



Prävalenzen und Trends von subjektiv wahrgenommenen Hörbeeinträchtigungen bei Erwachsenen in Deutschland – Ergebnisse der GEDA-Studie

Autorinnen und Autoren: Laura Krause¹, Dario Kruschinsky², Zvonimir Kolobaric², Franziska Prütz¹

Institution: ¹ Robert Koch-Institut, Abteilung für Epidemiologie und Gesundheitsmonitoring, Berlin ² Robert Koch-Institut, Museum im Robert Koch-Institut, Berlin

Abstract

Hintergrund: Hören ist eine grundlegende Fähigkeit, um am alltäglichen Leben teilzunehmen. Ein vermindertes Hörvermögen kann das körperliche, emotionale und soziale Wohlbefinden deutlich einschränken und zu sozialer Isolation führen. Untersucht werden Häufigkeit, assoziierte Merkmale und zeitlicher Verlauf von subjektiv wahrgenommenen Hörbeeinträchtigungen bei Erwachsenen in Deutschland.

Methode: Datenbasis ist die bundesweite Studie Gesundheit in Deutschland aktuell (GEDA). Basierend auf GEDA 2019/2020-EHIS werden subjektive Hörbeeinträchtigungen nach soziodemografischen, gesundheits- und versorgungsbezogenen Merkmalen berichtet. Zur Beschreibung von Trends werden die GEDA-Wellen ab 2009 herangezogen.

Ergebnisse: 5,4 % der Erwachsenen gaben in GEDA 2019/2020-EHIS an, ein Hörgerät zu tragen, 0,5 % waren hochgradig schwerhörig oder gehörlos. Fast ein Drittel (32,5 %) gab Beeinträchtigungen beim Hören an, Männer häufiger als Frauen. Mit dem Alter nahm die Prävalenz von Hörbeeinträchtigungen deutlich zu. Geringere soziale Unterstützung, schlechtere selbsteingeschätzte allgemeine Gesundheit, depressive Symptome und die Inanspruchnahme ambulanter ärztlicher Leistungen gingen häufiger mit Hörbeeinträchtigungen einher. Zwischen 2009 und 2019 nahm der Anteil der Personen, die ein Hörgerät tragen, signifikant zu.

Schlussfolgerungen: Hörbeeinträchtigungen sind weit verbreitet. Nationale Studien verweisen auf eine Unterversorgung mit Hörgeräten. Diese können Wohlbefinden und Lebensqualität verbessern und das Risiko für Demenz und Depressionen verringern.

Keywords: Schwerhörigkeit, Hörbeeinträchtigung, Hörverlust, Hörgeräte, Prävalenz, Gesundheitssurveys, Selbstauskunft, Deutschland

1. Einleitung

Etwa 1,5 Milliarden Menschen weltweit sind im Laufe ihres Lebens von einer Verschlechterung ihres Hörvermögens betroffen [1]. Dabei gilt Hören, wie auch in der Internationalen Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) dargestellt, als grundlegende Fähigkeit, um am alltäglichen Leben teilzunehmen [2]. Durch nicht vorhandenes oder vermindertes Hörvermögen können Menschen wesentlich in ihrem Alltag beeinträchtigt sein, beispielsweise aufgrund eingeschränkter Möglichkeiten zur Kommunikation, für die die Lautsprache eine wichtige Rolle spielt. Vermindertes Hörvermögen kann, besonders wenn es nicht adäquat, z. B. durch technische Hilfsmittel wie Hörgeräte, kompensiert wird, das körperliche, emotionale

Informationen zu Artikel und Zeitschrift

Eingereicht: 25.08.2025
Akzeptiert: 20.07.2026
Veröffentlicht: 19.08.2026

Artikel peer reviewed

Zitierweise: Krause L, Kruschinsky D, Kolobaric Z, Prütz F. Prävalenzen und Trends von subjektiv wahrgenommenen Hörbeeinträchtigungen bei Erwachsenen in Deutschland – Ergebnisse der GEDA-Studie. J Health Monit. 2026;11:15.
doi: 10.25646/14308

Dr. Laura Krause
KrauseL@rki.de

Robert Koch-Institut, Berlin
Journal of Health Monitoring
www.rki.de/jhealthmonit

Englische Version des Artikels
www.rki.de/jhealthmonit-en

 Open access

 [CC BY 4.0 Lizenzvertrag](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
[Namensnennung 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Gesundheitsberichterstattung des Bundes.
Gemeinsam getragen von RKI und Destatis.



Das Robert Koch-Institut ist ein
Bundesinstitut im Geschäftsbereich des
Bundesministeriums für Gesundheit

Kernaussagen

- ▶ Selbst wahrgenommene Hörbeeinträchtigungen sind im Erwachsenenalter weit verbreitet, Männer sind häufiger betroffen als Frauen.
- ▶ Die Prävalenz von Hörbeeinträchtigungen nimmt mit dem Alter deutlich zu, ein besonders starker Anstieg zeigt sich ab dem 50. und dem 80. Lebensjahr.
- ▶ Personen mit geringerer sozialer Unterstützung, schlechterer selbsteingeschätzter allgemeiner Gesundheit und depressiven Symptomen sind häufiger von Hörbeeinträchtigungen betroffen.
- ▶ Der Anteil der Erwachsenen, die ein Hörgerät tragen, hat zwischen 2009 und 2019 zugenommen.
- ▶ Von den Personen mit Hörgerät berichtet fast ein Drittel Schwierigkeiten beim Hören in einem ruhigen Raum, mehr als zwei Drittel Schwierigkeiten beim Hören in einem lauterer Raum.

und soziale Wohlbefinden erheblich einschränken [3, 4]. Auch kann es dazu führen, dass Betroffene auf der sozialen Ebene (z. B. in Beruf oder Familie) isoliert werden [5]. Menschen mit Hörverlust sind – vor allem diejenigen, die keine Hörgeräte verwenden – eher von Einsamkeit betroffen [1]. Zudem ist Schwerhörigkeit bei Menschen im mittleren Lebensalter eines der wesentlichen beeinflussbaren Risiken für die Entwicklung einer Demenzerkrankung [6, 7]. Ältere Personen mit schwerwiegenden Hörbeeinträchtigungen haben häufiger auch Einschränkungen bei Aktivitäten des täglichen Lebens [8, 9].

Eine Differenzierung von schwerhörigen hörsprachlich sozialisierten Personen und nicht-hörenden gebärdensprachlich kommunizierenden Personen ist kulturell und sozial bedeutsam, da die spezifischen Kommunikationsbedürfnisse, Erfahrungen und Identitäten beider Gruppen sich u. a. auf den Zugang zu Bildung, Arbeit und Gesundheitsversorgung auswirken können [10]. Gebärdensprache als natürliche Sprache wird insbesondere von nicht-hörenden und schwerhörigen Personen zur Kommunikation genutzt [11]. Die Zugehörigkeit zur Gebärdensprachengemeinschaft bzw. Deaf Community kann eine zentrale Rolle als soziale Ressource spielen [12].

Das Ausmaß von Hörbeeinträchtigungen wird anhand der Hörschwelle für Sinustöne oder Ton-Hörschwelle ermittelt. Dieser Begriff bezeichnet die Wahrnehmungsgrenze eines Höreindrucks. Die Hörschwelle wird auf dem besser hörenden Ohr in den Hauptsprechfrequenzen (0,5 kHz–4 kHz) ermittelt. Der Grad des Hörverlustes wird nach WHO in acht Kategorien eingeteilt (Tabelle 1) [1].

Daten zur Häufigkeit von Hörbeeinträchtigungen sind in der Schwerbehindertenstatistik des Statistischen Bundesamtes sowie in epidemiologischen Studien und Surveys zu finden. Laut Schwerbehindertenstatistik hatten im Jahr 2023 rund 324.000 Menschen eine amtlich anerkannte Schwerbehinderung, die der Kategorie „Sprach- oder Sprechstörungen, Taubheit, Schwerhörigkeit, Gleichgewichtsstörungen“ zugeordnet werden konnte. Dies sind 4,1 % der Menschen mit Schwerbehinderungen in Deutschland [14]. Diese Personen sind zum größten Teil von Schwerhörigkeit (rund 80 %) oder Taubheit (rund 15 %) betroffen; bei rund 30 % der Personen mit Taubheit ist diese angeboren [15].

Es gibt nur wenige Studien zur Prävalenz von Hörbeeinträchtigungen in Deutschland. Eine 2019 publizierte Übersichtsarbeit [16] identifizierte sechs Studien, die zwischen 1984/1985 und 2016/2017 durchgeführt worden waren, davon zwei im gesamten aktuellen Bundesgebiet. Die Studien zeigten Prävalenzen von Hörminderung zwischen 16 % und 25 %, abhängig von Alter, Studienlokalisierung, Definition von Hörminderung und der angewendeten Erhebungs- bzw. Messmethode [16]. Daten zur Versorgung mit Hörgeräten wurden in einer der eingeschlossenen regionalen Studien erhoben und ergaben eine Hörgerätnutzung von 6,5 % der Studien-

GEDA 2019/2020-EHIS

Fünfte Folgeerhebung der Studie Gesundheit in Deutschland aktuell

Datenhalter: Robert Koch-Institut

Ziele: Bereitstellung zuverlässiger Informationen über den Gesundheitszustand, das Gesundheitsverhalten und die gesundheitliche Versorgung der Bevölkerung in Deutschland, mit Möglichkeit zum europäischen Vergleich

Studiendesign: Telefonische Querschnitterhebung

Grundgesamtheit: Deutschsprachige Bevölkerung ab 15 Jahren in Privathaushalten, die über Festnetz oder Mobilfunk erreichbar sind

Stichprobenziehung: Zufallsstichprobe von Festnetz- und Mobilfunknummern (Dual-Frame-Verfahren) aus dem Stichprobensystem des ADM (Arbeitskreis Deutscher Markt- und Sozialforschungsinstitute e. V.)

Stichprobenumfang: 23.001 Teilnehmende

Datenerhebungszeitraum: April 2019–September 2020

GEDA-Erhebungswellen: GEDA 2009, GEDA 2010, GEDA 2012, GEDA 2014/2015-EHIS, GEDA 2019/2020-EHIS

Mehr Informationen unter www.rki.de/geda

Tabelle 1: Klassifikation des Hörverlusts und damit verbundene Hörerfahrungen*. Quelle: WHO, World Report on Hearing (2021) [1], Übersetzung: [13]

Hörverlustklasse	Hörschwelle (HL) ¹ des besser hörenden Ohrs in Dezibel (dB)	Hörerfahrung in ruhiger Umgebung für die meisten Erwachsenen	Hörerfahrung in geräuschvoller Umgebung für die meisten Erwachsenen
Normalhörigkeit	< 20 dB	Kein Problem, akustische Signale zu hören	Kein oder minimales Problem, akustische Signale zu hören
Leichter Hörverlust	20 bis < 35 dB	Hat keine Probleme, Sprache bei Umgangssprach-Lautstärke zu verstehen	Kann Schwierigkeiten haben, Sprache bei Umgangssprach-Lautstärke zu verstehen
Mäßiger Hörverlust	35 bis < 50 dB	Kann Schwierigkeiten haben, Sprache bei Umgangssprach-Lautstärke zu verstehen	Hat Schwierigkeiten beim Hören und bei der Teilnahme an Gesprächen
Mäßig schwerer Hörverlust	50 bis < 65 dB	Hat Schwierigkeiten beim Verstehen von Sprache bei Umgangssprach-Lautstärke; keine Schwierigkeiten, lautere Sprache zu verstehen	Hat meistens Schwierigkeiten beim Verstehen von Sprache und bei der Teilnahme an Gesprächen
Schwerer Hörverlust	65 bis < 80 dB	Versteht Sprache bei Umgangssprach-Lautstärke meistens nicht; kann Schwierigkeiten haben, lautere Sprache zu verstehen	Hat extreme Schwierigkeiten, Sprache zu verstehen und an Gesprächen teilzunehmen
Sehr schwerer Hörverlust	80 bis < 95 dB	Hat extreme Schwierigkeiten, lautere Sprache zu verstehen	Kann Sprache bei Umgangssprach-Lautstärke nicht verstehen
Vollständiger Hörverlust/ Taubheit	95 dB oder höher	Kann Sprache und die meisten Umweltgeräusche nicht hören	Kann Sprache und die meisten Umweltgeräusche nicht hören
Einseitiger Hörverlust	< 20 dB auf dem besser hörenden Ohr, 35 dB oder höher auf dem schlechteren Ohr	Hat möglicherweise kein Problem, außer bei Beschallung von der schlechter hörenden Seite. Möglicherweise Schwierigkeiten bei der Lokalisierung von Schallquellen	Hat möglicherweise Schwierigkeiten beim Sprachverstehen und bei der Teilnahme an Gesprächen sowie bei der Lokalisation von Schallquellen

*Die Klassifizierung und Einstufungen sind für epidemiologische Zwecke gedacht und gelten für Erwachsene. Bei der Anwendung dieser Klassifizierung sind die folgenden Punkte zu beachten:

- ▶ Die audiometrischen Deskriptoren (z. B. Kategorie, Mittelwert der Tonhörschwellen) bieten zwar eine nützliche Zusammenfassung der Hörschwellen einer Person, sollten aber nicht als alleinige Determinante für die Bewertung der Behinderung oder die Bereitstellung von Interventionen, einschließlich Hörgeräten oder Cochlea-Implantaten, verwendet werden.
- ▶ Die Fähigkeit, Sinustöne mit Kopfhörern in einer ruhigen Umgebung wahrzunehmen, ist an sich kein zuverlässiger Indikator für eine Hörbehinderung. Audiometrische Deskriptoren allein sollten nicht als Maßstab für Kommunikationsschwierigkeiten bei Hintergrundgeräuschen herangezogen werden, die das Hauptproblem von Menschen mit Hörverlust darstellen.
- ▶ Ein einseitiger Hörverlust kann bei jedem Grad der Asymmetrie eine große Herausforderung für die Betroffenen darstellen. Er erfordert daher eine angemessene Aufmerksamkeit und Intervention auf der Grundlage der von der Person erlebten Schwierigkeiten.

¹„Hörschwelle“ ist der Mittelwert der Mindestpegel, die auf dem besser hörenden Ohr bei den Frequenzen 500, 1000, 2000 und 4000 Hz wahrgenommen werden können

teilnehmenden [17]. Eine weitere regionale Studie zeigte, dass 7,7 % der Teilnehmenden mit Hörgeräten versorgt waren [18].

Das Robert Koch-Institut (RKI) erhebt im Rahmen des Gesundheitsmonitorings, u. a. in verschiedenen Wellen der Studie Gesundheit in Deutschland aktuell (GEDA) [19], Daten zu Hörbeeinträchtigungen bei Erwachsenen. Schätzungen auf Basis von GEDA 2012, der einzigen auf Selbstangaben basierenden Studie in der oben genannten Übersichtsarbeit, ergaben, dass etwa ein Fünftel der Frauen und Männer in Deutschland Schwierigkeiten beim Hören berichtete [20]. Dabei handelte es sich überwiegend um leichte Schwierigkeiten (Frauen: 18,3 %, Männer: 19,4 %). Große Schwierigkeiten beim Hören (2,8 % bzw. 2,7 %) und fehlendes Hörvermögen (0,4 % bzw. 0,2 %) wurden seltener angegeben [20]. Die Prävalenz von subjektiven Hörbeeinträchtigungen nahm mit dem Alter deutlich zu und war bei Männern höher als bei Frauen [20]. Das bessere Hörvermögen von Frauen wird u. a. auf die geringere Lärmexposition im Beruf und auf Geschlechterunterschiede im Umgang mit Lärmbelastungen in der Freizeit zurückgeführt [3]. So sind von Lärmschwerhörigkeit als zweithäufigster Berufskrankheit (2023: 7.609 Anerkennungen [21]) überwiegend Männer betroffen [22]. Stu-

dien zeigen zudem, dass nur ein relativ geringer Anteil schwerhöriger Personen ein Hörgerät besitzt [3].

Selbstangaben zu Hörbeeinträchtigungen wurden außerdem in der Repräsentativbefragung zur Teilhabe von Menschen mit Behinderungen erhoben: 4 % der in Privathaushalten lebenden und 5 % der in Einrichtungen lebenden Menschen mit Beeinträchtigungen gaben an, dass ihre stärkste Beeinträchtigung das Hören betrifft [23].

Mit der demografischen Alterung der Bevölkerung ist auch eine Zunahme von Hörbeeinträchtigungen zu erwarten. Da die zuletzt publizierten Surveydaten zur Prävalenz von subjektiven Hörbeeinträchtigungen in Deutschland im Jahr 2012 erhoben wurden, werden in diesem Beitrag Analysen der Daten aus GEDA 2019/2020-EHIS vorgestellt. Es sollen folgende Fragen beantwortet werden:

1. Wie hoch ist der Anteil der Menschen in Deutschland, die nach eigenen Angaben von Hörbeeinträchtigungen betroffen sind?
2. Welche Faktoren sind mit subjektiven Hörbeeinträchtigungen assoziiert?

3. Welcher Anteil der Menschen in Deutschland hat ein Hörgerät?
4. Wie hat sich die Hörgerätenutzung seit 2009 entwickelt?

2. Methode

2.1 Stichprobendesign und Studiendurchführung

Datengrundlage ist die GEDA-Studie des RKI, eine bundesweite, bevölkerungsrepräsentative Befragung der in Deutschland lebenden Wohnbevölkerung [19]. Ziel der Studie ist es, aktuelle Daten zu Gesundheitszustand, gesundheitsrelevanten Einflussfaktoren und zur Inanspruchnahme des Gesundheitssystems für Gesundheitsberichterstattung, Gesundheitspolitik und Public-Health-Forschung bereitzustellen. Seit 2008 wurden verschiedene GEDA-Wellen durchgeführt (siehe [Infobox](#)). Seit der vierten Welle wird der Fragebogen der Europäischen Gesundheitsumfrage (European Health Interview Survey, EHIS) in GEDA integriert [24, 25]. Dieser besteht aus vier Modulen zu Gesundheitszustand, Gesundheitsversorgung, Gesundheitsdeterminanten sowie zu sozialen und demografischen Charakteristika der Teilnehmenden. Eine ausführliche Beschreibung der EHIS-Studie ist andernorts veröffentlicht [26]. Hörbeeinträchtigungen wurden in GEDA 2009, 2010, 2012, 2014/2015-EHIS und 2019/2020-EHIS abgefragt. Während in GEDA 2014/2015-EHIS ein schriftlicher Fragebogen eingesetzt wurde, fanden alle anderen GEDA-Wellen als telefonische Befragung statt. Datenbasis der vorliegenden Querschnittsanalyse ist GEDA 2019/2020-EHIS, nachdem ein Vergleich mit GEDA 2014/2015-EHIS (telefonisches Interview vs. schriftlicher Fragebogen) vorgenommen wurde (siehe [3.1 Prävalenzen von subjektiv wahrgenommenen Hörbeeinträchtigungen](#)) [27]. Zur Beschreibung von Trends werden die Wellen ab GEDA 2009 genutzt.

2.2 Hörbeeinträchtigungen

In GEDA 2009, GEDA 2010 und GEDA 2012 wurden die Teilnehmenden unter anderem gefragt: „Haben Sie ein Hörgerät?“ mit den Antwortkategorien „Ja“ und „Nein“. In GEDA 2014/2015-EHIS und GEDA 2019/2020-EHIS wurden die Teilnehmenden gefragt: „Tragen Sie ein Hörgerät?“ mit den Antwortoptionen „Ja“, „Nein“ und „Ich bin hochgradig schwerhörig oder gehörlos“. Anschließend wurden alle Teilnehmenden, die nicht angegeben hatten, hochgradig schwerhörig oder gehörlos zu sein, gebeten, zwei weitere Fragen zu beantworten: „Haben Sie Schwierigkeiten zu hören, was in einem Gespräch mit einer anderen Person in einem ruhigen Raum gesagt wird, selbst wenn Sie ein Hörgerät tragen? Würden Sie sagen ‚Keine‘, ‚Einige‘, ‚Große Schwierigkeiten‘ oder ‚Es ist mir nicht möglich‘?“ und „Haben Sie Schwierigkeiten, zu hören, was in einem Gespräch mit einer anderen Person

in einem lauterem Raum gesagt wird, selbst wenn Sie ein Hörgerät tragen? Würden Sie sagen ‚Keine‘, ‚Einige‘, ‚Große Schwierigkeiten‘ oder ‚Es ist mir nicht möglich‘.“ Wie vom EHIS vorgegeben [26], wurde aus den letzten beiden Fragen zu Schwierigkeiten beim Hören in einem leisen bzw. lauterem Raum eine zusammenfassende Variable zu Hörschwierigkeiten mit folgenden Ausprägungen gebildet: „Keine Schwierigkeiten“ (entspricht der Antwortoption „Keine Schwierigkeiten“), „Moderate Schwierigkeiten“ (entspricht der Antwortoption „Geringe Schwierigkeiten“) und „Starke Schwierigkeiten“ (entspricht den Antwortoptionen „Große Schwierigkeiten“ und „Es ist mir nicht möglich“). Bei Personen, die bei den Fragen zu Schwierigkeiten beim Hören in einem leisen bzw. lauterem Raum unterschiedliche Antworten gegeben haben, wurde immer die stärkste Ausprägung herangezogen und die Person auf diese Weise der zusammenfassenden Variable zu subjektiven Hörbeeinträchtigungen zugeordnet [26]. Für die Analysen wurden moderate und starke Hörschwierigkeiten zusammengefasst. Dadurch kann unterschieden werden, wer beim Hören (trotz Hörgerät) beeinträchtigt ist und wer nicht. Für eine differenzierte Analyse der Beeinträchtigungen werden Unterschiede nach soziodemografischen, gesundheits- und versorgungsbezogenen Faktoren berichtet.

2.3 Stratifizierungsmerkmale

In den GEDA-Wellen 2009 bis 2014/2015-EHIS wurden die Teilnehmenden gefragt, ob sie männlich oder weiblich sind. Seit GEDA 2019/2020-EHIS werden das Geburtsgeschlecht und die geschlechtliche Identität erhoben [28]. In den Analysen nach Geschlecht werden Personen ausgewiesen, die sich als weiblich oder männlich identifizieren. Genderdiverse Menschen, die sich diesen Kategorien nicht zuordnen, werden aufgrund der geringen Fallzahl (n=62) nicht gesondert ausgewiesen. Beim Alter erfolgte eine Einteilung in drei Altersgruppen: 18 – 49 Jahre, 50 – 79 Jahre und 80 Jahre und älter. Der Bildungsstand wurde mithilfe der CASMIN-Bildungsklassifikation erfasst, die auf Informationen zu schulischen und beruflichen Bildungsabschlüssen basiert und eine Einteilung der Teilnehmenden in eine niedrige, mittlere und hohe Bildungsgruppe ermöglicht [29].

Die Verfügbarkeit von subjektiv wahrgenommener sozialer Unterstützung wurde mithilfe der Oslo-3-Items-Social-Support Scale (Oslo-3-Skala) erfasst [30]. Den Teilnehmenden wurden die folgenden drei Fragen gestellt: „Wie viele Menschen stehen Ihnen so nahe, dass Sie sich auf sie verlassen können, wenn Sie ernste persönliche Probleme haben?“ mit den Antwortkategorien „Keine“, „1 bis 2“, „3 bis 5“, „6 oder mehr“, „Wie viel Anteilnahme und Interesse zeigen andere Menschen an dem, was Sie tun?“ mit den Antwortkategorien „Sehr viel“, „Viel“, „Weder viel noch wenig“, „Wenig“, „Keine“

und „Wie einfach ist es für Sie, praktische Hilfe von Nachbarn zu erhalten, wenn Sie diese benötigen?“ mit den Antwortkategorien „Sehr einfach“, „Einfach“, „Möglich“, „Schwierig“, „Sehr schwierig“. Durch Addition der Einzelpunktwerte aus den drei Fragen wurde ein Index gebildet, der Werte zwischen 3 und 14 Punkten annehmen kann. Der Bereich von 3 bis 8 Punkten wird als geringe soziale Unterstützung, von 9 bis 11 Punkten als mittlere soziale Unterstützung und von 12 bis 14 Punkten als starke soziale Unterstützung gewertet [31].

Die selbsteingeschätzte allgemeine Gesundheit wurde entsprechend einer Empfehlung der WHO mit der Frage erhoben: „Wie ist Ihr Gesundheitszustand im Allgemeinen?“ mit den Antwortoptionen „Sehr gut“, „Gut“, „Mittelmäßig“, „Schlecht“, „Sehr schlecht“ [32]. Da die Angaben „Sehr gut“ oder „Gut“ als positive Einschätzung der subjektiven Gesundheit gelten, wurden sie für die Analysen zusammengefasst und der zusammengefassten Kategorie „mittelmäßig“ bis „sehr schlecht“ gegenübergestellt.

Das Vorliegen einer depressiven Symptomatik in den letzten zwei Wochen wurde mit dem international etablierten 8-Item Patient Health Questionnaire (PHQ-8) erhoben [33]. Mithilfe dieses Instruments werden die Symptome einer Major Depression in Anlehnung an das Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-IV, 4. Auflage [34]) hinsichtlich ihres Vorkommens innerhalb der letzten zwei Wochen mit „Überhaupt nicht“, „An einzelnen Tagen“, „An mehr als der Hälfte der Tage“ oder „Beinahe jeden Tag“ bewertet. Das Vorliegen einer depressiven Symptomatik wird ab einem Skalensummenwert von mindestens zehn der maximal 24 Punkte angenommen [35].

Die Inanspruchnahme ambulanter ärztlicher Leistungen wurde mit der Frage erfasst: „Wann haben Sie zuletzt einen Allgemeinmediziner oder Hausarzt konsultiert, um sich selbst beraten, untersuchen oder behandeln zu lassen?“ Mit derselben Formulierung wurden Besuche bei Fachärztinnen und Fachärzten erfragt. Es wurde eine dichotome Variable gebildet (Ja/Nein), die Befragte mit allgemein- sowie fachärztlicher Inanspruchnahme in den letzten zwölf Monaten von Befragten ohne entsprechende Inanspruchnahme unterscheidet [36].

Sehbeeinträchtigungen wurden mit der Frage erfasst: „Tragen Sie eine Brille oder Kontaktlinsen?“ mit den Antwortkategorien „Ja“, „Nein“ und „Ich bin stark sehbehindert oder kann nicht sehen“. Anschließend wurden alle Teilnehmenden gebeten, die nicht angegeben hatten, stark sehbehindert zu sein oder nicht sehen zu können, die Frage zu beantworten: „Selbst wenn Sie Ihre Brille oder Kontaktlinsen tragen, haben Sie Schwierigkeiten beim Sehen? Würden Sie sagen ‚Keine‘, ‚Einige‘, ‚Große Schwierigkeiten‘ oder ‚Es ist mir nicht möglich‘.“ Wie vom EHIS vorgegeben [26], kann aus dieser Frage eine Variable zu Sehschwierigkeiten mit folgenden

Ausprägungen gebildet werden: „Keine Schwierigkeiten“ (entspricht der Antwortkategorie „Keine Schwierigkeiten“), „Moderate Schwierigkeiten“ (entspricht der Antwortkategorie „Geringe Schwierigkeiten“) und „Starke Schwierigkeiten“ (entspricht den Antwortkategorien „Große Schwierigkeiten“ und „Es ist mir nicht möglich“). Für die Analysen wurden moderate und starke Sehschwierigkeiten zusammengefasst. Auf diese Weise kann unterschieden werden, wer beim Sehen (trotz Brille oder Kontaktlinsen) beeinträchtigt ist und wer nicht.

Einschränkungen bei Alltagsaktivitäten wurden mit folgender Frage erfasst: „Sind Sie durch ein gesundheitliches Problem bei Tätigkeiten des normalen Alltagslebens eingeschränkt? Würden Sie sagen, Sie sind ‚Stark eingeschränkt‘, ‚Mäßig eingeschränkt‘ oder ‚Nicht eingeschränkt‘?“. Wenn mäßige oder starke Einschränkungen angegeben wurde, wurde anschließend gefragt: „Wie lange dauern Ihre Einschränkungen bereits an?“ mit den Antwortoptionen „Weniger als 6 Monate“ oder „6 Monate oder länger“. Einschränkungen bei Alltagsaktivitäten liegen vor, wenn mäßige oder starke Einschränkungen seit 6 Monaten oder länger angegeben wurden. [37].

2.4 Statistische Methoden

Die Querschnittsanalysen zu Hörbeeinträchtigungen, durchgeführt mit GEDA 2019/2020-EHIS, basieren auf Daten von 22.708 Teilnehmenden ab 18 Jahren (11.959 Frauen, 10.687 Männer, [Tabelle 2](#)). Dabei wird ein Vergleich mit GEDA 2014/2015-EHIS vorgenommen, um zu überprüfen, ob Schwierigkeiten beim Hören in den beiden Studien aufgrund der unterschiedlichen Erhebungsmodi (telefonisches Interview vs. schriftlicher Fragebogen) variieren.

Die Trendanalysen zur Hörgerätenutzung basieren auf Daten von 109.330 Teilnehmenden (59.676 Frauen, 49.592 Männer). Die in GEDA 2014/2015-EHIS und GEDA 2019/2020-EHIS zusätzlich gestellte dritte Antwortoption „Ich bin hochgradig schwerhörig oder gehörlos“ wurde aus den Analysen ausgeschlossen. [Tabelle 2](#) zeigt die Verteilung der Stichprobe anhand zentraler Analysemerkmale.

Sämtliche Berechnungen wurden mit Stata 17.0 (Stata Corp., College Station, TX, USA, 2015) durchgeführt. Alle Prävalenzen inklusive der 95 %-Konfidenzintervalle (95 %-KI) wurden mit den Survey-Prozeduren berechnet. Dabei wurde der studienspezifische Gewichtungsfaktor berücksichtigt, der Abweichungen der Stichprobe von der Bevölkerungsstruktur hinsichtlich Geschlecht, Alter, Bildung und Bundesland korrigiert. Die Prevalence Ratios (PR) und p-Werte wurden mittels einer gewichteten Poisson-Regression geschätzt. Mit dieser statistischen Methode wird die Beziehung zwischen einer abhängigen Variable (hier: subjektiv wahrgenommene Hörbeeinträchtigung) und einer bzw. mehrerer unabhängigen

Tabelle 2: Stichprobenbeschreibung (gewichtete Stichprobe). Quelle: Fünf Erhebungswellen der Studie Gesundheit in Deutschland aktuell (GEDA)

	GEDA 2009 ¹		GEDA 2010 ¹		GEDA 2012 ¹		GEDA 2014/2015-EHIS ²		GEDA 2019/2020-EHIS ¹	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Gesamt	21.262	-	22.050	-	19.294	-	24.016	-	22.708	-
Geschlecht										
Frauen	12.114	51,5	12.483	51,5	9.976	51,3	13.144	51,1	11.959	51,1
Männer	9.148	48,5	9.567	48,5	9.318	48,7	10.872	48,9	10.687	48,9
Altersgruppe										
18–49 Jahre	12.107	53,4	12.387	52,8	8.550	50,8	11.772	49,2	7.060	44,2
50–79 Jahre	8.563	43,0	9.094	43,3	9.853	44,5	11.137	45,9	13.502	46,4
ab 80 Jahre	592	3,7	569	3,9	891	4,7	1.107	5,0	2.146	9,4
Bildungsgruppe										
Niedrig	5.265	37,8	5.363	38,1	4.375	34,4	5.607	31,3	4.276	29,6
Mittel	10.667	48,5	10.686	47,1	9.314	48,8	12.784	53,1	9.971	52,3
Hoch	5.294	13,7	5.974	14,8	5.579	16,8	5.572	15,5	8.399	18,0
Fehlende Werte	36	-	27	-	26	-	53	-	62	-

¹Telefonische Befragung²Einsatz eines schriftlichen Fragebogens

n = Fallzahl, % = gewichtete Stichprobe

Variablen (hier: Geschlecht, Alter, Bildung, soziale Unterstützung, selbsteingeschätzte allgemeine Gesundheit, depressive Symptomatik und Inanspruchnahme ambulanter ärztlicher Leistungen) untersucht. PR sind das Ergebnis der Poisson-Regression und geben an, ob und wie stark sich die Häufigkeit eines Ereignisses wie Hörbeeinträchtigung zwischen soziodemografischen, gesundheits- und versorgungsbezogenen Gruppen unterscheidet. Als statistisch signifikant gelten p-Werte, die kleiner als 0,05 sind.

Um die Prävalenzen der einzelnen GEDA-Wellen im Zeitverlauf vergleichen zu können, wurde eine Gewichtung angewendet, welche das Geschlecht und das Alter innerhalb der Wellen standardisiert. Dies ermöglicht den Vergleich von Erhebungsjahren unabhängig von Unterschieden in der Geschlechts- und Altersstruktur. Dazu werden geschlechts- und altersspezifische Prävalenzen auf eine einheitliche Referenzbevölkerung bezogen (hier: europäische Standardbevölkerung 2013 [38]). Dies erleichtert das Aufzeigen von Unterschieden, die nicht allein durch eine unterschiedliche Geschlechts- und Altersstruktur bedingt sind. Aufgrund der Geschlechts- und Altersstandardisierung unterscheiden sich die Prävalenzen aus dem Querschnitt und dem Trend geringfügig.

3. Ergebnisse

3.1 Prävalenzen von subjektiv wahrgenommenen

Hörbeeinträchtigungen

Im telefonischen Interview von GEDA 2019/2020-EHIS gaben 5,4 % (95 %-KI: 5,0–5,9) der Erwachsenen an, ein Hörgerät zu tragen, 0,5 % (95 %-KI: 0,4–0,7) waren hochgradig schwerhörig oder gehörlos. Von den Personen, die nicht hochgradig

schwerhörig oder gehörlos waren, hatten 8,1 % (95 %-KI: 7,5–8,6) Schwierigkeiten beim Hören in einem ruhigen Raum, 31,3 % (95 %-KI: 30,4–32,2) hatten Schwierigkeiten beim Hören in einem lauterem Raum.

In der Studie GEDA 2014/2015-EHIS, in der ein schriftlicher Fragebogen eingesetzt wurde, gaben 4,8 % (95 %-KI: 4,5–5,2) der Erwachsenen an, ein Hörgerät zu tragen, 0,4 % (95 %-KI: 0,3–0,5) waren hochgradig schwerhörig oder gehörlos. Von den Personen, die nicht hochgradig schwerhörig oder gehörlos waren, hatten 7,6 % (95 %-KI: 7,1–8,1) Schwierigkeiten beim Hören in einem ruhigen Raum, 21,5 % (95 %-KI: 20,8–22,2) hatten Schwierigkeiten beim Hören in einem lauterem Raum.

Werden die Ergebnisse beider Erhebungswellen miteinander verglichen, zeigen sich insgesamt keine großen Unterschiede in der Prävalenz von subjektiven Hörbeeinträchtigungen. Einzige Ausnahme sind Schwierigkeiten beim Hören in einem lauterem Raum: Die Teilnehmenden aus GEDA 2019/2020-EHIS gaben, obwohl es sich um eine Telefonbefragung handelte, deutlich häufiger solche Schwierigkeiten an im Vergleich zu den Teilnehmenden aus GEDA 2014/2015-EHIS, wo die Erhebung mit einem schriftlichen Fragebogen stattgefunden hat (Unterschied von rund 10 Prozentpunkten). Insofern wurde auf den aktuellsten Datensatz zurückgegriffen und alle folgenden Auswertungen mit den Daten aus GEDA 2019/2020-EHIS durchgeführt.

Weiterführende Analysen auf Basis von GEDA 2019/2020-EHIS zeigen, dass von den Personen, die ein Hörgerät tragen, fast ein Drittel (28,3 %, 95 %-KI: 24,6–32,3) Schwierigkeiten beim Hören in einem ruhigen Raum angab, mehr als zwei Drittel (68,1 %, 95 %-KI: 64,1–71,8) berichtete von Schwierigkeiten beim Hören in einem lauterem Raum.

3.2 Subjektiv wahrgenommene Hörbeeinträchtigungen nach soziodemografischen, gesundheits- und versorgungsbezogenen Merkmalen

Zusammenfassend gab fast ein Drittel der Erwachsenen (32,5 %) Schwierigkeiten beim Hören (in einem ruhigen oder lauterem Raum) an, Männer häufiger als Frauen (Tabelle 3). Mit zunehmendem Alter nahm die Prävalenz von Hörbeeinträchtigungen bei Frauen und Männern zu, ein deutlicher Anstieg zeigte sich ab dem 50. sowie ab dem 80. Lebensjahr (Abbildung 1). Während fast ein Fünftel der 18- bis 49-jährigen Schwierigkeiten beim Hören berichtete, war es mehr als ein Drittel der 50- bis 79-Jährigen und rund die Hälfte der 80-Jährigen und Älteren (Tabelle 3). Personen der niedrigen Bildungsgruppe gaben häufiger Schwierigkeiten beim Hören an als Personen der hohen Bildungsgruppe. Der beobachtete Zusammenhang zwischen Hörbeeinträchtigungen und dem Bildungsniveau blieb nach Adjustierung für soziodemografische, gesundheits- und versorgungsbezogene Merkmale aber nicht bestehen (Tabelle 3).

Darüber hinaus gaben Personen mit mittlerer und insbesondere mit geringerer sozialer Unterstützung häufiger Hörbeeinträchtigungen an als Personen mit starker sozialer Unterstützung. Eine höhere Quote von Hörbeeinträchtigungen zeigte sich zudem bei Erwachsenen mit mittel-mäßiger bis sehr schlechter selbsteingeschätzter allgemeiner Gesundheit sowie bei Erwachsenen mit depressiven Symptomen im Vergleich zu denjenigen mit guter oder sehr guter selbsteingeschätzter allgemeiner Gesundheit bzw. ohne depressive Symptome. Weiterhin zeigte sich ein Zusammenhang zwischen Hörbeeinträchtigungen und der 12-Monats-Prävalenz der Inanspruchnahme ambulanter ärztlicher Leistungen: Personen mit allgemein- und fachärztlicher Versorgung im Jahr vor der Befragung gaben häufiger Schwierigkeiten beim Hören an als Personen ohne entsprechende Inanspruchnahme.

Weiterführende Analysen zeigen, dass von den Personen mit Hörbeeinträchtigungen 46,5 % (95 %-KI: 44,3–48,7 %) auch beim Sehen beeinträchtigt waren, 45,3 % (95 %-KI: 43,5 %–47,0 %) waren durch ein gesundheitliches Problem seit mindestens 6 Monaten mäßig oder stark bei Tätigkeiten des normalen Alltagslebens eingeschränkt.

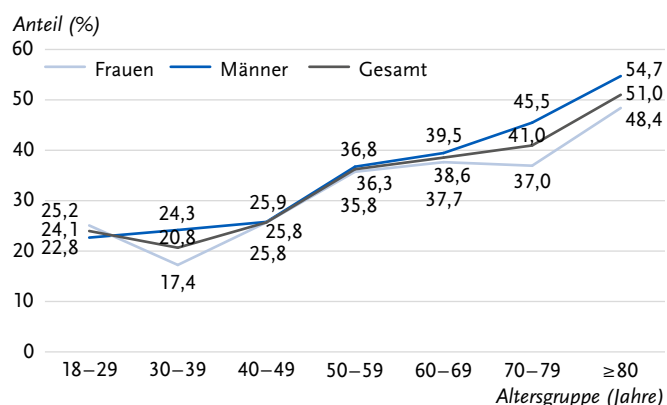


Abbildung 1: Subjektive Hörbeeinträchtigungen nach Geschlecht und Alter bei Erwachsenen, Anteil in Prozent (%); (n=22.646 gesamt, n=11.959 Frauen, n=10.687 Männer). Quelle: GEDA 2019/2020-EHIS

Tabelle 3: Subjektive Hörbeeinträchtigungen bei Erwachsenen nach soziodemografischen, gesundheits- und versorgungsbezogenen Merkmalen; Anteil in Prozent (%) sowie Prevalence Ratios (PR) und p-Werte aus multivariabler Poisson-Regressionen (n=22.646 gesamt, n=11.959 Frauen, n=10.687 Männer). Quelle: GEDA 2019/2020-EHIS

	% (95 %-KI)	PR (95 %-KI)	p-Wert
Gesamt	32,5 (31,6–33,4)	-	
Geschlecht			
Frauen	31,7 (30,5–33,0)	Ref.	
Männer	33,2 (31,9–34,6)	1,1 (1,0–1,1)	0,018
Altersgruppen			
18–49 Jahre	23,3 (21,9–24,7)	Ref.	
50–79 Jahre	37,6 (36,3–38,8)	1,5 (1,4–1,6)	<0,001
≥80 Jahre	50,5 (47,2–53,8)	2,0 (1,8–2,2)	<0,001
Bildungsgruppe			
Niedrig	37,6 (35,6–39,6)	1,0 (0,9–1,0)	0,312
Mittel	30,6 (29,4–31,9)	1,0 (0,9–1,0)	0,463
Hoch	29,7 (28,5–31,0)	Ref.	
Soziale Unterstützung			
Geringe	41,6 (38,6–44,6)	1,3 (1,2–1,5)	<0,001
Mittlere	34,8 (33,4–36,2)	1,3 (1,2–1,4)	<0,001
Starke	25,9 (24,6–27,2)	Ref.	
Selbsteingeschätzte allgemeine Gesundheit			
Sehr gut/gut	26,9 (25,9–27,9)	Ref.	
Mittelmäßig bis sehr schlecht	45,6 (43,7–47,5)	1,3 (1,3–1,4)	<0,001
Depressive Symptome			
Nein	30,5 (29,6–31,5)	Ref.	
Ja	52,0 (47,9–56,2)	1,4 (1,3–1,6)	<0,001
Inanspruchnahme ambulanter ärztlicher Leistungen in den letzten 12 Monaten			
Nein	24,7 (22,2–27,4)	Ref.	
Ja	33,5 (32,6–34,5)	1,2 (1,1–1,3)	0,002

KI = Konfidenzintervall, Ref = Referenzgruppe, Fettdruck = statistisch signifikant (p < 0,05)

auch beim Sehen beeinträchtigt waren, 45,3 % (95 %-KI: 43,5 %–47,0 %) waren durch ein gesundheitliches Problem seit mindestens 6 Monaten mäßig oder stark bei Tätigkeiten des normalen Alltagslebens eingeschränkt.

3.3 Zeitliche Entwicklung der Hörgerätenutzung

Aussagen zur zeitlichen Entwicklung sind hinsichtlich des Tragens eines Hörgeräts möglich. Die Daten der GEDA-Studie, die auf Selbstangaben beruhen, sprechen dafür, dass der Anteil der Personen mit Hörgerät zwischen GEDA 2009 und GEDA 2019/2020-EHIS leicht angestiegen ist (p=0,002; Abbildung 2). Die nach Geschlecht stratifizierte Analyse zeigt, dass der Anteil bei Frauen zugenommen hat (p=0,005), bei Männern aber nicht (p=0,074). Zu allen Erhebungszeitpunkten gaben Männer häufiger als Frauen an, ein Hörgerät zu tragen.

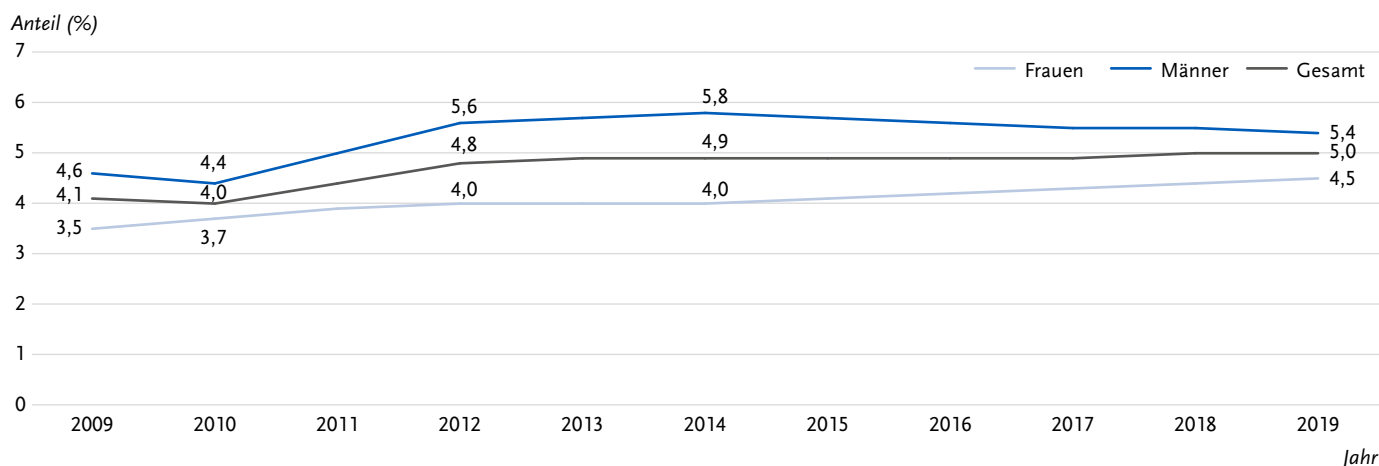


Abbildung 2: Anteil der Personen mit einem Hörgerät nach Geschlecht bei Erwachsenen im Zeitverlauf; altersstandardisierte Prävalenzen. Aufgrund der Geschlechts- und Altersstandardisierung unterscheiden sich die ausgewiesenen Prävalenzen aus dem Querschnitt und dem Trend geringfügig (n=109.268 gesamt, n=59.676 Frauen, n=49.592 Männer). Quellen: Fünf Erhebungswellen der Studie Gesundheit in Deutschland aktuell (GEDA)

4. Diskussion

Rund ein Drittel der Erwachsenen (32,5 %) gab in der Studie GEDA 2019/2020-EHIS an, Schwierigkeiten beim Hören zu haben, 0,5 % waren hochgradig schwerhörig. Ein Hörgerät nutzten 5,4 % der Erwachsenen. Der Anteil derjenigen, die Hörgeräte nutzen, hat seit 2009 signifikant zugenommen. Der Anteil der Männer mit subjektiven Hörschwierigkeiten ist höher als der der Frauen. Mit dem Alter nimmt die Prävalenz von Hörbeeinträchtigungen zu, besonders groß ist der Anstieg ab dem 50. und ab dem 80. Lebensjahr. Von den 80-Jährigen und Älteren gibt jede zweite Person Schwierigkeiten beim Hören an. Damit zeigen sich die bereits aus vielen Studien bekannten Unterschiede nach Alter und Geschlecht [16–18, 39] auch in GEDA 2019/2020-EHIS. Anders als andere Studien zeigt GEDA 2019/2020-EHIS keine signifikanten Unterschiede in der Prävalenz von Hörbeeinträchtigungen nach Bildung; die sozialen Unterschiede werden insbesondere mit unterschiedlicher beruflicher Lärmexposition begründet [40, 41]. Hörschwierigkeiten werden häufiger von Personen mit geringerer sozialer Unterstützung, schlechterer selbsteingeschätzter allgemeiner Gesundheit und depressiven Symptomen angegeben sowie von Personen, die ärztliche Leistungen in Anspruch genommen hatten. Zudem sind Menschen mit Hörbeeinträchtigungen häufig auch von anderen Beeinträchtigungen, z. B. beim Sehen, betroffen. Weiterführende Analysen zeigen zudem, dass ein Großteil der Erwachsenen trotz Hörgerät Schwierigkeiten beim Hören hat, ein Drittel der Erwachsenen in einem ruhigen Raum, zwei Drittel in einem lauterem Raum.

Mit 5,4 % war der Anteil der Erwachsenen mit einem Hörgerät geringer als in der Gutenberg-Studie (7,7 %) [18]; hierfür können Unterschiede im Befragungsrahmen und den eingeschlossenen Altersgruppen eine Rolle spielen. Eine auf Zufallsstichproben basierende Studie in zwei nord-

deutschen Städten (2010 – 2012) ergab einen Anteil von 6,5 % der Erwachsenen mit Hörgerätenutzung [17], eine regionale Studie aus Süddeutschland (2008/2009) einen deutlich geringeren Anteil von 3,5 % [42]. Der in unserer Analyse sichtbare Anstieg der Hörgerätenutzung im Zeitverlauf kann sowohl auf einen Anstieg der Schwerhörigkeit in der Bevölkerung zurückzuführen sein als auch darauf, dass schwerhörige Personen sich zu einem höheren Anteil für die Nutzung eines Hörgerätes entscheiden. Für letztere Erklärung spricht eine im Auftrag der Europäischen Vereinigung der Hörsystemhersteller (EHIMA) und des Bundesverbandes der Hörsysteme-Industrie (BVHI) durchgeführte Untersuchung: Demnach trugen 2025 47,0 % der Personen mit selbstwahrgenommener Hörminderung ein Hörgerät, 2009 betrug der Anteil 31,8 % [43]. Der Anteil der Bevölkerung in Deutschland, die ein Hörgerät besitzen, wurde mit 5,1 % angegeben [44]. Die Studie von Sohn und Jörgenshaus aus dem Jahr 2001 ergab, dass 2 % der Befragten ein Hörgerät besaßen, davon hatten 57 % das Gerät bei der Befragung in Benutzung bzw. mitgebracht [45]. Auch dieser Anteil könnte laut EHIMA/BVHI Untersuchung gesunken sein: Hier gaben 2025 nur 4 % derjenigen, die ein Hörgerät besaßen, an, es nicht zu nutzen, 11 % gaben eine Nutzung von weniger als eine Stunde pro Tag an [44]. Gründe, ein vorhandenes Hörgerät nicht zu nutzen, können mit der Passform und dem Tragekomfort zusammenhängen, aber auch mit der akustischen Qualität des Höreindrucks und geringer wahrgenommener Verbesserung des Hörens [46]. Zudem gibt es Hinweise darauf, dass Menschen mit Hörbeeinträchtigungen und höherer sozialer Unterstützung eher ein Hörgerät nutzen [47], gleiches gilt für Menschen, die leichter Hilfe bei Problemen erhielten [48]. Nach Schätzung der Deutschen Cochlea Implantat Gesellschaft gibt es außerdem etwa 60.000 Trägerinnen und Träger von Cochlea-Implantaten. Ein Cochlea-Implantat ist eine Innenohrprothese, die mit Hilfe elektrischer Reizung des

noch funktionsfähigen Hörnervs eine Hörempfindung ermöglicht; bei bestimmten Patientinnen und Patienten kann damit ein verbessertes Hören verglichen mit anderen Therapieverfahren erreicht werden [49]. Dass eine schlechtere selbsteingeschätzte allgemeine Gesundheit und erworbene Hörbeeinträchtigungen miteinander verknüpft sind, wurde auch in einer Studie auf Basis des nationalen brasilianischen Gesundheitssurveys gezeigt [50]. Schwierigkeiten beim Hören können zudem zu sozialer Isolation und Einsamkeit führen [1, 51]. Auch der Zusammenhang zwischen Hörbeeinträchtigungen und depressiven Symptomen ist in der Literatur gut belegt [1, 51, 52]. Dass verschiedene Beeinträchtigungen zusammen auftreten, hat vor allem altersbedingte Ursachen [8]. Eine höhere ärztliche Inanspruchnahme kann somit sowohl mit der Hörbeeinträchtigung als auch mit anderen altersbedingten Erkrankungen zusammenhängen [41, 53].

GEDA 2019/2020-EHIS ist ein bundesweiter Telefonsurvey mit einer großen Teilnehmendenzahl, der eine detaillierte Betrachtung von Hörbeeinträchtigungen in verschiedenen Untergruppen des Erwachsenenalters ermöglicht. Die vorliegenden Ergebnisse sind repräsentativ für die in Deutschland lebende Wohnbevölkerung [27]. Es wurden subjektiv empfundene Hörbeeinträchtigungen betrachtet, die sich von gemessenen Hörschwellen unterscheiden; dabei ist der Anteil der Personen mit selbst angegebenen Hörschwierigkeiten in jüngeren Altersgruppen höher, in älteren niedriger als der mit gemessenen [54, 55]. Zudem resultieren aus der Methode der Telefonbefragung Limitationen, die insbesondere für hochgradig schwerhörige oder gehörlose bzw. gebärdensprachlich kommunizierende Personen relevant sind. Vor diesem Hintergrund wurden die vorliegenden Ergebnisse mit Daten der Studie GEDA 2014/2015-EHIS [25] verglichen, in der Web- und Papierfragebögen eingesetzt wurden. In beiden Erhebungen gaben rund 0,5 % der Befragten an, hochgradig schwerhörig oder gehörlos zu sein. Da Proxy-Interviews nicht erlaubt waren, d. h., eine andere Person durfte die Fragen nicht stellvertretend beantworten, kann davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmenden von GEDA 2019/2020-EHIS über entsprechende Hörhilfen zu Hause verfügten. Mit Blick auf das telefonische Interview ist als weitere Einschränkung das sozial erwünschte Antwortverhalten zu berücksichtigen, das vor allem bei Selbstangaben zum Vorliegen depressiver Symptome eine Rolle spielt [56]. Ferner können Selbstangaben zur Inanspruchnahme gesundheitlicher Versorgung mit Erinnerungslücken (Recall Bias) einhergehen [57]. Dies betrifft aber eher die Anzahl der Kontakte und weniger die Frage, ob niedergelassene Ärztinnen und Ärzte überhaupt in Anspruch genommen wurden. Auch ist ein Recall Bias wahrscheinlicher, wenn ein längerer Zeitraum als die letzten zwölf Monate erfasst wird [58].

5. Ausblick

Hören spielt bei der Kommunikation eine wichtige Rolle und Hörbeeinträchtigungen können sich wesentlich auf Lebensqualität und Wohlbefinden auswirken. Angesichts des demografischen Wandels und der damit einhergehenden älter werdenden Bevölkerung in Deutschland ist mit einer Zunahme der Prävalenz von Hörbeeinträchtigungen und Schwerhörigkeit zu rechnen. Präventionsmaßnahmen im Erwachsenenalter sind Lärmschutz bei der Arbeit und in der Freizeit sowie Screening bzw. Früherkennung von Hörstörungen, ebenso wie Aufklärungskampagnen z. B. zu gesundheitlichen Gefahren des Freizeitlärms. Darüber hinaus werden von der WHO eine bedarfsgerechte Versorgung von Betroffenen, Rehabilitationsmaßnahmen für Erwachsene mit Schwerhörigkeit sowie eine Verbesserung der Kommunikation mit hörbeeinträchtigten Personen (z. B. durch das Lernen von Gebärdensprache und Einsatz von Gebärdensprachdolmetschenden) vor allem im Bildungsbereich und in der Gesundheitsversorgung empfohlen (IPC-EHC: integrated people-centred approach to ear and hearing care service provisions) [59]. Eine patientinnen- und patientenzentrierte Gesundheitsversorgung berücksichtigt zudem auch ggf. vorhandene weitere gesundheitliche Einschränkungen [60]. In Deutschland gibt es Hinweise auf eine Unterversorgung mit Hörgeräten, vor allem im ländlichen Raum [61], dabei können diese die gesundheitsbezogene Lebensqualität verbessern [62] und mutmaßlich auch das Risiko für Demenz und Depressionen verringern [63]. Weitere Maßnahmen mit Blick auf von Schwerhörigkeit Betroffene sind der Abbau von physischen und kommunikativen Barrieren. Dazu gehören Hörbarrierefreiheit z. B. bei der Gestaltung von Gebäuden (Maßnahmen für gute Raumakustik) oder bei der Anmeldung in Arztpraxen und Umsetzung des Zwei-Sinne-Prinzips (das Vermitteln von Informationen über mindestens zwei der drei Sinne Hören, Sehen und Tasten) z. B. im öffentlichen Verkehr und bei Notrufsystemen [64], auch für Personen mit Mehrfachbeeinträchtigungen, sowie ein barrierefreier Zugang zu Gesundheitsinformationen. Auch Hörstrategien können dabei helfen, die Kommunikation zwischen Personen mit und ohne Hörbeeinträchtigungen zu verbessern, z. B. indem Betroffenen Blickkontakt und Mundablesen während des Gesprächs ermöglicht werden [65]. Vor dem Hintergrund der insgesamt lückenhaften Datenlage besteht weiterhin Forschungsbedarf zur gesundheitlichen Lage von Menschen mit Hörbeeinträchtigungen in Deutschland, auch in Bezug auf intersektionale Perspektiven (Überschneidungen zwischen Hörbeeinträchtigungen und weiteren Vulnerabilitäten wie Migration und Mehrfachbehinderungen). Dabei sollte auf die Ausgestaltung barrierefreier Befragungen geachtet werden, damit Menschen mit Hörbeeinträchtigungen und weiteren Einschränkungen leichter daran teilnehmen können [66].

Datenschutz und Ethik

GEDA 2019/2020-EHIS unterliegt der strikten Einhaltung der datenschutzrechtlichen Bestimmungen der EU-Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) und des Bundesdatenschutzgesetzes (BDSG). Die Ethikkommission der Charité – Universitätsmedizin Berlin hat die Studie unter ethischen Gesichtspunkten geprüft und der Durchführung des Studienvorhabens zugestimmt (Antragsnummer EA2/070/19). Die Teilnahme an der Studie war freiwillig. Die Teilnehmenden wurden über die Ziele und Inhalte der Studie sowie über den Datenschutz informiert und gaben ihre mündliche Einwilligung (informed consent).

Datenverfügbarkeit

Für die den Ergebnissen zugrunde liegenden Daten bestehen Zugangsbeschränkungen. Die Daten können über das Forschungsdatenzentrum (FDZ) des Robert Koch-Instituts als Scientific Use Files beantragt werden. Der Datennutzungsantrag sowie weitere Informationen finden sich auf der folgenden Webseite: www.rki.de/suf.

Förderungshinweis

Die GEDA-Studie wurde mit Mitteln des Robert Koch-Instituts und des Bundesministeriums für Gesundheit finanziert.

Beiträge der Autorinnen und Autoren

Maßgebliche Beiträge zu Konzeption oder Design der Arbeit: LK, DK, ZK, FP; zur Analyse der verwendeten Daten: LK; zur Interpretation der verwendeten Daten: LK, FP. Ausarbeitung des Manuskripts: LK, DK, FP; kritische Überarbeitung bedeutender Inhalte: LK, DK, ZK, FP. Finale Version des Manuskripts gelesen und der Veröffentlichung zugestimmt: LK, DK, ZK, FP.

Deklaration generativer Künstlicher Intelligenz (KI) und KI-gestützter Technologien

Nicht zutreffend.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen und Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- World Health Organization. World report on hearing. 2021 [cited 25.08.2025]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/339913>.
- World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Deutsche Fassung 2005 herausgegeben vom Deutschen Institut für Medizinische Dokumentations und Information (DIMDI). Genf: WHO; 2001.
- Robert Koch-Institut. Hörstörungen und Tinnitus. Themenheft 29 der Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: RKI; 2006.
- Crews JE, Campbell VA. Vision impairment and hearing loss among community-dwelling older Americans: implications for health and functioning. *Am J Public Health*. 2004;94(5):823–9. doi: 10.2105/ajph.94.5.823.
- Zahnert T. The differential diagnosis of hearing loss. *Dtsch Arztebl Int*. 2011;108(25):433–43; quiz 44. Epub 20110624. doi: 10.3238/arztebl.2011.0433.
- Livingston G, Huntley J, Liu KY, Costafreda SG, Selbaek G, Alladi S, et al. Dementia, intervention, and care: 2024 report of the Lancet standing Commission. *Lancet*. 2024;404(10452):572–628. Epub 20240731. doi: 10.1016/S0140-6736(24)01296-0.
- Slade K, Plack CJ, Nuttall HE. The Effects of Age-Related Hearing Loss on the Brain and Cognitive Function. *Trends Neurosci*. 2020;43(10):810–21. Epub 20200819. doi: 10.1016/j.tins.2020.07.005.
- Fuchs J, Gaertner B, Prütz F. Limitations in activities of daily living and support needs – Analysis of GEDA 2019/2020-EHIS. *J Health Monit*. 2022;7(1):6–25. Epub 20220330. doi: 10.25646/9570.
- Chan YM, Sahrl N, Chan YY, Wahab NAA, Shamsuddin N, Ismail MZH. Vision and Hearing Impairments Affecting Activities of Daily Living among Malaysian Older Adults by Gender. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(12):6271. doi: 10.3390/ijerph18126271.
- Wilson-Menzfeld G, Gates JR, Jackson-Corbett C, Erfani G. Communication Experiences of Deaf/Hard-of-Hearing Patients During Healthcare Access and Consultation: A Systematic Narrative Review. *Health & Social Care in the Community*. 2025. doi: 10.1155/hsc/8867224.
- Bundesfachstelle Barrierefreiheit. Fachwissen: Gebärdensprache. o. D. [cited 03.07.2026]. Available from: <https://www.bundesfachstelle-barrierefreiheit.de/DE/Fachwissen/Information-und-Kommunikation/Gebaerdensprache>.
- Sutton-Spence R, Denmark C, Kyle J. The Deaf Community. Course Social Issues in the Deaf Community, Centre for Deaf Studies, University of Bristol 2020 [cited 03.07.2026]. Available from: https://www.bristol.ac.uk/Depts/DeafStudiesTeaching/socweb/Sessions/Session%207/deaf_com.htm.
- Holube I, Dziemba O, Fedtke T, Hoth S, Michel O, Neumann K, et al. [The WHO grades of hearing loss : A consensus on the German version]. *HNO*. 2024;72(8):561–4. Epub 20240613. doi: 10.1007/s00106-024-01494-z.
- Statistisches Bundesamt. Schwerbehinderte Menschen mit Ausweis (absolut und je 100.000 Einwohner). Statistik der schwerbehinderten Menschen. Wiesbaden: Destatis; 2024 [cited 13.12.2024]. Available from: www.gbe-bund.de.
- Statistisches Bundesamt. Schwerbehinderte Menschen am 31.12.2023 nach Art der schwersten Behinderung und Ursache der schwersten Behinderung. Sonderauswertung. Wiesbaden: Destatis; 2024.
- Löhler J, Walther LE, Hansen F, Kapp P, Meerpohl J, Wollenberg B, et al. The prevalence of hearing loss and use of hearing aids among adults in Germany: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2019;276(4):945–56. Epub 20190209. doi: 10.1007/s00405-019-05312-z.
- von Gablenz P, Holube I. Prävalenz von Schwerhörigkeit im Nordwesten Deutschlands: Ergebnisse einer epidemiologischen Untersuchung zum Hörstatus (HORSTAT). *HNO*. 2015;63(3):195–214. doi: 10.1007/s00106-014-2949-7.
- Döge J, Hackenberg B, O. Brien K, Bohnert A, Rader T, Beutel ME, et al. The Prevalence of Hearing Loss and Provision With Hearing Aids in the Gutenberg Health Study. *Dtsch Arztebl Int*. 2023;120(Forthcoming):99–106. doi: 10.3238/arztebl.m2022.0385.
- Kurth BM, Lange C, Kamtsiuris P, Hölling H. Gesundheitsmonitoring am Robert Koch-Institut. Sachstand und Perspektiven. *Bundesgesundheitsbl - Gesundheitsforsch - Gesundheitsschutz*. 2009;52(5):557–70. doi: 10.1007/s00103-009-0843-3.
- Robert Koch-Institut. Daten und Fakten: Ergebnisse der Studie Gesundheit in Deutschland aktuell 2012. Berlin: RKI; 2014.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung Spitzenverband. DGUV-Statistiken für die Praxis 2023. Aktuelle Zahlen und Zeitreihen aus der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung. Berlin; 2024 [cited 25.08.2025]. Available from: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/4994>.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. Angezeigte und anerkannte Berufskrankheiten im Bereich der gewerblichen Berufsgenossenschaften. 2023 [cited 25.08.2025]. Available from: www.gbe-bund.de.
- Bundesministerium für Arbeit und Soziales. Abschlussbericht. Repräsentativbefragung zur Teilhabe von Menschen mit Behinderungen. Bonn; 2022.
- Hintzpeter B, Finger JD, Allen J, Kuhnert R, Seeling S, Thelen J, et al. European Health Interview Survey (EHIS) 2 – Hintergrund und Studienmethodik. *J Health Monit*. 2019;4(4):71–86. doi: 10.25646/6222.
- Saß AC, Lange C, Finger JD, Allen J, Born S, Hoebel J, et al. „Gesundheit in Deutschland aktuell“ – Neue Daten für Deutschland und Europa. Hintergrund und Studienmethodik von GEDA 2014/2015-EHIS. *J Health Monit*. 2017;2(1):83–90. doi: 10.17886/RKI-GBE-2017-012.
- Eurostat. European Health Interview Survey (EHIS wave 3) – Methodological manual – 2018 edition. Publications Office of the European Union, Luxembourg. 2018.
- Allen J, Born S, Damerow S, Kuhnert R, Lemcke J, Müller A, et al. German Health Update (GEDA 2019/2020-EHIS) – Background and methodology. *J Health Monit*. 2021;6(3):66–79. Epub 20210915. doi: 10.25646/8559.

- 28 Pöge K, Rommel A, Starker A, Prütz F, Tolksdorf K, Ozturk I, et al. Survey of sex/gender diversity in the GEDA 2019/2020-EHIS study – objectives, procedure and experiences. *J Health Monit.* 2022;7(2):48–65. Epub 20220629. doi: 10.25646/9958.
- 29 Brauns H, Scherer S, Steinmann S. The CASMIN educational classification in international comparative research. In: Hoffmeyer-Zlotnik JHP, Wolf C, editors. *Advances in cross-national comparison. An European working book for demographic and socio-economic variables.* NewYork: Kluwer; 2003. p. 221–44.
- 30 Dalgard OS, Bjork S, Tambs K. Social support, negative life events and mental health. *Br J Psychiatry.* 1995;166(1):29–34. doi: 10.1192/bjp.166.1.29.
- 31 Borgmann LS, Rattay P, Lampert T. Social support as a health resource in Germany. *J Health Monit.* 2017;2(4):110–5. Epub 20171213. doi: 10.17886/RKI-GBE-2017-131.
- 32 Cox B, van Oyen H, Cambois E, Jagger C, le Roy S, Robine JM, et al. The reliability of the Minimum European Health Module. *Int J Public Health.* 2009;54(2):55–60. doi: 10.1007/s00038-009-7104-y.
- 33 Kroenke K, Strine TW, Spitzer RL, Williams JB, Berry JT, Mokdad AH. The PHQ-8 as a measure of current depression in the general population. *J Affect Disord.* 2009;114(1-3):163–73. Epub 20080827. doi: 10.1016/j.jad.2008.06.026.
- 34 American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Forth edition (DSM-IV).* Washington, DC; 1994.
- 35 Heidemann C, Scheidt-Nave C, Beyer AK, Baumert J, Thamm R, Maier B, et al. Health situation of adults in Germany – Results for selected indicators from GEDA 2019/2020-EHIS. *J Health Monit.* 2021;6(3):3–25. Epub 20210915. doi: 10.25646/8459.
- 36 Prütz F, Rommel A, Thom J, Du Y, Sarganas G, Starker A. Utilisation of outpatient medical services in Germany – Results from GEDA 2019/2020-EHIS. *J Health Monit.* 2021;6(3):45–65. Epub 20210915. doi: 10.25646/8555.
- 37 Robert Koch-Institut. *Einschränkungen bei Alltagsaktivitäten (ab 18 Jahre). Gesundheitsberichterstattung des Bundes.* 2025 [cited 17. August 2026] Available from: <https://gbe.rki.de>.
- 38 Statistisches Bundesamt. *Im Informationssystem der GBE zur Altersstandardisierung benutzte Standardbevölkerungen. Gliederungsmerkmale: Alter, Geschlecht, Standardbevölkerung.* 2025 [cited 08.07.2025]. Available from: www.gbe-bund.de.
- 39 Hackenberg B, Döge J, Lackner KJ, Beutel ME, Münzel T, Pfeiffer N, et al. Hearing Loss and Its Burden of Disease in a Large German Cohort-Hearing Loss in Germany. *Laryngoscope.* 2022;132(9):1843–9. Epub 20211214. doi: 10.1002/lary.29980.
- 40 von Gablenz P, Holube I. Social inequalities in pure-tone hearing assessed using occupational stratification schemes. *Int J Audiol.* 2017;56(7):443–52. Epub 20170301. doi: 10.1080/14992027.2017.1294767.
- 41 O'Brien M, Danis DO, 3rd, Gall E, Woods K, Noonan K. Social Determinants of Health and Hearing Loss in U.S. Adults. *Laryngoscope.* 2024;134(6):2848–56. Epub 20240110. doi: 10.1002/lary.31268.
- 42 von Gablenz P, Hoffmann E, Holube I. Prävalenz von Schwerhörigkeit in Nord- und Süddeutschland. *HNO.* 2017;65(Suppl 2):130–5. doi: 10.1007/s00106-016-0318-4.
- 43 Bundesverband der Hörsysteme-Industrie (BVHI). *EuroTrak Deutschland Hörstudie 2025.* 2025 [cited 11.06.2025]. Available from: https://www.initiative-hoergesundheit.de/images/download/EuroTrak-DeutschlandH%C3%B6rstudie2025_kurz.pdf.
- 44 Anovum GmbH. *EuroTrak Germany 2025.* 2025 [cited 11.06.2025]. Available from: <https://www.ehima.com/surveys/>.
- 45 Sohn W, Jörgenshaus W. Schwerhörigkeit in Deutschland. Repräsentative Hörscreening-Untersuchung bei 2000 Probanden in 11 Allgemeinpraxen. *Z Allg Med.* 2001;77:143–7.
- 46 McCormack A, Fortnum H. Why do people fitted with hearing aids not wear them? *Int J Audiol.* 2013;52(5):360–8. Epub 20130311. doi: 10.3109/14992027.2013.769066.
- 47 Hickson L, Meyer C, Lovelock K, Lampert M, Khan A. Factors associated with success with hearing aids in older adults. *Int J Audiol.* 2014;53:S18–S27. doi: 10.3109/14992027.2013.860488.
- 48 Singh G, Goy H, Wright-Whyte K, Chasteen AL, Pichora-Fuller MK. Social Predictors of Hearing Aid Purchase: Do Stigma, Social Network Composition, Social Support, and Loneliness Matter? *Ear Hear.* 2025. Epub 20250328. doi: 10.1097/AUD.0000000000001656.
- 49 Deutsche Gesellschaft für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Hals-Chirurgie e. V. *S2k-Leitlinie Cochlea-Implantat Versorgung, AWMF-Register-Nr. 017/071.* 2020 [cited 02.10.2025]. Available from: https://register.awmf.org/assets/guidelines/017-071_S2k_Cochlea-Implantat-Versorgung-zentral-auditorische-Implantate_2020-12.pdf.
- 50 Anderle P, Rech RS, Baumgarten A, Goulart BNG. Self-rated health and hearing disorders: study of the Brazilian hearing-impaired population. *Cien Saude Colet.* 2021;26(suppl 2):3725–32. Epub 20210830. doi: 10.1590/1413-81232021269.2.07762020.
- 51 Zhao H, Wang X, Shi Y. The effect of hearing impairment and social participation on depressive symptoms in older adults: a cross-lagged analysis. *Front Comput Neurosci.* 2023;17:1240587. Epub 20230808. doi: 10.3389/fncom.2023.1240587.
- 52 Powell DS, Betz JF, Yaffe K, Kritchevsky S, Strotmeyer E, Simonsick EM, et al. Hearing loss and risk of depressive symptoms in older adults in the Health ABC study. *Front Epidemiol.* 2022;2:980476. Epub 20221005. doi: 10.3389/fepid.2022.980476.
- 53 Robert Koch-Institut. *Inanspruchnahme allgemeinärztlicher Leistungen (ab 18 Jahre). Gesundheitsberichterstattung des Bundes.* 2024 [cited 08.07.2025]. Available from: www.gbe.rki.de/allgemeinaerztliche-versorgung.
- 54 Holube I, Hoffmann E, Gablenz P. Hearing-aid adoption in Northern and Southern Germany. *GMS Zeitschrift für Audiologie – Audiological Acoustics.* 2019;1. doi: 10.3205/zaud000004.
- 55 Shield B. *Hearing Loss – Numbers and Costs.* 2019 [cited 30.06.2026]. Available from: <https://www.ehima.com/wp-content/uploads/2021/01/Hear-it-Report-Hearing-Loss-Numbers-and-Costs-2019.pdf>.
- 56 Latkin CA, Edwards C, Davey-Rothwell MA, Tobin KE. The relationship between social desirability bias and self-reports of health, substance use, and social network factors among urban substance users in Baltimore, Maryland. *Addict Behav.* 2017;73:133–6. Epub 20170509. doi: 10.1016/j.addbeh.2017.05.005.
- 57 Hessel A, Gunzelmann T, Geyer M, Brähler E. Inanspruchnahme medizinischer Leistungen und Medikamenteneinnahme bei über 60jährigen in Deutschland – gesundheitliche, sozialstrukturelle, sozio-demographische und subjektive Faktoren. *Z Gerontol Geriatr.* 2000;33(4):289–99. Epub 2000/10/12. doi: 10.1007/s003910070049.
- 58 Bhandari A, Wagner T. Self-reported utilization of health care services: improving measurement and accuracy. *Med Care Res Rev.* 2006;63(2):217–35. Epub 2006/04/06. doi: 10.1177/1077558705285298.
- 59 World Health Organization. *Policy Brief: Integrated people-centred ear and hearing care.* 2021 [cited 08.07.2025]. Available from: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/339957/9789240021594-eng.pdf;sequence=1>.
- 60 Nuesse T, Schlueter A, Lemke U, Holube I. Self-reported hearing handicap in adults aged 55 to 81 years is modulated by hearing abilities, frailty, mental health, and willingness to use hearing aids. *Int J Audiol.* 2021;60(sup2):71–9. Epub 20210117. doi: 10.1080/14992027.2020.1858237.
- 61 Didczuneit-Sandhop B, Jozwiak K, Jolie M, Holdys J, Hauptmann M. Hearing loss among elderly people and access to hearing aids: a cross-sectional study from a rural area in Germany. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2021;278(12):5093–8. Epub 20210418. doi: 10.1007/s00405-021-06799-1.
- 62 Ferguson MA, Kitterick PT, Chong LY, Edmondson-Jones M, Barker F, Hoare DJ. Hearing aids for mild to moderate hearing loss in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;9(9):CD012023. Epub 20170925. doi: 10.1002/14651858.CD012023.pub2.

- 63 Atef RZ, Michalowsky B, Raedke A, Platen M, Mohr W, Mühlichen F, et al. Impact of Hearing Aids on Progression of Cognitive Decline, Depression, and Quality of Life Among People with Cognitive Impairment and Dementia. *J Alzheimers Dis.* 2023;92(2):629–38. doi: 10.3233/JAD-220938.
- 64 Deutscher Hörverband e. V. Forderungen für eine hörbarrierearme Gesellschaft. 2025 [cited 22.08.2025]. Available from: https://daten2.verwaltungsportal.de/dateien/seitengenerator/8ac8281289479023b426e132be41a261248749/Forderungskatalog_der_Ho%CC%88rbehindertenverba%CC%88nde_DHV_DCIG_DSB_2025.pdf.
- 65 Seybold S. ZAK – Zusammen Aktiv Kommunizieren: Kommunikationstraining für Personen mit Hörbeeinträchtigung und Bezugspersonen. 2021 [cited 27.09.2025]. Available from: https://shrs.uq.edu.au/files/14019/German%20ACE_ZAK_manual.pdf.
- 66 Prütz F, Lange C. Daten zu Behinderung und Teilhabe in Deutschland. Anforderungen, Auswertungsmöglichkeiten und Ergebnisse. *Bundesgesundheitsbl.* 2016;59(9):1103–16. doi: 10.1007/s00103-016-2408-6.