseitigen und beidseitigen Versorgungen in den Altersgruppen. Insgesamt waren von den 3.105 Probanden 196 mit technischen Hörhilfen versorgt. Darunter befanden sich eine Versorgung mit einem Cochlea-Implantat und eine CROS-Versorgung. Der Einfachheit halber wurden diese Versorgungen jedoch nicht weiter differenziert, sondern allgemein unter Hörgeräteversorgungen subsummiert. In Abbildung 1 sind die Versorgungen in Abhängigkeit vom mittleren Hörverlust (PTA, Mittelwert von 0,5, 1, 2 und 4 kHz) des besseren und des schlechteren Ohrs dargestellt. Wie zu erwarten erfolgten die einohrigen Versorgungen vor allem bei asymmetrischen Schwerhörigkeiten, d.h. auf dem schlechteren Ohr bei noch gutem Hörvermögen des besseren Ohrs und auf dem besseren Ohr bei nicht mehr versorgbarem schlechteren Ohr.

Gewichtung

Um Abweichungen der altersabhängigen Stichprobengrößen von der Allgemeinbevölkerung (siehe Tabelle 1) auszugleichen, wurden die Ergebnisse nach den Angaben von Destatis [16] gewichtet. Für alle Abbildungen und Tabellen (außer die Fallzahlen in Tabelle 1) wurde das gleiche Vorgehen für die Gewichtung, jedoch je nach Fragestellung für 3.105 oder für 1.825 Datensätze, gewählt. Für die Gewichtung wurde das Alter der Strichprobe in 5-Jahresgruppen nach dem Mikrozensus [16] angepasst und eine gleiche Altersverteilung von Männern und Frauen angenommen. Die Berufsbildung wurde wie in von Gablenz et al. [2] nach der Verteilung der beruflichen Bildungsabschlüsse (ohne Angabe, ohne beruflichen Abschluss, Lehre, Fachschule, Hochschule) ebenfalls nach den Mikrozensusdaten [16] in den Altersgruppen 20–34, 35–64 und mehr als 65 Jahre angepasst. Aufgrund der geringen Fallzahlen mussten für die HÖRSTAT-Untergruppe mit $N=1.825$ die Gruppen „Ohne Abschluss“ und „Lehre“ für Männer ab einem Alter von 65 Jahren zusammengefasst werden.

Tabelle 1: Anzahl der untersuchten Probanden in den angegebenen Altersgruppen und für die Gesamtgruppe sowie Anzahl der ein- und beidohrigen Versorgungen. Der prozentuale Anteil der Altersgruppen an der erwachsenen Allgemeinbevölkerung nach Destatis [16] wurde zur Gewichtung der Fallzahlen verwendet.

		Alter/Jahre								
		20	30	40	50	60	70	80	85+	18–97
N		189	278	419	591	638	529	398	63	3.105
N	Frauen	114	159	207	363	334	278	185	20	1.660
	Männer	75	119	212	228	304	251	213	43	1.445
N Versorgungen		2	1	8	9	15	50	84	27	196
	Einseitig	1	0	6	4	2	14	10	5	42
	Beidseitig	1	1	2	5	13	36	74	22	154
% Allgemeinbevölkerung		9,4	14,8	15,8	19,5	15,8	13,0	8,9	2,7	100

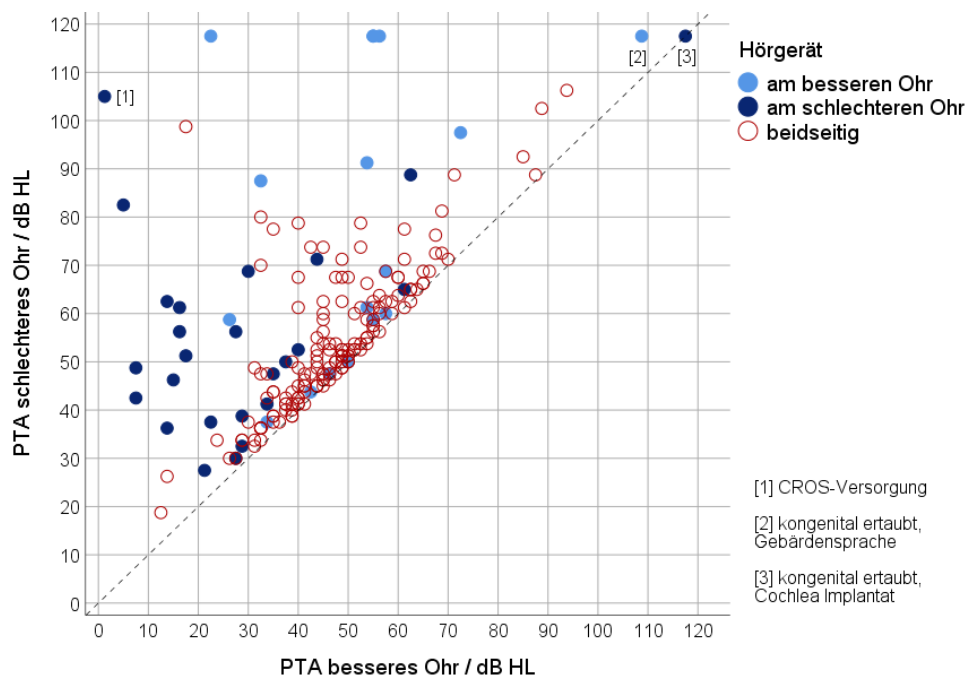


Abbildung 1: Einseitige und beidseitige Versorgung mit Hörgeräten in Abhängigkeit vom PTA des besseren und des schlechteren Ohrs

Prävalenzkriterien

Zur Berechnung der Prävalenz und der Versorgungsrate wurden verschiedene Kriterien herangezogen (siehe Tabelle 2). Ein Teil der Kriterien basiert auf dem bereits weiter oben beschriebenen mittleren Hörverlust PTA. In den meisten Publikationen wurde daraus das Kriterium WHO1 oder das GBD-Kriterium abgeleitet. Um im Klassifikationssystem der WHO zu bleiben und trotzdem eine weitere Grenze zu wählen, ab der definitiv von einem Gewinn durch eine Hörgeräteversorgung ausgegangen werden kann, bot sich die zweite Stufe (WHO2, [8]) an. Diese PTA-Kriterien wurden u.a. mit dem Tonaudiometrie-kriterium der Hilfsmittelrichtlinie verglichen. Daten zum Freiburger Einsilbertest in Ruhe lagen jedoch leider nicht vor. Außerdem wurde dem prozentualen Hörverlust %FT aus der 4-Frequenz-Tabelle nach Röser [11] eine Schwelle (FT20) entnommen. Um den Wert %FT mit dem PTA vergleichen zu können, wurde ein Hörverlust für Töne

in Prozent %PTA in Anlehnung an die Röser-Tabelle berechnet:

$$\%PTA = \begin{cases} (1,5 \cdot PTA - 15)\% & \text{für } PTA \leq 70 \text{ dB HL} \\ (0,5 \cdot PTA + 55)\% & \text{für } 70 \text{ dB HL} \leq PTA \leq 80 \text{ dB HL} \\ (PTA + 15)\% & \text{für } 80 \text{ dB HL} \leq PTA \leq 85 \text{ dB HL} \\ 100\% & \text{für } PTA \geq 85 \text{ dB HL} \end{cases}$$

Zum Vergleich des %PTA aus dem Tonaudiogramm mit einem vergleichbaren prozentualen Maß im Sprachverstehen wurde aus dem Signal-Rausch-Verhältnis (SNR) für ein Sprachverstehen von 50% im GÖSA, d.h. der Sprachverständlichkeitsschwelle (Speech Recognition Threshold, SRT), der prozentuale Hörverlust für Sprache im Störgeräusch nach dem Vorschlag von Thiele et al. [14] berechnet. Als Grenzen für den SRT wurde entweder eine Schwelle von -4 dB SNR (SRT-4, [14]) oder von -3 dB SNR (SRT-3, [17]) verwendet. Außerdem wurde die subjektive Angabe von Hörproblemen (SHP, Globalfrage) als Prävalenzkriterium herangezogen. Obwohl die Kriterien von WHO und GBD international nur das bessere Ohr berücksichtigen, wurden alle Kriterien mit Ausnahme

Tabelle 2: Abkürzungen und Prävalenzkriterien

Bezeichnung	Bedeutung
PTA	Gemittelte Luftleitungshörschwellen der Frequenzen 0,5, 1, 2 und 4 kHz
%PTA	Hörverlust für Töne in Prozent (siehe Formel 1)
WHO1	PTA >25 dB HL
WHO2	PTA >40 dB HL
GBD	PTA ≥35 dB HL
HMR	Hilfsmittelrichtlinie: Eine Frequenz von 0,5 bis 4 kHz ≥30 dB HL
%FT	Prozentualer Hörverlust aus der 4-Frequenz-Tabelle nach Röser [11]
FT20	%FT ≥20%
%SRT	Hörverlust für Sprache in Prozent nach [14]
SRT-4	SRT im GÖSA ≥−4 dB SNR
SRT-3	SRT im GÖSA ≥−3 dB SNR
SHP	Subjektive Angabe von Hörproblemen
HGV	Anteil Hörgeräteversorgungen

der Globalfrage separat für das bessere und das schlechtere Ohr betrachtet.

Kurvenanpassung

Um die Verläufe des prozentualen Hörverlustes und der Prävalenz über dem Alter übersichtlich darzustellen, wurden die Ergebnisse jeweils in 10-Jahres-Kohorten aggregiert und quadratische Funktionen angepasst. Dabei wurden weder Fallzahlen noch Konfidenzintervalle berücksichtigt. Die quadratischen Funktionen wurden optisch überprüft und bei ungenügender Datenpassung in den jüngeren Probandengruppen durch lineare Funktionen ersetzt. Der Übergangspunkt wurde für jede Funktion separat gewählt.

Ergebnisse

Die detaillierten Zahlenwerte für den prozentualen Hörverluste und die Prävalenzen in den Altersgruppen sind in der Tabelle in Appendix 1 angegeben. Anschaulicher sind die folgenden grafischen Darstellungen.

Altersabhängigkeit des prozentualen Hörverlustes

In Abbildung 2 ist der prozentuale Hörverlust aus der 4-Frequenz-Tabelle nach Röser (%FT), aus dem mittleren Tönhörverlust (%PTA) und für Sprache im Störgeräusch (%SRT) für das bessere und das schlechtere Ohr über dem Alter dargestellt. Die beiden aus dem Tonaudiogramm berechneten Größen %FT und %PTA verlaufen sehr ähnlich, wobei %PTA etwas stärker mit dem Alter ansteigt als %FT. Die Steigung auf dem schlechteren Ohr ähnelt dem Anstieg der Hörgeräteversorgungen. Die aus dem Sprachverstehen im Störgeräusch berechnete Größe %SRT gibt bis zum Alter von ca. 70 Jahren einen höheren prozentualen Hörverlust an.

Indikatoren für Hörgeräteversorgung

Um den geeignetsten Indikator für eine Hörgeräteversorgung zu ermitteln, wurden für die HÖRSTAT-Daten ROC-Kurven berechnet (siehe Abbildung 3). Die Kurven geben die Sensitivität und die Spezifität für eine einseitige oder beidseitige Hörgeräteversorgung an. Als Indikatoren wurden der PTA des besseren, des schlechteren und beider Ohren sowie der SRT des besseren und des schlechteren Ohrs und das Alter verwendet. Als bester Indikator konnte der PTA des schlechteren Ohrs identifiziert werden (Fläche unter der Kurve AUC=0,970). Das Sprachverstehen im Störgeräusch zeigte eine im Vergleich dazu geringere Sensitivität und Spezifität (AUC=0,929). Der Tönhörverlust und das Sprachverstehen werden im Alter zunehmend schlechter, das Alter selbst war jedoch im Vergleich dazu das schlechteste Kriterium für eine Hörgeräteversorgung (AUC=0,842).

Die Hörgeräteträger in Oldenburg waren bei einem niedrigeren PTA mit Hörgeräten versorgt als in Aalen. Bei Wahl von Oldenburg als Referenz betrugen die Odds Ratios für Emden OR=0,7 (0,4–1,2) und für Aalen OR=0,4 (0,3–0,6). Damit ist die Chance einer Hörgeräteversorgung in Oldenburg etwa zweieinhalb Mal so hoch wie in Aalen, wenn der PTA des schlechteren Ohrs und das Alter berücksichtigt werden. Das Geschlecht hat mit einem Odds Ratio von OR=0,9 (0,6–1,3) keinen signifikanten Einfluss auf die Hörgeräteversorgung.

Prävalenzkriterien

Die prozentualen Anteile an schwerhörigen Probanden bei Anwendung der verschiedenen Prävalenzkriterien sind in Abbildung 4 im Vergleich zum prozentualen Anteil der Hörgeräteversorgungen über dem Alter dargestellt. Die Kriterien FT20 aus der Röser-Tabelle und WHO1 stimmten in etwa überein. Sie lagen deutlich über den beiden anderen PTA-basierten Kriterien GBD und WHO2, die dem Anteil an Hörgeräteversorgungen am nächsten

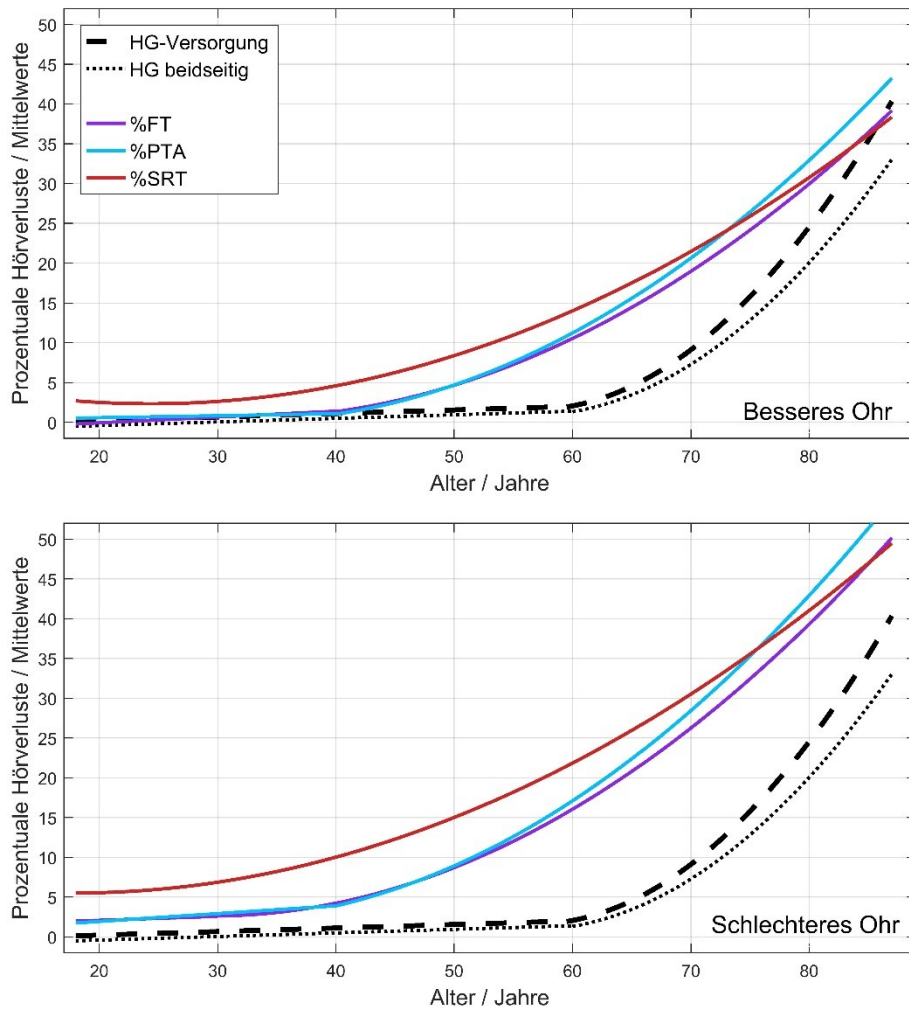


Abbildung 2: Prozentuale Hörverluste nach Röser (%FT, magenta), für Töne (%PTA, blau) und für Sprache (%SRT, rot) für das bessere Ohr (oben) und das schlechtere Ohr (unten) in Abhängigkeit vom Alter. Die schwarz-gestrichelten Kurven geben den prozentualen Anteil der Hörgeräteversorgungen an (lang: alle Versorgungen, kurz: nur beidseitige Versorgungen).

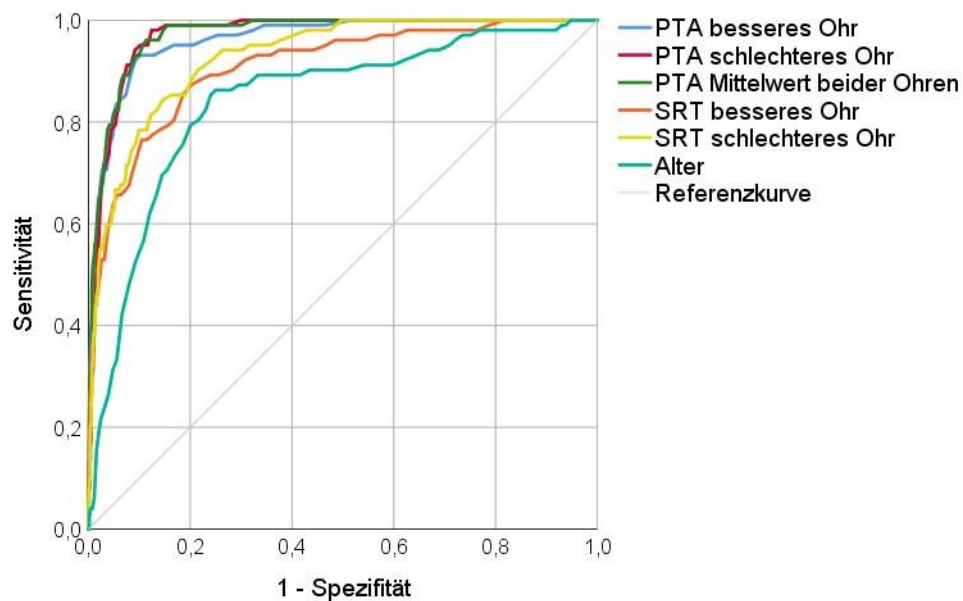


Abbildung 3: ROC-Kurven für ein- oder beidseitige Hörgeräteversorgung bei Verwendung der Indikatoren PTA, SRT und Alter für N=1.810 Probanden aus HÖRSTAT

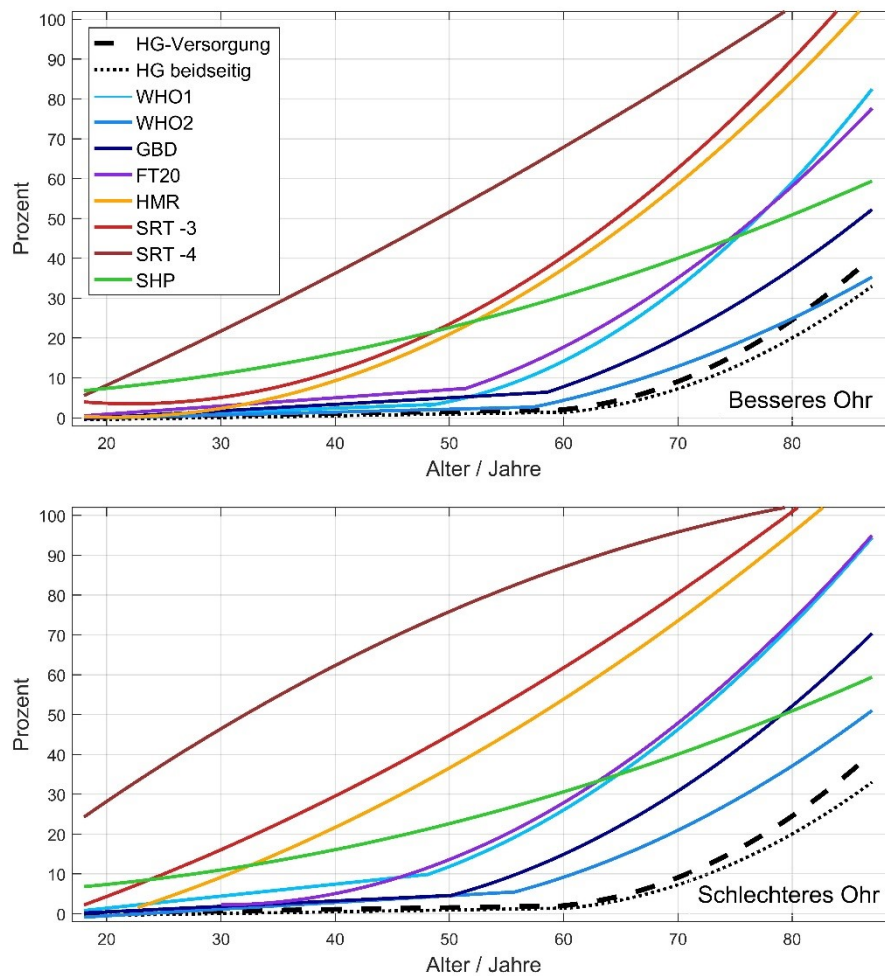


Abbildung 4: Prävalenz für Schwerhörigkeit nach verschiedenen Kriterien für das bessere Ohr (oben) und das schlechtere Ohr (unten) in Abhängigkeit vom Alter. Die schwarz gestrichelten Kurven geben den prozentualen Anteil der Hörgeräteversorgungen an (lang: alle Versorgungen, kurz: nur beidseitige Versorgungen).

kamen und etwa im gleichen Maß mit dem Alter anstiegen. Das Kriterium der Hilfsmittelrichtlinie HMR resultierte dagegen in einer deutlich höheren Prävalenz, die in etwa mit der Prävalenz nach dem Kriterium des GÖSA SRT-3 übereinstimmt. Das strengere Kriterium SRT-4 zeigte die höchste Prävalenz an und führte bei nahezu allen Probanden ab einem Alter von ca. 75 Jahren zur Klassifikation von Schwerhörigkeit. Die subjektive Hörbeeinträchtigung SHP wies eine deutlich abweichende Steigung mit einer höheren Prävalenz in jungen und einer geringeren Prävalenz in älteren Jahren auf.

Versorgungsraten

Bei Anwendung der verschiedenen Prävalenzkriterien kann überprüft werden, welcher Anteil der als schwerhörig klassifizierten Probanden mit einem oder mit zwei Hörgeräten versorgt sind. In Abbildung 5 ist für das bessere und das schlechtere Ohr der prozentuale Anteil der Probanden mit Schwerhörigkeit für die verschiedenen Kriterien zusammen mit dem jeweiligen Anteil der Hörgeräteversorgungen (einseitig oder zweiseitig) dargestellt. Die auf dem Sprachverstehen im Störgeräusch basierenden Kriterien SRT-3 und SRT-4 klassifizierten die meisten

Probanden als schwerhörig. Dieser Anteil war bei dem Tonaudiogramm-Kriterium WHO2 am geringsten. Dadurch ergab sich bei diesem Kriterium die höchste Versorgungsrate, wobei bei Beschränkung auf das bessere Ohr auch als normalhörend klassifizierte Probanden in einer nennenswerten Anzahl mit Hörgeräten versorgt waren. Dies trifft, wenn auch zu einem geringeren Anteil, auf die Klassifizierung mit dem GBD-Kriterium zu. Bei Betrachtung des schlechteren Ohrs war der Anteil der mit Hörgeräten versorgten Normalhörenden außer beim WHO2-Kriterium unbedeutend.

Wie in Abbildung 5 dargestellt, gaben ca. 25% der Probanden subjektive Hörprobleme an. Davon waren wiederum ca. 25% mit Hörgeräten versorgt. Diese Anteile waren jedoch stark vom Alter abhängig. Bei der Altersgruppe der über 65-Jährigen lagen beide Anteile bei ca. 45% (siehe Abbildung 6).

In der Gesamtgruppe der ab 18-jährigen ergab sich eine Versorgungsrate von 5,6%, die einer Anzahl von ca. 3,8 Millionen Hörgeräteträgern ab einem Alter von 18 Jahren in Deutschland entsprach. Aus den Prävalenzen für die verschiedenen Kriterien und unter Zugrundelegung der Gesamt-Versorgungsrate wurde die Versorgungsrate der Menschen mit Hörbeeinträchtigung abgeschätzt (siehe

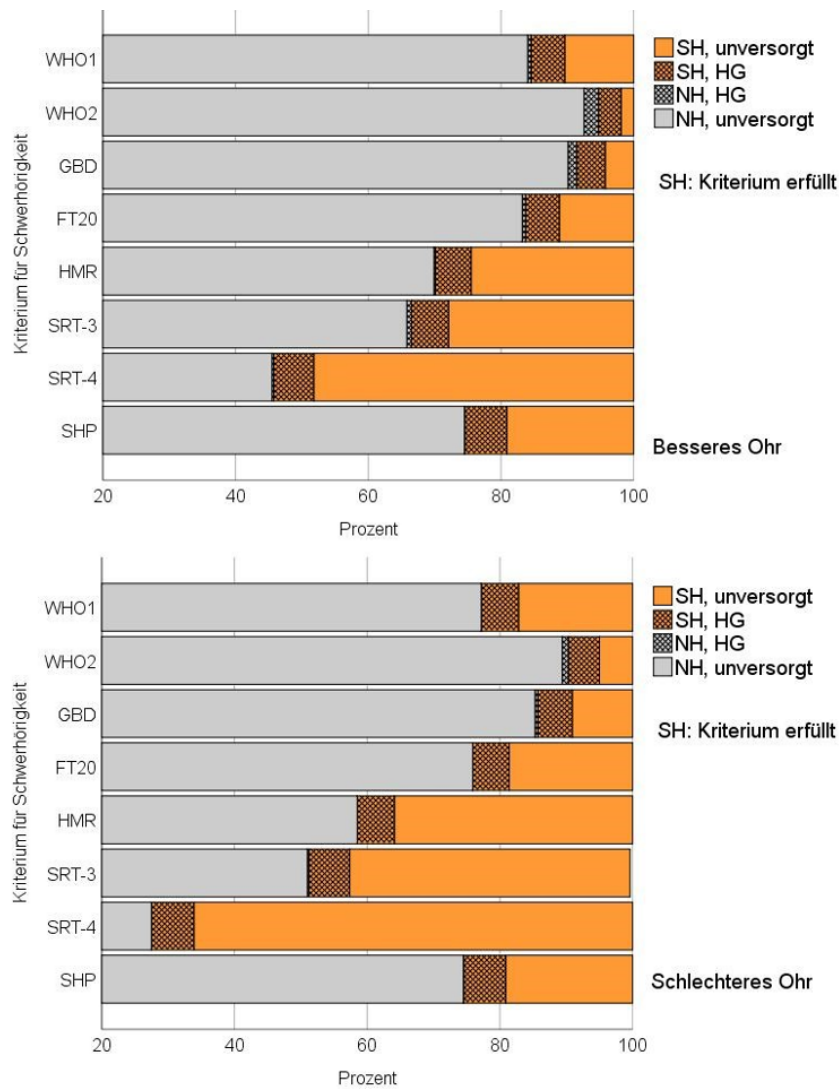


Abbildung 5: Anteil der nach den verschiedenen Kriterien als schwerhörig klassifizierten Probanden (grau: normalhörend, orange: schwerhörig) und Anteil der mit Hörgeräten versorgten Probanden (schraffiert) für das bessere Ohr (oben) und das schlechtere Ohr (unten)

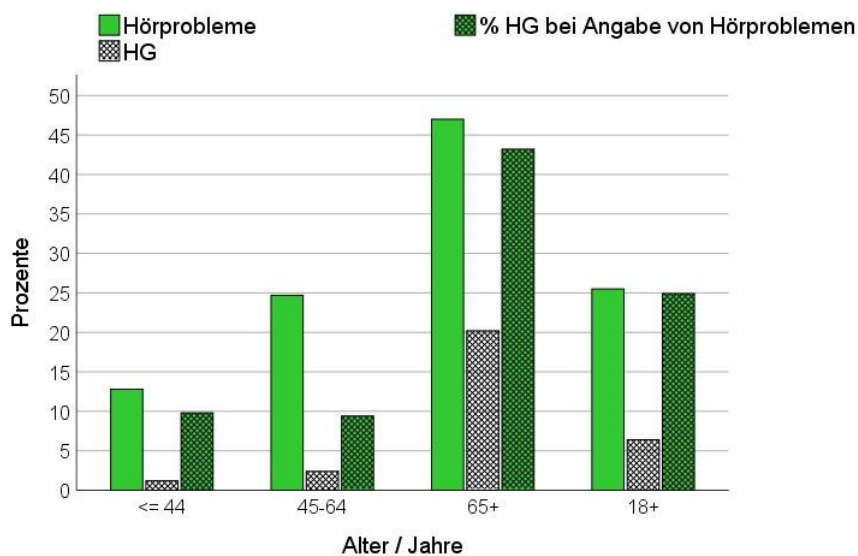


Abbildung 6: Anteil der Probanden, die subjektive Hörprobleme angeben (hellgrün), Anteil der Hörgeräteversorgungen in der Gesamtgruppe (schwarz schraffiert) und Anteil der Hörgerätebenutzer unter den Probanden mit subjektiven Hörproblemen (dunkelgrün schraffiert). Angaben für verschiedene Altersgruppen (bis 44 Jahre, 45–64 Jahre, ab 65 Jahre) und die Gesamtgruppe (18+).

Tabelle 3: Prävalenz, Anzahl der schwerhörigen Personen in der erwachsenen Bevölkerung in Deutschland in Millionen und Versorgungsrate in % für die Kriterien

		Prävalenz (%)	Anzahl (Mio.)	Versorgungsrate (%)
WHO1	Besseres Ohr	15,6	10,5	32,9
	Schlechteres Ohr	22,8	15,3	24,4
WHO2	Besseres Ohr	5,4	3,6	63,5
	Schlechteres Ohr	9,6	6,4	48,5
GBD	Besseres Ohr	8,6	5,8	50,0
	Schlechteres Ohr	14,3	9,6	36,3
HMR ¹	Besseres Ohr	29,9	20,1	18,2
	Schlechteres Ohr	41,5	27,1	13,4
FT20	Besseres Ohr	16,3	11,0	31,2
	Schlechteres Ohr	24,1	16,2	23,0
SRT-3	Besseres Ohr	33,6	22,6	16,8
	Schlechteres Ohr	48,9	32,9	12,7
SRT-4	Besseres Ohr	54,2	36,4	11,1
	Schlechteres Ohr	72,5	48,7	8,8
SHP		25,5	17,1	24,9

¹Einbezogen wurden die Luftleitungs-Schwellen bei 500, 1.000, 2.000, 3.000 und 4.000 Hz. In 36 Fällen wurden die Hörschwellen eines Ohrs bei 3.000 Hz nicht erhoben. Nach Einzelprüfung wurde angenommen, dass das HMR-Kriterium in 29 Fällen höchstwahrscheinlich nicht und in sieben Fällen einseitig erfüllt war.

Tabelle 3). Für die verschiedenen Kriterien ergaben sich Versorgungsraten zwischen 8,8% und 63,5%. Die nach dem Sprachverstehen im Störgeräusch berechneten Versorgungsraten lagen unter den Versorgungsraten, die nach dem Tonaudiogramm berechnet wurden. Die Versorgungsraten bei Anwendung des WHO1-Kriteriums und der Tabelle nach Röser (FT20) lagen in der gleichen Größenordnung wie diejenige, die nach der subjektiven Globalfrage bestimmt wurde.

Diskussion

Die Auswertung der epidemiologischen Daten zum Hörvermögen aus Oldenburg, Emden und Aalen resultierten je nach verwendetem Prävalenzkriterium in sehr unterschiedlichen Versorgungsraten und spiegeln damit die Vielfalt der von Shield [4] zusammengetragenen Studienergebnisse wider. Keines der Kriterien ist an sich falsch. Diese Analyse verdeutlicht vielmehr, dass immer auch das verwendete Kriterium angegeben werden muss, um Schätzungen zur Prävalenz oder der Zahl schwerhöriger Menschen überhaupt interpretieren zu können. Nichtsdestotrotz muss die Eignung der verschiedenen Kriterien für Schwerhörigkeit einer kritischen Diskussion unterzogen werden.

Die Verwendung des Sprachverstehens im Störgeräusch beruhte auf der Annahme, dass diese Messkondition den Alltagsbeschwerden von Menschen mit Hörbeeinträchtigungen näher kommt als das Sprachverstehen in Ruhe oder das Tonaudiogramm [12]. Der prozentuale Hörverlust für Sprache lag in der Analyse für die jüngeren Probandengruppen über demjenigen für Töne. Dieser Effekt war erwartet worden, da mit dem %SRT die Beeinträchti-

gung für Sprache im Störgeräusch bei geringgradigen tonaudiometrischen Hörverlusten aufgewertet werden sollte [14]. Der Schnittpunkt der prozentualen Hörverlustverläufe lag mit ca. 70 Jahren jedoch relativ hoch. Aus dem SRT wurden die beiden Kriterien SRT-3 und SRT-4 basierend auf Thiele et al. [14] und von Gablenz und Holube [17] gewonnen, die sich im Grenzwert für Schwerhörigkeit um 1 dB unterscheiden. Diese beiden Kriterien führten zu sehr hohen Prävalenzen vor allem in den höheren Altersgruppen und geringen Versorgungsraten, so dass die Wahl eines altersabhängigen Prävalenzkriteriums für Sprache im Störgeräusch erwogen werden sollte [18].

Das Kriterium der Hilfsmittelrichtlinie führte ebenfalls zu einer Überschätzung der Prävalenz und damit zu einer Unterschätzung der Versorgungsrate, da lediglich das Tonaudiogramm und nicht das Sprachverstehen in Ruhe herangezogen wurde. Sobald eine Frequenz im Tonaudiogramm einen Hörverlust von 30 dB HL aufwies, wurde das Prävalenzkriterium erfüllt. Das Einsilberversprechen bei einem Sprachpegel von 65 dB SPL würde jedoch in diesem Grenzbereich vermutlich mehr als 80% betragen. Das WHO2-Kriterium, vor allem wenn es auf dem besseren Ohr verwendet wird, führte dagegen zu wesentlich geringeren Prävalenzen und höheren Versorgungsraten. Selbst Probanden, die nach diesem Kriterium als normalhörend eingestuft wurden, waren mit Hörgeräten versorgt, so dass dieses Kriterium nicht geeignet erscheint. Dies gilt auch, wenn auch in geringerem Umfang, für das GBD-Kriterium.

Das aus der Röser-Tabelle abgeleitete Kriterium FT20 und das WHO1-Kriterium resultierten beide in Prävalenzen und Versorgungsraten von 25–30%. Diese Koinzidenz ist auf die Berechnung beider Kriterien aus den Schwellen

im Tonaudiogramm zurückzuführen. Ein Hörverlust von 20% nach der Röser-Tabelle entspricht also in etwa einem gemittelten Hörverlust (PTA) von 25 dB HL. Die Versorgungsraten bei beiden Kriterien lagen in der gleichen Größenordnung wie die Versorgungsrate bei subjektiven Hörschwierigkeiten. Die Übereinstimmung beschränkte sich jedoch auf die zahlenmäßig über alle Altersgruppen zusammengefassten Werte. Die altersabhängige Prävalenz SHP zeigte einen von den Tonaudiometrie-Kriterien stark abweichenden Verlauf. In den jüngeren Probandengruppen wurden wesentlich häufiger Hörschwierigkeiten angegeben, bei den älteren Probandengruppen nähert sich die Prävalenz jedoch derjenigen des GBD-Kriteriums am schlechteren Ohr an. Die Angabe von Hörschwierigkeiten war in HÖRSTAT mit ca. 25% vergleichbar häufig wie in den britischen Biobank-Daten [19], beide unterscheiden sich damit von den wesentlich geringeren Angaben der über das Internet durchgeführten EuroTrak-Befragung. Lediglich in den höheren Altersgruppen stimmen die Angaben überein.

Wird die Analyse der Prävalenzen und Versorgungsraten auf die Altersgruppe der über 65-Jährigen beschränkt und wird weiter angenommen, dass nur diejenigen mit subjektiven Hörschwierigkeiten für eine Hörgeräteversorgung in Frage kommen, dann beträgt die Versorgungsrate ca. 45%. Die Prävalenz aus der Angabe von subjektiven Hörschwierigkeiten stimmte in diesem Altersbereich am ehesten mit dem tonaudiometrischen GBD-Kriterium des schlechteren Ohrs überein. Das GBD-Kriterium sollte jedoch nicht als Grenze für eine Hörgeräteversorgung verwendet werden, da auch Personen, die nach diesem Kriterium als normalhörend eingestuft wurden, Hörgeräten besaßen. Eine strengere, d.h. höhere Grenze im Tonaudiogramm als aktuell in der Hilfsmittelrichtlinie festgelegt erscheint auch deshalb nicht angezeigt, weil die Hörgeräteträger in Oldenburg einen geringeren Hörverlust aufwiesen als in Aalen. Dies mag in der Präsenz der Hörforschung in Oldenburg und der damit verbundenen erfolgreichen Pressearbeit begründet sein. Schließlich kann eine Verzerrung der Oldenburger Stichprobe in HÖRSTAT aufgrund dieser Einflussfaktoren nicht gänzlich ausgeschlossen werden.

Obwohl nicht alle Personen mit einer geringgradigen Schwerhörigkeit nach Einteilung der WHO von Hörschwierigkeiten berichteten, erscheinen bei Beschränkung auf die Tonaudiometrie insgesamt die tonaudiometrischen Prävalenzkriterien FT20 und WHO1 als die geeignetsten Maße, um eine Schwerhörigkeit zu charakterisieren. Die 4-Frequenz-Tabelle nach Röser ist jedoch international unbekannt, so dass bei epidemiologischen Studien mindestens die Prävalenz nach dem WHO1-Kriterium angegeben werden sollte, um internationale Vergleiche zu ermöglichen. Aus dieser Empfehlung sollte nicht die Unbrauchbarkeit des HMR-Kriteriums abgeleitet werden. Das HMR-Kriterium kommt wie oben erwähnt in der klinischen Praxis in Kombination mit dem Einsilberversuchen zur Anwendung, das in dieser Datenbasis nicht enthalten ist und deshalb in dieser Auswertung nicht als Kombina-

tionskriterium mit den anderen Kriterien verglichen werden kann.

Zu berücksichtigen ist weiterhin, dass die Datenaufnahmen für die vorliegende Auswertung in den Jahren 2008–2012 erfolgten [2]. Seit diesem Zeitraum haben sich die Versorgungsraten in der EuroTrak-Befragung von 32% [15] auf 37% [6] erhöht. Andererseits gab es seit der Datenerhebung auch soziodemografische Veränderungen in der Gesellschaft, so dass sich die Prävalenz- und Versorgungszahlen zahlenmäßig verändert haben dürften. Die relativen Unterschiede der Prävalenzkriterien bleiben davon jedoch unberührt.

Zum Abschluss sei noch darauf verwiesen, dass sich der angegebene Anteil der Hörgeräteträger von 5,6% (4,7–6,6, 95%-Konfidenzintervall) der Gesamtstichprobe von der Angabe von 5,2% in von Gablenz et al. [2] unterscheidet. Dieser Unterschied liegt in der unterschiedlichen Gewichtung der Daten begründet. Für die Hochrechnungen in von Gablenz et al. [2] wurden die Angaben für die Bevölkerungsvorausberechnung für Jahr 2015 verwendet und die unterschiedliche Altersverteilung der Männer und Frauen beibehalten. Des Weiteren wurde bei der Hinzunahme weiterer Variablen aus dem Aalener Datensatz u.a. zur Nutzungsdauer und der kritischen Durchsicht deutlich, dass 12 weitere Personen nicht die Option Hörgeräteträger gewählt hatten, aber Einzelauskünfte zu spezifischen Fragen im Kontext darauf hinwiesen. Der in von Gablenz et al. [2] berichtete Anteil an Hörgeräteträgern wurde daher etwas unterschätzt, liegt jedoch im 95%-Konfidenzintervall der vorliegenden Auswertung. Insgesamt erweitert dieser Beitrag die bei von Gablenz et al. [2] und von Gablenz und Holube [7] pauschal berichteten Anteile von Hörgeräteversorgungen. Die Analyse zeigt die Hörgeräteversorgungen im Verhältnis zum Hörverlust und verdeutlicht den Anteil der als schwerhörig klassifizierten Personen ohne Hörgeräte. Damit wird die von Löhler et al. [20] bemängelte Auswertungslücke für die in den Jahren 2008–2012 erhobenen Querschnitts-Daten aus Oldenburg, Emden und Aalen geschlossen. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass die in Abbildung 3 von Löhler et al. [20] kritisierte Unvollständigkeit der analysierten Daten sachlich weder auf diesen Beitrag noch auf andere Publikationen des Autorenteams zutrifft. Sowohl in von Gablenz et al. [2] als auch in von Gablenz und Holube [7] wurden alle erhobenen Datensätze vollständig dokumentiert. Vielmehr wurden durch Löhler et al. [20] die betreffenden Publikationen vermutlich versehentlich fehlerhaft zugeordnet und die Zahl der Studienteilnehmer falsch zitiert.

Daten

Daten für diesen Artikel sind im Dryad-Repository verfügbar unter: <https://doi.org/10.5061/dryad.cfxpnvx27> [21]

Anmerkungen

Konferenzpräsentation

Inhalte dieses Beitrags wurden beim 1. Interdisziplinären Kolloquium der KIND Hörstiftung am 4. Februar 2019 in Berlin präsentiert.

Interessenkonflikt

Die Autoren erklären, dass sie keine Interessenkonflikte im Zusammenhang mit diesem Artikel haben.

Danksagung

Die Autoren danken allen Untersuchern und Probanden für die Datenaufnahme und Teilnahme an den Untersuchungen sowie in Oldenburg Prof. Dr. Karsten Plotz und den örtlichen Hörgeräteakustikern für die Unterstützung. HÖRSTAT wurde durch den Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE), aus Landesmitteln des Nds. Vorab durch das Niedersächsische Ministerium für Wissenschaft und Kultur, Forschungsschwerpunkt „Hören im Alltag Oldenburg (HALLO)“ sowie die Forschungsgemeinschaft der Jade Hochschule gefördert. Die Forschungsgemeinschaft Deutscher Hörgeräte-Akustiker (FDHA) finanzierte die Begleitstudie zur deutschsprachigen Kurzform des SSQ. Die Fa. Auritec stellte dankenswerterweise die tragbaren Audiometer Ear 2.0 zur Verfügung. Die Studie „Wie hört Deutschland?“ wurde von der Bundeswehr finanziert und der Audio-Lastzug der WTD 91 (Meppen) für audiometrische Messungen zur Verfügung gestellt. Die Korrektur der englischen Textstellen erfolgte durch STELS-OL <http://stels-ol.de>.

Anhänge

Verfügbar unter
<https://www.egms.de/de/journals/zaud/2019-1/zaud000004.shtml>

1. Anhang1_zaud000004.pdf (30 KB)
Appendix

Literatur

1. Bundesinnung der Hörakustiker KdöR. Wörterbuch der Hörakustik auf www.biha.de – Hörakustiker geben Einblick in ihre Welt. 2018 (accessed 12.04.2019). Available from: <https://www.presseportal.de/pm/70547/3913310>
2. von Gablenz P, Hoffmann E, Holube I. Prävalenz von Schwerhörigkeit in Nord- und Süddeutschland [Prevalence of hearing loss in Northern and Southern Germany. German version]. HNO. 2017 Aug;65(8):663-670. DOI: 10.1007/s00106-016-0314-8
3. Shield B. Evaluation of the social and economic costs of hearing impairment: A report for Hear-It AISBL. 2006 (accessed 12.04.2019). Available from: https://www.hear-it.org/sites/default/files/multimedia/documents/Hear_It_Report_October_2006.pdf
4. Shield B. Hearing Loss – Numbers and Costs: A Report for Hear-It AISBL. 2019 (accessed 06.04.2019). Available from: <https://www.hear-it.org/>
5. EHIMA. EuroTrak Germany 2015. 2015 (accessed 31.01.2019). Available from: <https://www.ehima.com/eurotrak/>
6. EHIMA. EuroTrak Germany 2018. 2018 (accessed 31.01.2019). Available from: <https://www.ehima.com/eurotrak/>
7. von Gablenz P, Holube I. Prävalenz von Schwerhörigkeit im Nordwesten Deutschlands: Ergebnisse einer epidemiologischen Untersuchung zum Hörstatus (HÖRSTAT) [Prevalence of hearing impairment in northwestern Germany. Results of an epidemiological study on hearing status (HÖRSTAT)]. HNO. 2015 Mar;63(3):195-214. DOI: 10.1007/s00106-014-2949-7
8. WHO. Grades of hearing impairment. 2001 (accessed 8.04.2019). Available from: https://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/
9. Stevens G, Flaxman S, Brunskill E, Mascarenhas M, Mathers CD, Finucane M; Global Burden of Disease Hearing Loss Expert Group. Global and regional hearing impairment prevalence: an analysis of 42 studies in 29 countries. Eur J Public Health. 2013 Feb;23(1):146-52. DOI: 10.1093/eurpub/ckr176
10. Gemeinsamer Bundesausschuss. Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Hilfsmittel-Richtlinie/Hilfsm-RL). 2018 (accessed 31.01.2019). Available from: <https://www.g-ba.de/richtlinien/13/>
11. Feldmann H, Brusis T. Das Gutachten des Hals-Nasen-Ohren-Arztes. 7. Auflage. Stuttgart, New York: Thieme; 2012.
12. Smits C, Kramer SE, Houtgast T. Speech reception thresholds in noise and self-reported hearing disability in a general adult population. Ear Hear. 2006 Oct;27(5):538-49. DOI: 10.1097/01.aud.0000233917.72551.cf
13. Kollmeier B, Wesselkamp M. Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. J Acoust Soc Am. 1997 Oct;102(4):2412-21. DOI: 10.1121/1.419624
14. Thiele C, Sukowski H, Wagener K, Kollmeier B, Lenarz T, Lesinski-Schiedat A. Hörverlustbestimmung und MdE-Abschätzung unter Einbezug von Sprachverständlichkeitsmessungen im Störgeräusch [Hearing loss determination and assessment of the reduction in earning capacity taking speech discrimination tests in noise into account]. HNO. 2011 Nov;59(11):1111-7. DOI: 10.1007/s00106-011-2355-3
15. EHIMA. EuroTrak Germany 2009. 2009 (accessed 31.01.2019). Available from: <https://www.ehima.com/eurotrak/>
16. Destatis. 12211-0041 Bevölkerung (ab 15 Jahren): Deutschland, Jahre, Geschlecht, Altersgruppen, Beruflicher Bildungsabschluss für 31.12.2011. 2011 (accessed 01.12.2015). Available from: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>
17. von Gablenz P, Holube I. Hörverlust und Sprachverstehen im Alter [Hearing Loss and Speech Recognition in the Elderly]. Laryngorhinootologie. 2017 Nov;96(11):759-764. DOI: 10.1055/s-0043-119388
18. von Gablenz P, Holube I, Buschermöhle M. Was soll und kann ein Hörtest per Telefon erreichen? Ergebnisse des deutschsprachigen Ziffern-Tripel-Tests aus der epidemiologischen Studie HÖRSTAT. In: 17. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie; 12.-15. März 2014; Oldenburg. p. 130.

19. Moore DR, Edmondson-Jones M, Dawes P, Fortnum H, McCormack A, Pierzycki RH, Munro KJ. Relation between speech-in-noise threshold, hearing loss and cognition from 40-69 years of age. *PLoS ONE*. 2014;9(9):e107720. DOI: 10.1371/journal.pone.01077205
20. Löhler J, Walther LE, Hansen F, Kapp P, Meerpohl J, Wollenberg B, Schönweiler R, Schmucker C. The prevalence of hearing loss and use of hearing aids among adults in Germany: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2019 Apr;276(4):945-956. DOI: 10.1007/s00405-019-05312-z
21. von Gablenz P, Holube I. Data from: Hearing-aid adoption in Northern and Southern Germany. Dryad Digital Repository. 2019. DOI: 10.5061/dryad.cfxpnvx27

Bitte zitieren als

Holube I, Hoffmann E, von Gablenz P. Versorgung mit Hörgeräten in Nord- und Süddeutschland. *GMS Z Audiol (Audiol Acoust)*. 2019;1:Doc04.
DOI: 10.3205/zaud000004, URN: urn:nbn:de:0183-zaud0000047

Artikel online frei zugänglich unter

<https://www.egms.de/en/journals/zaud/2019-1/zaud000004.shtml>

Veröffentlicht: 23.12.2019

Copyright

©2019 Holube et al. Dieser Artikel ist ein Open-Access-Artikel und steht unter den Lizenzbedingungen der Creative Commons Attribution 4.0 License (Namensnennung). Lizenz-Angaben siehe <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

Korrespondenzadresse:

Prof. Dr. Inga Holube
Jade Hochschule, Institut für Hörtechnik und Audiologie,
Ofener Str. 16/19, 26121 Oldenburg, Deutschland, Tel.
+49-441-7708-3723
Inga.Holube@jade-hs.de

Hearing-aid adoption in Northern and Southern Germany

Abstract

On an international level, estimates of the prevalence of hearing loss are often based on the criterion of the world health organization (WHO), but other criteria have also been applied. Both the prevalence of hearing loss and the number of hearing-aid fittings can be used to estimate the adoption rate, which is often regarded as being in need of improvement. To illustrate the effect of the prevalence criteria on the assessments, epidemiological data for hearing abilities in Oldenburg, Emden, and Aalen were used. The criteria were either based on the pure-tone audiogram, on speech recognition in noise, or on the subjective indication of hearing difficulties. The results showed a strong dependency of the adoption rate on the prevalence criterion. Criteria based on speech recognition in noise led to very high prevalence, but low adoption rates. Age-independent analysis resulted in similar adoption rates of approx. 25% for subjective hearing difficulties, for the common WHO criterion, and for the four-frequency-table of Röser. However, age-dependent analysis revealed large differences between the subjective indication and the criteria based on pure-tone audiometry. Overall, statements regarding the prevalence of hearing impairment and rate of hearing-aid adoption should always include the applicable criterion, and should either be viewed as age-dependent, or related to a standard population.

Keywords: hearing aid, hearing loss, speech recognition, prevalence, subjective hearing

Inga Holube¹

Eckhard Hoffmann²

Petra von Gablenz¹

1 Institute of Hearing Technology and Audiology, Jade University of Applied Sciences and cluster of excellence "Hearing4All", Oldenburg, Germany

2 Kempten, Germany

Introduction

Reports that many people with hearing impairment are not fitted with hearing aids are numerous. Even a search for the actual number of people with hearing impairment results in very different findings. For example, the German federal association of hearing aid acousticians (Bundesinnung der Hörakustiker KdöR; biha) gave the number of people "with an indicated hearing impairment" in Germany as 5.4 million [1]. In von Gablenz et al. [2], on the other hand, the number of hearing-impaired people in Germany was estimated to be 11.1 million. The list of such sources could be extended by several variants. This raises the question of which of these numbers – if any – are "correct". Against this background, the available epidemiological data on hearing abilities from the HÖRSTAT project, conducted in Oldenburg and Emden, and the Aalen study "Hearing in Germany", were analyzed in different ways.

The extent of the problem of comparing numbers has been shown, inter alia, in the reports of Shield [3], [4]. A comparison of all studies is almost impossible due to the different criteria defining hearing impairment. For example, in the current overview of Shield [4], adoption rates between 11 and 59% were reported for the UK, depending on the data source. For Germany, the EuroTrak analysis [5], which was the only source for our country

included in the report of Shield [4], resulted in an adoption rate of 35%. This rate increased to 37% in the current EuroTrak analysis [6] and was of the same order of magnitude as in France, but lower than in the Scandinavian countries and the UK.

The EuroTrak analysis was based on surveys of an online panel. The information on hearing difficulties was neither verified by pure-tone audiometry nor by speech audiometry and could therefore be biased. However, the measurement of pure-tone audiograms is also no guarantee for comparability. Already in von Gablenz and Holube [7] different criteria had to be used to compare the prevalence of hearing impairment between international studies. Most well-known is the WHO classification [8], which assumes hearing impairment for average hearing thresholds of more than 25 dB HL, but also indicates further levels for subdividing the severity of the hearing impairment. In addition, in the international epidemiological joint project "Global Burden of Disease" (GDB), a limit of a hearing threshold of 35 dB HL was used, since hearing aid benefit was only definitely assumed beyond this threshold [9].

Overall, however, it is questionable whether hearing disabilities can be assessed solely from the pure-tone audiogram. Although the guideline for assistive devices (Hilfsmittelrichtlinie in German) [10] uses a criterion from the pure-tone audiogram, namely the examination of the hearing thresholds at individual frequencies at a threshold of 30 dB HL, it additionally takes speech recognition in

quiet into account. In addition, the pure-tone audiogram-based classification tables established by Röser [11] should be supplemented by speech-audiometric data. Assuming that hearing impairment is more likely to impact speech recognition in noise than in quiet and that this is more relevant to everyday problems, Smits et al. [12] provided a screening test for the detection of hearing impairment using digits in noise. In audiological practice, the Göttingen sentence test (GÖSA, [13]) can be used as a more accurate measurement method, for which criteria for the classification of hearing impairment have also been proposed [14].

The possibilities for the classification of hearing impairment are therefore manifold. In order to analyze the effects of the various criteria on the hearing aid adoption rate, the data on hearing abilities from Oldenburg, Emden, and Aalen were analyzed and presented with regard to this question.

Methods

Database

For the analysis, the data from the projects HÖRSTAT and “Hearing in Germany” in Aalen was pooled. For a detailed description of the data collection procedures refer to von Gablenz et al. [2] and von Gablenz and Holube [7]. Both databases were collected from random samples of the general population from the age of 18 years upwards. In total, $N=3,105$ cases with pure-tone audiograms measured on both ears were available. All human studies described were conducted with the approval of the responsible ethics committee, in accordance with national law and the Helsinki Declaration. All the subjects involved signed a declaration of consent.

In HÖRSTAT, the GÖSA in noise [13] was additionally conducted on both ears via headphones with a noise level of 65 dB SPL (for 47 participants 75 dB SPL) and the participants were asked about subjective hearing difficulties. This global question was “Which of the following are you suffering from?” and allowed the selection of “hearing difficulties” along with other symptoms (poor eyesight, high blood pressure, back problems, none of these). It was taken from the EuroTrak survey [15]. In relation to the 1,866 participants from HÖRSTAT, which were included in von Gablenz et al. [2], there were no complete or sufficiently reliable results for 56 participants for the GÖSA and self-reported hearing difficulties. Of these, the pure-tone hearing ability was so poor in 15 participants that the GÖSA could not be measured at one or both ears. Measurements of these participants were included in the analysis by setting the hearing loss for speech (see below) to 100% for each ear if the speech test was deemed unfeasible. The reasons for the missing GÖSA results of 40 participants were, amongst other things, of a technical or organizational nature. Therefore, a random lack that was independent of the hearing ability

was assumed. The influence of the exclusion of these participants on the prevalence data was assumed to be negligible. For one participant, moreover, the response to the global question about hearing difficulties is missing. Criteria based on the GÖSA and the global question were therefore limited to $N=1,825$ cases.

In Table 1, the numbers of participants by gender and by age groups 18 to 24 years, 25 to 34 years, etc. and over 84 years for the whole group are reported. Also listed is the number of unilateral and bilateral hearing-aid adoptions. Altogether, 196 of the 3,105 participants were fitted with technical hearing devices. These included one participant with a cochlear implant and one participant with a CROS device. For the sake of simplicity, however, these provisions were not further differentiated, but generally subsumed under hearing-aid adoption. Figure 1 shows the provisions as a function of the average hearing loss (PTA, mean of 0.5, 1, 2, and 4 kHz) of the better and the worse ear. As expected, unilateral hearing-aid fittings were mainly undertaken in asymmetric hearing impairments, i.e. on the worse ear, with still good hearing abilities of the better ear, and on the better ear when the worse ear was non-fittable.

Weighting

To compensate for variations in age-related sample sizes from the general population (see Table 1), the results were weighted according to the data of Destatis [16]. For all figures and tables (with the exception of the case numbers in Table 1), the same procedure was used for weighting. The procedure was applied to 3,105 or to 1,825 cases, depending on the question addressed. The age distribution of the sample was adjusted to micro-census data [16] using 5-years bands, and an equal age distribution of men and women was adopted. Similar to von Gablenz et al. [2], the vocational education was adjusted to the distribution of qualifications (unspecified, without professional qualification, vocational training, technical college, university) also based on microcensus data [16] in the age groups 20 to 34, 35 to 64, and above 65 years. Due to the small number of cases, the groups “without professional qualification” and “vocational training” had to be combined for the HÖRSTAT subgroup with $N=1,825$ for men from the age of 65 years.

Prevalence criteria

Various criteria were used to calculate the prevalence and the adoption rate (see Table 2). Some of the criteria are based on the average hearing loss PTA already described above. In most publications, the criterion WHO1 or the GBD criterion was derived. In order to remain in the WHO classification system and still choose a further limit (from which it can definitely be assumed that there will be a benefit from hearing aids), the second level (WHO2, [8]) was the obvious choice. These PTA criteria were compared, inter alia, with the pure-tone audiometry criterion of the guideline for assistive devices. Unfortu-

Table 1: Number of participants in the specified age groups and for the entire group, as well as the number of unilateral and bilateral hearing-aid adoptions. The percentage of people in the age groups relative to the adult general population according to Destatis [16] was used to weight the number of cases.

		Age/years								
		20	30	40	50	60	70	80	85+	18–97
N		189	278	419	591	638	529	398	63	3,105
N	Female	114	159	207	363	334	278	185	20	1,660
	Male	75	119	212	228	304	251	213	43	1,445
N Adoptions		2	1	8	9	15	50	84	27	196
	Unilateral	1	0	6	4	2	14	10	5	42
	Bilateral	1	1	2	5	13	36	74	22	154
% General population		9.4	14.8	15.8	19.5	15.8	13.0	8.9	2.7	100

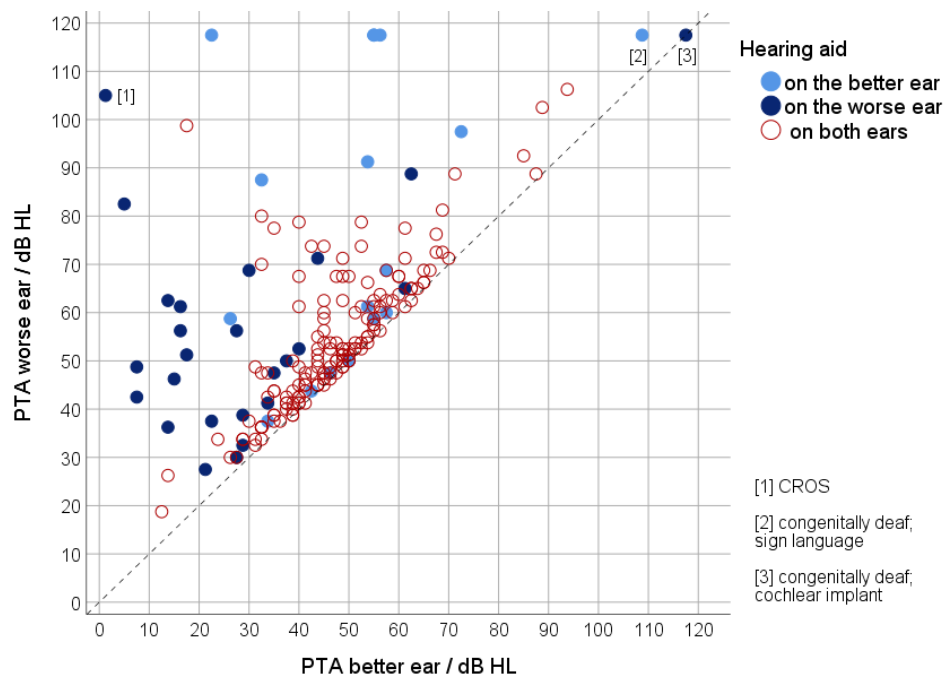


Figure 1: Unilateral and bilateral hearing-aid adoptions for PTAs of the better and the worse ear

Table 2: Abbreviations and criteria for prevalence

Notation	Meaning
PTA	Average pure-tone thresholds of the frequencies 0.5, 1, 2, and 4 kHz
%PTA	Hearing loss for pure tones in percent (see equation 1)
WHO1	PTA >25 dB HL
WHO2	PTA >40 dB HL
GBD	PTA ≥35 dB HL
HMR	Guideline for assistive devices: one frequency of 0.5 to 4 kHz ≥30 dB HL
%FT	Percent hearing loss from the 4-frequency table according to Röser [11]
FT20	%FT ≥20 %
%SRT	Hearing loss for speech in percent according to [14]
SRT-4	SRT in GÖSA ≥−4 dB SNR
SRT-3	SRT in GÖSA ≥−3 dB SNR
SHP	Subjective indication of hearing difficulties
HGV	Share of hearing-aid adoptions

nately, data on the Freiburg monosyllable speech test in quiet were not available. In addition, a threshold (FT20) was taken from the percent hearing loss %FT from the 4-frequency table according to Röser [11]. In order to compare the value %FT with the PTA, hearing loss for pure-tones in percent %PTA was calculated based on Röser's table:

$$\%PTA = \begin{cases} (1.5 \cdot PTA - 15)\% & \text{for } PTA \leq 70 \text{ dB HL} \\ (0.5 \cdot PTA + 55)\% & \text{for } 70 \text{ dB HL} \leq PTA \leq 80 \text{ dB HL} \\ (PTA + 15)\% & \text{for } 80 \text{ dB HL} \leq PTA \leq 85 \text{ dB HL} \\ 100\% & \text{for } PTA \geq 85 \text{ dB HL} \end{cases}$$

To compare %PTA with a comparable percentage level in speech recognition, the percentage of hearing loss for speech in noise was calculated according to Thiele et al. [14] from the signal-to-noise ratio (SNR) for a speech recognition score of 50% in GÖSA, i.e. the speech recognition threshold (SRT). As thresholds for the SRT, either -4 dB SNR (SRT-4, [14]) or -3 dB SNR (SRT-3, [17]) was used. In addition, the subjective indication of hearing difficulties (SHP, global question) was used as a prevalence criterion. Although the criteria of WHO and GBD internationally only consider the better ear, all criteria except the global question were considered separately for the better and the worse ear.

Curve fitting

In order to present the patterns of percentage hearing loss and prevalence over age, results were aggregated into 10-year cohorts and quadratic functions adjusted. Neither the number of cases nor confidence intervals were taken into account. The quadratic functions were visually checked and replaced with linear functions in the younger participant groups with insufficient data fits. The transition point was chosen separately for each function.

Results

The detailed numerical values for percent hearing loss and prevalence in age groups are given in the table in Appendix 1 (Attachment 1). The following graphical representations are more descriptive.

Age dependence of percent hearing loss

Figure 2 shows the percentage of hearing loss from the 4-frequency Röser table (%FT), the mean percentage hearing loss for pure-tones (%PTA), and for speech in noise (%SRT) for the better and the worse ear as a function of age. The two quantities %FT and %PTA calculated from the pure-tone audiogram are very similar, with %PTA increasing slightly more with age than %FT. The slope on the worse ear is similar to the hearing-aid adoption rate. The quantity %SRT calculated from the speech recognition in noise indicates a higher percent hearing loss until the age of about 70 years than for the other criteria in comparison.

Indicators for hearing-aid adoption

In order to determine the most suitable indicator for hearing-aid adoption, ROC curves were calculated for the HÖRSTAT data (see Figure 3). The curves illustrate the sensitivity and the specificity for a unilateral or a bilateral hearing-aid adoption. As indicators, the PTA of the better, the worse and of both ears, as well as the SRT of the better and the worse ear and age were used. The best indicator was the PTA of the worse ear (area under the curve AUC=0.970). Speech recognition in noise showed a lower sensitivity and specificity (AUC=0.929). Pure-tone thresholds and speech recognition become progressively worse with age, but age itself was by comparison the worst predictor for HA use (AUC=0.842).

Hearing-aid users in Oldenburg were fitted with hearing aids at a lower PTA than in Aalen. When choosing Oldenburg as the reference, the odds ratios for Emden were OR=0.7 (0.4-1.2) and for Aalen OR=0.4 (0.3-0.6). Thus, the chance of a hearing-aid fitting in Oldenburg is about two and a half times higher than in Aalen, if the PTA of the worse ear and age are taken into account. With an odds ratio of OR=0.9 (0.6-1.3), gender has no significant influence on hearing-aid adoption.

Prevalence criteria

The percentages of hearing-impaired subjects as a function of age when using the various prevalence criteria are shown in comparison to the percentage of hearing-aid adoptions in Figure 4. The criteria FT20 from Röser's table and WHO1 were roughly the same. They were well above the other two PTA-based criteria, GBD and WHO2, which came closest to the proportion of hearing-aid adoption and increased approximately similarly with age. By contrast, the criterion of the guideline HMR resulted in a significantly higher prevalence, which roughly corresponds to the prevalence according to the GÖSA SRT-3 criterion. The stricter criterion SRT-4 showed the highest prevalence and led to almost all participants aged 75 years and over. The subjective hearing impairment SHP showed a considerably different slope with a higher prevalence in young and a lower prevalence in older age groups.

Adoption rates

Using the various prevalence criteria, it is possible to verify the proportion of participants classified as hearing impaired that have one or two hearing aids. Figure 5 shows the percentage of participants with hearing impairment for the better and the worse ear for the different criteria, together with the proportion of hearing-aid adoptions (unilateral or bilateral). The speech-in-noise based SRT-3 and SRT-4 criteria classified most participants as hearing impaired. This proportion was lowest for the pure-tone audiogram criterion WHO2. Thus, the highest adoption rate was observed for this latter criterion. Nevertheless, when limiting to the better ear, a noteworthy number of participants classified as normal

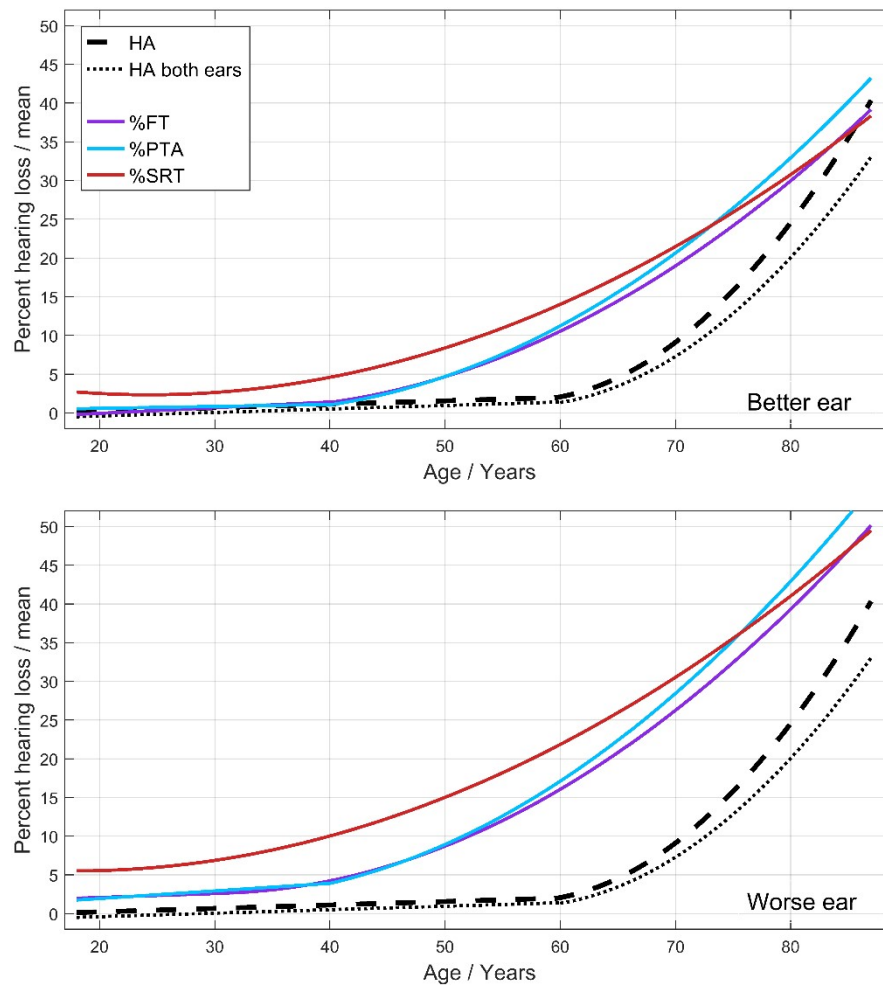


Figure 2: Percentage of hearing loss according to Röser (%FT, magenta), for pure tones (%PTA, blue), and for speech (%SRT, red) for the better ear (top) and the worse ear (bottom), as a function of age. The black curves give the percentage of hearing-aid adoptions (dashed: all adoptions, dotted: bilateral adoptions only).

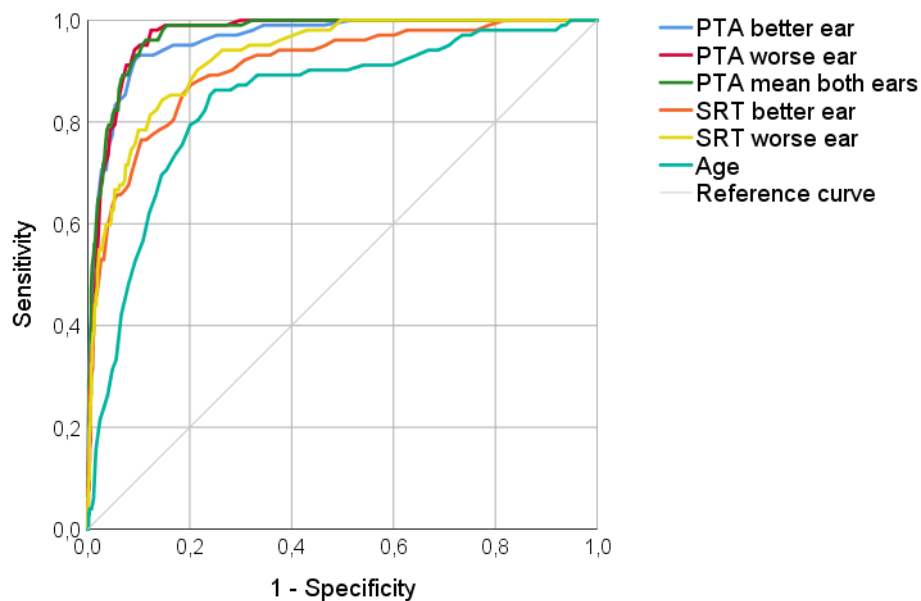


Figure 3: ROC curves for unilateral or bilateral adoptions when using the indicators PTA, SRT, and age for N=1,810 participants in HÖRSTAT

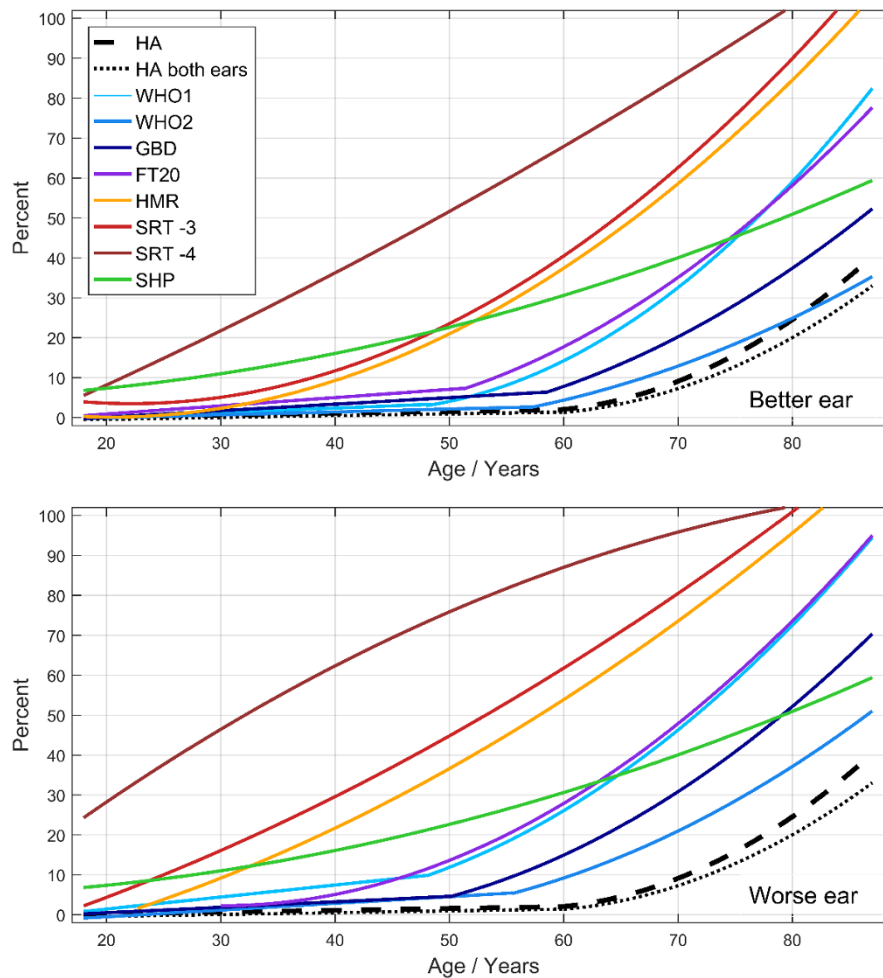


Figure 4: Prevalence of hearing impairment using different criteria for the better ear (top) and the worse ear (bottom) as a function of age. The black curves give the percentage of hearing-aid adoptions (dashed: all adoptions, dotted: bilateral adoptions only).

hearing were fitted with hearing aids. This applies, albeit to a lesser extent, to the classification with the GBD criterion. When considering the worse ear, the proportion of hearing aid fittings of normal-hearing participants was negligible except for the WHO2 criterion.

As shown in Figure 5, about 25% of the participants reported subjective hearing difficulties. Of these, about 25% were fitted with hearing aids. However, these shares were strongly dependent on age. In the age group over 65, both proportions were around 45% (see Figure 6).

In the whole group of those aged 18 and above, the adoption rate was 5.6%, which corresponded to a number of approx. 3.8 million hearing aid users aged 18 and above in Germany. The prevalence rates for the various criteria and the overall adoption rate were used to estimate the adoption rate of persons with hearing impairment (see Table 3). For the different criteria, adoption rates ranged from 8.8% to 63.5%. The adoption rates calculated according to speech recognition in noise were below the adoption rates calculated from the pure-tone audiogram. The adoption rates using the WHO1 criterion and Röser's table (FT20) were of the same order of magnitude as those based on the subjective global question.

Discussion

The analysis of the epidemiological data on hearing abilities from Oldenburg, Emden, and Aalen resulted in very different adoption rates depending on the prevalence criterion used and thus reflects the diversity of the study results compiled by Shield [4]. None of the criteria is wrong in itself. On the contrary, this analysis shows that the criterion used must always be given in order to be able to interpret prevalence estimates, or the number of hearing-impaired persons. Nevertheless, the suitability of the various criteria for hearing impairment must be critically discussed.

The use of speech recognition in noise was based on the assumption that this measurement condition is more closely related to the everyday complaints of people with hearing impairment, than are speech recognition in quiet or the pure-tone audiogram [12]. The percentage hearing loss for speech was higher in the analysis than for pure tones for the younger participants. This effect was expected because %SRT should upvalue the impairment for speech in noise for mild pure-tone hearing losses [14]. However, the intersection of the percentage hearing loss curves was relatively high, near 70 years. Based on Thiele

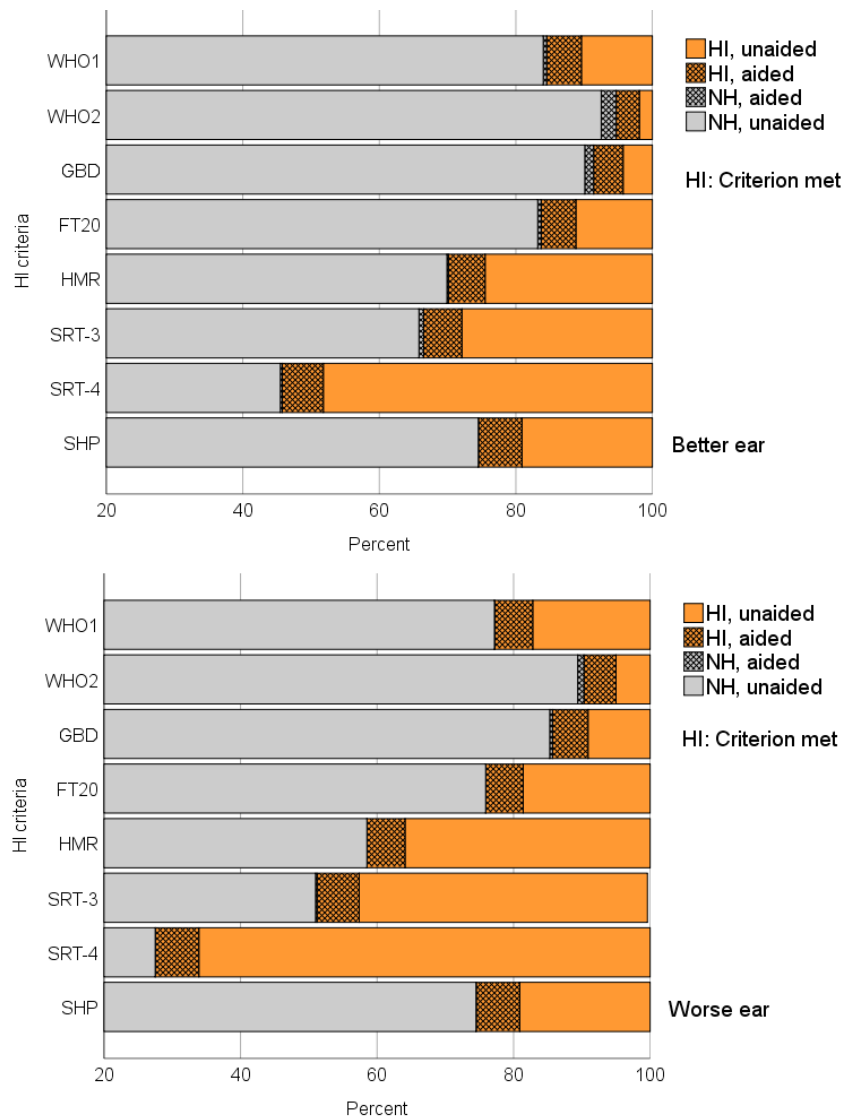


Figure 5: Fraction of participants classified as hearing impaired based on different criteria (grey: normal hearing, orange: hearing impaired) for the better ear (top) and the worse ear (bottom). The hatched areas highlight the participants with hearing aids



Figure 6: Percentage of participants reporting subjective hearing difficulties (light green); percentage of participants with hearing aids in the entire group (hatched black); and the percentage of participants with hearing aids within the participants reporting subjective hearing difficulties (hatched dark green), separated into different age groups (up to 44 years, from 45 to 64 years, 65 years and over), and for the entire group (18+)

Table 3: Prevalence, number of adult inhabitants in Germany with hearing impairment in millions, and adoption rate in % for the different criteria

		Prevalence (%)	Number (Mio)	Adoption rate (%)
WHO1	Better ear	15.6	10.5	32.9
	Worse ear	22.8	15.3	24.4
WHO2	Better ear	5.4	3.6	63.5
	Worse ear	9.6	6.4	48.5
GBD	Better ear	8.6	5.8	50.0
	Worse ear	14.3	9.6	36.3
HMR ¹	Better ear	29.9	20.1	18.2
	Worse ear	41.5	27.1	13.4
FT20	Better ear	16.3	11.0	31.2
	Worse ear	24.1	16.2	23.0
SRT-3	Better ear	33.6	22.6	16.8
	Worse ear	48.9	32.9	12.7
SRT-4	Better ear	54.2	36.4	11.1
	Worse ear	72.5	48.7	8.8
SHP		25.5	17.1	24.9

¹Air conduction thresholds were included at 0.5, 1, 2, 3, and 4 kHz. In 36 cases, the thresholds of one ear were not measured at 3 kHz. After individual verification, it was assumed that the HMR criterion was most likely not fulfilled in 29 cases and unilaterally fulfilled in seven cases.

et al. [14] and von Gablenz and Holube [17], two SRT criteria differing in the cut-off value for impairment by 1 dB were applied to the data. These two criteria led to a very high prevalence, especially in the older age groups, and low adoption rates. Therefore, the choice of an age-dependent prevalence criterion for speech in noise should be considered [18].

The criterion from the guideline for assistive devices (HMR) also led to an overestimation of the prevalence and thus to an underestimation of the adoption rate, since only the pure-tone audiogram was used and not speech recognition in quiet. Once a frequency in the pure-tone audiogram reached or exceeded a hearing loss of 30 dB HL, the prevalence criterion was met. However, the recognition of monosyllables at a speech level of 65 dB SPL would probably exceed 80% in this border area.

By contrast, the WHO2 criterion, especially when used on the better ear, resulted in significantly lower prevalence and higher adoption rates. Even subjects who were classified as normal hearing according to this criterion were fitted with hearing aids. Therefore, this criterion is not appropriate. This also applies, albeit to a lesser extent, to the GBD criterion.

The FT20 criterion derived from Röser's table and the WHO1 criterion both resulted in prevalence and adoption rates of 25–30%. This coincidence is due to the calculation of both criteria from the thresholds in the pure-tone audiogram. A hearing loss of 20% according to Röser's table thus corresponds approximately to an average hearing loss (PTA) of 25 dB HL. The adoption rates of these two criteria were of the same order of magnitude as the rate for the subjective hearing difficulties criterion. The agreement, however, was limited to the numbers

summarized across all age groups. The age-related prevalence of SHP showed a very different trend compared to the pure-tone criteria. In the younger groups of participants, hearing difficulties were reported much more frequently, but in the older age groups the SHP prevalence approaches that of the GBD criterion for the worse ear. The reported hearing difficulties in HÖRSTAT were, with approx. 25%, comparable to those in the British biobank data [19], thus differing from the much lower figures of the EuroTrak survey conducted on the internet. The data agree only in the older age groups.

If the analysis of prevalence and adoption rates is limited to the age group over 65 years, and further assuming that only those with subjective hearing difficulties are eligible for hearing-aid fitting, the adoption rate is approx. 45%. The prevalence of subjective hearing difficulties in this age range was most consistent with the pure-tone related GBD criterion of the worse ear. However, the GBD criterion should not be used as the limit for hearing aid fitting, since even participants classified as normal hearing by this criterion owned hearing aids. A stricter, i.e. worse, threshold in the pure-tone audiogram than currently specified in the guideline is also not appropriate, because the hearing-aid users in Oldenburg had lower hearing losses than in Aalen. This may be due to the presence of hearing research institutions in Oldenburg and the associated successful publicity. Finally, a bias of the Oldenburg sample in HÖRSTAT due to these factors cannot be completely ruled out.

Although not all participants with a mild hearing impairment according to the WHO classification reported hearing difficulties, the prevalence criteria FT20 and WHO1 seem to be the most suitable measures for characterizing hearing loss when limiting to pure-tone audiometry.

However, Röser's 4-frequency table is not well known internationally. Therefore, epidemiological studies should at least indicate the prevalence according to the WHO1 criterion, in order to allow international comparisons. From this recommendation, the impracticality of the HMR criterion should not be inferred. The HMR criterion, as mentioned above, is used in clinical practice in combination with speech recognition of monosyllables. Results from the monosyllables speech test are not included in this database and, therefore, HMR as a combination criterion cannot be compared with the other criteria in this analysis.

It should also be noted that the present data were collected in the years 2008–2012 [2]. Since this period, the adoption rates in the EuroTrak survey increased from 32% [15] to 37% [6]. In addition, there have been sociodemographic changes in society since the data collection. Therefore, the prevalence and adoption rates are likely to have changed numerically. However, the relative differences in prevalence criteria remain unaffected.

Finally, it should be noted that the reported percentage of hearing aid users of 5.6% (4.7–6.6, 95% confidence interval) for the total sample differs from the 5.2% value given in von Gablenz et al. [2]. This difference is due to the different weighting of the data. For the extrapolations in von Gablenz et al. [2], the data for the population projection for 2015 were used and the different age distribution of male and female was retained. Furthermore, combining additional variables from the Aalen dataset, including usage time, and their critical review, revealed that 12 other individuals had not selected the option hearing-aid user but pointed out information on specific questions in this context. The proportion of hearing-aid users reported in von Gablenz et al. [2] was therefore somewhat underestimated, but lies within the 95% confidence interval of the present estimate.

Overall, the present contribution extends the adoption rates reported in von Gablenz et al. [2] and von Gablenz and Holube [7]. The analysis shows the adoption rates in relation to hearing impairment, and illustrates the proportion of persons classified as hearing impaired without hearing aids. This closes the evaluation gap criticized by Löhler et al. [20] for the cross-sectional data from Oldenburg, Emden, and Aalen collected in the years 2008–2012. It should, however, be taken into account that the incompleteness of the data analyzed, as criticized in Figure 3 in the article of Löhler et al. [20] does not apply to the present publication or to any other publications of the authors. In both publications, von Gablenz et al. [2] and von Gablenz and Holube [7], all data collected were fully documented. Rather, Löhler et al. [20] probably mistakenly incorrectly assigned the relevant publications and misquoted the number of study participants.

Data

Data for this article are available from the Dryad Repository: <https://doi.org/10.5061/dryad.cfxpnvx27> [21]

Notes

Conference presentation

Parts of this contribution were presented at 1. *Interdisziplinäres Kolloquium der KIND Hörstiftung* in Berlin, Germany, February 4, 2019.

Competing interestss

The authors declare that they have no competing interests.

Acknowledgement

The authors would like to thank all examiners and participants for data collection and participation and, in Oldenburg, Prof. Dr. Karsten Plotz and the local hearing-aid acousticians for their support.

HÖRSTAT was supported by the European Regional Development Fund (ERDF), by the governmental funding initiative Niedersächsisches Vorab of the Lower Saxony Ministry for Science and Culture, the research focus “Hören im Alltag Oldenburg (HALLO)”, as well as the research fund of the Jade University of Applied Sciences. The Research Association of German Hearing Aid Acousticians (Forschungsgemeinschaft Deutscher Hörgeräte-Akustiker, FDHA) funded the accompanying study of the German short form of the SSQ. We thank the company Auritec for providing the portable audiometers Ear 2.0. The study “How does Germany hear?” was financed by the German military (Bundeswehr). The audio truck of WTD91 (Meppen) was made available for audiometric measurements.

Language support for this manuscript was provided by STELS-OL <http://stels-ol.de>.

Attachments

Available from

<https://www.egms.de/en/journals/zaud/2019-1/zaud000004.shtml>

1. Attachment1_zaud000004.pdf (30 KB)
Appendix

References

1. Bundesinnung der Hörakustiker KdöR. Wörterbuch der Hörakustik auf www.biha.de – Hörakustiker geben Einblick in ihre Welt. 2018 (accessed 12.04.2019). Available from: <https://www.presseportal.de/pm/70547/3913310>
2. von Gablenz P, Hoffmann E, Holube I. Prävalenz von Schwerhörigkeit in Nord- und Süddeutschland [Prevalence of hearing loss in Northern and Southern Germany. German version]. HNO. 2017 Aug;65(8):663-670. DOI: 10.1007/s00106-016-0314-8

3. Shield B. Evaluation of the social and economic costs of hearing impairment: A report for Hear-It AISBL. 2006 (accessed 12.04.2019). Available from: https://www.hear-it.org/sites/default/files/multimedia/documents/Hear_It_Report_October_2006.pdf
4. Shield B. Hearing Loss – Numbers and Costs: A Report for Hear-It AISBL. 2019 (accessed 06.04.2019). Available from: <https://www.hear-it.org/>
5. EHIMA. EuroTrak Germany 2015. 2015 (accessed 31.01.2019). Available from: <https://www.ehima.com/eurotrak/>
6. EHIMA. EuroTrak Germany 2018. 2018 (accessed 31.01.2019). Available from: <https://www.ehima.com/eurotrak/>
7. von Gablenz P, Holube I. Prävalenz von Schwerhörigkeit im Nordwesten Deutschlands: Ergebnisse einer epidemiologischen Untersuchung zum Hörstatus (HÖRSTAT) [Prevalence of hearing impairment in northwestern Germany. Results of an epidemiological study on hearing status (HÖRSTAT)]. HNO. 2015 Mar;63(3):195-214. DOI: 10.1007/s00106-014-2949-7
8. WHO. Grades of hearing impairment. 2001 (accessed 8.04.2019). Available from: https://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/
9. Stevens G, Flaxman S, Brunskill E, Mascarenhas M, Mathers CD, Finucane M; Global Burden of Disease Hearing Loss Expert Group. Global and regional hearing impairment prevalence: an analysis of 42 studies in 29 countries. Eur J Public Health. 2013 Feb;23(1):146-52. DOI: 10.1093/eurpub/ckr176
10. Gemeinsamer Bundesausschuss. Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Hilfsmittel-Richtlinie/Hilfsm-RL). 2018 (accessed 31.01.2019). Available from: <https://www.g-ba.de/richtlinien/13/>
11. Feldmann H, Brusis T. Das Gutachten des Hals-Nasen-Ohren-Arzt. 7. Auflage. Stuttgart, New York: Thieme; 2012.
12. Smits C, Kramer SE, Houtgast T. Speech reception thresholds in noise and self-reported hearing disability in a general adult population. Ear Hear. 2006 Oct;27(5):538-49. DOI: 10.1097/01.aud.0000233917.72551.cf
13. Kollmeier B, Wesselkamp M. Development and evaluation of a German sentence test for objective and subjective speech intelligibility assessment. J Acoust Soc Am. 1997 Oct;102(4):2412-21. DOI: 10.1121/1.419624
14. Thiele C, Sukowski H, Wagener K, Kollmeier B, Lenarz T, Lesinski-Schiedat A. Hörverlustbestimmung und MdE-Abschätzung unter Einbezug von Sprachverständlichkeitsmessungen im Störgeräusch [Hearing loss determination and assessment of the reduction in earning capacity taking speech discrimination tests in noise into account]. HNO. 2011 Nov;59(11):1111-7. DOI: 10.1007/s00106-011-2355-3
15. EHIMA. EuroTrak Germany 2009. 2009 (accessed 31.01.2019). Available from: <https://www.ehima.com/eurotrak/>
16. Destatis. 12211-0041 Bevölkerung (ab 15 Jahren): Deutschland, Jahre, Geschlecht, Altersgruppen, Beruflicher Bildungsabschluss für 31.12.2011. 2011 (accessed 01.12.2015). Available from: <https://www-genesis.destatis.de/genesis/online>
17. von Gablenz P, Holube I. Hörverlust und Sprachverstehen im Alter [Hearing Loss and Speech Recognition in the Elderly]. Laryngorhinootologie. 2017 Nov;96(11):759-764. DOI: 10.1055/s-0043-119388
18. von Gablenz P, Holube I, Buschermöhle M. Was soll und kann ein Hörtest per Telefon erreichen? Ergebnisse des deutschsprachigen Ziffern-Tripel-Tests aus der epidemiologischen Studie HÖRSTAT. In: 17. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Audiologie; 12.-15. März 2014; Oldenburg. p. 130.
19. Moore DR, Edmondson-Jones M, Dawes P, Fortnum H, McCormack A, Pierzycki RH, Munro KJ. Relation between speech-in-noise threshold, hearing loss and cognition from 40-69 years of age. PLoS ONE. 2014;9(9):e107720. DOI: 10.1371/journal.pone.0107720
20. Löhler J, Walther LE, Hansen F, Kapp P, Meerpohl J, Wollenberg B, Schönweiler R, Schmucker C. The prevalence of hearing loss and use of hearing aids among adults in Germany: a systematic review. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2019 Apr;276(4):945-956. DOI: 10.1007/s00405-019-05312-z
21. von Gablenz P, Holube I. Data from: Hearing-aid adoption in Northern and Southern Germany. Dryad Digital Repository. 2019. DOI: 10.5061/dryad.cfxpnvx27

Corresponding author:

Prof. Dr. Inga Holube

Jade University of Applied Sciences, Institute of Hearing Technology and Audiology, Ofener Str. 16/19, 26121 Oldenburg, Germany, Phone. +49-441-7708-3723
Inga.Holube@jade-hs.de

Please cite as

Holube I, Hoffmann E, von Gablenz P. Versorgung mit Hörgeräten in Nord- und Süddeutschland. GMS Z Audiol (Audiol Acoust). 2019;1:Doc04.
DOI: 10.3205/zaud000004, URN: urn:nbn:de:0183-zaud0000047

This article is freely available from

<https://www.egms.de/en/journals/zaud/2019-1/zaud000004.shtml>

Published: 2019-12-23

Copyright

©2019 Holube et al. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 License. See license information at <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.