

# Verfahren zur Ermittlung der Hörverbesserung mittels des APHAB bei einer Hörgeräteversorgung

## Comparison of different measurements of the benefit in hearing aid fitting using the APHAB



### Autoren

Max Thomas<sup>1</sup>, Rainer Schönweiler<sup>2</sup>, Jan Löhler<sup>3</sup>



### Institute

- 1 Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde, Universitätsklinikum Schleswig-Holstein Campus Lübeck, Lübeck, Germany
- 2 Universitätsklinikum Schleswig-Holstein, Phoniatrie, Lübeck, Germany
- 3 HNO-Praxis, Bad Bramstedt, Germany

### Schlüsselwörter

Schwerhörigkeit, Hörgeräteversorgung, Qualitätssicherung, APHAB, Fragebogen, Nutzen, Qualitätssicherungsvereinbarung, Hilfsmittel-Richtlinie

### Key words

hearing loss, hearing aid fitting, quality measurement, APHAB, questionnaire, benefit

eingereicht 14.12.2019

akzeptiert 18.03.2020

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1144-3574>

Online-Publikation: 14.4.2020

Laryngo-Rhino-Otol 2020; 99: 536–544

© Georg Thieme Verlag KG, Stuttgart · New York

ISSN 0935-8943

### Korrespondenzadresse

Dr. Jan Löhler

HNO-Praxis, Maienbeeck 1, 24576 Bad Bramstedt, Germany

Tel.: ++49/41 92/8 19 27 54

Fax: ++49/41 92/8 19 27 56

loehler@hno-aerzte.de

### ZUSAMENFASSUNG

**Hintergrund** Fragebögen ermöglichen die subjektive Bewertung des Hörens durch Patienten. Seit 2012 ist der APHAB-Fragebogen Bestandteil der Qualitätssicherungsvereinbarung (QSV) bei einer Hörgeräteversorgung (HGV) zwischen der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) und dem Spitzenverband der gesetzlichen Krankenkassen. Die Verwendung der vereinbarten Formel zur Errechnung des Verbesserungsquotienten bewertet schlechte HGV überproportional gegen-

über guten, was in der Gesamtbetrachtung zu Verzerrungen führt. Die bisherige Formel wurde in dieser Studie mit 2 Alternativen in ihrer Auswirkung verglichen.

**Methode** Anhand von 6861 Datensätzen von Patienten mit einer nach der HMR erfolgreich abgeschlossenen HGV aus einer APHAB-Datenbank wurden die Ergebnisse des Versorgungserfolgs des bisherigen Verbesserungsquotienten (A) mit denen eines alternativen (B) verglichen, der nach einer neuentwickelten Formel berechnet wurde. Zudem wurden die Ergebnisse nach A und B mit dem bisher ebenfalls schon außerhalb des QSV verwendeten kumulierten Gesamtnutzens verglichen. **Ergebnisse** Der Mittelwert lag für A für die Fälle mit negativem Gesamtnutzen bei –29,02 % (SD ± 47,94) bei einem Minimum von –637,93 %, für B bei –13,42 % (SD ± 13,14) bei einem Minimum von –78,63. Bei den Berechnungen der Verbesserungsquotienten mit positivem Gesamtnutzen unterschieden sich die Verbesserungsquotienten A und B nur geringfügig. Der durchschnittliche APHAB-Score (EC-, BN- und RV-Subskala) betrug 50,70 vor und 29,29 nach einer HGV, der durchschnittliche Gesamtnutzen lag bei 21,41.

**Schlussfolgerung** Der Verbesserungsquotient B vermeidet das in A intrinsisch angelegte Verzerrungspotenzial zugunsten der Fälle, in denen durch die Patienten im APHAB ein negativer subjektiver Nutzen im Rahmen einer HGV angegeben wird. Sinnvoll wäre es, im Rahmen einer weiterentwickelten QSV sowohl den hier neu vorgestellten Verbesserungsquotienten B als auch den kumulierten Gesamtnutzen zu verwenden.

### ABSTRACT

**Background** Questionnaires measuring the subjective outcome of hearing aid benefit are used in diagnostics of hearing loss additionally. Since 2012, the APHAB is part of the quality agreement for statutory insured patients in hearing aid fitting. Actually, calculating the benefit by the given formula (improvement quotient A) causes distortion by patients with negative results. In general, these dues to misinterpretation of the results. In this study, we proposed two alternative ways of calculation and compared the results together.

**Methods** Using the data of 6861 hearing aid fitted patients from a database, we calculated the benefit by A and two new formulas (improvement quotient B and cumulated benefit) and compared the results together.

**Results** The average for A was  $-29.02\%$  ( $SD \pm 47.94$ ) and a minimum of  $-637.93\%$ . The average for B was  $-13.42\%$  ( $SD \pm 13.14$ ) and a minimum of  $-78.63$ . No relevant differences by calculating the improvement quotients between A and B occurred. The average APHAB-score (EC-, BN-, and RV-subscale) was 50.70 before and 29.29 after hearing aid fitting, the average of the cumulated benefit was 21.41.

**Conclusions** Quotient B avoids the intrinsic potential of distortion of A in favor of patients with negative results in hearing aid benefit. It would be useful for the further developing of the quality agreement if B in exchange for A and, in addition, the cumulated benefit should be used.

## Hintergrund

Nach der Weltgesundheitsorganisation (WHO) ist Schwerhörigkeit eines der häufigsten Gesundheitsprobleme weltweit, auch in den industriellen Ländern [1]. Mit 466 Millionen Menschen sind über 6,1 % der Menschheit betroffen, davon sind 93 % (432 Millionen) Erwachsene (Stand 2018, [2]). Die Prävalenz in Deutschland variiert je nach Studie von 16–21 %, Schwerhörigkeit ist somit eine der weitverbreitetsten Sinnesfunktionsstörungen [3]. Sie nimmt ab dem 50. Lebensjahr stetig zu, ungefähr jeder Dritte ab einem Alter von 65 Jahren ist davon betroffen [4, 5]. Eine Presbyakusis ist der häufigste Grund für eine Schwerhörigkeit im höheren Alter und bezeichnet eine beidseitige, symmetrische, progrediente Innenohrschwerhörigkeit. Neben natürlichen Alterungsprozessen durch endogene Einflüsse (z. B. Ischämie, Hypoxie, oxidativer Stress, Degeneration von Haar- und Ganglienzellen) werden auch exogene Faktoren diskutiert, wobei in industriellen Ländern Lärm und Übergewicht die wichtigsten sind [6]. Die Folgen einer unbehandelten Schwerhörigkeit im höheren Alter sind vielseitig. So wird Schwerhörigkeit nach einigen Studien mit dem Verlust kognitiver Fähigkeiten in Verbindung gebracht, die das Gedächtnis und exekutive Funktionen reduzieren [7, 8]. Außerdem steigt das relative Risiko, nach 10 Jahren an Demenz zu erkranken, mit zunehmender Schwerhörigkeit an; bei einer mittelgradigen Hörminderung mit einem Hörverlust von 40 bis 70 dB im Oktavenfrequenzbereich zwischen 0,5 und 4 kHz wird eine Verdreifachung beschrieben [9, 10]. Des Weiteren wird eine unbehandelte Schwerhörigkeit mit einer Zunahme von Depression und ängstlichen Symptomen assoziiert [11, 12]. Eine richtig angewendete Hörgeräteversorgung (HGV) wiederum kann das Ausmaß von Depression und die Lebensqualität verbessern [13]. Obwohl der Kausalzusammenhang noch nicht geklärt ist, zeigt eine systematische Übersichtsarbeit, dass Hörminderungen einen unabhängigen Risikofaktor für Stürze bei älteren Menschen darstellen; nach dieser steigt das Risiko zu stürzen um das 1,69–2,39-Fache an [14].

Zur primären Diagnostik einer Hörminderung kommen ton- und sprachaudiometrische Untersuchungen zum Einsatz. Ergänzt werden diese durch Fragebögen, die die subjektive Bewertung einer Hörminderung durch die betroffenen Patienten ermöglichen. Prinzipiell gibt es eine Vielzahl solcher Fragebögen, die verschiedene Aspekte des subjektiven Hörvermögens und der Zufriedenheit mit Hörgeräten untersuchen [15]. Der APHAB (Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit) ist ein Frageninventar, das 1995 in den USA von Cox und Alexander entwickelt und für den deutschsprachigen Raum adaptiert wurde [16–19]. Er untersucht das subjektive Hörvermögen in 4 verschiedenen Hörsituationen mit jeweils 6 Fragen. Drei Untergruppen beziehen sich dabei auf verschiedene Alltags-

situationen, die vierte auf das Missempfinden von lauten Situationen. Einige Fragen sind invers formuliert, was aber keine Auswirkung auf die Ergebnisse hat [20]; diese Fragen müssen jedoch vor der Auswertung entsprechend konvertiert werden. Die 4 Subskalen sind:

- EC-Skala (ease of communication) – einfache Hörsituation ohne Nebengeräusche
- BN-Skala (background noise) – Hören mit Hintergrundgeräuschen
- RV-Skala (reverberation) – Hören in großen Räumen mit Echo- oder Hallsituationen
- AV-Skala (aversiveness of sounds) – Hörempfinden von lauten Situationen

Die Antworten werden auf einer 7-stufigen Skala angegeben, aus der abzulesen ist, inwieweit die beschriebenen Situationen auf die Patienten zutreffen (immer (99 %), fast immer (87 %), häufig (75 %), in der Hälfte der Fälle (50 %), gelegentlich (25 %), selten (12 %) und nie (1 %)). Die 24 Fragen werden von den Patienten vor und nach einer Hörgeräteversorgung (HGV) beantwortet. Durch Differenzbildung vor und nach einer Hörgeräteversorgung kann der subjektive Nutzen von Hörgeräten für jede Frage der Subskala errechnet werden.

Mittlerweile ist der APHAB eines der umfassendsten untersuchten Fragebogeninventare im deutschsprachigen Raum. So wurden seine Sensitivität und Spezifität zur Detektion eines Hörverlusts von mindestens 25 dB in einer der Oktavenfrequenzen zwischen 0,5 und 8,0 kHz ermittelt [21]. In einer weiteren Untersuchung wurde gezeigt, dass die Wahrscheinlichkeit eines positiven Nutzens einer HGV zwischen 0,75 und 0,88 in der EC-, BN- und RV-Skala im APHAB liegt. In derselben Studie wurden Perzentilverteilungskurven und Boxplots erstellt, um den Nutzen von HGV individuell zu beurteilen [22]. Der durchschnittliche Hörgewinn betrug dabei in den genannten 3 Skalen etwa knapp 30 %; da die AV-Skala das Empfinden lauter Situationen misst, war in dieser keine Hörverbesserung zu erwarten [22].

Seit 2012 ist der APHAB-Fragebogen neben einer Reihe weiterer Parameter obligater Bestandteil einer Qualitätssicherungsvereinbarung (QSV) im Rahmen einer Hörgeräteversorgung (HGV) nach der Hilfsmittel-Richtlinie zwischen der Kassenärztlichen Bundesvereinigung (KBV) und dem Spitzenverband der gesetzlichen Krankenkassen [23, 24]. Zur Ermittlung des Nutzens einer Hörgeräteversorgung kommen dezidierte Berechnungsformeln zur Anwendung [25, 26]. Zunächst wird je für die EC-, BN- und RV-Subskala des APHAB vor und nach einer HGV der Mittelwert gebildet; diese Mittelwerte werden auch als APHAB-Score bezeichnet:

$$\bar{u}_x = \text{Mittelwert in der Subskala (x) ohne Hörgeräte (APHAB-Score ohne HG)} \\ = \frac{\text{Summe Antworten in der Subskala (x) ohne Hörgeräte}}{6}$$

$$\bar{a}_x = \text{Mittelwert in der Subskala (x) mit Hörgeräten} \\ = \frac{\text{Summe Antworten in der Subskala (x) mit Hörgeräten}}{6}$$

$$\bar{b}_x = \text{Nutzen in der Subskala (x) mit Hörgeräten} = \\ = \text{APHAB-Werte ohne Hörgeräte} - \text{APHAB-Werte mit Hörgeräten} = \bar{u}_x - \bar{a}_x$$

► **Formel 1a–c** Mittelwerte für die Subskalen EC, BN und RV ohne und mit Hörgeräten sowie deren Nutzen [25, 26].

Durch Zusammenfassung der Subskalen EC, BN und RV ergeben sich die kumulierten APHAB-Werte:

$$\bar{u}_k = \text{kumulierte APHAB-Werte ohne Hörgeräte} \\ = \frac{\text{Summe der Mittelwerte ohne Hörgeräte von EC, BN und RV}}{3}$$

$$\bar{a}_k = \text{kumulierte APHAB-Werte mit Hörgeräten} \\ = \frac{\text{Summe der Mittelwerte mit Hörgeräten von EC, BN und RV}}{3}$$

► **Formel 2a, b** Kumulierte APHAB-Werte (APHAB-Score) ohne und mit Hörgeräten für die EC-, BN- und RV-Subskala [25, 26].

Der Gesamtnutzen bzw. die Gesamtbewertung ergeben sich aus der Differenz der beiden kumulierten APHAB-Werte:

$$\bar{b}_k = \text{Gesamtnutzen (Gesamtbewertung)} \\ = \text{kumulierte APHAB-Werte ohne Hörgeräte} \\ = \text{kumulierte APHAB-Werte mit Hörgeräten} = \bar{u}_k - \bar{a}_k$$

► **Formel 3a** Gesamtbewertung bzw. Gesamtnutzen einer Hörgeräteversorgung [25, 26].

Die Begriffe Gesamtbewertung und Gesamtnutzen wurden in der bisherigen Literatur synonym verwendet [25, 26]. Im Folgenden wird nur noch die Bezeichnung Gesamtnutzen verwendet, da dieser sich präziser auf das Ergebnis der Berechnungsformel bezieht.

Als weiterer Wert wird noch die Verbesserung der Hörfähigkeit nach der folgenden Formel berechnet, bei der der Gesamtnutzen in Relation zum kumulierten Wert ohne Hörgeräte gesetzt wird:

$$A = 100 \% \times \frac{\text{Gesamtnutzen}}{\text{kumulierte APHAB-Werte ohne Hörgeräte}} = 100 \% \times \frac{\bar{u}_k - \bar{a}_k}{\bar{u}_k} = \frac{\bar{b}_k}{\bar{u}_k}$$

► **Formel 3b** Verbesserungsquotient A zur Hörfähigkeit durch eine Hörgeräteversorgung [25, 26].

Nur der Wert A dieser letzten Formel (3b) wird im Rahmen der QSV für die Bewertung der Hörgeräteversorgungsqualität angewendet [25, 26].

Bei einer mathematischen Betrachtung der Formel ergibt sich jedoch folgendes Problem: Setzt man die maximal besten oder schlechtesten denkbaren APHAB-Ergebnisse im Rahmen einer

HGV in die ► **Formel 3b** ein, ergeben sich deren Extremwerte. Diese liegen bei einer theoretisch maximal schlechten Versorgung, bei der ohne Hörgeräte bei allen Fragen in jeder der 3 Subskalen EC, BN und RV Werte von 1 (keine Probleme) und mit Hörgeräten Werte von 99 (immer Probleme) erreicht werden, nach der ► **Formel 3b** Probleme (mit Hörgeräten keine Probleme) bei 98,98 %. Somit ergeben schlechte, für den Patienten mit negativem subjektivem Hörgewinn betragsmäßig wesentlich größere Werte, als Versorgungsfälle mit einem positiven Hörgewinn; für die Extremfälle beträgt dieser Unterschied 2 Zehnerpotenzen. Bei einer kumulierten (gemittelten) Betrachtung der Ergebnisse des Hörgerätennutzens über alle in der QSV dokumentierten Hörgeräteversorgungen über einen bestimmten Zeitraum nach der ► **Formel 3b**, wie sie zu Auswertungszwecken durch die KBV und die Krankenkassen angestrebt wird, bekommen hierdurch die negativen Versorgungsfälle, auch wenn sie insgesamt relativ selten vorkommen, ein übergroßes Gewicht, sie führen zu einer überproportionalen Verschlechterung des Gesamtergebnisses. Damit muss der Sinn der Verwendung der ► **Formel 3b** hinsichtlich des Ziels der QSV, nämlich die Versorgungsqualität von Hörgeräteversorgungen abzubilden, insgesamt infrage gestellt werden. Man könnte auch behaupten, dass die verwendete ► **Formel 3b** hinsichtlich des genannten Ziels offensichtlich ungeeignet ist. Sinnvoll wäre es also zu prüfen, ob die Qualität einer Hörgeräteversorgung besser, verzerrungsfreier nach der ► **Formel 3a** dargestellt werden könnte oder ob möglicherweise eine andere Formel geeigneter wäre, die Hörverbesserung als Quotient darzustellen.

Bereits vor Jahren wurde eine von der KBV unabhängige Datenbank zur Erfassung von APHAB-Fragebögen im Rahmen einer Hörgeräteversorgung etabliert [27]. Diese wies keine nennenswerten Unterschiede hinsichtlich der in ihr erfassten Datensätze im Vergleich zur KBV-Datenbank auf [22]. Im Rahmen dieser Studie sollen die Auswirkung der Verwendung der ► **Formel 3a** sowie einer weiteren Berechnungsmethode als alternative Berechnungsformel zur ► **Formel 3b** ermittelt werden, sodass abgeschätzt werden kann, ob nicht besser diese Berechnung eines kumulierten Nutzens im Rahmen einer künftigen Weiterentwicklung der QSV anstatt der bisherigen ► **Formel 3b** verwendet werden könnte. Außerdem soll der Zusammenhang der Berechnung des Verbesserungsquotienten mit weiteren allgemeinen Variablen wie Alter, Geschlecht und APHAB-Score analysiert werden, um eine potenzielle Bedeutung für die weitere Behandlung von Schwerhörigen besser abschätzen zu können.

## Methoden

Zum Stichtag 17.01.2018 wurden insgesamt 12 562 Datensätze schwerhörender Patienten im Rahmen einer Hörgeräteversorgung in der Datenbank QuiHz (www.quihz.de, [27]) von über 100 Kliniken und Praxen aus ganz Deutschland erfasst. Die Teilnahme der Probanden war freiwillig und die Daten wurden anonymisiert erfasst. Von der Erfassung ausgeschlossen wurden Patienten, deren Geburtsdatum fehlte und die am Tag der Datenerfassung unter 18 Jahre alt waren. Um eine zu große Seitendifferenz bei den Hörverlusten zu vermeiden und um eine Vergleichbarkeit mit vorherigen Veröffentlichungen zu haben, wurden

Fälle nicht mit einbezogen, deren Summe des tonaudiometrischen Hörverlusts bei 0,5, 1 und 2 kHz pro Seite mehr als 60 dB betrug [18, 19]. Des Weiteren wurden unvollständige Datensätze für die Berechnung dieser Studie entfernt, da mindestens 4 von 6 Antwortpaaren, d. h. vor und nach HGV, zur Auswertung vorhanden sein müssen. Falls eine Subskala dieses Kriterium nicht erfüllte, wurde der komplette Datensatz ausgeschlossen. Auf die verbliebenen Datensätze wurden die ► **Formel 3a, b** angewendet. Die Ergebnisse sollen zudem mit einer eigenen, modifizierten Berechnung verglichen werden, die im Gegensatz zur ► **Formel 3a** ebenfalls den Nutzen einer Hörgeräteversorgung in Relation zum Ausgangswert setzt (► **Formel 4a, b**):

$$B_1 = \text{alternativer Verbesserungsquotient für positive } \bar{b}_k \text{ Werte}$$

$$= 100 \% \times \frac{\text{Gesamtnutzen}}{\text{kumulierte APHAB-Werte ohne Hörgeräte} - 1}$$

$$= 100 \% \times \frac{\bar{b}_k}{\bar{u}_k - 1}$$

$$B_2 = \text{alternativer Verbesserungsquotient für negative } \bar{b}_k \text{ Werte}$$

$$= 100 \% \times \frac{\text{Gesamtnutzen}}{99 - \text{kumulierte APHAB-Werte ohne Hörgeräte}}$$

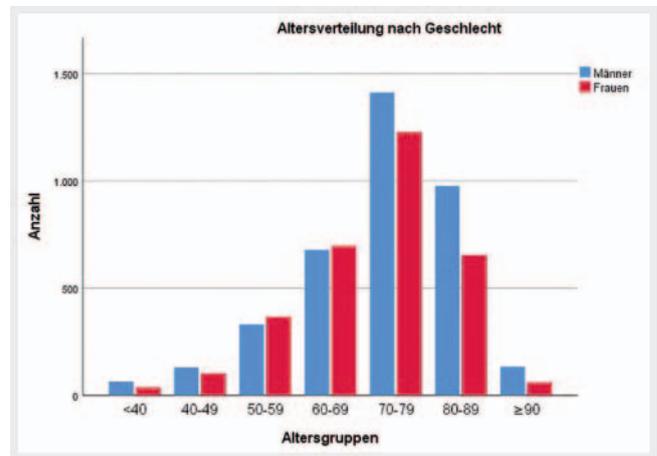
$$= 100 \% \times \frac{\bar{b}_k}{99 - \bar{u}_k}$$

► **Formel 4a, b** Alternative Verbesserungsquotienten B1 und B2 als mögliche alternative Berechnungsweise für einen relativen Nutzen; die Vereinigung der beiden Mengen wird als Verbesserungsquotient B bezeichnet.

Diese neuen Verbesserungsquotienten sollen berücksichtigen, dass der APHAB-Nutzen, also die Differenz der Ergebnisse vor und nach einer Hörgeräteversorgung, Werte von -98 bis +98 Prozentpunkte annehmen kann. Hierbei wurde eine Fallunterscheidung vorgenommen: B<sub>1</sub> wurde im Fall eines positiven und B<sub>2</sub> im Fall eines negativen Wertes hinsichtlich des Gesamtnutzens ( $\bar{b}_k$ ) einer Hörgeräteversorgung angewendet. Durch die Fallunterscheidung und Formelmodifikation soll vermieden werden, dass ein negativer Gesamtnutzen zu der oben beschriebenen Verzerrung führt. Anschließend wurden diese Daten, d. h. die negativen und positiven Verbesserungsquotienten B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub>, zur weiteren Analyse zu einem neuen Datensatz B vereinigt und zusammen mit dem alten Verbesserungsquotienten A (► **Formel 3b**) in Bezug auf Alter, Geschlecht und der APHAB-Werte analysiert sowie mit den Ergebnissen des Gesamtnutzens  $\bar{b}_k$  (► **Formel 3a**) verglichen. Hierbei wurde die Menge der Probanden mit einem Nullnutzen berücksichtigt. Sie wurde auf die Gruppen B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> der letzten Gruppe zugeordnet, da ein Nullnutzen ja ebenfalls im Rahmen einer Hörgeräteversorgung ein negatives Ergebnis darstellt. Die Auswertung wurde mit SPSS, Version 26.0, und GraphPad Prism 7.00 durchgeführt.

## Ergebnisse

Nach der Anwendung der Ausschlusskriterien verblieben von den ursprünglich 12 562 Datensätzen noch 6861 Datensätze, 5701 Probandendaten wurden ausgeschlossen. Von den verbliebenen 6861 Probanden waren 3723 (54,3 %) männlich und 3138



► **Abb. 1** Altersverteilung.

(45,7 %) weiblich, das durchschnittliche Alter betrug 72,26 Jahre (Standardabweichung (SD) ± 11,86 Jahre, median 74,55 Jahre), die Altersspanne reichte von 18 bis 102 Jahren. Das Durchschnittsalter der Männer war mit 72,97 Jahren (SD ± 12,24 Jahre) nach dem Mann-Whitney-U-Test signifikant ( $p < 0,0001$ ) höher als das der Frauen mit 71,42 Jahren (SD ± 11,34 Jahre). Trotz der großen Altersspanne befanden sich 80 % der Probanden zwischen dem 56. und 85. Lebensjahr (► **Abb. 1**).

## Kumulierter APHAB-Nutzen

Die kumulierten Mittelwerte der Skalen EC, BN und RV (APHAB-Scores) vor und nach einer Hörgeräteversorgung und den resultierenden Gesamtnutzen nach den ► **Formel 2a, b** sowie ► **Formel 3a** zeigt ► **Tab. 1**.

Der durchschnittliche APHAB-Score betrug im Durchschnitt in dieser Probandenauswahl 50,70 vor und 29,29 nach einer Hörgeräteversorgung (HGV), der durchschnittliche Gesamtnutzen lag bei 21,41 (► **Tab. 2**). Männer hatten nach dem Mann-Whitney-U-Test einen signifikant ( $p < 0,0001$ ) höheren APHAB-Score vor und nach der HGV als die Frauen, der höhere Gesamtnutzen der Männer war gegenüber den Frauen nicht signifikant ( $p = 0,086$ ).

Nach der Korrelation nach Spearman gab es in Bezug auf das Geschlecht keinen Zusammenhang zwischen den APHAB-Scores ( $|r| < 0,1$ ;  $p < 0,01$ ). Das Alter korrelierte geringfügig positiv mit dem APHAB-Score vor ( $r = 0,111$ ) und nach ( $r = 0,184$ ) einer HGV, jedoch mit starker Signifikanz ( $p < 0,01$ ) nicht mit dem Gesamtnutzen ( $r = -0,061$ ). Eine stark positive Korrelation fand sich zwischen dem APHAB-Score vor der HGV und dem resultierenden Gesamtnutzen ( $r = 0,58$ ).

Die Verteilung der Werte vom Gesamtnutzen sowie vom APHAB-Score vor und nach einer HGV war nach dem Kolmogorov-Smirnov-Test nicht normalverteilt, obwohl die grafische Darstellung dieses nahelegt (► **Abb. 2**).

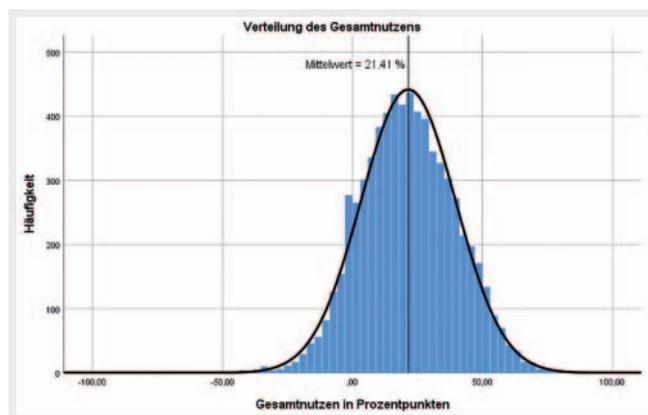
Bis auf die Altersgruppe der 50–59-Jährigen hatten die Männer einen größeren Gesamtnutzen als die Frauen (► **Abb. 3**). Dabei zeigte sich, dass der Gesamtnutzen im Spearman-Test nicht mit dem Geschlecht korrelierte ( $|r| < 0,1$ ;  $p = 0,86$ ).

► **Tab. 1** APHAB-Score (Mittelwerte der EC-, BN- und RV-Skala) vor und nach einer Hörgeräteversorgung (HGV) sowie der resultierende Gesamtnutzen, getrennt nach Geschlecht und gesamt. KI = Konfidenzintervall.

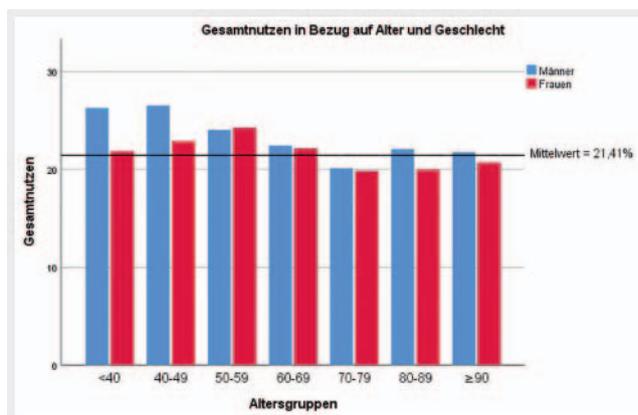
APHAB-Score	kumuliert vor HGV	kumuliert nach HGV	Gesamtnutzen ( $\bar{b}_k$ )
<b>Männer</b>	<b>51,82</b>	<b>30,06</b>	<b>21,76</b>
unteres 95 %-KI	51,32	29,55	21,17
oberes 95 %-KI	52,33	30,57	22,35
<b>Frauen</b>	<b>49,37</b>	<b>28,38</b>	<b>20,99</b>
unteres 95 %-KI	48,83	27,85	20,36
oberes 95 %-KI	49,91	28,90	21,62
<b>Gesamt</b>	<b>50,70</b>	<b>29,29</b>	<b>21,41</b>
unteres 95 %-KI	50,33	28,92	20,98
oberes 95 %-KI	51,07	29,66	21,84

► **Tab. 2** Statistische Grunddaten der verschiedenen Verbesserungsquotienten in Bezug auf einen negativen und positiven Gesamtnutzen.

Verbesserungsquotient in %	A (neg. Nutzen)	A (pos. Nutzen)	B <sub>1</sub> (neg. Nutzen)	B <sub>2</sub> (pos. Nutzen)
Anzahl	830	6,031	930	6,031
Mittelwert	-29,02	47,48	-13,42	48,50
Median	-14,61	47,96	-9,39	48,93
Standardabweichung	47,94	23,13	13,14	23,59
Minimum	-637,93	0,07	-78,63	0,07
Maximum	0,00	98,68	0,00	100,00



► **Abb. 2** Histogramm der Verteilung der absoluten Häufigkeit des Gesamtnutzens.



► **Abb. 3** Gesamtnutzen in Bezug auf Alter und Geschlecht.

## Verbesserungsquotienten nach alter und neuer Berechnung

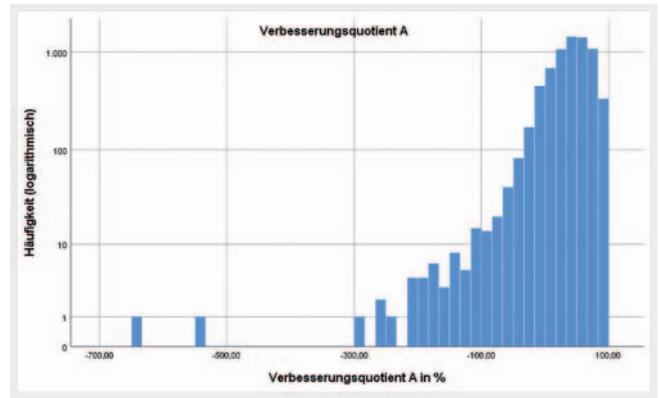
Die statistischen Grunddaten der beiden Berechnungen zeigt ► **Tab. 2**, die grafischen Verteilungen der Ergebnisse ► **Abb. 4, 5**. Bei der Berechnung des alten Verbesserungsquotienten A trugen negative Werte bis -637,93 % auf. Dagegen lag der negativste Wert nach der Formel für B<sub>1</sub> bei ca. -78,63 %. Nach der Vereini-

gung der Daten von B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> ergab sich grafisch der Verbesserungsquotient B; für Werte mit einem positiven Gesamtnutzen unterschieden sich die beiden Verbesserungsquotienten grafisch nicht.

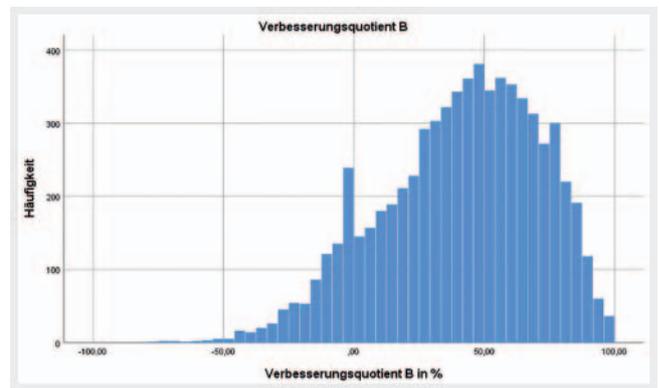
Der Mittelwert lag beim Verbesserungsquotienten A bei -29,02 % (SD ± 47,94) für die Fälle mit negativem Gesamtnutzen und einem Minimum von -637,93 %. Der Mittelwert des Verbesserungsquotienten B<sub>1</sub> lag bei -13,42 % (SD ± 13,14) und einem

AG	< 40 Jahre		40 – 49 Jahre		50 – 59 Jahre		60 – 69 Jahre		70 – 79 Jahre		80 – 89 Jahre		≥ 90 Jahre		gesamt	
	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w
A	52,24	44,84	49,01	41,90	44,75	43,44	39,70	41,77	36,22	36,41	36,37	34,06	33,54	34,38	38,28	38,17
B	53,47	45,76	50,08	44,86	47,15	46,87	43,72	44,91	38,51	39,45	38,60	37,42	34,89	35,84	40,78	41,29
( $\bar{b}_k$ )	26,25	21,82	26,41	22,85	24,02	24,22	22,40	22,10	20,09	19,81	22,05	19,81	21,74	20,66	21,76	20,99

► **Tab. 3** Mittlere Verbesserungsquotienten A und B in Prozent sowie der durchschnittliche Gesamtnutzen ( $\bar{b}_k$ ) getrennt nach Geschlecht (G) und Altersgruppen (AG).



► **Abb. 4** Verteilung der Ergebnisse nach Berechnung des Verbesserungsquotienten A (logarithmische Ordinate).



► **Abb. 5** Verteilung der Ergebnisse des Verbesserungsquotienten B (nach der Vereinigung der Ergebnisse von B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub>).

Minimum von –78,63 %. Bei den Berechnungen der Verbesserungsquotienten mit positivem Gesamtnutzen unterschieden sich die Verbesserungsquotienten A und B<sub>2</sub> nur geringfügig. Der Mittelwert von A lag bei 47,48 % und von B<sub>2</sub> bei 48,50 %. Der Maximalwert lag beim Verbesserungsquotienten B<sub>2</sub> bei 100 % und für A bei 98,68 % (► **Tab. 2**). Wegen der eingangs beschriebenen Überbewertung negativer Versorgungsfälle bei Verwendung der Formel A wurde die Verteilung für diese mit logarithmischen Ordinaten dargestellt (► **Abb. 4**).

Bei der Berechnung mit positiven und negativen Gesamtnutzen-Werten ergab sich für den Verbesserungsquotienten A ein Mittelwert von 38,23 % bei einem Minimum von –637,93 % und einem Maximum von 98,68 % (► **Tab. 4**). Nach der Vereinigung der Werte für die Verbesserungsquotienten B<sub>1</sub> und B<sub>2</sub> zu B betrug der Mittelwert 41,01 % bei einem Minimum von –78,63 % (► **Tab. 4**). Einen Nullnutzen wiesen 50 Probanden von A und B<sub>2</sub> auf.

### Korrelation der Verbesserungsquotienten zu anderen Parametern

Die Verbesserungsquotienten A und B korrelierten sehr stark zueinander sowie zum Gesamtnutzen mit einer hohen Signifikanz ( $r > 0,9$ ;  $p < 0,01$ ). Eine Korrelation der beiden Verbesserungsquo-

► **Tab. 4** Vergleich der Ergebnisse der Verbesserungsquotienten A und B (s. Text).

Verbesserungsquotient in %	A	B = B <sub>1</sub> u B <sub>2</sub>
Anzahl	6861	6861
Mittelwert	38,23	41,01
Median	43,38	44,32
Std.-Abweichung	37,02	30,29
Minimum	-637,93	-78,63
Maximum	98,68	100,00

tienten zum Geschlecht war nicht vorhanden ( $r \approx 0$ ), jedoch ein schwach negativer Zusammenhang zum Alter ( $-0,1 \geq r \geq -0,3$ ) und ein mäßig positiver Zusammenhang zum APHAB-Score vor der HGV ( $0,1 \geq r \geq 0,3$ ) (► **Tab. 5**). Nach dem Mann-Whitney-U-Test ergaben sich für die Verbesserungsquotienten A und B keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen ( $p > 0,5$ ). Des Weiteren lag für die Quotienten A und B nach dem Kolmogorov-Smirnov-Test keine Normalverteilung vor ( $p < 0,001$ ).

#### Korrelation der Verbesserungsquotienten in Bezug auf Alter und Geschlecht

Bei der Aufteilung der gesamten Probanden in Altersgruppen ergab sich ein insgesamt signifikant abnehmender Hörgewinn für alle Methoden der Ermittlung (Gesamtnutzen, Verbesserungsquotienten A und B) bei steigendem Alter nach dem Mann-Whitney-U-Test ( $p < 0,001$ ). Männer hatten bei besserem Gesamtnutzen auch nach dem Verbesserungsquotienten A eine minimal höhere durchschnittliche Verbesserung. Hingegen hatten die Frauen nach dem Verbesserungsquotient B im Mittel eine leicht höhere Verbesserung (► **Abb. 6, 7**, ► **Tab. 3**), der aber nicht signifikant war ( $p > 0,05$ ).

## Diskussion

In dieser Studie wurden anhand von 6861 Probanden die Auswirkungen von 3 verschiedenen Berechnungsmethoden der Hörverbesserung durch Hörgeräte mittels der Ergebnisse des APHAB in der EC-, BN- und RV-Skala vor und nach einer Hörgeräteversorgung untersucht und miteinander verglichen.

### Datenbank und Daten

Ein wesentlicher Unterschied zwischen den Altersdurchschnitten zwischen den Ergebnissen unserer Untersuchung und vorigen Analysen fand sich nicht [28]. Schon früher konnte gezeigt werden, dass prinzipiell kein wesentlicher Unterschied zwischen der Datenverteilung der früher zur Verfügung gestellten Daten der KBV und der internetbasierten Datenbank QulHz besteht [22]. Das Durchschnittsalter der Männer war in unserer Untersuchung, wie in früheren Publikationen bereits gezeigt, geringfügig höher als das der Frauen [29].

Die von uns verwendete Datenbank wird nicht supervidiert oder moderiert. Sie dient im Wesentlichen dazu, den Verbesserungsquotienten A zu ermitteln, weil nur dieser im Rahmen der QSV an die KBV zu übermitteln ist. Hierdurch ist es erklärbar, dass bei einer relativ großen Anzahl von Datensätzen für die weitere Analyse relevante Daten fehlen, z. B. das Geburtsdatum der Probanden. Dieses führte zum Ausschluss von insgesamt 5701 Patientendatensätzen. Künftig sollte die Datenbank QulHz dahingehend weiterentwickelt werden, dass die notwendigen Informationen obligat eingegeben werden müssen. Dieses wäre im Rahmen einer Umstrukturierung auf der Basis der Ergebnisse unserer Analyse möglich.

Insgesamt hatten 50 Patienten keinen subjektiven Nutzen (Nullnutzen) in der kumulierten Betrachtung im Rahmen der HGV. Gründe hierzu könnten eine falsch verstandene Ausfüllanleitung oder ein zu kurzer Anpassungszeitraum sein. Denkbar ist auch, dass in diesen Fällen den Patienten beide APHAB-Bögen (vor und nach einer HGV) gleichzeitig ausgehändigt wurden und diese sich selbst abgeschrieben haben; auch eine versehentlich doppelte Eingabe durch das Praxispersonal wäre als Erklärung für den Nullnutzen möglich. Aufgrund praxisinterner Abläufe ist es vorstellbar, dass das Datum der Fragebogeneingabe nicht das Datum der Befragung der zugehörigen Patienten ist, sodass falsche Angaben auf Fragebögen im Nachhinein kaum noch korrigiert werden können. Dasselbe gilt prinzipiell für die Probanden mit einem negativen Nutzen. Hier können auch die beiden APHAB-Bögen versehentlich vertauscht worden sein. Da alle Patienten nach der Hilfsmittel-Richtlinie erfolgreich mit Hörgeräten versorgt wurden, möchte man eigentlich annehmen, dass auch subjektiv ein positiver Nutzen im APHAB durch die Hörgeräte wahrgenommen werden sollte. All dies stellt Probleme einer nicht moderierten Datenbank dar. Da aber auch die Datenbank der KBV zur Auswertung der APHAB-Bögen nicht moderiert ist, bestehen diese Fehlermöglichkeiten prinzipiell auch dort; das Problem potenziell möglicher, negativer Nutzenergebnisse muss also auch dort berücksichtigt werden.

### Kumulierter APHAB-Nutzen

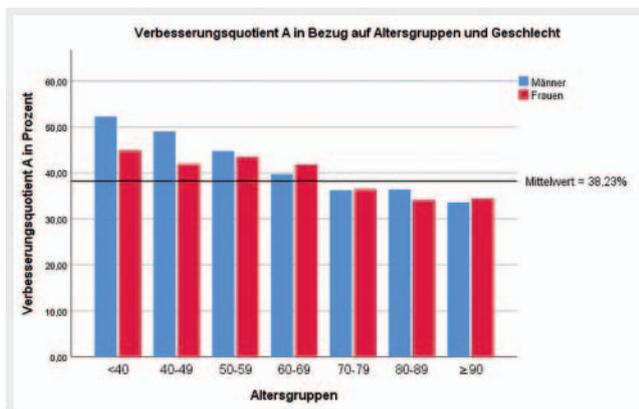
Der kumulierte Gesamtnutzen beschreibt nur die absolute Verbesserung des subjektiven Hörens. Patienten mit schlechten APHAB-Werten vor einer HGV können sich theoretisch stärker verbessern und einen höheren Gesamtnutzen erzielen, weil das Verbesserungspotenzial insgesamt höher liegt. Dies zeigt sich in einer hohen Korrelation ( $r > 0,5$ ) vom APHAB-Wert vor einer HGV zum Gesamtnutzen. Personen mit noch relativ gutem subjektivem Hörvermögen vor einer HGV können sich nur noch um relativ wenige Prozentpunkte verbessern (Progredienz zur Mitte).

Es gibt beim kumulierten APHAB-Nutzen keinen Bezug zum Ausgangswert: Für einen Patienten mit einem kumulierten APHAB-Wert von 70 (entspricht einem schlechten subjektiven Hörempfinden) vor einer HGV bedeutet ein Gesamtnutzen von 25 Prozentpunkten eine geringere Hörverbesserung als für eine Person, die vor einer HGV kumuliert in 30 % aller Hörsituationen Probleme hatte. Denn für die letztgenannte Person führt ein Gesamtnutzen von 25 Prozentpunkten fast zu einem optimalen Hörempfinden, in der nur noch 5 % aller Hörsituationen als einge-

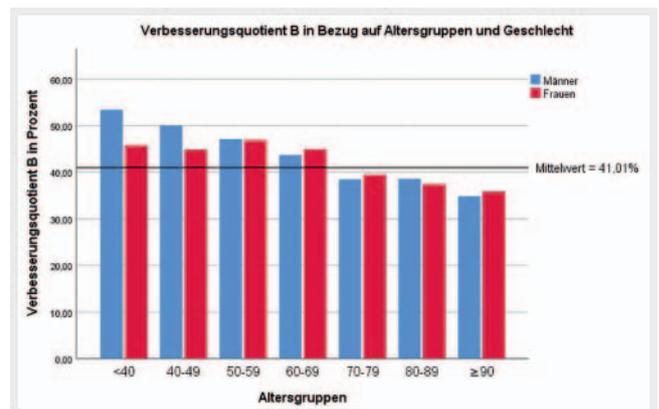
► **Tab. 5** Korrelationskoeffizienten nach Spearman der Verbesserungsquotienten A und B zu verschiedenen anderen Parametern. VQ = Verbesserungsquotient;  $\bar{u}_k$  = APHAB-Score vor einer Hörgeräteversorgung (HGV).

Parameter	VQ A	VQ B	Gesamtnutzen	Alter	Geschlecht	$\bar{u}_k$
Verbesserungsquotient A	1	0,999*	0,919*	-0,122*	0,007	0,278*
Verbesserungsquotient B	0,999*	1	0,913*	-0,125*	0,009	0,270*
Gesamtnutzen ( $\bar{b}_k$ )	0,919*	0,913*	1	-0,061	-0,021	0,582*
Alter	-0,122*	-0,125*	-0,061*	1	-0,086*	0,111*
Geschlecht	0,007	0,009	-0,021	0,086*	1	-0,077*
APHAB-Score vor einer HGV ( $\bar{u}_k$ )	0,278*	0,270*	0,582*	0,111*	-0,077*	1

\* die Korrelation ist auf dem Niveau 0,01 2-seitig signifikant.



► **Abb. 6** Verbesserungquotient A in Bezug auf Altersgruppen und Geschlecht.



► **Abb. 7** Verbesserungquotient B in Bezug auf Altersgruppen und Geschlecht.

schränkt empfunden werden. Diese Fehleinschätzung durch den Gesamtnutzen liegt an dem fehlenden Bezug zum Ausgangswert. Dieser kann nur durch die Anwendung von Verbesserungsquotienten im Sinne eines Relativmaßes berücksichtigt werden.

### Verbesserungsquotienten im Vergleich

Die Verbesserungsquotienten errechnen dagegen den relativen subjektiven Nutzen einer HGV in Bezug auf das subjektive Hörvermögen. Aufgrund der in der Formel intrinsisch angelegten Höherbewertung von HGV-Fällen mit negativem subjektivem Hörgewinn ergibt sich bei der Verwendung des Verbesserungsquotienten A im Vergleich zum Quotienten B eine größere Spannweite der Werte mit mathematisch bedingten Ausreißern, einer größeren Standardabweichung und einem größeren Unterschied zwischen dem Mittelwert und Median. Die Verteilung der Ergebnisse nach der Formel A ist wegen dieser Ausreißer nur mit einer logarithmischen Ordinate übersichtlich grafisch darstellbar (► **Abb. 4**). Auch wenn eine Person einen maximal denkbaren subjektiven Hörgewinn im APHAB aufweist, kann diese nach der alten Formel A niemals eine Hörverbesserung von 100 % (1,0) erreichen. Eine Verschlechterung um Werte weit größer als -100 % (-1,0) ist dagegen sehr wohl möglich; diese Ergebnisse können

jedoch nicht sinnvoll interpretiert werden. Beides vermeidet die Formel B: diese generiert maximale Werte zwischen -100 % (-1,0) und 100 % (1,0). Die Mittelwerte beider Verteilungsquotienten unterscheiden sich wegen der relativ geringen Anzahl von Patienten mit negativem subjektivem Nutzen einer HGV nur gering, sodass eine Anwendung der neuen Formel B prinzipiell keine stark veränderten Referenzwerte zur Beurteilung einer individuellen Versorgung erwarten lässt. Es zeigt sich darüber hinaus, dass nach der neuen Berechnungsformel B Frauen trotz eines geringeren Gesamtnutzens einen leicht höheren Verbesserungsquotienten haben, was sich auch in geringeren Einschränkungen nach einer HGV, also niedrigeren APHAB-Werten, zeigt. Die Gründe hierzu sind unklar und lassen sich vermutlich nur durch eine wesentlich differenziertere Erfassung individueller Merkmale aufklären. Der einzig relevante Nachteil der Verwendung von Formel B ist nach Ansicht der Autoren die notwendige Fallunterscheidung zur Anwendung der entsprechenden Formel bei Patienten mit negativem oder positivem kumuliertem Gesamtnutzen, was sich jedoch durch die automatisierte Erfassung und Berechnung der Quotienten kaum auf die Praxis auswirken dürfte.

Künftig wäre es interessant zu untersuchen, ob Patienten im Rahmen einer HGV eine Perzentiltreue aufweisen, d. h. ob beispielsweise Patienten mit einer subjektiven Beeinträchtigung

des Hörvermögens im unteren Verteilungsdrittel auch nach einer HGV einen Nutzen im unteren Verteilungsdrittel haben.

## Fazit für die Praxis

Der hier vorgeschlagene neue Verbesserungsquotient B ist eine Weiterentwicklung des bisherigen Quotienten A und vermeidet das in diesem intrinsisch angelegte Verzerrungspotenzial zugunsten der Fälle, in denen durch die Patienten im APHAB ein negativer subjektiver Nutzen im Rahmen einer HGV angegeben wird. Sinnvoll wäre es, im Rahmen einer weiterentwickelten QSV sowohl den hier neu vorgestellten Verbesserungsquotienten B als auch den kumulierten Gesamtnutzen zu verwenden. Der kumulierte Gesamtnutzen gibt die absolute Verbesserung an, während der Verbesserungsquotient B das relative Verhältnis zur Ausgangssituation widerspiegelt. Beide Werte können über die Gesamtpopulation verzerrungsfrei gemittelt werden, um versorgungsmedizinische Fragestellungen im Rahmen der QSV zur Hörgeräteversorgung beantworten zu können. Mit weiteren Daten könnte künftig möglicherweise ermittelt werden, welche Patientengruppen am meisten von einer Hörgeräteversorgung profitieren; dieses könnte insbesondere für jüngere Patienten gelten.

## Interessenkonflikte

Es bestehen keine Interessenkonflikte für alle Autoren. Die Studie wurde vom Deutschen Berufsverband der HNO-Ärzte e. V., Neumünster, finanziell gefördert.

## Literatur

- [1] Weltgesundheitsorganisation. The global burden of disease: 2004 update. Geneva, 2008
- [2] Guillox A. WHO global estimates on prevalence of hearing loss: Prevention of Deafness. WHO. 2018
- [3] Löhler J, Cebulla M, Shehata-Dieler W et al. Hearing Impairment in Old Age. *Dtsch Arztebl Int* 2019; 116: 301–310. doi:10.3238/arztebl.2019.0301
- [4] Lenarz T, Boenninghaus HG. HNO. Springer. 2012; 14th ed
- [5] Bance M. Hearing and aging. *CMAJ* 2007; 176: 925–927. doi:10.1503/cmaj.070007
- [6] Mazurek B, Stöver T, Haupt H et al. Die Entstehung und Behandlung der Presbyakusis. Heutiger Stand und Perspektiven für die Zukunft. *HNO* 2008; 56: 429–432, 434–435. doi:10.1007/s00106-008-1676-3
- [7] Lin FR. Hearing loss and cognition among older adults in the United States. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011; 66: 1131–1136. doi:10.1093/gerona/66.11.1131
- [8] Lin FR, Ferrucci L, Metter EJ et al. Hearing loss and cognition in the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *Neuropsychology* 2011; 25: 763–770. doi:10.1037/a0024238
- [9] Lin FR, Metter EJ, O'Brien RJ et al. Hearing loss and incident dementia. *Arch Neurol* 2011; 68: 214–220. doi:10.1001/archneurol.2010.362
- [10] Levertont T. Hearing loss is important in dementia. *BMJ* 2015; 350: h3650. doi:10.1136/bmj.h3650
- [11] Brewster KK, Ciarleglio A, Brown PJ et al. Age-Related Hearing Loss and Its Association with Depression in Later Life. *Am J Geriatr Psychiatry* 2018; 26: 788–796. doi:10.1016/j.jagp.2018.04.003
- [12] Simning A, Fox ML, Barnett SL et al. Depressive and Anxiety Symptoms in Older Adults With Auditory, Vision, and Dual Sensory Impairment. *J Aging Health* 2019; 31: 1353–1375. doi:10.1177/0898264318781123
- [13] Boi R, Racca L, Cavallero A et al. Hearing loss and depressive symptoms in elderly patients. *Geriatr Gerontol Int* 2012; 12: 440–445. doi:10.1111/j.1447-0594.2011.00789.x
- [14] Jiam NTL, Li C, Agrawal Y. Hearing loss and falls: A systematic review and meta-analysis. *Laryngoscope* 2016; 126: 2587–2596. doi:10.1002/lary.25927
- [15] Miller S, Kühn D, Ptok M. Fragebogenassessments für die Hörgerätekontrolle. *Laryngorhinootologie* 2013; 92: 80–89. doi:10.1055/s-0032-1329966
- [16] Cox RM. The Abbreviated Profile of Hearing Aid Benefit. 1995
- [17] Johnson JA, Cox RM, Alexander GC. Development of APHAB norms for WDRC hearing aids and comparisons with original norms. *Ear Hear* 2010; 31: 47–55. doi:10.1097/AUD.0b013e3181b8397c
- [18] Löhler J, Frohburg R, Moser L. Die Verwendung des APHAB zur Messung der Hörgeräteversorgungsqualität in der HNO-Praxis. *Laryngorhinootologie* 2010; 89: 737–744. doi:10.1055/s-0030-1261891
- [19] Löhler J, Moser L, Heinrich D et al. Klinische Ergebnisse bei der Anwendung des APHAB (deutsche Version) in der Hörgeräteversorgung. *HNO* 2012; 60: 626–636. doi:10.1007/s00106-011-2466-x
- [20] Löhler J, Akcicek B, Wollenberg B et al. Die Verteilung und Streuung von APHAB-Antworten vor und nach einer Hörgeräteversorgung. *Laryngorhinootologie* 2016; 95: 768–773. doi:10.1055/s-0041-107561
- [21] Löhler J, Gräbner F, Wollenberg B et al. Sensitivity and specificity of the abbreviated profile of hearing aid benefit (APHAB). *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2017; 274: 3593–3598. doi:10.1007/s00405-017-4680-y
- [22] Löhler J, Wollenberg B, Schönweiler R. APHAB-Scores zur individuellen Beurteilung des Nutzens von Hörgeräteversorgungen. *HNO* 2017; 65: 901–909. doi:10.1007/s00106-017-0350-z
- [23] Richtlinie des Gemeinsamen Bundesausschusses über die Verordnung von Hilfsmitteln in der vertragsärztlichen Versorgung (Hilfsmittel-Richtlinie/Hilfsm-RL). [https://www.g-ba.de/downloads/62-492-1922/Hilfsm-RL\\_2017-07-20\\_iK\\_2019-09-13.pdf](https://www.g-ba.de/downloads/62-492-1922/Hilfsm-RL_2017-07-20_iK_2019-09-13.pdf). Accessed 26 Nov 2019
- [24] Kassenärztliche Bundesvereinigung. Vereinbarung von Qualitätssicherungsmaßnahmen nach § 135 Abs. 2 SGB V zur Hörgeräteversorgung. 2012 <http://www.kbv.de/media/sp/Hoergeraeterversorgung.pdf>. Accessed 26 Jan 2019
- [25] Kassenärztliche Bundesvereinigung. APHAB Berechnungsvorschrift Detail Fragebogen zur Bestimmung der individuellen Hörbehinderung mit Beispielantworten und errechneten Werten. [ftp://ftp.kbv.de/ita-update/Medizinische-Dokumentationen/Hoergeraeterversorgung/KBV\\_ITA\\_AHEX\\_Berechnung\\_APHAB\\_Detail\\_QSHGV.pdf](ftp://ftp.kbv.de/ita-update/Medizinische-Dokumentationen/Hoergeraeterversorgung/KBV_ITA_AHEX_Berechnung_APHAB_Detail_QSHGV.pdf). Accessed 26 Nov 2019
- [26] Kassenärztliche Bundesvereinigung. Berechnung des APHAB-Nutzens. [ftp://ftp.kbv.de/ita-update/Medizinische-Dokumentationen/Hoergeraeterversorgung/EXT\\_ITA\\_AHEX\\_Berechnung\\_APHAB\\_QSHGV.pdf](ftp://ftp.kbv.de/ita-update/Medizinische-Dokumentationen/Hoergeraeterversorgung/EXT_ITA_AHEX_Berechnung_APHAB_QSHGV.pdf). Accessed 26 Nov 2019
- [27] Löhler J, Akcicek B, Kappe T et al. Entwicklung und Anwendung einer APHAB-Datenbank. *HNO* 2014; 62: 735–745. doi:10.1007/s00106-014-2915-4
- [28] Löhler J, Walther LE, Hansen F et al. The prevalence of hearing loss and use of hearing aids among adults in Germany: a systematic review. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2019; 276: 945–956. doi:10.1007/s00405-019-05312-z
- [29] Löhler J, Wegner O, Wollenberg B et al. Abhängigkeit des APHAB-Werts in der ECU-Skala von Alter, Geschlecht und objektivem Hörverlust: Hörgeräteversorgung in 2 subjektiven Hörverlustgruppen. *HNO* 2018; 66: 550–558. doi:10.1007/s00106-018-0500-y